

UDK 577.472 (28): 581.526.3:551.481(497.1)

ČOVEK I BIOSFERA PROBLEMI ČOVEKOVE SREDINE

MILORAD M. JANKOVIĆ, MIRJANA I. JANKOVIĆ

PRIOLOG POZNAVANJU I REŠAVANJU PROBLEMA EUTROFIZACIJE I ZARAŠČIVANJA SAVSKOG JEZERA (ADA CIGANLIJA) KOD BEOGRADA

Institut za botaniku i botanička bašta, Prirodno—matematički fakultet,
Odsek za biološke nauke, Beograd i Institut za biološka istraživanja
„Siniša Stanković”, Beograd

Janković, M. M., Janković, J. M. (1987): *Contribution to the knowledge and solution of eutrophication and overgrowing problem of the Sava lake (Ada Ciganlija), near Beograd.* — Glasnik Instituta za botaniku i botaničke bašte Univerziteta u Beogradu, Tom XVI, 1—42.

The problems of the fast eutrophication and overgrowing of the artificial (pseudo) lake of Ada Ciganlija, near Beograd, are presented in this study. This lake, as sport and recreation center and water supplier for the city of Beograd, is seriously disturbed. The paper deals with basic and locally specific characteristics of the lake, as well as with physical, ecological and biological methods which provide delay and finally elimination of these unfavourable processes.

Key words: Artificial lake, pseudo—lake, macrophytes, biomass, aquatic vascular plants, eutrophication, lake overgrowing, water supply function, sport and recreation function.

Ključne reči: veštačko jezero, pseudojezero, makrofite, biomasa, vodene cvetnice, eutrofizacija, zarastanje jezera, vodo—snabdevajuća funkcija, sportsko—rekreativna funkcija.

S A D R Ž A J

Predgovor	2
Uvod	5
Osnovne karakteristike makrofitske vegetacije jezera Ada Ciganlija	6
O sukcesiji jezerskih biotopa i zakonitostima njihovog zarastanja i iščezavanja	12
Efekat čišćenja Jezera od makrofita pomoću dredže; perspektive	16

Uloga makrofita u samoprečišćavanju Jezera	21
Biomasa naselja makrofitske vegetacije	22
Proučavanje bentosnih organizama	26
Proučavanje faune makrofita	28
Korišćenje biljojedih riba za sprečavanje prekomernog zarastanja vodenih bazena	32
Zaključci i preporuke	35
Literatura	40
Rezime	41

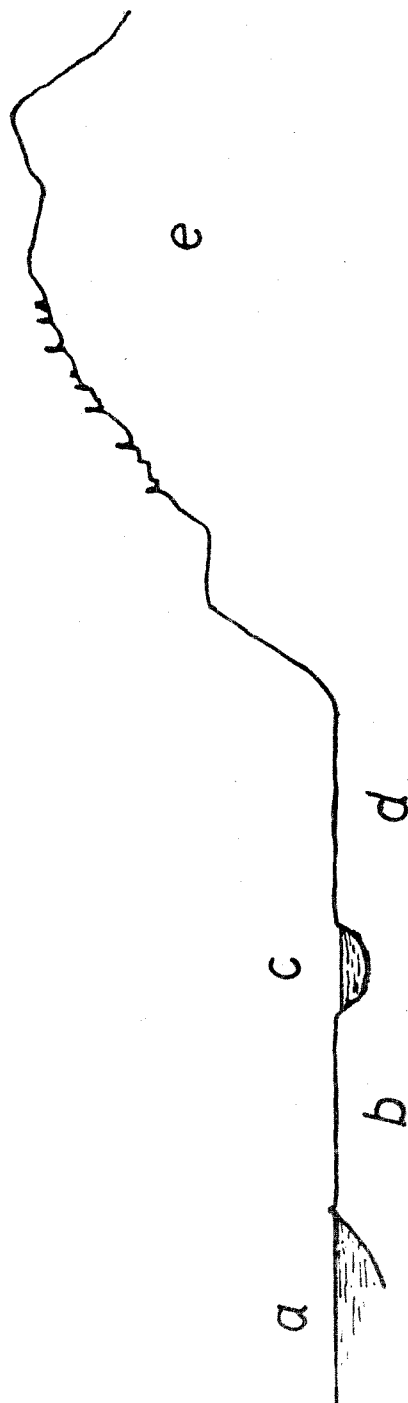
PREDGOVOR

Jezero Ada Ciganlija na Savi kod Beograda (otuda i Savsko jezero) predstavlja eutrofni barski ekosistem nastao u procesu sukcesije na mestu nekadašnjeg rečnog ekosistema (sl. 1 i 2). Pregrađivanjem korita Save između ostrva Ada Ciganlija i desne obale stvoren je stajaći vodeni bazen sa svim karakteristikama jednog barskog biotopa, koji je morfometrijski i ekološki determinisan. S obzirom da se barski biotop odlikuje prisustvom isključivo litoralne zone, koja je plitka, prosvetljena i trofoga, nužno je moralo doći do masovnog naseljavanja jezera Ada Ciganlija zelenim biljkama i do potpunog obrastanja gotovo čitave vodene mase gustim populacijama viših vodenih biljaka – makrofita.

Enormni razvoj makrofitske vegetacije ugrozio je neke od namena i funkcija jezera. U prvom redu bila je ugrožena funkcija plaže, pa su kupanje i rekreacija došli ozbiljno u pitanje. Zbog toga je bilo neophodno da se kupalište osposobi za sezonu 1983. godine, te je odlučeno da se iz plažnog dela što je moguće brže odstrani masa makrofitske vegetacije mehaničkim putem, čišćenjem jezera pomoću velike metalne dredže, specijalno konstruisane u tu svrhu.

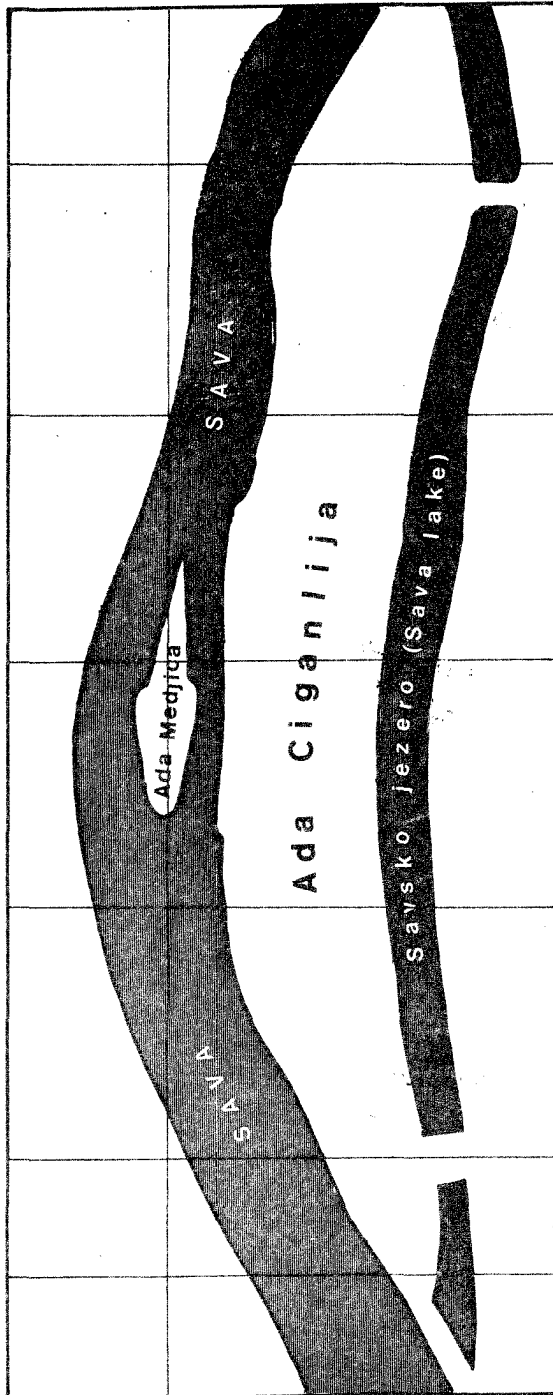
U ovom prvom prilogu proučava se osnovna problematika vezana za zarašćivanje i eutrofizaciju jezera Ada Ciganlija, a posebno se vrednuje samo čišćenje jezera od makrofita. Naš je zadatak, prema tome, bio da proučimo procese zarašćivanja i eutrofizacije jezera sa ekološkog i hidrobiološkog stanovišta, da definišemo jezero kao ekosistem i da njegovu strukturu i dinamiku sagledamo u okviru ekoloških zakonitosti koje u njemu neminovno deluju; da ukažemo na perspektive koje se u procesima eutrofizacije i zarašćivanja pojavljuju pred jezerom u neposrednoj i daljoj budućnosti; najzad, da procenimo opravdanost primene jednog čisto mehaničkog postupka u čišćenju jezera, njegovu efikasnost i perspektivnost, kao i odnos prema drugim eventualnim postupcima (npr. korišćenje biljojedih riba). S obzirom na veoma kratko vreme koje nam je sticajem okolnosti, stajalo na raspolaganju, smatramo da smo ove zadatke optimalno ispunili i da smo istovremeno ukazali na perspektivu daljeg rada da se jezero Ada Ciganlija očuva u statusu pseudojezera.

Ovde su obuhvaćeni različiti aspekti date problematike, izuzev prikaza planktonskih organizama. O njima se može naći dragocenih podataka u studiji Ljubinke Dimitrijević „Dinamika fitoplanktona i ekoloških uslova u Savskom jezeru kod Beograda” (Beograd, 1977, str. 1–71), kao i u elaboratu „Studija o povećanju biomase u jezeru Ada Ciganlija i efekat njenog suzbijanja” (Beograd, 1983, M. M. Janković *et al.*, str. 1–104) u poglavlju „Proučavanje planktonskih oblika” (str. 62–69), autora Vesne Martinović–Vitanović, Dunje Jakovčev i Vladimira Kalafatića.



Sl. 1. — Šematski prikaz beogradskog profila Sava — Savsko jezero — čukaričko—makiška zaravan — Banovo Brdo, povučenog od Save (a), preko Ada Ciganlije (b) i Jezera (c), zatim Makiša (d) i Banovog Brda (e). Očigledno je da opšta okolina Ade Ciganlije pruža mogućnosti za brzu eutrofizaciju Jezera i da je pospešuje na različite načine.

Schematic view of terrain profile from the river Sava (a) through the island Ada Ciganlija (b) and Sava lake (c) till the slopes of Makiš (d) and Banovo Brdo (e). From the lake position it is evident the fast eutrophication by different manner.



Sl. 2. -- Šematski prikaz relativne veličine i odnosa Savskog jezera prema Ada Ciganliji i Savi
Schematic view of the relation between Sava lake (relative size) and the island Ada Ciganlija and the river Sava.

UVOD

Danas je jezero Ada Ciganlija jedan pseudojezersko-barski ekosistem, formiran u okviru tipičnog barskog biotopa sa specifičnim ekološkim i morfološkim karakteristikama, koje su kao primarni faktor i odredile njegovu dalju sudbinu u smeru snažne eutrofizacije i vrlo izraženog procesa zarašćivanja najvažnijim barskim makrofitama. U stvaranju ovog barskog ekosistema, od onog trenutka kada se ekosistem tekuće vode pretvorio u ekosistem sa stajaćom vodom, manifestuju se sve one ekološke zakonitosti koje karakterišu uopšte svaki relativno autonoman ekosistem, a posebno barski. U njemu se odmah uspostavlja **princip kruženja materije i proticanje energije** koji je odredio i kasniju punu eutrofizaciju i zarašćivanje jezera.

Naime, već prve, pionirske zelene biljke (alge i makrofite), koje su se u snažnoj ekspanziji počele naseljavati u novonastalom biotopu, obezbeđuju primarnu organsku produkciju u jezeru, tj. stvaranje organske materije (prostih šećera) na osnovu određenih neorganskih, pre svega ugljendioksida i vodonika iz vode, i uz učešće sunčeve svetlosti, da bi odmah zatim u procesu sekundarne produkcije (sada uz učešće azota, fosfora, kalijuma, natrijuma i čitavog niza mikroelemenata), korišćenjem produkata primarne organske produkcije, stvorile i mnogobrojne druge organske materije sadržane u masi njihovog tela. Dakle, zelene biljke, kao prva karika u procesu kruženja materije, stvaraju osnovu za formiranje barskog ekosistema i daljeg života jezera. One opredeljuju njegovu sudbinu.

Ali, primarno stvaranje organske materije od strane zelenih biljaka u jezeru ne bi samo po sebi bilo dovoljno da dovede do ovoga stanja do koga je sada došlo. Naime, nove generacije vodenih biljaka koje se javljaju svake godine početkom vegetacionog perioda zahtevaju za fotosintezu, i uopšte za ukupnu svoju organsku produkciju, nove količine neorganskog materijala.

Istina, u mulju se akumulira sve veća količina neorganskog a naročito organskog materijala, ali bi to bilo uzalud ako se on ne bi učinio dostupnim zelenim biljkama, tu se posebno ističe ugljendioksid koji treba da se oslobodi iz organskih materija nataloženih na dnu da bi ga mogle koristiti nove generacije biljaka.

Sada na scenu stupaju različiti životinjski organizmi, koji u procesu ishrane razlažu svoju hranu – biljni materijal – oslobađajući pri tome toliko potreban ugljendioksid, ali i različite neorganske materije, do tada vezane pre svega u organskim tkivima nataloženim na dnu. Životinje su, dakle, potrošači organske materije, ali istovremeno i njeni razlagači, pošto je razgrađuju sve do ugljendioksida i drugih neorganskih materija. Životinje su i proizvođači organske materija, ali samo sekundarni, jer materije koje one sintetišu počivaju na materijama koje su primarno i sekundarno već stvorile zelene biljke. Prema tome, životinje bitno doprinose vraćanju materije u ekološko kruženje i time pospešuju intenzivan rad zelenih biljaka na organskoj produkciji, njihovo rastenje i razmnožavanje, te u krajnjoj liniji i procese zarastanja i eutrofizacije.

Naravno, ovim se kruženje materije ne završava, jer ostatke organskog materijala koje nisu uništile životinje prihvataju tzv. razlagači ili mineralizatori, koji u procesu svoje ishrane do kraja razlažu zaostali organski materijal, potpuno ga prevode od organskog do neorganskog stanja u procesu mineralizacije. To su pre svega bakterije, koje su u vodenim ekosistemima svakako najznačajniji mineralizatori. Zahvaljujući delatnosti životinja i bakterija organska materija se razlaže do neorganskih koje se sada stavljaju na raspolaganje zelenim biljkama da ih ponovo koriste. Tako se ciklus zatvara, ali odmah ponovo i počinje i to se neprestano ponavlja u nezadrživom procesu kruženja materije i proticanja energije, koji i čine osnovu trajnosti života biosfere. Oni su osnova života i našeg barskog

ekosistema, ali sa stalnom tendencijom povećavanja obima biomase svake godine, sve jačeg zarašćivanja jezera Ada Ciganlija i njegove sve veće eutrofizacije. To je i osnova sve većeg akumuliranja rezervi organskog materijala u formiranom mulju na dnu, što obezbeđuje stabilnost ekosistema i istovremeno sve manju njegovu ranjivost u odnosu na naše mere za suprotstavljanje rastućim tendencijama, sve veće eutrofizacije i sve agresivnijeg zarašćivanja. Iz ovoga što je rečeno jasno se vidi koliko je vapijuće potrebno što pre započeti sa odgovarajućim ekološkim i drugim kompleksnim istraživanjima jezera Ada Ciganlija kao ekosistema, i što pre preduzeti sve one neophodne mere na suzbijanju nepoželjnih procesa, sve one mere za koje već sada znamo i koje ćemo utvrditi u toku istraživanja.

Što se tiče proticanja energije, koje je neraskidivo vezano za samo kruženje materije, ono teče bez teškoća, jer u ovako malom, odnosno plitkom vodenom bazenu ima dovoljno sunčeve svetlosti i toplote s obzirom na geografski položaj jezera i osobina klime pod čijim se uticajem nalazi. Osim toga, geografski položaj jezera (na jugu Evrope) uslovljava i dugačak dan u jezerskoj vodi, odnosno veoma dug vegetacioni period. Upravo ova okolnost, zajedno sa visokom temperaturom i izvanrednom vitalnošću i agresivnošću vodenih biljaka, i omogućuje da se biomasa, pre svega vodenih biljaka, stvara tokom godine veoma dugo, kako u toku dana tako i u toku vegetacionog perioda. Sve to, naravno, potencira teškoće koje ćemo imati u našoj borbi protiv eutrofizacije i zarašćivanja jezera.

Da bismo shvatili sve osnovne ekološke procese važne za čisto praktična pitanja, treba da imamo u vidu da ekološki mehanizam deluje u jezeru apsolutno tipično, da njegovu osnovu čine tri komponente, od kojih se ni jedna ne sme i ne može zapostaviti: 1. primarni proizvođači organske materije putem fotosinteze (zelene biljke), 2. potrošači organske materije (životinje) i 3. razlagači organske materije (posebno bakterije). Te tri biokomponente ekosistema su upravo ona motorna sila koja pokreće mehanizam kruženja materije i proticanja energije, ni jedna se ne sme zapostaviti u našim budućim istraživanjima problematike jezera Ada Ciganlija niti u traganjima za rešenjima, već se sve moraju uzeti u obzir. Naravno, zelenim makrofitama pripada prvostepena uloga u procesima zarastanja jezera, pa se njima, prirodno, mora posvetiti najveća i posebna pažnja.

Dakle, sve što se nepovoljno desilo i što se i dalje dešava u jezeru, pre svega njegovo zarašćivanje i eutrofizacija, rezultat je sasvim normalnih i neizbežnih ekoloških zakonitosti, opštih ali i specifičnih s obzirom na njegove osnovne ekološke i morfometrijske karakteristike. Da bi se tome suprotstavili, odnosno da bi održali one osnovne funkcije koje smo namenili jezeru Ada Ciganlija, moramo prihvatiti ekološki, bolje reći ekosistemski pristup rešavanju problema vezanih za jezero. Takođe treba staviti u prvi plan i ekološka istraživanja, te iz ekologije jezera, kada je budemo dobro upoznali, izvesti i praktične mere suzbijanja procesa zarašćivanja i eutrofizacije.

OSNOVNE KARAKTERISTIKE MAKROFITSKE VEGETACIJE JEZERA ADA CIGANLIJA

Jezero Ada Ciganlija predstavlja nekadašnji desni rukavac Save koji je veštačkim pregrađivanjem pretvoren u stajajući bazen sa namenom da, između ostalog, služi za vodoprivredne i sportskorekreativne svrhe. Međutim, po svojim morfometrijskim i ekološkim osobinama ovo jezero predstavlja u stvari tipičan barski biotop, u suštini sličan barskom biotopu Obedske bare. Ono je takođe bivše korito Save, ali meandra koja je

prirodnim zagrađivanjem umrtvljena, te izložena tako brzom procesu eutrofizacije i zarastanju od strane makrofitskih biljaka sve do antiklimaksa barskog sistema i najzad njegove konačne smrti.

Morfometrijski, najvažnije je da je jezero Ada Ciganlija plitko, bez fundamentalne zone, dok je litoralna karakteristična za ceo biotop, da je prosvetljeno u svim svojim delovima i zato pogodno za život autotrofnih fotosintetičkih biljaka, među kojima su za proces zarašćivanja jezera najznačajnije makrofite i končaste alge.

Naravno, dovoljno svetlosti u svim delovima jezera predstavlja i jedan od bitnih ekoloških faktora za biljke, mada proističe iz osnovne morfometrijske karakteristike jezerskog korita: njegove male dubine. Kao važna ekološka pogodnost ističe se takođe i dovoljna količina hranljivih materija u vodi (organskih materija i biogenih elemenata) koja razvojem jezera i njegovom eutrofizacijom postaje sve veća. Međutim, za brzinu razvića makrofitskih biljaka i veliku masu produktivnog organskog materijala u procesu fotosinteze izuzetno je značajna i klima, odnosno termički uslovi makroklimе beogradskog područja i termički uslovi u vodi samog jezerskog biotopa. Naime, ono ima južni položaj u jugoistočnoj Evropi, sa toplom kontinentalno-submediteranom klimom koja se karakteriše dugačkim vegetacijskim periodom i velikom sumom temperature u čitavoj godini, pri čemu su vrlo visoke temperature i jako sunčevo zračenje vezani upravo za vegetacijski period. U jezeru su stoga dani i vegetacijski period duži nego, na primer, u barama i jezerima severne Evrope, što izvanredno pogoduje razviću vodenih biljaka, njihovoj visokoj produkciji i izvanrednoj zastupljenosti polnog, vegetativnog i turionskog razmnožavanja, a sve je to značajno preimućstvo u procesu obrastanja vodenog bazena i razvojnoj sukcesiji vegetacije.

Prema tome, jezero Ada Ciganlija je tipičan barski biotop (mada ima mesta sa dubinom i do 12 m), predodređen da bude i barski ekosistem, sa izvanrednim mogućnostima za brzi i bujni razvoj vodenih makrofita i njihove vegetacije. Stoga nije ni čudo da je tako brzo i u tolikoj meri zaraslo, sa tendencijom još bržeg razvoja ka klimaksu i još bržeg i gušćeg obrastanja čitave vodene mase.

Od ekoloških ili, bolje reći, ekobiogeografskih preduslova za osvajanje jezera Ada Ciganlija od strane vodenih biljaka jesu reproduktivni potencijali bliže i dalje okoline, koji su izvanredno veliki. To znači da u okolini jezera postoji značajno bogatstvo raznovrsnih vodenih bazena sa mnogobrojnim visokoproduktivnim vodenim i barskim biljkama. One proizvode veliku masu semena i plodova vršeci njima invaziju na sve strane. Ovoj invaziji, naravno, podleglo je i jezero Ada Ciganlija, te su se neke vodene biljke u njemu masovno namnožile. Razmnožavanje, rasprostiranje i osvajanje novih staništa ostvaruje se kod vodenih biljaka vegetativnim putem, turionima (specifičan oblik vegetativnog razmnožavanja) i pomoću semena i plodova. Razmnožavanje i rasprostiranje pomoću semena i plodova odigralo je najveću ulogu u invaziji jezera iz okoline, dok je u njemu, samom imalo u zarastanju veliku ulogu i vegetativno razmnožavanje zajedno sa turionima.

U jezeru Ada Ciganlija, gledajući načelno, moguće je da se nastane submerzne, flotantne i emerzne vrste makrofita – fotosintetičke autotrofne cvetnice – i da obrazuju odgovarajuće tipove vegetacijske zone. To se do sada još uvek nije desilo, ali će do toga svakako doći i tada će situacija biti još više otežana.

a. submerzne vodene biljke – čitava biljka potopljena je u vodi, iznad vode strče samo cvetne i plodne stabljike: *Chara* sp. sp, makrofitska alga vezana za najdublje delove litorala, a u nešto plićoj vodi različite vrste mekane i tvrde drezge (*Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*), zatim različite vrste talasinja (submerzne vrste roda *Potamogeton* – *P. pussilus* itd.), kao i još mnoge druge.

b. **flotantne vodene biljke** – gornji listovi na stabljici plivaju po površini vode: beli lokvanj (*Nymphaea alba*), žuti lokvanj (*Nuphar luteum*), mali žuti lokvanjić (*Nymphoides flava*), vodeni leptan (*Hydrocharis morsus ranae*), flotantne vrste roda *Potamogeton* – *P. natans*, flotantne vrste roda *Ranunculus* podroda *Batrachium* – *B. aquatilis*, i druge. Značajna vodena makrofita, testerica (*Stratites aloides*) zauzima poseban položaj jer se ne može smatrati tipičnom flotantnom biljkom mada se najčešće nalazi u pojasu ovih biljaka.

c. **pojas emerznih biljaka** – kraći ili duži gornji deo biljke uspravljen je i strči iznad vodene površine: trska (*Phragmites communis*), rogoz (vrste roda *Typha* – *T. latifolia*, *T. angustifolia*, *T. minima*), ševar (*Scirpus lacustris*, *Bolboschoenus maritimus*), keka (*Sagittaria sagittifolia*), vodena bokvica (*Alisma plantago aquatica*), vodena perunika (*Iris pseudacorus*), zatim različite vrste roda *Carex* (*C. vulpina*, itd.) i mnoge druge.

U tipičnom slučaju, u klimaksoj fazi potpuno zrelog jezera, stajajući ili sporotekući vodeni bazen (bara ili jezero) diferenciran je u pravcu obale ka sredini (od litorala ka profundalu ili od plićih litoralnih delova ka dubljim) na odgovarajuće vegetacijske pojaseve upravo prema karakterističnom rasporedu napred navedenih biljaka. Naravno, ima i odstupanja, jer je i konfiguracija dna bazena složena i nepravilna, pa se javlja veća ili manja inverzija pojaseva ili njihov mozaičan raspored.

Za naš problem posebno je značajan pojas emerznih vodenih biljaka (helofita ili močvarnih biljaka), koje u slučaju dobre razvijenosti mogu po obodu potpuno da zatvore vodeni bazen i da ga učine praktično nepristupačnim. O plaži i kupanju ne može biti ni govora, izuzev u slučaju preduzimanja odgovarajućih, vanrednih mera. Ovdje se često radi o postklimaksoj fazi zarastanja jezera, o početku antiklimaksa i prelaska od jezerskog i barskog tipa ekosistema na ritski, odnosno močvarni, pa čak i livadski tip ekosistema. Srećom, do ove faze na jezeru Ada Ciganlija još nije došlo, ali su se već pojavili prvi inicijalni stupnjevi flotantne i emerzne vegetacije, što je i prvi signal za opasnost. Međutim, do nje će vremenom svakako doći a tada će situacija dobiti dramatične oblike. To bezuslovno treba sprečiti odgovarajućim preventivnim merama i odgovarajućim proučavanjima. Treba imati na umu da su flotantne i emerzne biljke najčešće snažno ukorenjene, sa debelim i gusto isprepletenim rizomima u mulju, što bi onemogućilo primenu još uvek „blagih“ mera kakvo je bilo i ovo čišćenje dredžom makrofitskih biljaka, doduše samo submerznih a ne flotantnih niti emerznih.

Činjenica da je u jezeru Ada Ciganlija čitav sukcesivni niz promena ka vodenom vegetacijskom klimaksu još uvek u fazi gotovo isključivo submerzne vegetacije, predstavlja povoljnu okolnost koju nečekajući treba iskoristiti i preduzeti odgovarajuće praktične mere. Ako se to ne shvati ozbiljno i odugovlači dovede do toga da će biti kasno za svaku intervenciju, ili će one biti bar veoma otežane i nedovoljno efikasne.

U sadašnjoj fazi zarastanja i zrenja jezera Ada Ciganlija nađene su u maju 1983. godine sledeće biljne vrste iz grupe makrofitskih cvetnica: flotantne – *Nymphoides flava*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Potamogeton natans*, *Lemna minor*; b. submerzne – *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Elodea canadensis*, *Potamogeton crispus*, *P. pectinatus*, *Najas marina*.

Međutim, u obrastanju jezera flotantne biljke imaju za sada sasvim malu ulogu, dok je bitni značaj u bujnom razviću jezerske vodene vegetacije sledeće četiri submerzne vrste: *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum* i *Potamogeton crispus*. Ova poslednja je izrazito slabije zastupljena, dok su predhodne tri vrste veoma brojne i gusto raspoređene, igrajući dominantnu i edifikatorsku ulogu u ovom novoformiranom barskom ekosistemu submerznih makrofita.

Sledeća tablica (sn. br. 1), sa kvantitativnom ocenom brojnosti i socijalnosti submerznih biljaka, prema metodi Braun-Blanquet, daje dosta jasnu predstavu o karakteru ove makrofitske vegetacije cvetnica:

Snimak br. 1	1	2	3	4	5	6	7
<i>Myriophyllum</i> sp. sp. (<i>spicatum</i> i <i>verticillatum</i>)	5,5	4,5	4,4	5,4	4,4	3,3	3,4
<i>Ceratophyllum demersum</i>	4,3	5,4	4,4	5,5	5,3	3,2	2,2
<i>Potamogeton crispus</i>	2,2	2,3	1,2	3,3	2,3	2,1	1,
<i>Najas minor</i>	—	—	—	—	+1		

Slično pokazuju i tablice 1–3, u kojima je prikazan raspored i stanje makrofitskih biljaka i končastih algi u vezi sa dubinom vode i karakterom dna.

Na mestima sa najbujnijim razvićem dominantnih submerznih biljaka, *Myriophyllum* sp. sp. dostiže veliku dužinu, sa razgranatim bočnim stabljikama maksimalno do 3,5 m, a *Ceratophyllum demersum*, zajedno sa bočnim granama, najviše 1,5 m. Ove vrste su spratovno raspoređene tako da gornji, najviši sprat sačinjavaju *Myriophyllum spicatum* i *M. verticillatum*, a donji, niži sprat *Ceratophyllum demersum*. Ova vrsta trpi, inače, veću zasenčenost od ostale dve, te zato i može zauzimati dublje delove vode. Međutim, ima dosta velikih jezerskih površina gde se gubi taj spratovni raspored i gde se *Ceratophyllum demersum* nalazi i u plićim slojevima vode.

Tab. 1. – Raspored i stanje makrofita i končastih alga na profilu 1 u vezi sa dubinom vode i karakterom dna

Udaljenost od obale	Stanje vegetacije
6 m – Šljunak; dubina 1,5 m; sve do 50 m udaljenosti potpuna pokrovnost makrofita: <i>Myriophyllum</i> , <i>Ceratophyllum</i> (malo), tanak sloj končastih alga.	
10 m – Mnogo isitnjenih ljuštura školjki iznad gline; dubina 2,6 m; <i>Ceratophyllum</i> , <i>Myriophyllum</i> , tepih od končastih alga.	
14 m – Delovi ljuštura školjki; dubina 3,5 m; <i>Ceratophyllum</i> , malo končastih alga.	
18 m – Mulj; dubina 4,8 m; <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton crispus</i> , malo končastih alga.	
25 m – Mulj sa mnogo krupnog peska; dubina 5,2 m; <i>Ceratophyllum</i> .	
35 m – Tvrdo dno; dubina 5,5 m; <i>Ceratophyllum</i> , <i>Ghara</i> , malo končastih alga..	
50 m – Mulj; dubina 5,8 m; buseni od <i>Ceratophyllum</i> -a	
70 m – Mulj; dubina 6 m; mala obraslost <i>Ceratophyllum</i> -a.	
90 m – Mulj; dubina 5,8 m; kao i gore, malo končastih alga.	
120 m – Mulj; dubina 5,5 m; redak <i>Ceratophyllum</i> , <i>Elodea</i> (malo), dosta končastih alga.	
130 m – Tvrdo dno; dubina 5,4 m; <i>Ceratophyllum</i> .	
150 m – Crn mulj; dubina 5,0 m; <i>Ceratophyllum</i> .	
170 m – Mulj crn; dubina 4,3 m; <i>Ceratophyllum</i> .	
180 m – Ljuštire školjki; dubina 3,0 m; dosta končastih alga.	
190 m – Ljuštire školjki; dubina 0,7 m; najviše zastupljen <i>Potamogeton crispus</i> , zatim <i>Elodea canadensis</i> , a najmanje <i>Myriophyllum</i> .	

Tab. 2. – Raspored i stanje makrofita i končastih alga na profilu 2 u vezi sa dubinom vode i karakterom dna

Udaljenost od obale	Stanje vegetacije
4 m	Šljunak; dubina 0,50 m; končaste alge.
6 m	Krupan šljunak; dubina 0,70 m; <i>Potamogeton crispus</i> .
8 m	Krupan šljunak; dubina 1,5 m; <i>Myriophyllum</i> , <i>Ceratophyllum</i> , <i>Elodea</i> , končaste alge.
10 m	Mulj; dubina 2,2 m; <i>Ceratophyllum</i> , malo <i>Myriophyllum</i> -a i <i>Potamogeton crispus</i> , malo končastih alga.
12 m	Pesak; dubina 3,6 m; <i>Ceratophyllum</i> .
16 m	Mulj (50 cm); dubina 4,3 m; manja pokrovnost <i>Ceratophyllum</i> -a.
20 m	Tvrdo dno od ljuštura mekušaca; dubina 4,9 m; <i>Ceratophyllum</i> .
30 m	Tvrdo crno dno; dubina 4,3 m; <i>Ceratophyllum</i> .
35 m	Sitan pesak i mulj preko tvrdog dna; dubina 4,5 m; guste sastojine <i>Ceratophyllum</i> -a, mnogo končastih alga.
50 m	Mek sivi mulj; dubina 4,5 m; <i>Myriophyllum</i> , končaste alge.
70 m	Mek mulj; dubina 7,0 m; mestimično <i>Ceratophyllum</i> .
80 m	Mulj; dubina 8,0 m; bez vegetacije.
90 m	Mulj; dubina 8,0 m; bez vegetacije.
100 m	Žuti mulj; dubina 8,0 m; male oaze <i>Ceratophyllum</i> -a.
120 m	Tvrdo dno ispod ostataka ljuštura mekušaca; dubina 4,6 m; <i>Ceratophyllum</i> , končaste alge.
140 m	Tvrdo dno; dubina 6,0 m; ista vegetacija kao gore.
170 m	Žuti mulj; dubina 6,3 m; <i>Ceratophyllum</i> .
182 m	Meka podloga; dubina 5,5 m; <i>Ceratophyllum</i> i mestimično <i>Potamogeton crispus</i> .

Tab. 3. – Raspored i stanje makrofita i končastih alga na profilu 3 u vezi sa dubinom vode i karakterom dna.

Udaljenost od obale	Stanje vegetacije
6 m	Tvrdo peskovito dno; dubina 0,8 m; pojedinačan <i>Potamogeton crispus</i> .
10 m	Tvrdo dno; dubina 1,5 m; malo <i>Ceratophyllum</i> , <i>Elodea</i> i <i>Potamogeton crispus</i> , debeo tepih od končastih alga.
14 m	Tvrdo dno; dubina 1,7 m; mestimično <i>Ceratophyllum</i> , malo <i>Elodea</i> .
20 m	Mulj preko tvrdog dna; dubina 3,1 m; mestimično <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton crispus</i> .
25 m	Tvrdo dno ispod finog mulja; dubina 4,1 m; retke sastojine <i>Ceratophyllum</i> -a.
30 m	Mulj; dubina 5,3 m; pojedinačan <i>Ceratophyllum</i> .
40 m	Mulj; dubina 5,4 m; bez vegetacije.
50 m	Mulj; dubina 7,5 m; bez vegetacije.
90 m	Iznad tvrdog mulja tanak sloj mekog; dubina 12 m.
100 m	Fini sivi i crni mulj; dubina 11 m; bez vegetacije.
140 m	Mek mulj; dubina 9,2 m; bez vegetacije.
160 m	Mek mulj; dubina 9,2 m; bez vegetacije.
190 m	Mek mulj; dubina 9,8 m; bez vegetacije.
200 m	Tvrdo dno; dubina 5,7 m; pojedinačno <i>Ceratophyllum</i> .
210 m	Tvrdo dno, ponegde sa tankim slojem mulja; dubina 2,9 m; pojedinačan <i>Potamogeton</i> .
224 m	Oko 1 m od obale; dubina 0,9 m; <i>Ceratophyllum</i> , <i>Potamogeton crispus</i> , malo končastih alga.

Iznećemo ukratko osnovne osobine ovih dominantnih makrofitskih biljaka, za sada najvažnijih za jezero Ada Ciganlija, koje su u stvari svojim razvićem i razmnožavanjem i doprinele ovako masovnom zarastanju jezera:

Potamogeton crispus L. (krecava resina, talasinje, jeguljina trava) – Višegodišnja zeljasta vodena biljka sa tankim (1–2 mm) i veoma granatim rizomom. Stabljika razgranata, 30–50 cm dugačka (čak i do 1 m), oko 2 mm debela, četvorouglo stisnuta, internodije 1–2 (do 5) cm dugačke; vrh stabljike često zadebljao i sa očvrslim, zbijenim listovima (zimski pupoljci – turioni). Svi listovi potopljeni, lancetasti, dugački 4–6 (do 9) cm, široki 0,7–1,3 cm, sedeći, sa okruglom osnovom i donekle obuhvatajućom stabljikom, poprečno naborani, obodom sitno nazubljeni, krecavo talasasti (ređe listovi ravni, npr. *Potamogeton crispus* var. *serrulatus* Schrad.), na vrhu obično kratko zaoštreni; ligule većinom 1 cm dugačke, široke, kožaste, opadajuće, donje srstaju sa listovima. Cvetna stabljika 2–3 cm dugačka, malo savijena, ravnomerne debljine. Klas kratak, malocvetan (7–10 cvetova), rastresit. Plodovi sitni, dugački oko 1,5 mm, objajasti, na vrhu sa srpasto savijenim kljunom, dugačkim koliko i plod. Cvetanje od juna pa sve do jeseni.

Stanište. Stajaće ili sporotekuće vode (jezera, ribnjaci, bare, kanali, mrtvaje, ponekad reke).

Opšte rasprostranjenje. Evropa, Afrika, Azija, Australija i Severna Amerika.

Rasprostranjenje u SR Srbiji. Rasprostranjena.

Ceratophyllum demersum L. (tvrda drezga) – Višegodišnja vodena biljka sa tankom, glatkom stabljikom 4–150 (do 290) cm dugom, u gornjem delu jako granatom. Korena nema. Listovi po 4–12 u pršljenu, tamnozeleni, 1,5–2 cm dugački a do 0,5 mm široki, čvrsti, 1–2 puta računasto podeljeni na 2–4 linearna, čekinjasta reznja, na vrhu beličasto rskavičavi, po ivici sa razbacanim tankim zubcima. Cvetovi na vrlo kratkoj dršci, u pazuhu listova. Muški cvetovi većinom sa 12 listića perigona, na vrhu trozubim i sa 10–16 prašnika. Ženski cvetovi, sa samo 9–10 listića perigona i izduženo jajastim plodnikom, sa vrlo dugim stubićem. Plod do 5 mm dugačak, jajast, crn, mat, sa 2 bodlje pri osnovi i jednom na vrhu, često dva puta dužom od ploda. Cveta tokom leta, stvara turione.

Stanište. U stajaćim i sporotekućim vodama (jezera, bare, ribnjaci, kanali, mrtvaje).

Opšte rasprostranjenje. Gotovo kosmopolit (u Evropi severno do Islanda).

Rasprostranjenje u SR Srbiji. Široko rasprostranjena, a takođe u Jugoslaviji i na čitavom Balkanskom poluostrvu.

Myriophyllum verticillatum L. (krocanj, meka drezga) – Višegodišnja zeljasta vodena biljka čitava potopljena u vodi, samo cvast strči iznad vode; čitava biljka više–manje zelena; rizom ukorenjen, puzeći, sa mnogobrojnim sitnim i tankim korenčićima; stabljika jednostavna ili malo razgranata, često veoma razgranata u vezi sa spoljašnjim uslovima, cevasta, lomna, dugačka (15) 50 do 150 (300) cm i više, doseže do površine vode. Listovi češljasto perasti, raspoređeni po (4) 5 do 6 u pršljenu, sa nitastim, čekinjastim ili vlasastim glatkim naspravnim režnjevima, dugačkim do 2,5–5 cm, širokim 2–5 cm. Sitni cvetovi raspoređeni u pršljenima i sakupljeni u klas na uspravljenoj cvetnoj osovini, dugačak 5–11 cm i strči iz vode; u svakom pršljenu 4–6 cvetova, gornji cvetovi muški donji ženski, svaki podbočen sa po jednom braktejom, češljasto ili perasto urezanom, izduženom i pljosnatom, dugačkom 2–7 mm, 1–3 mm širokom, u gornjem delu klasa brakteje jednake dužine cvetu, u donjem delu 2–3 puta duže od cveta ili pak slične listovima, i mnogo duže od cvetova; muški cvetovi sa zvonastom čašicom, dugačkom 1–1,5 mm i širokom 0,5 mm, sa trouglastim režnjevima dugačkim 1–1,5 mm i 0,5 mm širokim, po ivici malo zupčasti, 2–3 puta kraći od čašične cevi; krunični listići više–manje prozračni, objajasti, tupi, dugački 2–2,5 mm i 1–1,5 mm široki, beli ili zelenkasti, rano opadajući; ženski cvetovi sa skoro zvonastom čašicom i malim trouglastim režnjevima, dugačkom 1–1,5 mm i širokom 0,5–0,8 mm, sraslom sa

plodnikom, krunični listići mali, izduženo objajasti, dugački 1–1,5 mm i 0,5 mm široki, tupi, zelenkasti ili beli, rano opadajući; plodnik izduženo jajast, dugačak 1,5–2 mm, režnjevi žiga jajasti. Plod gotovo loptast, četvorouglast, sa 4 glatke koštice. Cvetanje i plodonošenje od juna do septembra. Obrazuje turione.

Stanište. Stajaće i sporotekuće vode (jezera, mlake, peščani priobalni delovi, bare, plitki glinoviti pribrežni delovi u rekama); u brdskim područjima do 1000 m nadmorske visine; obrazuje guste sastojine na dubini do 2 m.

Opšte rasprostranjenje. Čitava Evropa (do severne Finske), umerena Azija (istočno od Japana), Mala Azija, Persija, Kašmir, Severna Amerika (pre svega kanadsko jezersko područje); na Balkanskom poluostrvu.

Rasprostranjenje u SR Srbiji. Široko rasprostranjena.

Myriophyllum spicatum L. (krocanj, meka drezga) – Višegodišnja zeljasta vodena biljka, sa puzećim rizomom i mnogobrojnim tankim korenčićima; stabljike razgranate, pogružene u vodi, uspravljene, cevaste, crvenkaste, blednjikave ili svetlozelene, dugačke (10) 30 do 300 (350) cm, u gornjem delu gusto olistale. Listovi češljasto-perasto deljeni na nitaste ili vlasaste naspramne režnjeve, dugački 1–3 cm i široki 1–2 (do 3) cm, po četiri lista u pršljenu. Cvetovi sitni i mnogobrojni, sakupljeni u pršljenima koji su isprekidano raspoređeni na klasu dugačkom 3–8 cm, uzdignutom iznad vode; na klasu gornji cvetovi muški, donji ženski; svaki cvet podbočen sa 3 brakteje, okruglojajaste, udubljene, dosta debele, tupo zaoštrene, od njih srednja brakteja dužaka 1–1,7 mm i 1–1,5 mm široka, bočne dva puta kraće i celog oboda, srednja brakteja ženskih cvetova jednake dužine samom cvetu ili od njega nešto duža, ivicom zupčasta ili testerasto nazubljena; muški cvetovi sa kratkom, cevastom ili široko zvonastom čašicom, dugačkom 0,5–1 mm i 0,5 mm širokom, skoro do polovine razdeljenom na jajastotrouglaste režnjeve, kruničnih listića 5, bledocrvenkasti, elipsasti, zatupasti, dugački 1,5–2,5 mm i 1–1,5 mm široki, 2–2,5 puta duži od čašice, prašnika 8; ženski cvetovi sa cevastom čašicom, dugačkom 0,5–1 mm i širokom 0,5 mm, skoro celom i skoro bez režnjeva ili sa veoma malim režnjevima, krunični listići mali, dugački 0,5 mm a 0,3–0,5 mm široki, crvenkasti, okruglojajasti, zatupasti, gotovo jednaki čašici; plodnik četvorook, dugačak 1,5 mm, sa 4 kratka perasta žiga. Plod loptasto višegaoni, sa 4 bradavičave koštice. Cvetanje i plodonošenje od juna do septembra. Obrazuje turione.

Stanište. Sporotekuće vode (limani, mrtvaje, kanali, mlake, bare, jezera); u planinskim područjima do 1450 m nadmorske visine; obrazuje često guste sastojine na dubini 0,5–2 m, ali i znatno dublje.

Opšte rasprostranjenje. Cela Evropa (severno do Islanda i Laplanda), severozapadna i centralna Azija, Beludžistan, Avganistan, Prednja Indija, Kina, Japan, Formoza, Grenland, Severna Amerika, Kanarska ostrva, Alžir, Kapland, Natal (nedostaje u Centralnoj i Južnoj Americi, kao i u Australiji); na Balkanskom poluostrvu široko rasprostranjena.

Rasprostranjenje u SR Srbiji. Široko rasprostranjena.

O SUKCESIJI JEZERSKIH BIOTOPA I ZAKONITOSTIMA NJIHOVOG ZARASTANJA I IŠČEZAVANJA

Kao i kod svih veštačkih ravničarskih jezera, nastalih u dolinama velikih reka (tzv. rečna jezera) i kod jezera Ada Ciganlija javlja se jedan od osnovnih problema njihovog života i trajanja: može li se biotop koji je u suštini barskog karaktera održati trajno u statusu pravog jezera, odnosno, može li se trajno odlagati neizbežni proces eutrofizacije i

zarašćivanja barskog biotopa? Istovremeno se postavlja i sasvim praktično pitanje, naime da li je moguće da se trajno održi slobodna vodena masa, bez makrofita iznad litorala, kao da postoji profundalna zona.

U sasvim načelnom smislu na ovo se može dati potvrđan odgovor, ali u praksi nastaju ogromne teškoće i proces zarašćivanja vodene mase nezadrživo teče, pretvarajući svako veštačko jezero ravničarskog tipa (pre svega nedovoljno duboko ali sa ogromnim potencijalom organskog produktiviteta) u tipičnu baru. To se desilo i sa jezerom Ada Ciganlija, koje je već sada, posle svega 15 godina od svoga postojanja, gotovo potpuno obraslo makrofitskim vodenim biljkama i končastim algama, prožimajući tako gotovo čitavu vodenu masu izuzev najdubljih delova i dovodeći time u pitanje osnovnu namenu jezera, vodosnabdevanje i sportsko—rekreativnu, pri čemu je kupanje građana možda i prva komponenta u čitavom tom rekreacijskom sklopu.

Iza svega ovoga stoje duboke i bitne ekološke i biološke zakonitosti, posebno **zakon vegetacijskih sukcesija (promena) ka klimaksnom tipu vegetacije.** U slučaju ravničarskih jezera i bara to je upravo **makrofitski klimaks** koji preko antiklimaksa dovodi do **potpunog iščezavanja vodenih bazena koji se konačno pretvaraju u močvare, ritove ili močvarne livade.** To je krajnja sudbina i jezera Ada Ciganlija. Međutim, ipak ne treba skrštenih ruku čekati njegovu antiklimakсну fazu. I sadašnja faza razvića našeg jezerskog ekosistema, koja se karakteriše relativno maksimalnim razvićem submerznih makrofita i gotovo potpunim obrastanjem vodene mase, dovoljno je nepovoljna i zabrinjavajuća da bi prema svemu tome ostali ravnodušni. Već sada stanje u jezeru ugrožava njegovu osnovnu namenu i funkciju. **Zato je neophodno da se shvati da jezero Ada Ciganlija po svojim morfometrijskim i ekološkim osobinama nije jezerski biotop u pravom smislu te reči, da su procesi njegovog zarastanja i eutrofizacije neizbežni, te da zato treba ove relevantne ekološke zakonitosti proučiti i poštovati, kako bi se njegov u osnovi veštački status jezera što duže održao.**

Drugim rečima, treba bez dvoumljenja prihvatiti da se u slučaju jezera Ada Ciganlija radi u stvari o **pseudojezeru** a ne o jezeru u pravom smislu te reči. Ako se ovaj načelan stav ne bi prihvatio i ako bi se i dalje insistiralo na tome da se radi o pravom jezeru, pa se zato kao mere protiv zarašćivanja mogu bez opasnosti primenjivati samo jednostrani i povremeni postupci, mi ne vidimo u tom slučaju **nikakvu perspektivu u mogućnosti održavanja našeg (pseudo) jezera u trajnom stanju slobodne vode.** Naravno, da bi se ovo postiglo nije dovoljno samo prihvatiti jedan načelan, naučno i praktično jedino ispravan stav, već je **neophodno bez rezerve prihvatiti i potrebu daljeg naučnog — ekološkog i hidrobiološkog — proučavanja jezera,** sa primenom odgovarajućih mera od samog početka istraživanja i, naravno, uz obezbeđenje potrebnih materijalnih sredstava i učešća odgovarajućih i najmerodavnijih stručnjaka i naučnika.

Sušтина problema je u tome da je po hidroekološkoj definiciji „bara jezero bez dna”, što znači da u barskom biotopu, pre svega zbog male dubine, ne postoji zona profudala već je ono celo isključivo litoralna zona. Osnovna je karakteristika litorala prosvetljenost čitave vodene mase sve do dna, tako da je to u stvari fotična zona, dakle zona u kojoj mogu živeti zelene, autotrofne biljke sa autonomnim organskim produktivitetom usled procesa fotosinteze, koji je otuda primarnog karaktera. Zato čitavu vodenu masu litorala obrasta vegetacija zelenih, makrofitskih i planktonskih biljaka sve do njenih najdubljih delova, koji su takođe osvetljeni sunčevom svetlošću u većoj ili manjoj meri. U tipičnom slučaju najpliće delove obrastaju flotantne biljke (npr. beli i žuti lokvanj — *Nymphaea alba* i *Nuphar luteum*), sledeći pojas u dubljoj vodi čine submerzne biljke (npr. *Ceratophyllum* sp. sp. i *Myriophyllum* sp. sp.), kao i submerzne vrste roda *Potamogeton*), a u najdubljij vodi su makrofitske alge, pre svega vrste roda *Chara*. U graničnoj zoni

između vodenog bazena i močvarnih livada oko njega, razvijen je pojas emerznih biljaka, među kojima su najznačajnije trska (*Phragmites communis*) i rogoz (*Thypha* sp. sp.).

U toku života bare ili jezera litoralne makrofite sve gušće obrastaju vodenu masu, na dnu se taloži velika količina organskog materijala (npr. grubi treset), jezero neprestano zarašćuje, sve se više zatrpava, postaje sve pliće pošto se dno stalno uzdiže; površina jezera se takođe smanjuje jer obodne biljke, kao i svi navedeni pojasevi, nadiru postepeno ka jezeru zatvarajući ga sa svih strana poput blende na sočivu fotoaparata. Pošto je doživelo svoju zrelost (klimaks), jezero ili bara prezrevaju (antiklimaks), zatim čak i nestaju, pretvarajući se u ritove i močvarne livade. To je u stvari smrt jezera. Bare tu smrt doživljavaju brže, jezera kasnije, u zavisnosti pre svega od svoje dubine, naročito od dubine profundala. Ova zona je afotična i trofolitična, te ne podleže neposrednom obrastanju od strane makrofita a nagomilavanje organskog materijala je usporeno.

Jezero Ada Ciganlija je upravo tipičan barski biotop s obzirom na svoje morfometrijske i ekološke osobine, pri čemu je najbitnije da je čitavo njegovo korito uglavnom litoralnog karaktera bez profundalne zone. Ono je manje ili više čitavo prosvetljeno, moguć je razvoj makrofitskih biljaka – biljaka litorala – te, gledajući u celini, predstavlja idealno barsko stanište. Sadašnje stanje to nedvosmisleno potvrđuje, s obzirom da je daleko najveći deo jezera više ili manje već obrastao submerznim makrofitama dok proces zarastanja jezera i dalje teče. On se u principu ne može zaustaviti, već samo usporiti i odložiti **tako da će se jezero Ada Ciganlija kroz izvesno vreme pretvoriti u tipičnu baru. Jedino odgovarajućim merama moguće je ovaj tipično barski biotop održati u više ili manje trajnom stadijumu „pseudojezera”.**

Prema našim proučavanjima proces zarastanja jezera Ada Ciganlija makrofitama i končastim algama počeo je pre 15 godina, dakle već prve godine posle njegovog formiranja. – Tako uvek biva u slučaju svih novih, biološki praznih prostora jer život odmah započinje invaziju i njegovo osvajanje. Istina, taj proces je u početku neprimetan, naročito ako se radi o vodenim bazenima, što laike upravo i može zavarati i držati ih u zabludi da se ništa opasno ne dešava. Slična zabluda je bila prisutna i u slučaju jezera Ada Ciganlija, što je, i pored upozoravanja ekologa i hidrobiologa, dovelo do sadašnjeg nepovoljnog stanja jezerskog ekosistema, naravno sa gledišta njegovog osnovnog zadatka da između ostalog bude i sportsko–rekreativni centar.

Međutim, pre približno 8 godina makrofitska vegetacija i končaste alge započinju izrazitiju invaziju jezera, a zatim se i snažno učvršćuju u jezerskom biotopu i u toku daljeg procesa vegetacijske sukcesije brzo ga i osvajaju. Dakle, proces zarašćivanja, u punom smislu, počeo je pre nekoliko godina i doveo je već danas do krajnjeg rezultata u pogledu zauzimanja vodenog prostranstva jezera, ispunjavajući ga više ili manje kompaktno sa 80–90% biomasom različitih makrofitskih biljaka i algi. Jedino u najdubljim delovima makrofitska vegetacija nije uzela većeg maha.

Prema našim proučavanjima, a uzimajući u obzir sve relevantne činjenice i sva odgovarajuća posmatranja, smatramo da se može dati sledeća prognoza budućeg razvoja sukcesije makrofitske vegetacije u jezeru Ada Ciganlija: **ukoliko se ne preduzmu sve potrebne mere i odgovarajuća naučna i stručna istraživanja jezero će dostići najkasnije za deset godina svoj vegetacijski klimaks, što znači da će potpuno zarasti makrofitskom vegetacijom, pretvarajući se u pravi barski ekosistem tipa Obedske bare, najpre podtipa Krstonošića okno a nešto kasnije Vujića okno.**

Dosadašnji razvoj makrofitske vegetacije i vegetacije algi u jezeru Ada Ciganlija pokazuju sve ubrzaniji proces zarastanja i eutrofizacije. Pionirska faza i faza inicijalnih zajednica brzo su pređene, proces smenjivanja različitih sukcesivnih serija sve brže grabi ka

klimaksu a zatim će preći u svoj antiklimaks koji će dovesti do smrti same bare kao vodenog ekosistema. Faza pseudojezera će već odavno prestati da egzistira, te će ovaj vodeni biotop biti pretvoren u rit ili močvarnu livadu. Ova ekološka katastrofa jezera Ada Ciganlija, katastrofa sa gledišta naših htenja da ovaj vodeni biotop održimo trajno u stanju pseudojezera sposobnog da pruži sve željene vodoprivredne i sportsko—rekreacione mogućnosti, počće da se ispoljava posle predviđenog (istina donekle provizornog) perioda u kome će se u potpunosti razviti barski ekosistem.

Sve što je ovde ovako dramatično i u crnim bojama predstavljeno zasniva se na našem saznanju da se u jezeru Ada Ciganlija pored procesa njegovog brzog zarastanja vodenim biljkama razvija brzo i proces eutrofizacije, što znači ubrzanog obogaćivanja jezera organskim materijama i biogenim neorganskim elementima. Jednostavno rečeno, od početka života jezera teče proces svojevrsnog đubrenja jezerskog biotopa, te su voda i mulj postali sve plodniji, sve pogodniji za bujno razviće alga i makrofita. Jedan deo materijala koji je doveo do brze eutrofizacije jezera alohtonog je porekla (dakle radi se o organskim i neorganskim materijama koje su u jezero dospеле sa strane, iz njegovog okolnog područja), dok je drugi deo autohtonog karaktera. U prvom slučaju principijelna šema jezera (Sl. 1) pokazuje da ta okolina ima velike potencijale da jezero obogati u napred navedenom smislu, pri čemu su agensi pre svega površinske vode i vetar. Povremenim upumpavanjem savske vode unose se u jezero različite organske i neorganske materije koje Sava nosi sobom, a prostrano nizijsko i brdsko zaleđe jezera sa gustim gradskim naseljem, pre svega opštine Čukarica, doprinosi unošenju različitog organskog materijala. I okolna vegetacija u tom pogledu daje svoj značajan doprinos (npr. opalo lišće u jesen).

Autohtoni eutrofogeni materijal, naročito organskog porekla, **potiče u velikoj meri od kupača** koji su u letnjim mesecima masovno prisutni u jezeru. S obzirom na izuzetan značaj ovih materija koje potiču od kupača (azotne pre svega) moramo istaći da se problem sportsko—rekreativne namene jezera i njegove upotrebe kao javnog kupatila za ogroman broj kupača u toku dugog perioda javlja kao specifičan i veoma značajan problem, jer su u njemu ispoljene neke od bitnih kolizija vezanih za jezero i njegove osnovne namene (o tome buduća istraživanja treba da povedu posebno računa). Međutim, osnovni autohtoni organski a i neorganski materijal potiče od navedenih biljaka, koje primarnim organoproduktivnim procesom fotosinteze koriste vodonik (H) iz vodene sredine i ugljendioksid (CO₂) iz vode i vazduha, stvarajući najpre proste šećere a zatim i različite druge organske materije u procesima sekundarne produkcije. Organske materije prisutne su stoga i u vodi kao rezultat raspadanja biljnih tkiva, a naročito na dnu, gde se izumiranjem generacija makrofitskih biljaka i alga talože u velikim količinama, doprinoseći tako razviću sve debljeg i sve bogatijeg („plodnijeg”) sloja mulja i bogaćenju njegovih organomineralnih svojstava, odnosno stvaranju za biljku najvažnijeg svojstva plodnosti. Dakle, formiranje ovakvog mulja i ovakvom brzinom predstavlja za naš problem poseban interes pošto je mulj visokoakumulativni sistem bogat svim „hranjivim” materijama koje su potrebne za razviće biomase (pre svega fitomase), obogaćujući njima i samu jezersku vodu. To je od posebne važnosti jer vodene makrofite i alge apsorbuju potrebne materije ne samo iz mulja već i neposredno iz vode, pri čemu je ovaj drugi način u mnogo slučajeva čak i dominantan, npr. kod neukorenjenih biljaka.

U ovom kontekstu postaje jasno zašto je od značaja da se sa izbacivanjem biomase vodenih biljaka i njihovog naselja iz jezera izbaci i mulj, što je prilikom sprovedene akcije čišćenja plažnog dela jezera delimično i učinjeno. **Izbacivanjem mulja slabi se eutrofna moć jezerskog biotopa (popularno rečeno slabi se njegova plodnost), te se time u većoj ili manjoj meri ometa i usporava i sam proces razvića i razmnožavanja biljaka.**

Međutim, bukvalno i jednostavno shvatanje ovih činjenica, odnosno odsustvo ekološkog i ekosistemske načina mišljenja u vezi sa jezerskim muljem može da dovede do teških zabluda i do nepovoljnih, u krajnjem slučaju svakako i do veoma teških posledica. Naime, postoji mišljenje da bi se odstranjivanjem čitavog jezerskog mulja problem obrastanja jezera makrofitama i algama rešio jednom za svagda. To je pogrešan način rezonovanja. Treba imati u vidu da će u barskom biotopu sa stajaćom ili slabotekućom vodom proces vegetacijske sukcesije početi bez obzira na karakter dna, dakle bez obzira da li je dno glinovito ili peskovito – „neplodno”, ili pak muljevito, odnosno „plodno”. Već je rečeno da izvesne vrste makrofita i alga mogu živeti i u ovakvim oligotrofnim uslovima, u uslovima koji se karakterišu siromaštvom u organskim i mineralnim biogenim materijama, da u početku zarastanja ovakvih biotopa imaju ulogu pionira i da preko inicijalnih stupnjeva dovode najzad, svojim primarnim organskim produktivitetom i drugim pratećim procesima sinteza, do obogaćivanja barskog biotopa, do njegove sve veće eutrofizacije i sve masovnijeg i bujnijeg razvića vodenih biljaka i njihove vegetacije. Dakle, proces protiv koga želimo da se borimo i da ga sprečimo opet se obnavlja i obnavljaće se bez prestanka. Zablude je misliti da će **samo jednom metodom**, u ovom slučaju čisto mehaničkom, moći da se problem reši radikalno i suštinski. Metod izbacivanja biljaka i mulja iz jezera pomoću dredže nesumnjivo je dobar, ali on ne sme biti jedini koji se primenjuje. Za rešenje našeg problema, tj. održavanje ovog u suštini barskog biotopa u trajnom stanju pseudojezera, potrebno je u različitoj meri primeniti više metoda postupaka. Potrebno je proučiti suštinu procesa upravo na ovom konkretnom objektu (njegovu specifičnost) i pratiti iz dana u dan šta se dešava na jezeru da bi se blagovremeno i adekvatno moglo reagovati. Predlaže se dakle primena svojevrsnog hidrobiomonitoringa, baziranog prvenstveno na odgovarajućim naučnim, pretežno ekološkim i biološkim proučavanjima.

EFEKAT ČIŠĆENJA JEZERA OD MAKROFITA POMOĆU DREDŽE; PERSPEKTIVE

Sticanjem okolnosti i zbog akutnosti potrebe za osposobljavanjem plažnog dela jezera Ada Ciganlija za kupanje, moglo se pristupiti jedino mehaničkom načinu čišćenja vode od vodenih makrofita. Uz to sasvim kratko vreme koje je ostalo do početka sezone kupanja, kao i nedovoljna finansijska sredstva ograničili su odstranjivanje vodenih biljaka samo na sasvim mali deo jezera, na pojas duž plaže u dužini od 2,5 km i širine 50 m. Sve te činjenice bitno su uticale i uticaće i dalje na efekat samog mehaničkog čišćenja u vremenskom i dinamičkom smislu. Naime, postavlja se nekoliko osnovnih pitanja u vezi sa primenom mehaničkog metoda „grabuljanja” pomoću velike dredže koja je naročito konstruisana za ovu svrhu.

Prvo, da li je ovaj način dobar, efikasan i dovoljno korektan; drugo, da li će njegov efekat biti dovoljno trajan da bi bio opravdan u finansijskom i drugom pogledu; tj. da li će plažni deo vode biti čist od makrofita bar u sezoni kupanja 1983. a eventualno i u sezoni 1984; najzad, da li se ovaj način interventnog čišćenja može dovoljno i suštinski opravdano uključiti u ostale moguće mere, odnosno, da li je možda i sam po sebi dovoljan. Kao što se vidi, ovo poslednje pitanje je, principijelno i u određenom smislu, i najvažnije u sklopu svih ostalih pitanja koja se nameću u vezi sa čisto mehaničkim intervencijama oko održavanja trajnog stanja jezera Ada Ciganlija u obliku pseudojezera.

Velike „grabulje” koje su konstruisane i napravljene upravo za ovu priliku, predstavljaju u stvari džinovsku dredžu, inače već klasičan i standardan instrument u hidrobiologiji. On se povlačenjem po dnu upotrebljava za sakupljanje organizama sa dna

vodenih bazena. U našem slučaju dredža je izrađena sa zadatkom da se njome svojevrsnim grabuljanjem (povlačenjem po dnu) vodene biljke iščupaju, sakupe i izbace na obalu. Istovremeno je zahvaćena i izvesna količina mulja, odnosno površinskog substrata dna, koja je takođe izbačena van vode zajedno sa biljkama.

Velike grabulje predstavljaju metalnu konstrukciju sa dva osnovna dela: 1. same grabulje — čitav niz klinova koji su horizontalno raspoređeni na prednjoj osnovi dredže, tako da drljaju mulj i najniže delove biljaka, čupajući ih iz korena i ubacujući ih u sandučasti prostor dredže; 2. sandučasti deo dredže sa rešetkasto—mrežastim zidovima koji u principu onemogućavaju da iščupane biljke prođu kroz ovaj akumulacioni deo natrag u vodu. Povlačenjem dredže po dnu biljke se čupaju iz dna, a ako nisu ukorenjene prosto se zahvataju i sakupljaju u sandučastom delu. Prvobitno su bila suviše velika okca na rešetkastom sanduku, a takođe i razmak između zubaca grabulja. Zato je gubitak biljaka, onaj deo koji ostaje u vodi i na dnu, bio veoma veliki, te bi i rad dredže bio nedovoljno efikasan. Iz tog razloga su naknadno učinjena neka suštinska poboljšanja, što je bitno poboljšalo efikasnost rada. Naime, preko zubaca je popreko postavljena metalna šipka, tako da je zahvatan i čupan daleko veći broj stabljika biljaka i podizana znatno veća količina mulja. Isto tako, stavljanjem guste mreže bitno je poboljšan rešetkasti deo, pa je gotovo čitava količina iščupanih i zahvaćenih biljaka ostala u kavezu i bila u celosti izbacivana na obalu. Dredža je takođe i produžena čime se znatno povećala efikasnost čišćenja, odnosno produktivnost rada, s obzirom da se jednim povlačenjem zahvatata daleko veća količina biljaka i mulja.

Imajući sve ovo u vidu možemo reći da je dredža koju su konstruisali stručnjaci u „Ivanu Milutinoviću” za ovu specifičnu i urgentnu priliku uglavnom vrlo dobra i da se stoga sama po sebi pokazala dovoljno efikasnom u okviru, istina, ograničenih i dosta jednostrano postavljenih zadataka. Ta jednostranost i ograničenost proistekla je iz čitavog spleta prethodnih i aktuelnih okolnosti, koje sve zajedno nemaju nikakve neposredne veze sa primenom ovih čisto tehničko—mehaničkih mera.

Prema našim proračunima, polazeći od veličine fitomase sa 1 m^2 jezerskog dna, ukupna količina biomase makrofitskih biljaka na čitavom prostoru jezera koji je zahvaćen čišćenjem iznosila je oko 263.000 kg vazdušno suve težine. U datim uslovima to je svakako veoma velika količina fitomase, koja je u ovoj akciji izvučena i izbačena iz vode, što se može smatrati vrlo pozitivnim njenim efektom. Međutim, od same fitomase daleko je značajniji broj biljaka koji je izvađen iz jezera i onaj koji je ostao posle čišćenja. Naravno, broj biljaka je u ovom slučaju samo uslovna kategorija, pošto su stabljike makrofita u tolikoj meri razgranate da je izdvajanje i brojanje pojedinačnih individua praktično nemoguće. Ali je ovde važno shvatiti, da nije fitomasa ta koja sama po sebi stvara problem, već svaka stabljika koja raste vrhom i ima noduse koji nose vegetativne pupoljke, začetak grananja novih stabljika, odnosno novih individua.

Prema dosta objektivnoj proceni, pri čemu su nam dragocenu pomoć ukazali i gnjurci, gubitak makrofita posle povlačenja dredžom iznosi najviše 5%. Pod ovim gubitkom podrazumevamo one stabljike koje su posle čišćenja ostale na dnu ukorenjene, koje su dakle „prošle” kroz zubce grabulja. Ovde nije računat gubitak do koga je došlo prolazenjem delova biljaka kroz okca rešetke, jer se one, ili bolje reći njihovi manji ili veći komadi, ne zaustavljaju na jednom mestu, već plivaju i mešaju se sa delovima biljaka koji su doneseni iz neočišćenih jezerskih regiona. Treba imati na umu da se neprestano otkidaju pojedini delovi makrofitskih biljaka koji zatim slobodno plutaju po jezeru nošeni strujama i gonjeni vetrom, što je takođe jedan od načina razmnožavanja ovih svodenih makrofita. Prema tome, procenat od svega 5% „izgubljenih” biljaka odnosi se na površinu dna a ne na zapreminu vode, u kom slučaju bi on bio daleko manji. Ovaj procenat se

može smatrati odličnim i više nego zadovoljavajućim. Međutim, na dnu nisu ostale cele biljke, već samo njihovi patrljci, tj. donji ukorenjeni delovi dugački oko 10–15 cm, mada ima i dužih stabljika, koje u stvari i predstavljaju najveću opasnost. Imajući sve to u vidu možemo reći da je, pod svim datim okolnostima, dredža odlično obavila svoj posao.

Ostaje da se vidi ne samo vremenski i produkcionni efekat ovoga rada, već i dalji produkcionni procesi koji su u većoj ili manjoj meri vezani za samo čišćenje. Isto tako, pokušaćemo da damo prognozu o tome šta će se dešavati u ovoj sezoni i u 1984. godini sa ovim prostorom vodene mase koji je sada veoma efikasno očišćen od makrofita.

Pre svega, organska produkcija (produkcija fitomase) makrofita je veoma velika, mada tu treba ukazati na činjenicu da veliki procenat vodenih biljaka čini aenhim (vazdušno tkivo), što se mora odbiti od ukupne organske produkcije i što površno posmatrano može dovesti do lažne predstave o kvantitativnoj moći njihove organske produktivnosti. Međutim, bez obzira na znatno učešće neorganskog („praznog”) dela u ukupnoj produkciji makrofita, ona je u celini velika i zato su ove biljke u stanju da gotovo potpuno zauzmu prostor odgovarajućih vodenih bazena. To upravo predstavlja osnovni problem u slučaju onih vodenih bazena, koji ekološki i morfometrijski ne odgovaraju našim zahtevima da budu u stalnom statusu Jezera, s obzirom na naše vodoprivredne, sportsko–rekreativne i druge zahteve.

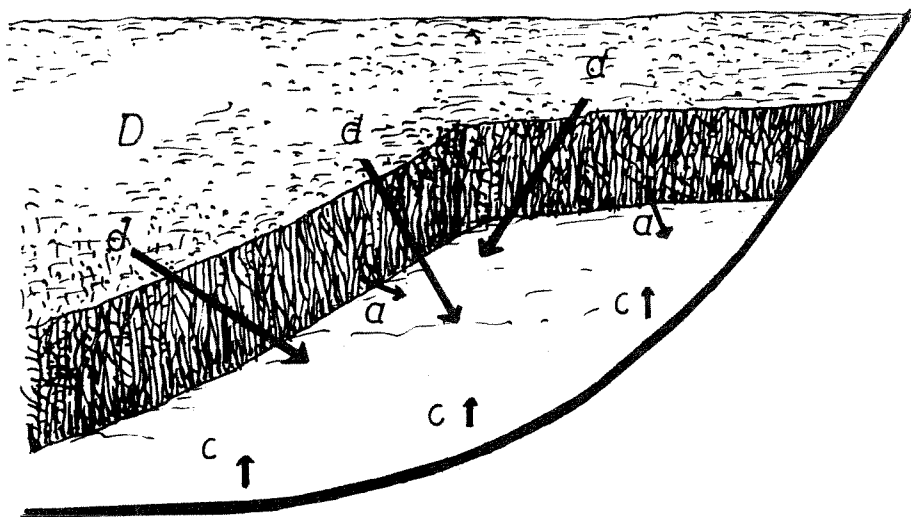
S druge strane, reproduktivna moć vodenih makrofitskih biljaka je izuzetno velika, pri čemu nas, za naš problem, posebno interesuje vegetativno razmnožavanje. Da bi o tome dobili bar približnu predstavu proučavali smo reproduktivni potencijal osnovnih makrofitskih vrsta u jezeru Ada Ciganlija i izvršili neka eksperimentalna ispitivanja u onoj meri koliko je omogućavalo ograničeno vreme.

Našli smo za tri osnovne dominantne jezerske vrste (*Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum* i *Ceratophyllum demersum*) da je rastenje vrhom stabljike veoma brzo a broj nodusa duž stabljike izuzetno veliki: na 10–15 cm njene dužine nalazi se prosečno 5–6 nodusa, od kojih svaki u optimalnim uslovima (takvi su upravo u jezeru Ada Ciganlija) daje 2 bočne stabljike, što znači da se na delu biljke dugom 10–15 cm može pojaviti 10–12 novih, bočnih stabljika; dakle, moć grananja je izvanredno velika. Naravno, treba istaći da se ovi podaci odnose na deo stabljike pri vrhu biljke, znači na onaj deo koji je i najviše osvetljen te zato ima kratke internodije i veliku moć razgranjavanja. Pri tome mora da se uzme u obzir i variranje moći grananja u zavisnosti od životnih uslova.

Ukoliko se duž stabljike ide ka dnu, nodusi su sve malobrojniji, internodije sve duže, a moć bočnog grananja sve manja. Ako se i donji delovi stabljike osvetle jačom svetlošću, dobijaju i oni podsticaj da se brže i više granaju. Ovo je za naš slučaj od osobite važnosti, jer se čišćenjem jezera od makrofita u dosta uskom koridoru naglo i jako osvetlio čitav front biljaka oko očišćenog dela, što daje mogućnost da upravo ove „frontalne” biljke (granične makrofite) sa svom snagom započnu razgranjavanje prema praznom koridoru, aktivirajući noduse i na najnižim delovima stabljike koji su sada dobili dovoljno svetlosti (Sl. 3).

Što se tiče rastenja vrhom, pre svega vršnog dela glavne stabljike ali i vršnog dela bočnih stabljika, može se reći da je u vreme akcije čišćenja jezera njegova brzina iznosila prosečno 40–50 cm mesečno. To znači da bi u mesecima sezone kupanja mogao izneti najmanje 1,5 m, ali i daleko više s obzirom na mnogobrojne ekološke faktore koji o tome odlučuju, pre svega u zavisnosti od vremenskih prilika, naročito od temperature čija je dinamika teško predvidljiva. Na osnovu naših zapažanja smatramo da bi razrastanje frontalnih biljaka prema koridoru plaže moglo do sezone kupanja ove godine da iznese najviše 5 m. I to je zadovoljavajuće s obzirom na samu širinu očišćenog dela dna. Međutim, za sezonu kupanja u 1984. godini teško da možemo biti optimiste. Nije

preterano reći da će nadiruće frontalne biljke u toj godini smanjiti po obodu njegov prostor za čitavih 10 m, a možda i više.



Sl. 3. — Principijelna šema ponovnog obrastanja plažnog prostora na jezeru Ada Ciganlija, koji je prethodno dredžom očišćen od makrofita. Invazija je višestruka ali je pitanje kojom će brzinom ići. D — makrofitske biljke i končaste alge, A — zid ivičnih biljaka nastao čišćenjem plažnog dela, prema očišćenom koridoru; d, pravac zarašćivanja razmnožavanjem komadima biljaka i čitavim biljkama, koje u očišćen koridor donose vetar i struje iz ostalih delova Jezera; a, pravac zarašćivanja vegetativnim razmnožavanjem ivičnih biljaka u koridoru; c, zarašćivanje od strane zaostalih pojedinačnih biljaka (orig., crtao M. M. Janković)

General scheme of the reovergrowing of the Sava lake beach, previously clean from macrophytes. The invasion is complex and different in rate: D — macrophytes and filamentous algae, A — margin plants growing toward the clean part of the beach; d, the direction of the overgrowing by the plant pieces or by the whole plants brought by wind or by river flow from the other parts of the lake; a, the direction of the overgrowing by vegetative parts of the margin plants; c, the overgrowing by the individual, remained plants (original drawing of M. M. Janković).

Postoji još jedna važna okolnost. Naime, svako odsecanje vršnog dela glavne ili bočnih stabljika podstiče snažno bočno grananje iz lisnih pazuha na nodusima, ubrzavajući vegetativno razmnožavanje biljaka i njihovo osvajanje vodenog prostora. Ovde se radi o poznatoj pojavi iz biljne fiziologije i biljne organogeneze, koja je označena kao **apikalna dominacija**. To je dominacija vrha nad donjim delovima u smislu kočenja bočnog grananja, odnosno eliminisanje te dominacije odsecanjem vrha, što ima za posledicu aktiviranje rasta u nodusima. Ova pojava ima izuzetan značaj u praktičnim pitanjima vezanim za obrastanje vodenih bazena, te će eventualna buduća ispitivanja morati time ozbiljno da se pozabave. Jasno je zato da je svako površno košenje makrofita, naročito ako zahvata samo gornje delove njihovih stabljika nepoželjno i čak krajnje opasno. To je naročito slučaj ako se ne vodi dovoljno računa o izbacivanju iz vode **apsolutno svih** odsečenih delova, ako se dopusti da neki ostanu u vodi, da plutaju njome i da se tako na

svojevrsan način vodena vegetacija još više i još efikasnije razmnožava. Recimo zato, jednostavno, da svako „seckanje” makrofita i nepažljiv rad dovode često do sasvim suprotnih efekata od onih koje smo želeli da postignemo.

Kao što se vidi, opasnost od ponovnog zarastanja makrofitama očišćenog koridora plaže, koje su u frontu postavljene prema njemu i bočno nadiru u njega, jeste velika i sve će se više ispoljavati, pre svega u 1984. godini a u sledećim godinama još više. Naravno mehaničko čišćenje plaže dredžom nije neposredni uzročnik tome i ova ukazana opasnost ni malo ne umanjuje vrednost izvršenog rada. Naprotiv, taj rad je maksimalno korektno izveden i u zadatim okvirima biće u dovoljnoj meri efikasan.

Posebno nas interesuju zaostali „patrljci” makrofita, njihovi donji delovi koji su i posle čišćenja ostali ukorenjeni. Kod njih su nodusi malobrojni, svega 1 do 2 na dužini od 10–15 cm, pa sa te strane ne predstavljaju onakvu opasnost kao vršni deo stabljike. Ali, postoje i neke druge okolnosti koje ih čine još manje opasnim. To je pre svega slaba osvetljenost dubljih regiona jezerskog dna, što je hendikepirajuće za podsticaj bočnog grananja, i pored odsustva apikalne dominacije. Sem toga, oni izgleda nisu toliko vitalni kao ostali delovi stabljike: etiolirani su u većoj ili manjoj meri, skloni su truljenju kada se odvoje od biljke, itd. Ipak, moramo biti oprezni u zaključivanju, jer nedostatak vremena nije dozvolio da se izvrše sva potrebna ispitivanja kojima bi se nedvosmisleno utvrdilo u kojoj meri ovi zaostali a ukorenjeni delovi makrofita predstavljaju opasnost, pre svega u pogledu reproduktivne moći izražene bočnim grananjem i apikalnog rastezanja, kao i brzine ponovnog obrastanja već očišćene vodene mase.

Međutim, već sada je jasno da ove zaostale ukorenjene biljke, kao i otkinuti gornji i središnji delovi makrofita predstavljaju sasvim realnu opasnost, slično ukorenjenim biljkama koje su i posle čišćenja ostale u vodi gotovo nedirnuti ili pak više ili manje odsečene pri vrhu. Ti delovi slobodno plutaju po vodi, razgranjavaju se i ukorenjuju u plićacima dajući tako početak stvaranju stabilnih populacija. Zato je neophodno da odgovarajuća služba Ade Ciganlije organizuje sakupljanje ovih plutajućih biljaka i njihovo izbacivanje iz vode, čime bi se efekat čišćenja plažnog dela jezera održao i što više vremenski produžio. Naravno, plutajućih biljaka i njihovih spletova biće i iz drugih delova jezera, pa i njih bez razlike treba uklanjati. U stvari, ivična zona, prema flotantnim biljkama ostale markofitske vegetacije jezera, treba od strane ovih službi da bude predmet posebne pažnje. Preporučujemo obavezno čupanje odgovarajućim priborom upravo tih flotantnih biljaka, koje će i vršiti invaziju na očišćeni deo jezera, da bi se efekat čišćenja dredžom održao što je moguće više u stanju status quo. Smatramo da uprava Ade Ciganlije treba ovim preporukama da posveti dužnu pažnju.

Već je rečeno da je prilikom čišćenja biljaka zahvaćena i izvesna količina mulja, upravo površinski deo dna, i izbačena na obalu zajedno sa makrofitama. To je izuzetno korisna stvar, koja se spontano javila u okviru poduzete akcije a u suštini predstavlja poduhvat kome treba posvetiti posebnu pažnju i koji u budućem tretiranju jezera čini jednu od bitnih osnova i perspektiva da se problem njegovog zarastanja uspešno reši. Naime, u mulju je tokom godina postepeno akumulirana relativno velika količina biogenih elemenata i odgovarajućih organskih materija (on je slično zemljištu organomineralni kompleks sa svojstvom plodnosti), tako da predstavlja biogeni rezervoar koji određenim procesima obogaćuje stalno vodu, i iz koga vodene biljke crpe čitav niz komponenti neophodnih za njihov život i razviće. Pošto je cilj ove akcije čišćenja bio da makrofite odstranimo iz jednog dela jezera i da njihovu vegetaciju suzbijemo u razumnoj meri, izbacivanje mulja a ne samo biljaka predstavlja vrlo značajan deo ovogodišnje akcije, a biće svakako i u buduću uključeno.

Najzad, ostaje pitanje u kojoj će meri semena i plodovi doprineti brzini obnove makrofitske vegetacije u plažnom delu jezera i njegovom ponovnom obrastanju. Odstranjivanjem površinskog dela mulja u znatnoj meri je suzbijeno masovno proklijavanje semena i plodova u nove generacije biljaka, jer je sa muljem izbačena i velika količina rasplodnih tela makrofita. Naravno, semena i plodovi će se i dalje različitim načinima donositi u plažni deo iz drugih delova vegetacije, ali će efekat njihovog prorastanja biti daleko manji nego da je ostao mulj sa svim rasplodnim telima autohtonih biljaka. U idućoj godini, u okviru eventualnih istraživanja, moraće da se posveti posebna pažnja mehanizmu osemenjavanja plažnog prostora i uopšte čitavog jezera, kao i procesima proklijavanja semena i plodova makrofita i daljem razviću klijanaca i mladica.

Što se tiče vremena u kome je čišćeno jezero i našeg mišljenja da je kasno započeto sa akcijom, treba reći da se prilikom odstranjivanja makrofita iz jezera moramo držati principa da to činimo što kasnije, sve do početka cvetanja i zamatanja plodova, ali nikako u momentu zbacivanja zrelih plodova i semena, kako bi se u biljkama nakupila što veća količina biogenih i drugih materija. Time se postiže najveći efekat u borbi protiv eutrofizacije vodenih staništa.

Dakle, u vezi sa efektom mehaničkog čišćenja plažnog dela jezera Ada Ciganlija, kao i u vezi sa ocenom ove akcije i prognozama o trajanju njenog efekta, možemo formulisati sledeći generalni zaključak: **efekat je apsolutno zadovoljavajući i imaće u 1983/1984. godini trajno delovanje u onoj meri koja u potpunosti opravdava samu akciju.** Ovaj u osnovi pozitivan zaključak posebno se podvlači ako se imaju u vidu okolnosti u kojima je ona vršena.

ULOGA MAKROFITA U SAMOPREČIŠČAVANJU JEZERA

U okviru radova na čišćenju plažnog dela jezera Ada Ciganlija od gustih čestara vodenih biljaka, nestručna lica i laici nekako spontano vide u višim biljkama samo negativnu pojavu koja dovodi u pitanje osnovnu namenu jezera, vodoprivrednu i sportsko—rekreativnu. To je mišljenje, naravno, pogrešno pa se zato mora shvatiti da **više vodene biljke igraju u vodenim bazenima i veoma pozitivnu ulogu u procesu njihovog samoprečišćavanja od zagađivanja.** Prema tome, naša akcija odstranjivanja jednog dela makrofitske vegetacije nikako ne znači da smo prihvatili ideju i stav da makrofitsku vegetaciju čitavog jezera treba odstraniti i uništiti. To bi bilo krajnje pogrešno i dovelo bi do štetnih posledica. O tome ćemo izneti nekoliko najvažnijih činjenica.

Pre svega, osnovni izvor zagađivanja vodenih bazena jesu otpadne vode, pri čemu se poljoprivredne i gradske otpadne vode karakterišu velikom količinom azotnih organskih materija, dok industrijske imaju najrazličitiji sastav. Prilikom ulazjenja otpadnih voda u vodene bazene u njima dolazi do promena kako fizičkih svojstava i hemijskog sastava vode, tako i do promena čitave biološke, ekosistemske i biocenološke strukture.

Poseban oblik zagađivanja je eutrofizacija vodenih bazena, što znači njihovo obogaćivanje biogenim elementima. Sposobnost fotoautotrofnih organizama da akumuliraju te elemente i da ih koriste, čini ih aktivnim učesnicima u procesu samoprečišćavanja prirodnih voda.

Pod samoprečišćavanjem vodenih bazena podrazumeva se kompleks uzajamno dejstvujućih fizičkih, hemijskih i bioloških procesa, koji dovode do poboljšavanja kvaliteta vode i na kraju do prelaza u prvobitno stanje. Posebno treba istaći da u biološkom procesu samoprečišćavanja vodenog ekosistema koji se odvija u aerobnim uslovima, a koje je od izuzetnog značaja, **primarnu i najveću ulogu imaju upravo zelene**

fotoautotrofne biljke – fitoplankton i makrofite, pri čemu su poslednje izuzetno značajne. Ovo je, naravno, poseban problem u vezi sa životom i trajanjem jezera Ada Ciganlija, naime njegovog zagađivanja i samoprečišćavanja, ali je preko procesa eutrofizacije neposredno i bitno vezan i za naš parcijalni problem, za odstranjivanje makrofita i končastih algi iz plažnog dela jezera. **Buduća hidroekološka istraživanja, koja su neophodna, moraće da povedu računa o čitavom kompleksu problema i pojava i da na kraju daju meritorne stavove i zaključke, kao i predloge pravih mera kojima se mora pristupiti makrofitskoj vegetaciji i čitavom ostalom živom svetu.**

Uglavnom, možemo govoriti o mehaničkim, fizičkim, hemijskim i biološkim (spontanim i namernim) procesima samoprečišćavanja jezera Ada Ciganlija u vezi sa zagađivanjem, eutrofizacijom i prekomernim namnožavanjem makrofitskih biljaka, i o odgovarajućim metodskim postupcima i merama zaštite u vezi sa svakim od ovih procesa. Sticajem okolnosti ovoga puta smo se opredelili i ograničili samo na jedan od mehaničkih metoda, na mehaničko odstranjivanje makrofita i končastih algi iz plažnog dela jezera upotrebom velike dredže, ali je jasno da se u budućim istraživanjima i akcijama mora svestrano primeniti, proveriti i pokušati, sve ono što može dovesti do korisnog rezultata.

BIOMASA NASELJA MAKROFITSKE VEGETACIJE

Vegetacija makrofitskih biljaka je naseljena raznovrsnom faunom različitih ekoloških grupa. Pored bentosa na dnu i planktona u slobodnoj vodi između biljaka, svi podvodni delovi makrofita su manje ili više obrasli perifitonom, u čiji sastav ulaze raznovrsne, pre svega mikroskopske životinje, a u tkivima biljaka žive minirajuće forme. Međutim, i na površini biljaka sreću se takođe različiti, često srazmerno krupni životinjski oblici, kao što su mekušci (*Mollusca*), krupne larve insekata (*Insecta*), pijavice (*Hirudinea*), krpelji (*Hydracarina*) i drugi.

Život epifitne faune vezan je u stvari za život biljaka koje ona koristi kao ekološku nišu, kao substrat za polaganje jaja, a posebno kao izvor hrane, pri čemu ne jede samo biljke, već često perifiton i detritus na njima. Sa rastom biljaka i povećanjem njihove ukupne površine povećava se apsolutna brojnost epifaune na jedinicu površine. Biomasa organizama, međutim, raste uporedo sa stvaranjem organskog detritusa. U mnogim slučajevima promene u brojnosti nisu sinhronizovane sa promenama u biomasi, pošto brojnost faune makrofita određuju sitniji insekti (*Chironomidae*, *Ephemeroptera*, *Trichoptera*), a biomasi krupni mekušci i pijavice.

Nema sumnje da vodene biljke služe životinjama ne samo kao substrat za naseljavanje i razmnožavanje, već isto tako i kao sklonište od neprijatelja ili materijal za izgradnju kućica. Značajna je njihova uloga i u stvaranju povoljnih respiratornih uslova, pošto svojom fotosintetičkom delatnošću omogućuju stalni priliv kiseonika u vodi. Ipak, treba nedvosmisleno reći da sustrofički odnosi svakako najbitnija veza između biljaka i životinja. Pošto vodene makrofite zauzimaju vidno mesto u produkciji organske materije, one predstavljaju značajan elemenat u trofičkim lancima vodenih ekosistema. Kao potrošači već stvorene hrane, životinjski organizmi, pre svega biljojedi a preko njih i druge vrste, upućene su i na makrofitsku vegetaciju kao važan i bogat izvor hrane, koju one na različite načine koriste.

Dugo se smatralo da životinje ne uzimaju sveže delove biljaka, već da sa njih isključivo skupljaju perifiton i detritus ili filtriraju živi i mrtvi seston u slobodnoj vodi među biljkama. Međutim, novija istraživanja pokazuju da važan elemenat us njihovoj ishrani predstavljaju i tkiva mnogih organa vodenih biljaka. Utvrđen je širok spektar

životinjskih vrsta koje se hrane makrofitskim biljkama, ali u živom stanju one manje ulaze u trofički ciklus voda nego njihovi mrtvi delovi. Postoji podatak da čak 565 životinjskih vrsta koristi u ishrani vodene makrofite, i to preko 300 njihovih vrsta. Oko 80% ovih životinja čine insekti (najviše *Diptera* i *Coleoptera*) koji predstavljaju veoma značajan deo životinjskog naselja slatkih voda. Po broju vrsta i njihovoj abundanciji, odnosno po količini žive materije sadržane u njihovim telima, oni premašuju sve druge vodene organizme.

Uloga vodenih biljaka u ishrani životinjskog naselja nije jednaka. Postoje biljne vrste za koje je trofički vezan znatan broj životinjskih oblika, ali je njihovo dejstvo neznatno čak i u gustim populacijama, pošto retko i u malim količinama upotrebljavaju biljna tkiva. Ima i obrnutih slučajeva, kada su biljke vezane sa relativno malim brojem životinjskih vrsta, ali takvim koje u velikim količinama jedu njihova tkiva.

Način uzimanja biljne hrane i intenzitet ishrane pojedinih grupa životinja veoma je različit. Otuda su različita i oštećenja koja one nanose populacijama makrofitskih biljaka.

Pre svega treba spomenuti čitav niz životinjskih organizama, tzv. minere, koji miniraju razne organe (stablo, podzemno stablo, list, lisnu dršku i dr.) flotantnih i emerznih biljaka i hrane se njihovim tkivima. Neke buše ćelijsku membranu i sisaju ćelijski sok (parazitske *Nematoda*); druge predpostavljaju sočna tkiva donjeg dela stabla, pa u njemu stvaraju hodnike pomerajući se postepeno prema vršnom delu. Zbog toga biljke prestaju da rastu, venu i potpuno propadaju. To su najčešće larve tvrdokrilaca (*Coleoptera*), koje ponekad stvaraju dugačke i široke hodnike u stablima emerznih biljaka, dok odrasle individue jedu njihovo lišće. Neke proždrljive vrste mogu dnevno da utroše do 3,5% od težine lista i da pojedu daleko više od sopstvene težine, ponekad čak do 260%.

Minirajućim načinom ishrane odlikuju se i mnoge vrste dvokrilaca (*Diptera*), naročito familija *Chironomidae*. To je životinjska grupa koja u kontinentalnim vodama dostiže veliku brojnost i ima prvorazredan značaj u ishrani vodenih životinja, naročito riba. Upravo ove karakteristike određuju grupi *Diptera* važnu ulogu u produkciji i trofičkim ciklusima različitih vodenih bazena. Mnoge larve, pre svega iz familije *Chironomidae*, miniraju razne organe makrofita i pri pravljenu hodnika hrane se njihovim tkivima. Pri tome koriste ne samo meke delove biljaka, već često i delove sa debelom kutikulom. Iako su to najčešće sitne vrste, najviše do 5 mm dužine, one ponekad mogu da u toku dana izbuše hodnike u dužini od 30 pa i 40 mm i da njima prekriju čitavu površinu lista. Minirajuće vrste hironomida se odlikuju velikom reprodukcijom sposobnošću; one imaju više generacija, čak do 7 u toku jedne godine i svaka jedinka polaže po nekoliko stotina jaja. Zbog toga one masovno naseljavaju vegetacijski pojas, tako da i pri manjoj ishrani biljnim tkivima mogu populacije ovih organizama da nanesu velike štete vodenoj vegetaciji. Isto tako, treba računati i sa velikom proždrljivošću nekih vrsta, što navodi na zaključak da larve *Chironomidae* izvlače značajnu količinu biljne produkcije u trofičkom ciklusu vodenih bazena.

Postoji velika grupa životinjskih vrsta koje brste vodene biljke, pri čemu važnu ulogu igra mehanička dostupnost biljnog tkiva za njihov usneni aparat. Mnogi puževi (*Gastropoda*) jedu uglavnom submerzne biljke, meke ali i sa debelom kutikulom, sitneći ih specifičnim usnenim aparatom tzv. radulom. Dnevni obrok pri ishrani svežim biljkama kreće se od 10–37% od sopstvene težine, što zavisi od biljne vrste koju koriste. Proždrljive vrste ili one sa jakom radulom mogu u toku 15–20 minuta da pojedu oko 1 cm² lista. Kada se u makrofitskoj vegetaciji jave u masovnom broju njihova uloga u preradi zelene mase biljaka je značajna. Međutim, puževi u ishrani troše i mrtve delove biljaka, kao i končaste alge (u sedimentima) i kod raznih vrsta, počev od *Limnea stagnalis*

pa do *Planorbis planorbis*, smanjuje se značaj sveže hrane, a odgovarajuće raste uloga mrtvih biljaka i algi.

Na sličan način hrani se i većina larvi *Coleoptera*, koje pri tome koriste sve ekotipove biljaka: emerzne, flotantne i submerzne vrste. Ipak su najviše trofički vezane za flotantne biljke, čije listove oštećuju u znatnoj meri. Neke larve *Coleoptera*, koje su inače važan elemenat u ishrani riba, hrane se intenzivno vodenim biljkama, pa otuda imaju značajno mesto u trofodinamici vodenih bazena. Kao dobar primer može da posluži vrsta *Galerucella myphaeae*, čije larve jedu 21 vrstu flotantnih biljaka, pri dnevnom obroku od oko 100–250% sopstvene težine. Vrlo je proždrljiva, jede danonočno i zbog toga izbacuje mnoštvo fekalija koje su slabo svarene. Utvrđeno je da jedna larva pojede ustokusdana 0,4% biomase lista. Ako se uzme u obzir da se ova vrsta hrani preko celog leta, onda dejstvo čitave njene populacije može da bude značajno za flotantne biljke u toku vegetacionog perioda.

I mnoge druge životinjske grupe koriste u ishrani više vodenih biljaka, i to kao isključivu hranu ili zajedno sa mrtvim delovima biljaka, a neke samo u odsustvu ili nedostatku osnovne hrane. Tako na pr. *Asellus aquaticus*, inače čest i brojnan član faune barskih biotopa, najradije jede končaste alge i meke vodene biljke kada je količina alohtonog materijala (opalog lišća) nedovoljna. U ishrani nekih račića (*Gammarida*) prevladavaju žive vodene biljke kojima je u jesen potpuno ispunjen njihov crevni trakt. I viši rakovi (na pr. *Astacus astacus*) se gotovo isključivo hrane biljkama, i to na svim stadijumima razvića. Žive i mrtve biljke imaju u njihovoj ishrani bitnu ulogu. Građa usnenog aparata dozvoljava im da se hrane različitim biljkama, kako mekim tako i tvrdim, pa zato i koriste sve biljne vrste koje se nalaze u vodi.

Značajnu grupu organizama čine bentosne forme koje naseljavaju peskovite i muljevite sedimente u zoni makrofitske vegetacije. One se takođe hrane biljnim tkivima, ali pretežno mrtvim, koja su više ili manje mineralizovana i u vidu detritusa nataložena na dnu vodenog bazena. To su sedimentisani i mnogobrojni ostaci biljnog i životinjskog planktona, a javlja se i mnoštvo bakterija koje vrše razgradnju ovih organskih materija. Takvi sedimenti služe kao hrana nekim bentosnim organizmima, pre svega crvima (*Oligochaeta*), larvama nekih dvokrilaca (*Chironomidae*) i školjkama (neki *Mollusca*). Direktno muljem hrane se crvi, pretežno vrste iz roda *Tubifex* i *Limnodrilus* koje zahvataju dublje slojeve, uglavnom između 2 i 5 mm dubine. Krećući se kroz mulj ili su zariveni u njemu samo prednjim delom tela, predstavnici familije Tubificidae propuštaju kroz svoj crevni trakt velike količine mulja iz koga izvlače hranljive materije. Na taj način oni potpomažu mineralizaciju svih organskih ostataka koji su sedimentisani na dnu. U slučaju velikih količina organskog materijala, što se inače javlja u zagađenim vodama, ovi organizmi mogu u jednogodišnjoj ishrani da prerade (propuste kroz crevni trakt) i izbace na površinu dna bazena toliku količinu mulja koja 100 do 1000 puta premaša njihovu sopstvenu težinu.

Za razliku od navedenih slatkovodnih crva, larve pelofilnih vrsta *Chironomidae* ne hrane se direktno sedimentima iako u njima žive, već samo odabiraju organski deo, pretežno biljne ostatke, pre svega mrtve alge. U toku svoje ishrane one mogu da utroše značajne količine organskog detritusa, posebno ako se jave u velikom broju. U nekim eutrofnim jezerima Poljske izračunato je da gusta populacija vrste *Chironomus plumosus* pojede u toku dana i do 10% istaloženih algi na dnu bazena.

Vrste *Chironomus* roda, kao i neke fitofilne vrste (iz roda *Glyptotendipes*, *Endochironomus* i dr.) hrane se i filtracionim načinom. One kroz svoje kućice filtriraju vodu sa suspendovanim organskim i neorganskim sastavom stvarajući vodene struje zmijolikim pokretima tela. Brzina filtracije je različita kod raznih ekoloških grupa, ali na

njenu veličinu utiču takođe i neki faktori sredine. Navedimo samo kao podatak da srednja brzina filtracije kod vrsta koje naseljavaju makrofitsku vegetaciju iznosi 1,8 ml/h na 1 mg žive težine larve.

Ovim načinom ishrane odlikuju se i planktonski organizmi koji filtriraju vodu kroz usnjeni aparat izazivajući njeno strujanje različitim organima. Rotatorije i sitni račići (*Cladocera* i *Copepoda*) filtriraju u toku svoje ishrane veliku količinu vode, iz nje uzimaju hranljive materije, a nesvareni ostatak izbacuju u vodu. U zavisnosti od veličine organizama i nekih ekoloških faktora jedna rotatorija profiltrira u toku dana od 0,003–0,043 ml vode, dok ta vrednost za krupne vrste *Copepoda* iznosi 0,3–8,0 ml.

Veliku ulogu u biofiltraciji imaju mnoge školjke, pre svega vrste roda *Unio*, *Anadonta* i *Dreissena*. One uzimaju samo mali deo od filtriranog materijala, u stvari onaj koji je pogodan kao hrana, a ostatak u slepljenom obliku izbacuju u vidu pseudofekalija. Ogladima je utvrđeno da *Unio* – vrste profiltriraju dnevno od 12–28 litara vode, što zavisi od temperature, ali je kod krupnih individua zabeležena znatno veća količina, čak 70 litara. Međutim, rod *Dreissena* je još efikasniji filtrator: ova školjka može samo za jedan čas da odfiltrira nekoliko desetina mililitara vode na 1 gr sopstvene žive težine.

Svi gore navedeni načini ishrane, kao i samo neki od mnogobrojnih primera neposrednog delovanja životinja na više vodene biljke ili na njihove mrtve ostatke, rečito govore da su u makrofitskoj vegetaciji uspostavljeni vrlo aktivni trofički odnosi između životinjskog naselja i biljne mase kao primarne organske produkcije. Hraneći se svežim biljnim tkivima mnogi životinjski organizmi otpočinju proces razlaganja organske materije, koji zatim nastavljaju detritofagne vrste, potrošači organskih ostataka, da bi ovako razloženu materiju do kraja oksidisale određene grupe bakterija (naravno to nije jedini način mineralizacije organske mase u vodenim bazenima). Dakle, u procesu svoje ishrane životinjski organizmi, kao potrošači organske produkcije, učestvuju i u njenoj razgradnji, znači javljaju se istovremeno i kao razlagač.

U transformaciji organske materije i samoprečišćavanju najveću ulogu imaju sedimentatori, organizmi koji žive u mulju vodenih bazena gde se talože velike količine autohtonog i alohtonog organskog materijala i vrši njihova intenzivna mineralizacija. To su pre svega okrugli crvi (*Oligochaeta*) i larve insekata, a u plitkim vodama i školjke. Oni se direktno hrane muljem ili biraju samo hranljive čestice, razgrađuju u toku varenja organski materijal, koji zatim koriste za životne procese i prirast tela, a nesvareni deo izbacuju u vidu fekalija. Jasno je, prema tome, da se prečišćavajuća delatnost mineralizatora povećava sa intenzivnijim prometom gasova i povećanim korišćenjem organske materije za rast organizama.

Međutim, u vodenim bazenima koji služe za vodosnabdevanje važno mesto u procesu samoprečišćavanja imaju organizmi filtratori. U toku svoje ishrane oni uzimaju iz vode velike količine suspendovanih organskih i neorganskih čestica, a nesvareni deo taloži se na dnu. U taloženju suspenzija vrlo veliki značaj imaju i pseudofekalije koje nastaju od neiskorišćenog filtrata. Školjke, na primer, utroše u ishrani samo jedan deo suspendovanih čestica, a ostatak u slepljenom stanju izbacuju u vodu kao pseudofekalije koje mogu biti vrlo krupne. Na taj način, mekušci, larve insekata, planktonski račići i mnogi drugi životinjski organizmi prečišćavaju vodu u toku ishrane i smanjuju njenu mutnoću. Time oni poboljšavaju kvalitet vode za piće, naročito bentosni oblici, pošto se sve njihove fekalije talože na dnu, dok se nesvareni ostaci hrane planktonskih filtratora najvećim delom zadržavaju u vodi.

Imajući u vidu mnogostruku povezanost makrofitske vegetacije sa organizmima raznih ekoloških grupa, kao i činjenicu da oni naseljavaju takođe i jezero Ada Ciganlija, koje im pruža veoma povoljne uslove za intenzivno razviće, preduzeta su limnološka

ispitivanja obalskog dela jezera na dužini od 2,5 km. Ova ispitivanja su imala za cilj da utvrde biomasu svih organizama čiji je život vezan za pojas makrofita kako bi se, zajedno sa biljnom masom, dobila ukupna količina organske materije koja će biti izvučena iz jezera mehaničkim putem. U toku aprila ove godine proučene su fitofilne vrste fito- i zooplanktona, fauna koja je vezana za površinske delove biljaka ili njihova unutrašnja tkiva i organizmi sedimenata u zoni vegetacije.

PROUČAVANJE BENTOSNIH ORGANIZAMA

Naš zadatak se sastojao u utvrđivanju sledećih činjenica:

- koje životinjske grupe naseljavaju jezerske sedimente obrasle vodenom vegetacijom, i
- koji je procentualni udeo biomase tih vodenih beskičmenjaka u odnosu na površinu pod vegetacijom.

Odabrana su tri radna profila sa po tri tačke na svakom:

Prvi profil: tačka 1 – 18 m udaljena od obale,

tačka 2 – 25 m udaljena od obale,

tačka 3 – 90 m udaljena od obale.

Drugi profil: tačka 1–3 m udaljena od obale,

tačka 2–10 m udaljena od obale,

tačka 3–50 m udaljena od obale.

Treći profil: tačka 1–40 m udaljena od obale,

tačka 2–120 m udaljena od obale,

tačka 3–160 m udaljena od obale.

Uzorci faune dna prikupljeni su bagerom tipa Eckmann sa zahvatnom površinom od 225 cm². Materijal je odmah fiksiran 4%-nim formalinom, a obrada je izvršena u laboratoriji.

Na ispitivanim profilima zastupljena je dosta uniformna fauna dna, koju predstavljaju sledeće životinjske grupe: *Chironomidae*, *Ceratopogonidae*, *Odonata* (larve insekata), *Nematoda*, *Oligochaeta* (vodeni crvi), *Gammarida* (vodeni rakušci), *Mollusca* (mekušci, tj. puževi i školjke).

Sa porastom jednoobraznosti jezerske podloge, sa sve većom zastupljenošću mulja u sedimentima, dolazi do smanjenja raznovrsnosti zoobentosa. Preovlađuju oni organizmi koji puze po površini mulja ili se ukopavaju, tzv. pelofilne forme koje su dobro adaptirane na male koncentracije i povremeni deficit kiseonika. Otuda se bogatstvo vrsta naselja dna приметно smanjuje, a biomasa bentosa povećava pomerajući se iz zone jako obrasle vodenom vegetacijom i sa znatnom količinom detritusa u podlozi ka dubljim delovima sa malo ili ni malo obraštaja.

Potrebno je napomenuti da je uzorkovanje makrofaune bilo u momentu u kome vodena vegetacija tek počinje intenzivnije da se razvija, a mnogi životinjski organizmi još nisu bili zastupljeni usled različitih ciklusa razvicia i pojave migracije, tako da se relativna uniformnost naselja dna može time protumačiti.

Najmasovniji i najčešći stanovnici jezerskog dna obraslog vodenim biljkama, sa relativno konstantnim i visokim udelom u ukupnoj brojnosti, jesu predstavnici grupe *Oligochaeta* sa 97%–58%. Oni su zastupljeni sa 6 rodova: *Limnodrilus*, *Tubifex*, *Brachiura*, *Nais*, *Đero* i *Stylaria*. Pored *Oligochaeta*, glavnu ulogu u fauni dna imaju tzv. sekundarni vodeni organizmi, uglavnom larve *Chironomidae* i drugih insekata. Larve *Chironomidae* se sreću od 3%–42% na ispitivanim lokalitetima, a ostale životinjske grupe

javljaju se od 0,03%–20%. Predstavljene su vrstama iz 10 rodova, od kojih su najznačajniji *Procladius*, *Xenopelopia*, *Cryptochironomus*, *Polypedilum* i *Paratanytrasmus*.

Posebnu ulogu u životinjskoj zajednici jezerskog dna imaju puževi i školjke, od kojih je najfrekventnija *Dreissena polymorpha* kao tipičan limnobiont.

Na prvom radnom profilu utvrđeno je izobilje detritusa i mulja u podlozi, sa obraštajem zelenih končastih alga i makrofita, pa je otud i sastav zoobentosa najraznovrsniji u odnosu na ostale profile. Stanovnici dna zastupljeni su sa 6 životinjskih grupa, od kojih svega dve imaju većeg značaja, *Oligochaeta* i larve *Chironomidae*. One se javljaju na svim tačkama, dok se ostale grupe sreću ređe, naročito *Gammarida*.

Najveći doprinos ukupnoj biomasi daju vodeni crvi – *Oligochaeta*, i larve *Chironomidae*. Idući od obale preme pučini predstavnici *Oligochaeta*, zahvaljujući individuama sa velikom težinom imaju i najveću biomasu, za njima slede larve *Chironomidae* pa onda ostali predstavnici (Tab. 4).

Tab. 4. – Biomasa (g/m^2) životinjskih grupa faune dna sa profila I.

Životinjske grupe	tačka 1		tačka 2		tačka 3	
	biomasa	%	biomasa	%	biomasa	%
<i>Oligochaeta</i>	1,9655812	79	11,0020108	872	2,8877112	84
<i>Chironomidae</i>	0,3355220	14	0,7079292	5	0,5328356	16
<i>Ceratopogonidae</i>	0,0582164	2	0,3430768	2		
<i>Gammarida</i>			3,0254752	20		
<i>Nematoda</i>	0,0066660	0,3	0,0048884	0,03		
Ukupno	2,4823072	100,3	15,2922484	100,03	3,4205468	100

Na drugom profilu sastav podloge je sličan predhodnom, ali ipak preovlađuje mulj sa praznim ljušturama puževa i školjki i uz povremeno učešće detritusa u zoni obraštaja končastih algi i vodenih makrofita. Jedino kraj obale (na 3 m) zastupljena je tvrda podloga, krupniji i sitni šljunak sa primesama mulja i dosta kalcifikovanih ostataka ljuštura *Gastropoda*.

Ova tačka se nalazi u zoni izloženoj dejstvu talasa, što ometa formiranje brojnog i raznovrsnog životinjskog naselja. Otuda su konstatovane svega dve životinjske grupe, pri čemu udeo *Oligochaeta* u ukupnoj brojnosti iznosi 97%, a larvi *Chironomidae* svega 3%.

Potpuno je različita situacija na drugoj tački gde nalazimo najraznovrsniju životinjsku zajednicu na ovom profilu. Pored dve osnovne grupe javljaju se još i *Ceratopogonidae* i *Nematoda*. Isto tako ovde se u podlozi masovnije razvijaju i živi predstavnici *Dreissena polymorpha* i nekih *Gastropoda*, ali pošto veliki deo njihove težine ide na neorgansku, kalcifikovanu ljušturu, kod *Dreissena* 69% i oko 62% kod *Gastropoda*, onda njihova biomasa ima vrlo malo učešća u ukupnoj biomasi faune na ovom profilu.

Na trećoj tački, slično prvoj, konstatovane su svega *Oligochaeta* i larve *Chironomidae*. Međutim, u uslovima obilja detritusa i mulja u podlozi, a u zoni obraštaja vodenom vegetacijom, procentualni doprinos *Oligochaeta* iznosi 58% i larvi *Chironomidae* 42%, koji su zastupljeni tipičnim pelofilnim formama.

Udeo svake životinjske grupe u ukupnoj biomasi na ovom profilu prikazan je na tabeli 5, iz koje se vidi da na svim lokalitetima *Oligochaeta* dostižu najveću težinu.

Najsiromašniji detritusom je treći profil u čijoj podlozi preovlađuje pravi jezerski mulj sa ostacima mnogobrojnih praznih ljuštura puževa i školjki.

Tab. 5. – Biomasa (g/m^2) životinjskih grupa faune dna sa profila II.

Životinjske grupe	tačka 1 biomasa	%	tačka 2 biomasa	%	tačka 3 biomasa	%
<i>Oligochaeta</i>	4,9608372	99	9,3452876	87	9,5981512	90
<i>Chironomidae</i>	0,0293304	1	0,4843960	4	1,1021120	10
<i>Odonata</i>			0,9194636	9		
<i>Nematoda</i>			0,0324412	0,3		
Ukupno	4,9901676	100	10,7815884	100,3	10,7002632	100

Fiziognomiju ovom profilu daju predstavnici *Oligochaeta* koji su prisutni na svim lokalitetima, kao i larve *Chironomidae*, dok *Ceratopogonidae* izostaju samo na trećem. U pogledu biomase poredak ovih životinjskih grupa ostaje isti s tim što se *Oligochaeta* daleko izdvajaju svojim procentualnim učešćem od ostalih organizama (Tab. 6).

Tab. 6. – Biomasa (g/m^2) životinjskih grupa faune dna sa profila III.

Životinjske grupe	tačka 1 biomasa	%	tačka 2 biomasa	%	tačka 3 biomasa	%
<i>Oligochaeta</i>	5,9651812	92	11,4166360	73	5,6829872	99
<i>Chironomidae</i>	0,5128376	8	4,3351220	28	0,0599940	1
<i>Ceratopogonidae</i>	0,0199980	0,3	4,3351220			
Ukupno	6,4980168	100,3	15,7451758	101	5,7429812	100

Prema tome, rezultati proučavanja bentosnih organizama pokazuju da se sa porastom jednoobraznosti jezerskih sedimenata, smanjuje raznovrsnost životinjskih grupa faune dna pri dominaciji pelofilnih formi. Sa tim u vezi, primećuje se porast ukupne biomase makrozoobentosa idući ka dubljim zonama jezera, kao i od prvog ka trećem profilu, zahvaljujući sve većoj uniformnosti faune koju sačinjavaju uglavnom krupne vrste, čije jedinke imaju znatnu težinu. Otuda je prosečna biomasa na prvom profilu 70,65 kg/ha, na drugom iznosi 88,24 kg/ha, a na trećem dostiže 93,29 kg/ha. Polazeći od ovih vrednosti u zoni predviđenoj za uklanjanje vegetacije ukupna biomasa bentosa iznosi oko 1060 kg.

PROUČAVANJE FAUNE MAKROFITA

Fauna makrofita koja naseljava potopljene delove biljaka ili minira njihova tkiva tzv. zoofitos bez sumnje je od svih organizama najtešnje povezan sa biljnom masom na kojoj živi. Pogodnost za ishranu i hranljiva vrednost pojedinih vodenih biljaka bitno utiču na visinu produkcije ovih organizama.

S obzirom da biomasa zoofitosa daleko premaša godišnju biomasu organizama drugih ekoloških grupa, bilo je od interesa da se utvrdi njena vrednost pre čišćenja jezera Ada Ciganlija da bi se na taj način odredio udeo ovih fitofilnih životinja u ukupnoj bioprodukciji makrofitske zone.

Ispitivanja strukture i biomase zoofitosa vršena su u kupališnoj zoni na tri poprečna profila, duž svakog na po tri mesta različito udaljena od obale:

Profil 1—10 m, 18 m, 35 m od obale,
 Profil 2—10 m, 30 m, 182 m od obale,
 Profil 3—10 m, 20 m, 25 m od obale.

Za kvantitativnu obradu korišćeni su uzorci koji su dobijeni ispiranjem određene količine biljaka kroz sito sa veličinom okca od 0,4 mm. Prevođenjem zapremine biljaka u njihovu težinu dobijen je koeficijent sa kojim je obračunavana biomasa organizama i izražavana na 1 kg makrofita.

Analiza materijala je pokazala veliku raznovrsnost faune, što je inače karakteristično za naselje vodenih biljaka, s obzirom da one pružaju raznovrsne uslove za opstanak organizama sa različitim ekoloških zahtevima. Zoofitos jezera Ada Ciganlija izgrađuju 12 životinjskih grupa, ali se jedino *Oligochaeta* (crvi), *Chironomidae* (larve insekata) i *Mollusca* (mekušci) sreću na svim lokalitetima. U nešto manjem broju uzoraka (67%—89%) javljaju se larve *Coleoptera* (tvrdokrilci) i *Odonata* (vilin konjic), dok su predstavnici *Hirudinea* (pijavice) i *Gammarida* i *Isopoda* (račići) konstatovani veoma retko, mada inače u velikom broju naseljavaju staništa obrasla vodenim makrofitama.

Najveći deo populacije zoofitosa, 98%, čine tri najfrekventnije grupe. Izrazito su brojni *Mollusca*, naročito školjka *Dreissena polymorpha*, na koju otpada gotovo polovina ukupne brojnosti. U tom pogledu znatno zaostaju puževi učestvujući, kao i *Oligochaeta*, sa oko 26% u gustini populacije svih organizama. Najmanji je udeo larvi *Chironomidae* i iznosi svega 4%, ali se i pored toga one u pogledu brojnosti izdvajaju od ostalih životinjskih grupa.

Na prvom profilu se uglavnom sreće *Ceratophyllum* i veća ili manja količina končastih alga. Pored gustih sastojina *Ceratophyllum-a*, *Myriophyllum* se idući prema sredini jezera smenjuje sa pojedinačnim stabljikama *Potamogeton*, a na najvećim dubinama javlja se *Chara*.

Na ovakvoj vegetaciji razvijeno je najuniformnije naselje u odnosu na druge proučene profile. Ono u svoj sastav uključuje 9 životinjskih grupa. Dominantan položaj u brojnosti imaju predstavnici *Mollusca*, u prvom redu *Dreissena polymorpha*, koja najgušću populaciju beleži pri obali, i sa 66% učestvuje u ukupnom broju fitofilne makrofaune. Međutim, prema većim dubinama brojnost ove vrste opada, ali i pored toga ona zadržava vodeću ulogu u fauni celog profila.

Zapaženo mesto u brojnosti zoofitosa na prvom profilu imaju i predstavnici (*Oligochaeta*, pri procentualnom učešću od 40%—49%, izuzev najbližeg lokaliteta, gde čine samo 3% ukupne faune. Zastupljeni su vrstama iz 7 rodova, najčešće fitofilnim oblicima *Stylaria* i *Nais* roda. One se javljaju u gustim populacijama i zauzimaju dominantan ili subdominantan položaj, ali su brojne takođe i pelofilne vrste roda *Limnodrilus* i *Tubifex* koji potiču iz mulja pod vegetacijom.

Treba pomenuti još i larve *Chironomidae*, mada njihova brojnost daleko zaostaje od predhodnih grupa, pošto čine najviše do 10% od populacije čitave faune. Međutim, one svojom raznovrsnošću utiču na fizionomiju naselja. Predstavljene su vrstama iz 9 rodova, uglavnom fitofilnim oblicima. Najbogatiji su vrstama rodovi *Polypedilum* i *Limnodrilus*, pri čemu je poslednji i najbrojniji.

Slično brojnosti, i težina zoofitosa na prvom profilu opada prema većim jezerskim dubinama (Tab. 7). Glavnu masu naselja čine *Mollusca*, naročito *Dreissena polymorpha*, koji učestvuju sa 98%—63%, određujući na taj način ne samo visinu biomase već i njenu fluktuaciju dužinom profila. Suprotno grupi *Mollusca*, ukupna težina ostalih životinjskih grupa raste sa udaljenošću od obale. U njoj najveći udeo imaju *Oligochaeta* i *Chironomidae*, a ponegde još i *Asellus aquaticus* i larve *Coleoptera*, zahvaljujući svojim krupnim individuama.

Tab. 7. – Biomasa naselja makrofitske vegetacije na profilu I (gr/kg biljaka)

Životinjske grupe	Udaljenost od obale (m)		
	10	18	35
<i>Oligochaeta</i>	0,22986	1,78110	4,49028
<i>Nematoda</i>	–	0,00900	0,00162
<i>Odonata</i>	–	0,36900	–
<i>Chironomidae</i>	0,34596	0,53208	0,09954
<i>Heleidae</i>	–	0,07506	–
<i>Isopoda</i>	0,77022	–	–
<i>Hydracarina</i>	0,00900	–	–
larve <i>Coleoptera</i>	0,04464	0,62370	–
<i>Gastropoda</i> *	29,55004	6,99133	3,44906
<i>Lamellibranchiata</i> *	62,33382	24,39876	13,53630
Ukupno	93,28354	34,78003	21,57680

*Biomasa *Mollusca* (puževa i školjki, odnosno *Dreissena polymorpha*) predstavlja živu težinu bez ljuštore životinje.

Na drugom profilu je uniformniji sastav vodenih makrofita. Preovlađuje *Cerato-phyllum* sa manjim oazama od *Myriophyllum-a* i *Potomageton-a*. Končaste alge nisu prisutne.

Međutim, fauna je raznovrsnija i sastoji se od 10 životinjskih grupa. I ovde fizionomiju naselju određuju mekušci, uglavnom *Dreissena polymorpha*, pri učešću od 73% do 77%, izuzev lokaliteta 3 gde se ono smanjuje na 57% zbog relativno male brojnosti *Gastropoda*. Predstavnici *Oligochaeta*, pre svega *Stylaria lacustris* a ređe i *Nais* vrste čine oko 2/3 populacije ostalih grupa, među kojima se još jedino larve *Chironomidae* ističu svojom abundancijom, zahvaljujući zastupljenosti vrsta iz rodova *Limnochironomus*, *Procladius* i *Xenopelopia*.

Tab. 8. – Biomasa naselja makrofitske vegetacije na profilu II (gr/kg biljaka)

Životinjske grupe	Udaljenost od obale (m)		
	10	30	182
<i>Oligochaeta</i>	0,43146	0,81396	0,96804
<i>Nematoda</i>	–	0,00198	0,00522
<i>Trichoptera</i>	–	–	0,00198
<i>Odonata</i>	0,86094	–	0,13194
<i>Chironomidae</i>	0,26550	0,35730	0,60660
<i>Heleidae</i>	0,00504	0,00360	0,01440
<i>Gammarida</i>	2,12058	–	–
<i>Hydracarina</i>	–	–	0,90522
larve <i>Coleoptera</i>	0,06750	0,02754	0,32454
<i>Gastropoda</i>	18,36391	21,44009	3,91515
<i>Lamellibranchiata</i>	11,94871	52,22337	30,91624
Ukupno	34,06364	74,86784	36,88933

Isti odnosi među grupama ispoljavaju se i u njihovoj biomasi (Tab. 8). Izrazita dominacija pripada grupi *Mollusca* (89%–98%) a najveći deo biomase ostalih životinjskih grupa čine *Oligochaeta*, pa zatim slede *Chironomidae*. Međutim, na lokalitetu udaljenom 10 m od obale, oko 80% težine faune bez mekušaca predstavljaju *Gammaridae* i *Odonata*.

Posmatrana pojedinačno, fauna na srednjem lokalitetu je najuniformnija, ali sa najgušćom populacijom i biomasom, dok je fauna makrofita pri obalama približno iste težine iako je brojnija i raznovrsnija na lokalitetu 3.

Na trećem, najdubljem profilu makrofitske biljke obrastaju uži pojas, na širini od 40 m. I ovde glavnu biljnu masu čini *Ceratophyllum*, ali obično bez velike pokrovnosti, izuzev na 10 m od obale, gde je dobro razvijena i *Chara* i pokrivač od končastih alga.

Ovaj profil se odlikuje najraznovrsnijom faunom makrofita, zastupljen sa 11 životinjskih grupa, gotovo istim brojem kao i na najdubljem lokalitetu. I brojno i težinski preovlađuju *Mollusca*, pri masovnoj pojavi *Dreissena polymorpha* na lokalitetu 2, što predstavlja njihovo maksimalno razviće u jezeru Ada Ciganlija (Tab. 9). U fauni drugih lokaliteta preovlađuju Gastropoda, inače retko zabeležena pojava na predhodnim profilima. Treba istaći da je ovde učešće *Mollusca* u ukupnoj brojnosti naselja znatno manje nego na već analiziranim profilima, od 31%–86%, a da je udeo *Oligochaeta* vidno povećan, tako da one čak negde preuzimaju i vodeću ulogu. Među njima je najbrojniji *Limnodrilus hoffmeisteri*, a prate ga *Stylaria lacustris* i neke vrste roda *Nais*. Upravo zahvaljujući najbrojnijoj vrsti, čije su individue relativno krupne, grupa *Oligochaeta* čini zapaženi deo ukupne biomase (9%–19%). Međutim, larve *Chironomidae*, koje su ovde najviše predstavljene vrstama iz rodova *Procladius*, *Cryptochironomus* i *Polypedilum* imaju podređenu ulogu u gustini populacije zoofitosa, kao i u njegovoj biomasi, na čiju visinu dosta utiču *Asellus*, *Odonata* i larve *Coleoptera*.

Tab. 9. – Biomasa naselja makrofitske vegetacije na profilu III (gr/kg biljaka).

Životinjske grupe	Udaljenost od obale (m)		
	10	20	25
<i>Oligochaeta</i>	3,34350	2,53350	4,82040
<i>Nematoda</i>	–	–	0,00846
<i>Hirudinea</i>	–	–	0,08100
<i>Trichoptera</i>	–	0,03060	0,01476
<i>Odonata</i>	0,12690	0,03042	0,59400
<i>Chironomidae</i>	0,11988	0,16434	0,49428
<i>Heleidae</i>	–	–	0,04680
<i>Isopoda</i>	0,26730	–	–
<i>Hydracarina</i>	–	–	0,02286
larve <i>Coleoptera</i>	0,01494	1,09800	0,02124
<i>Gastropoda</i>	11,37257	10,99970	32,16014
<i>Lamellibranchiata</i>	2,42316	128,59483	12,53361
Ukupno	17,66825	143,45139	50,79755

Ako se uzme u obzir celo ispitano područje jezera Ada Ciganlija dobijeni rezultati pokazuju da je biomasa zoofitosa dosta različita na ispitanim lokalitetima i pored uniformnog sastava makrofitske vegetacije. Verovatno da je to posledica veoma neujednačene pojave *Dreissena polymorpha*, koja je vodeći oblik i koja čini od 14%–90%, najčešće iznad 60%, ukupne biomase faune. Međutim, i pored ove činjenice prosečna

biomasa organizama na profilima je vrlo slična, kreće se od 48,61–49,88 gr/kg biljne mase, izuzev trećeg profila gde dostiže vrednost od 70,64 gr/kg makrofita. To je rezultat masovnog razvića organizama na lokalitetu 2, ali je kraj obale, dakle u zoni koja je izložena dejstvu vetrova, zabeležena najmanja biomasa, svega 17,67 gr/kg biljaka. Preračunata na 12,5 ha jezerske površine predviđene za čišćenje biomasa fitofilne makrofaune iznosi oko 14.700 kg. To znači da će ovom akcijom čišćenja jezera Ada Ciganlija biti uklonjena značajna količina životinjskih organizama zajedno sa makrofitskom vegetacijom. Treba, međutim, računati sa znatno većim vrednostima u drugim mesecima, a obzirom da se u proleće javlja minimum biomase ovih organizama. Kako vodeću ulogu u zoofitosu ima vrsta *Dreissena polymorpha*, koja energično filtrira vodu i iz nje koristi hranljive čestice a na dnu taloži fekalije, treba računati sa velikom samoprečišćavajućom delatnošću ove vrste u jezeru Ada Ciganlija. Ova činjenica nas obavezuje da detaljno proučimo biologiju *Dreissena polymorpha* u samom jezeru i uz pomoć eksperimenata da odredimo njenu ulogu u poboljšanju kvaliteta jezerske vode.

KORIŠĆENJE BILJOJEDIH RIBA ZA SPREČAVANJE PREKOMERNOG ZARASTANJA VODENIH BAZENA

Korišćenje biljojedih riba za suzbijanje prekomernog namnožavanja vodenih makrofita predstavlja jedan od bioloških metoda borbe protiv brzog zarastanja vodenih staništa i za usporavanje procesa sukcesije od klimaksa ka antiklimaksu, odnosno protiv procesa prezrevanja bare ili jezera i njihovog izumiranja. U poslednje vreme ovome metodu pridaje se velika pažnja i sve veći značaj. Pri tome se najčešće upotrebljava beli amur (*Ctenopharyngodon idella* V a l.), ali i neke druge biljojede vrste riba. U tom pogledu u Evropi i Sovjetskom Savezu ovaj metod se najviše i primenjivao pa se došlo do značajnih iskustava. Kada se radi o takvim vodenim sistemima gde je bitna protočnost ili prisustvo stalne količine slobodne vode neopterećene suviše organskim materijama, uloga biljojednih riba pokazala se pozitivnom. Najveći pozitivni efekti ovoga metoda pokazali su se upravo u biološkim melioracijama kanala (plovni kanali i kanali za navodnjavanje), hidromeliorativnih sistema, veštačkih jezera namenjenih snabdevanju naselja vodom i pokretanju hidroelektrana, i dr. Tako je na primer u Kuriblinskom veštačkom jezeru (Turkmenska SSR) u 1970. godini bilo ubačeno 2 miliona jedinki mlađa beloga amura koji je već u 1972. godini uništio praktično svu vodenu vegetaciju makrofita. Međutim, ovakav rezultat ima i svoju negativnu, često veoma negativnu stranu, pa sa primenom biljojedih riba treba biti oprezan i u svakom konkretnom slučaju treba naučno proučiti njen eventualni efekat i način primene.

Naime, napred navedeni primer pokazao je da je posle uništenja čitave vodene vegetacije došlo do značajnih poremećaja u ekosistemu, što je praktično eliminisalo svu onu veoma pozitivnu ulogu koju makrofitske biljke imaju u vodenim bazenima.

Pre svega enormno se povećala primarna produkcija fitoplanktona i fitobentosa i istovremeno se nepovoljno izmenio njihov kvalitativni sastav. Gotovo potpuno uništavanje makrofita pogoršalo je kvalitet vode, tako da se javio deficit rastvorenog kiseonika. U drugom slučaju selektivna ishrana belog amura dovela je do bujanja vegetacije vodenog ljutića podroda *Batrachium* roda *Ranunculus* (*B. rionii* L a g. g.) u vodenim bazenima Karakumskog kanala.

Smena vegetacije u slučaju selektivne ishrane životinja predstavlja tipičan primer zoogene sukcesije, što je često nepoželjan pravac promena u biljnom svetu bara i jezera. Tako na primer kada biljojede životinje pojedu sve trave – *Poaceae*, pre svega trsku

(*Phragmites communis*), njih često zamenjuju vodeni ljutići (vrste roda *Ranunculus*), koje su otrovne i zato ih životinje i ne jedu. U ribarskoj privredi može doći do sledećih štetnih posledica: kada uništi svu fitomasu vodenih biljaka beli amur prelazi na prinudnu ishranu i postaje konkurent drugim, plemenitijim vrstama riba.

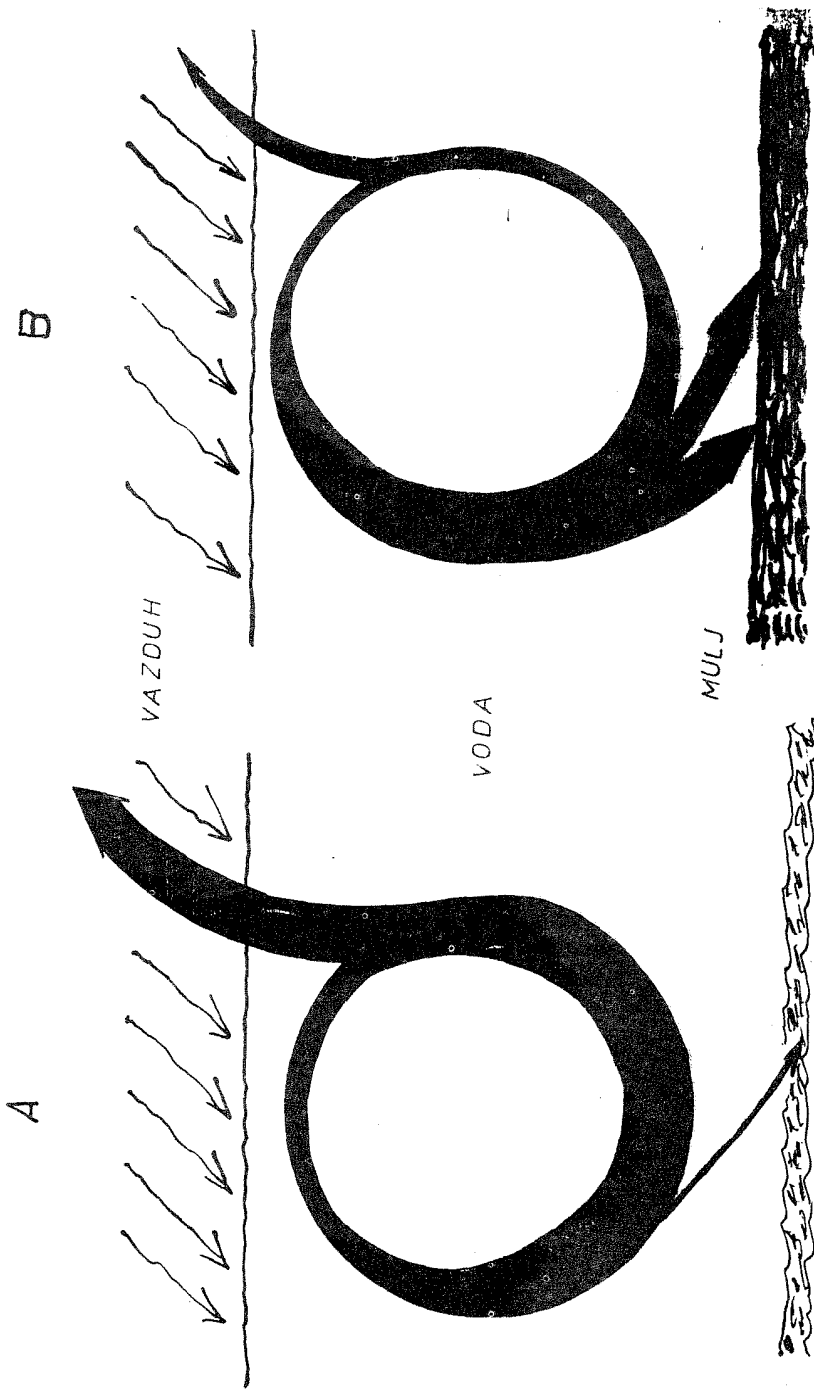
Beli amur je inače veoma proždrljiva vrsta kojoj pri ishrani mekanim vodenim biljkama (*Potamogeton filiformis*, *Elodea canadensis*, *Lemna* – vrsta, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum* sp. sp., itd.) dnevni obrok iznosi 102–145% od sopstvene težine, što znači da težina hrane znatno premaša težinu tela ribe. Naravno, oštre biljke koriste se manje pa je trofički koeficijent u proseku nešto ispod 30. U stvari, prema nekim istraživanjima, crevni trakt belog amura je veoma kompaktno nabijen biljnom masom tako se prvenstveno vari prvo spoljašnji sloj hrane, koji se upravo sporo jedini sa fermentima za varenje si sporo se podvrgava njihovom dejstvu. Zato veoma često u uslovima obilne ishrane beli amur izbacuje nesvarenu ili polusvarenu hranu. Postoje podaci da količina fekalija, koju izbacuje populacija belog amura u toku jedne sezone može izneti i do 700–1000 kg/ha. Ovakav efekat svarenja hrane i prerade pojedine fitomase vodenih makrofita nije pogodan za potrebe usporavanja procesa eutrofizacije vodenog bazena i procesa zarastanja; postiže se upravo suprotan efekat, makoliko to na prvi pogled izgledalo paradoksalno.

Naime, takva nepotpuna prerada fitomase i izbacivanje nedovoljno svarenih fekalija upravo ubrzava proces njenog razlaganja, pogoršava kvalitet vode i kao krajnji rezultat pogoduje eutrofizaciji vodenog bazena. U stvari, optimalizacija vodenih ekosistema putem iskorišćavanja beloga amura otežava se tom okolnošću što sistem biljka–beli amur nije autoregulationog karaktera.

Prema tome, treba reći da je neophodno da izbor gustine nasada, uzrasna struktura, vreme nasadivanja i drugo biljojedih riba budu usklađeni sa nizom faktora (klima, kvalitativni i kvantitativni sastav fitocenoza, godišnja produkcija fitomase, privredni značaj i namena vodenog bazena, njegove ekološke i morfometrijske karakteristike, itd.). U slučaju jezera Ada Ciganlija treba imati na umu kao bitnu činjenicu da je njegova namena vodoprivredna i sportsko–rekreativna, te da već po tome zahteva čistu vodu, bogatu kiseonikom, u čemu pozitivnu ulogu igra upravo vegetacija makrofita, te da ono mora biti ekološki adekvatno izbalansirano.

Mi nismo protiv upotrebe biljojedih riba u sanaciji jezera Ada Ciganlija, u usporavanju njegove sve veće eutrofizacije i sve bržeg zarastanja vodenim makrofitama, što će neminovno dovesti do antiklimaksa i smrti jezera ukoliko se ne preduzmu odgovarajući koraci u smislu naučnog istraživanja i permanentnog stručnog rada na njemu. Ali upotreba biljojedih riba ne sme biti isključivo i navodno „spasonosno” sredstvo za rešavanje naših problema u vezi sa jezerom. Iz napred iznetog može se videti da ovaj biološki metod borbe protiv degradacije jezera Ada Ciganlija može imati i negativan, vrlo ozbiljan neželjeni efekat. Zato korišćenje biljojedih riba mora biti strogo kontrolisano (biološki i ekološki) od strane za to kompetentnih stručnjaka hidroekologa i fitoekologa, i mora biti postavljeno na ozbiljnu osnovu formulisane na naučnim istraživanjima.

Moguće da je upotreba biljojedih riba dala dobre rezultate na ribnjacima, i u svetu i kod nas. Ali treba shvatiti da se na ribnjacima, već po prirodi stvari, svake godine vrši izlovljavanje riba i samim tim više ili manje reguliše proces eutrofizacije. Međutim, u slučaju jezera Ada Ciganlija takvog regulativa po svoj prilici neće biti, pa prisustvo i aktivnost biljojedih riba može, kako je već rečeno, upravo da ubrza neželjeni proces eutrofizacije. Znači doći će do sve veće akumulacije organskih i biogenih materija a samim tim i do stvaranja velikih i optimalnih mogućnosti za enormno bujanje makrofita i brzog



Sl. 4. – Principijelna šema kruženja organske i neorganske materije u ribnjaku (A) i u jezeru (B) u zavisnosti od toga da li se vrši izlovljavanje riba ili ne (orig., crtao M. M. Janković).
 General scheme of organic and inorganic nutrients cycling in the fish pond (A) and in the lake (B), depending on fishing practice (original drawing of M. M. Janković).

postizanja klimaksa. Na sl. 4 data je, sasvim uprošćeno, principijelna šema razlika između ribnjaka i jezera u pogledu karaktera i brzine eutrofizacije u vezi sa aktivnošću biljobjedih riba.

ZAKLJUČCI I PREPORUKE

1. Za život svakog vodenog ekosistema postoje dve osnovne opasnosti: **zagađivanje i prekomerna ishrana (trofija) odnosno proces eutrofizacije**. Eutrofizacija dovodi do enormnog namnožavanja vodenih biljaka, posebno makrofita, čime se ubrzava, često u neverovatnom tempu, proces zarastanja vodenog bazena, njegov klimaks i antiklimaks, sve do smrti jezerskog ili barskog ekosistema i njegovog pretvaranja u neki drugi oblik ekosistema (npr. ritski ili močvarnoливadski).

2. Inače, i u sasvim normalnim uslovima, bez negativnog uticaja čoveka, **u svakom vodenom bazenu teče sukcesivni proces promena ekosistema ka klimaksu**, koji po pravilu može dugo da traje i tek posle veoma dugog vremena da pređe u antiklimaks i iščezavanje prvobitnog vodenog ekosistema.

3. Za mnoge vodene biotope, pre svega veštačkog karaktera (baražna ili akumulaciona jezera stvorena radi vodoprivrednih i energetske, kao i sportsko—rekreativnih potreba), krajnje je nepoželjno da se proces eutrofizacije intenzivira i da veoma kratko traje, jer će se brzim zarastanjem i drugim nepovoljnim procesima ugroziti njihova osnovna namena.

4. Dakle, proces sukcesije ka klimaksu u prirodnim uslovima ne može se ni sprečiti niti zaustaviti (ukoliko se, naravno, ne preduzimaju određene mere), te se mora prihvatiti činjenica da svaki vodeni ekosistem teži ka svojoj konačnoj smrti, ne samo ka svome klimaksu već i ka svome antiklimaksu, iščezavanju i metamorfozi u nešto sasvim drugo. **Praksa mora prihvatiti ovaj prirodni zakon života svakog vodenog bazena (pre svega sa stajaćom i sporotekućom vodom), mora sa njim računati i prema njemu se adekvatno odnositi**. Jedino na taj način, a ne ignorisanjem činjenica, može se nešto učiniti na produžetku života svakog vodenog ekosistema za koji smo posebno zainteresovani i kome su određene posebne namene i funkcije.

5. U tom kontekstu razmišljanja, koje je u skladu sa teorijskom i primenjenom ekologijom, moramo raščistiti jednu osnovnu i za naše probleme bitnu stvar. Naime, treba apsolutno razlikovati pojmove „jezero” i „bara” i ni u kom slučaju ne nastojavati da se „bara” uporno proglašava, tretira i smatra „jezerom”.

6. Osnovna razlika između bare i jezera je u tome što je „bara jezero bez dna”, odnosno **bez zone profundala**, dakle one zone u kojoj svetlost ne prodire do dna, zbog čega ona ni nije fotična već afotična (bez svetlosti), nije dakle trofogeno već samo trofolitičko. U njoj nema zelenih biljaka, nema fotosinteze pa zato ni primarne produkcije, a proces zarastanja ne postoji kao direktan autohtoni proces. Međutim, u jezeru postoji takva profundalna zona jer je ono dovoljno duboko, a zona litorala, zona obale, vezane je za pliće, obalske delove jezera. Suprotno tome, bara je nedovoljno duboka, pa zato nema profundala, ona je u stvari plitka u čitavom svom prostoru tako da ima samo zonu litorala koja se pruža od obale pa sve do najdubljih delova. Zato je bara zapolosnuta na čitavoj površini litoralnom vegetacijom, dakle pre svega vegetacijom viših vodenih biljaka — makrofita.

7. U uslovima jake eutrofizacije alge i makrofite enormno bujaju, primarna proizvodnja organske materije izvanredno je velika, dok je razgradnja u odnosu na proizvodnju usporenija, te proces zarastanja vodenog bazena teče relativno vrlo brzo.

Formiraju se tipični vegetacijski pojasevi u vezi sa različitom dubinom vode, od obale pa sve do sredine bare, i to **pojas emerznih biljaka** (npr. trska – *Phragmites communis* i rogoz – *Typha angustifolia* i *T. latifolia*, kao primer najznačajnijih helofita), **pojas flotantnih biljaka** (npr. beli i žuti lokvanj – *Nymphaea alba* i *Nuphar luteum*), i najzad **pojas submerznih biljaka** (npr. meka i tvrda drezga – *Myriophyllum spicatum* i *Ceratophyllum demersum*). Ti pojasevi se sve više razvijaju, sve više obrastaju barski biotop, nadiru jedan preko drugog ka sredini da bi najzad svojom masom zatrpali čitavu zapreminu barskog biotopa. Dakle, barski biotop, kao „jezero bez dna”, nema šansu da živi dugo ni u **potpuno prirodnim i normalnim uslovima**, a i da ne govorimo o uslovima koji su jako izmenjeni antropogenim uticajima i ubrzanim procesom eutrofizacije.

8. Jezero Ada Ciganlija samo je uslovno jezero, jer je po **svim svojim ekološkim i morfometrijskim osobinama tipičan barski biotop**. Ono je u suštini veoma slično stotinama barskih biotopa u dolinama svih naših ravničarskih reka nastalih prirodnim ili veštačkim putem. To su tipični barski ekosistemi koji su u većem ili manjem stepenu zabareni, eutrofizirani i zarasli u makrofitsku vegetaciju. Znamo da su mnogi prirodni barski ekosistemi doživeli svoj antiklimaks, da su „uginuli” i da su se pretvorili u čestare trske, u ritove i močvare sve do močvarnih livada, a neki od njih su sada čak i pod suvim livadama, pašnjacima ili oranicama.

9. Ovo jezero nema svoju tipičnu **profundalnu zonu**, ono je u čitavoj vodenoj masi prosvetljeno gotovo do najdubljih delova i zato je pogodno za brzo razviće makrofita i za potpuno zarašćivanje. Tome uveliko potpomaže proces eutrofizacije, koji je sve izraženiji. Dakle, **jezero Ada Ciganlija ima samo litoralnu zonu** (fotičnu, fotosintetičku i trofogenu) sa svim posledicama koje iz toga proističu.

10. Najbolji primer za upoređenje je Obedska bara, naročito njen deo označen kao Krstonošića okno, koja je gotovo potpuno zarasla vodenom vegetacijom i u kojoj jedino navedeno okno ima središnju zonu sa slobodnom vodom i samo sa submerznom vegetacijom ispod nje. Treba posebno uočiti da je i Obedska bara, slično jezeru Ada Ciganlija, nekadašnje korito Save koje je odsečeno prirodnim skretanjem reke i pretvoreno u mrtvaju.

11. Imajući u vidu sve što je rečeno o jezeru Ada Ciganlija, **poželjno je da se ono definiše kao pseudojezero**, kao takav vodeni biotop koji je po svojoj suštini barskog tipa, ali se odgovarajućim merama verujemo može trajno održati u stanju sličnom profundalu pravih jezera. Tu se ne misli na celo jezero, već samo na neke delove, pre svega na plažni deo. Ovakva samo delimična profundalizacija jezera Ada Ciganlija opravdana je iz mnogih razloga a istovremeno je, izgleda, ona i jedino moguća. O tome treba definitivno zaključak da daju buduća naučna ekološka i hidrobiološka proučavanja.

12. Sadašnje stanje ekosistema jezera Ada Ciganlija pokazuje visok stepen razvića končastih algi a naročito makrofitskih vodenih biljaka, što je posledica pre svega **opštih principijelnih morfometrijskih i ekoloških odlika samoga jezera, ali i propusta koji su do sada činjeni**. Sem toga, po prirodi same stvari jezero je doživelo i **jaku eutrofizaciju**, što se objašnjava pre svega potrebom biljnog sveta, za svojom ekspanzijom, pri čemu je dovoljna količina biogenih elemenata i dovoljna osvetljenost sunčevom svetlošću bitni momenat.

13. Proces eutrofizacije i zarastanja jezera Ada Ciganlija počeo je još u samom trenutku njegovog formiranja, dakle 1966. godine. Pionirska faza zarastanja sa inicijalnim stupnjevim trajala odprilike do 1973. godine, a zatim biljke počinju naglo da osvajaju dno i vodenu masu jezera, da bi se danas našli u **punom razmahu procesa eutrofizacije i zarastanja**. Može se provizorno reći da sadašnje stanje jezerskog ekosistema predstavlja drugu fazu zarastanja i njen treći stadijum. Ostaju još dva stadijuma druge i cela treća faza, koja će preko nekoliko svojih stadijuma dovesti do klimaksa, do potpunog

obrastanja vodenom vegetacijom, a zatim do antiklimaksa i prezrelosti jezera, što istovremeno znači i početak njegove smrti.

14. Prema našim dosadašnjim proučavanjima (doduše nedovoljnim pošto su bila kratkotrajna i imala objektivno kampanjski karakter), kao i iskustvu koje smo stekli proučavajući druge slične objekte ili koja već postoje u svetu, možemo pretpostaviti da će se **potpuno zarastanje jezera Ada Ciganlija desiti najviše za 8–10 godina**, što znači naš jezerski ekosistem prelazi u treću fazu i dostiže svoj puni klimaks.

15. Pri kraju treće faze i u stanju punog klimaksa, svi problemi u vezi sa našim nastojanjima da se održe osnovne funkcije i namene jezera (da se ovaj u suštini barski biotop trajno sačuva u stanju pseudojezera) **biće daleko teži a mere koje bi se preduzele sve manje efikasne**.

16. Zato sa svestranim proučavanjima jezera, pre svega ekološkim i hidrobiološkim, treba započeti već ove godine (pripremni radovi), a najkasnije od početka sledeće, 1984. godine.

17. Za sada je jezero još uvek **obraslo gotovo isključivo submerznom vegetacijom makrofita (i končastih alga)**, dok je makrofitska flotantna i emerzna vegetacija zanemarljiva. Ipak su i submerzne biljke izvanredno efikasne u procesu zarastanja jezera, što je i dovelo do sadašnjih problema. Njihova gustina (broj jedinki na jedinicu površine dna i zapremine vode) uglavnom je veoma velika, kao i socijalnost pojedinih biljnih vrsta (sve do vrednosti od 5.5 prema skali Braun–Blanquet), moć razmnožavanja (pre svega vegetativnog, ali i polnog pomoću semena i plodova, kao i vrlo efikasnog vegetativnog razmnožavanja turionima) takođe je izvanredna. Vitalnost ovih biljaka u razmnožavanju i osvajanju vodenog prostora je neobično velika, njihovo zdravstveno stanje kao i fotosintetička moć takođe su na velikoj visini, što potvrđuje veoma intenzivna zelena boja hlorofila i veliki broj bočnih pupoljaka i grančica; velika je i opšta produkcija fitomase, odnosno primarna organska produkcija. Sve ovo što je rečeno, a što počiva na našim proučavanjima i rezultatima odgovarajućih eksperimenata, upravo i objašnjava, bar delimično, brz tok zarastanja makrofitskom vegetacijom jezera Ada Ciganlija.

18. Od izvanredno velikog broja submerznih, flotantnih i emerznih makrofitskih vrsta, u florističkom rezervoaru spoljašnje sredine bliže i dalje okoline jezera, **od bitnog su značaja samo sledeće četiri: *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Ceratophyllum demersum* i u znatno manjoj meri *Potamogeton crispus*** (ostale vrste prisutne u jezeru su zanemarljive u pogledu svoje produkcione i invazione uloge).

19. Upravo ove napred navedene četiri vrste makrofita **predstavljaju prave invazione biljke**, koje su uz to imale i pionirsku ulogu u početnom osvajanju jezera. Međutim, one će i u trećoj fazi sukcesije, sve do klimaksa, i dalje imati glavnu ulogu, te im zato moramo posvetiti trajnu pažnju.

20. Inače rezervoar invazionog područja, u bliskoj i daljoj okolini Jezera, izvanredno je bogat vrstama koje učestvuju u naseljavanju i obrastanju vodenih staništa. Može se navesti preko 150 vrsta submerznih, flotantnih i emerznih biljaka, koje su potencijalni kandidati za naseljavanje u jezeru i za potpomaganje sukcesije i ponovnog zarastanja jezera i njegovog klimaksa. Zato će i naši napori biti složeni i dosta teški da ovaj u suštini barski ekosistem održimo u stanju trajnog pseudojezera.

21. U pogledu efikasnosti mehaničkog čišćenja plažnog dela jezera od makrofitskih biljaka i alga, a koje je vršeno putem jedne metalne džinovske dredže, konstruisane od strane stručnjaka preduzeća „Ivan Milutinović“, **može se dati najviša ocena**. Pre svega u očišćenom koridoru plažnog dela posle višekratnog povlačenja dredže zaostalo je (izgubljeno je) najviše 5% biljaka izraženo na jedinicu površine, **što se može smatrati odličnim rezultatom**. (U tome su pružili dragocenu pomoć gnjurci, koji su prema

uputstvima ekologa i hidrobiologa dali podatke o stanju biljaka u vodi i na dnu za vreme i posle čišćenja jezera).

22. Ovi gubici su u obliku 10–15 cm dugačkih patrijaka donjih delova biljaka ukorenjenih u podlogu, i to pre svega vrsta *Myriophyllum spicatum* i *M. verticillatum*. Međutim, zbog stanja njihove vitalnosti nisu posebno opasni: etiolorani su i sa malo vitalnih pupoljaka.

23. Za ponovno obrastanje plažnog dela jezera opasni su zaostali otkinuti delovi biljaka ili pak čitave zaostale biljke: iz njih se može regenerisati vegetacija makrofita, jer svaki nodus *Myriophyllum-a* može dati po dve bočne stabljike. Zato je neophodno da i posle čišćenja jezera odgovarajuća služba Ade Ciganlije organizuje sistematsko i stalno uklanjanje ovih plutajućih biljaka i njihovih otkinutih delova.

24. Naravno, glavni invazioni talas makrofita u ponovnom osvajanju plažnog dela doći će od frontalnih biljaka koje se u gustoj masi nalaze oko ovog očišćenog koridora i koje će sada, upravo zbog čišćenja, imati obilje svetlosti.

25. Prema našim proučavanjima i postavljenim eksperimentima brzina rastenja i bočnog grananja makrofitskih biljaka može biti 40–50 cm tokom jednog meseca, što znači oko 2 m u periodu juni–avgust, pa čak i do 6 m do kraja sezone, uzimajući u obzir maksimalne i optimalne mogućnosti razmnožavanja do kojih može doći. S obzirom da je širina očišćenog koridora 50 m, može se smatrati da je za ovu godinu efekat mehaničkog čišćenja dredžom apsolutno pozitivan i da je, u datim okolnostima, primena ove metode bila opravdana i jedino moguća. Za 1984. godinu može se verovati da obnavljanje makrofitske vegetacije u plažnom delu neće biti tako brzo i bujno da bi dovelo do njegovog ponovnog zarastanja. Dakle, mislimo da će efekat čišćenja imati produženo dejstvo i da će se ono bitno osećati bar u kupališnoj sezoni 1984. godine. Naravno, i u idućoj godini treba organizovati sakupljanje i odstranjivanje plivajućih makrofita, odnosno njihovih otkinutih delova.

26. S obzirom na znanja o ulozi makrofita u vodenim bazenima kojima raspolaže savremena hidroekologija mi ne možemo preporučiti potpuno odstranjivanje vodenih biljaka iz jezera Ada Ciganlija kao trajno rešenje problema, što inače ima pritalica među laicima i nedovoljno stručnim licima. Naprotiv, mi plediramo za očuvanje makrofitske vegetacije u jezeru, s obzirom na njihovu veoma pozitivnu i nezamenljivu ulogu u samoprečišćavanju jezera i održanju pozitivnog kiseoničnog bilansa. Pitanje je u kojoj količini i u kome sastavu treba održati makrofitsku vegetaciju a ne da li je treba potpuno uništiti. Uostalom, pokušaj potpunog uništavanja vodene vegetacije makrofita bio bi uzaludan posao s obzirom na prirodne ekološke zakone koji, naravno, vrede i za jezero Ada Ciganlija. O svemu ovome, razume se, daće preciznije zaključke buduća istraživanja, koja će, nadamo se, početi već u 1984. godini.

27. Postoje i mišljenja da bi korišćenje biljojedih riba, pre svega belog amura, radikalno rešilo problem u vezi sa prenamnožavanjem makrofita i procesom zarastanja jezera. Međutim, u ovom elaboratu ukazano je da upotreba biljojedih riba dovodi često, i u određenim slučajevima, i do negativnih posledica tako da njihova aktivnost može još više pospešiti proces zagađivanja, eutrofizacije i zarastanja. Pitanje primene biljojedih riba u slučaju jezera Ada Ciganlija treba da bude posebno pažljivo izučeno, a ta eventualna mera pod strogom i stalnom hidrobiološkom i ekološkom kontrolom. Recimo samo još i to, da upotreba belog amura i drugih biljojedih riba, suština te upotrebe i posledice, nisu tako jednostavni kao što se to često misli.

28. U stvari, izbor metoda ograničavanja masovnog razvića viših vodenih biljaka zavisi od konkretnih uslova i ne može biti jednoznačan. Neophodno je da se akumulirane dovoljno znanja za svestranu ocenu, kako pozitivne tako i negativne, uloge vodenih

biljaka u svakom konkretnom vodenom bazenu. To će omogućiti da se izabere optimalan stepen zarastanja datog vodenog bazena, a s tim u vezi i izbor odgovarajućih mera regulisanja veličine fitomase i brojnosti vodenih biljaka, kao i mesta gde ne želimo da ih bude, odnosno gde mogu i moraju da opstanu. U toj svetlosti i metod unošenja biljojedih riba treba da bude sagledan do kraja, bez ikakvog dramalizovanja i žurbe.

29. Posebno je važno da se shvati da u borbi protiv zarastanja i smrti jezera **inamo posla sa živim bićima** (pre svega makrofitičkim biljkama), sa njihovim ekosistemima, da život predstavlja izvanredno ekspanzivnu pojavu, da on ima svoju strategiju i taktiku kojima mora da se suprotstavi upravo naša razumna strategija i taktika, zasnovane pre svega na naučnim istraživanjima i naučnim rezultatima.

30. Kada je reč o jezeru Ada Ciganlija **mora se shvatiti da se radi o veoma složenom sistemu nežive i žive prirode, dakle o složenom ekosistemu** sa svim svojim specifičnim zakonitostima i u kome su ekološki ravnopravne sve njegove komponente, ne samo svet makrofita i alga (kao primarnih proizvođača organske materije), već i svet životinja (posebno planktonski i bentosni organizmi) kao potrošača te materije i najzad svet razlagača (pre svega bakterije) koji završava ciklus kruženja materije. Sve ove komponente, dakle i biljke i životinje i bakterije, imaju određenu ulogu i bitan specifičan značaj u ekosistemu i svi zajedno su odgovorni za problem eutrofizacije i zarastanja jezera Ada Ciganlija, koji nas neposredno interesuju pre svega u praktičnom pogledu.

31. Značajna je produkcija mikroskopskih alga i životinjskog naselja u zoni makrofitičke vegetacije predviđene za čišćenje, tako da ona vidno utiče na ukupnu bioprodukciju ovog dela jezerskog litorala. Izračunato je da na proučenih 12,5 ha površine obrasle višim vodenim biljkama biomasa fitofilnih i planktonskih oblika fito i zooplanktona iznosi oko 1390 kg, dok na istoj površini jezerskih sedimenata bentosni organizmi dostižu težinu od blizu 1100 kg. Najveći udeo u organskoj masi produkovanj na ovom delu litorala ima zoofitos sa svojom biomasom od gotovo 15.000 kg. Već samo i ove vrednosti, posebno što će one biti daleko veće u drugom periodu godine, sudeći prema sezonskoj fluktuaciji biomase većine ovih organizama, rečito govore o velikom doprinosu mikro i makronaselja vodene vegetacije u kruženju materije i eutrofizaciji jezera Ada Ciganlija.

32. Neki oblici faune u zoni makrofitičke vegetacije, pre svega sedimentatori i filtratori, imaju i veoma pozitivnu ulogu u samoprečišćavanju jezera. U tom pogledu izuzetan značaj pripada vrsti *Dreissena polymorpha*, koja je poznata kao vrlo efikasan filtrator a u ovom jezeru dostiže veliku biomasu čak i u proleće, kada se inače javlja njena minimalna vrednost. Zbog toga joj treba posvetiti posebnu pažnju u budućim istraživanjima, kao i svim onim organizmima koji mogu imati većeg udela u samoprečišćavanju i poboljšanju kvaliteta vode jezera Ada Ciganlija.

33. Smatramo da se praktičan problem zagađivanja, eutrofizacije i zarastanja jezera Ada Ciganlija, što sve vrlo verovatno može dovesti do njegovog iščezavanja kao jezerskog ekosistema i pretvoriti ga u visoko eutrofno baro pa i močvaru, **može rešavati jedino kroz odgovarajuća naučna istraživanja neposredno na samom jezeru i kroz eksperimentalni rad**. Ona bi bila pre svega ekološkog i hidrobiološkog karaktera, i trajala bi najmanje 2 do 3 godine. Limnološko odeljenje Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković” u Beogradu spremno je da se ovoga posla prihvati, da ga organizuje i vodi, i da predhodno izradi detaljan plan i program samoga projekta. Pri tome, naša je koncepcija da bi se određene praktične mere na suzbijanju eutrofizacije i previše brzog i bujnog zarastanja jezera makrofitama mogle primenjivati i u toku samog istraživačkog perioda, ne čekajući krajnje zaključke niti samu sintetsku projekciju na čitav problem jezera Ada Ciganlija, što će inače doći na kraju istraživanja.

LITERATURA

- Baranov, V. I. (1954): Hidrohiničeskij režim Cniljanskogo vodohranjilišča 1952–1953. god. – Izv. VNIORH, Ton 34.
- Bardach, J. E., Ryther, E. J., McLarney O. W. (1978): Aquaculture. – Willey–Int. (1–294).
- Beogradski vodovod 1892–1967. (Sedam i po decenija Beogradskog vodovoda) (1967) – Preduzeće beogradski vodovod i kanalizacija, Beograd.
- Drozdov, V. A. (1971): The productivity of zonal terrestrial plant communities and the moisture and heat parameters of an area. – Amer. Geograph. Soc., 12 (54–60).
- Dimitrijević, Lj. (1977): Dinamika fitoplanktona i ekološki uslovi u Savskom jezeru kod Beograda. – Magistrarski rad, PMF, Odsek za biološka nauke, (1–71), Beograd.
- Gessner, F. (1955): Hydrobotanik, I. Energieshaushalt. – VEB Deutsch. V. d. Wissen, (1–517), Berlin.
- Gessner, F. (1955): Hydrobotanik, II. Stoffhaushalt. – VEB Deutsch. V. d. Wissen, (1–701), Berlin.
- Gidrobiologija kanalov SSSR i biološkičke pomehi v ih eksploataciji. – „Naukova dumka”, (1–334), Kijev.
- Heyny, S. (1960): Oekologische charakteristik der Wasser- und Sumpfpflanzen in den Slovaki-schen Tiefebene (Donau- und Theissgebiet). – Slov. Akad. d. W. (1–487), Bratislava.
- Horvatić, S. (1930): Soziologische Einheiten der Niederungswiesen in Kroatien und Slovenien. – Acta bot., 5, Zagreb.
- Hutchinson, E. (1957): A Treatise on Limnology. Vol. I, New York, John W. and Sons, Inc. London, Chapman and Hall Ltd.
- Janković, M. M. (1954): Vegetacija Velikog Blata. – Glasn. Pr. muz., ser. B, knj. 5/6, Beograd.
- Janković, M. M. (1958): Ekologija, rasprostranjenje, sistematika i istorija roda *Trapa* L. u Jugoslaviji. – Srpsko biol. dr. (1–143), Posebna izd., 2, Beograd.
- Janković, M. M. (1971): Fitoekologija. – „Naučna knjiga”, Beograd.
- Janković, M. M. (1972): Ekološka studija problema zarašćivanja veštačkog jezera na primeru budućeg jezera na Novom Beogradu. – Glasn. Inst. za bot. i bot. bašte, T. VII, 1–4 (153–195), Beograd.
- Janković, M. M. (1974): Vodena i močvarna vegetacija Obedske bare. – Zborn. rad. Rep. zav. za zašt. prir. SR Srbije, 1, 4 (1–81), Beograd.
- Janković, M. M. (1981): Biologija životne sredine. – „Naučna knjiga”, (1–174), III izd., Beograd.
- Janković, M. M. (1985): Makrofite naše zemlje i mogućnosti proizvodnje i eksploatacije njihove biomase. – Glasn. Inst. za bot. i bot. bašte, Univ. u Beogr., T. XIX, 1985, Beograd.
- Janković, M. M., Janković, M., Martinović–Vitanović, V., Jakovčev, D., Kalafatić, V. (1983): Studija o povećanju biomase u Jezeru Ada Ciganlija i efekat njenog suzbijanja. – Elaborat (1–104), Inst. za biološka istraživanja „Siniša Stanković” (za potrebe Radne org. za obale, priobalja i rečne slivove Beograda „Hidroavod”, Beograd.
- Janković, M. M., Kojić, M. (1973): Potencijalne mogućnosti organske produkcije biljnog pokrivača Srbije. – „Ekologija”, Vol. 8, No. 2, (239–246), Beograd.
- Janković, J. M. (1966): Proučavanje fitoplanktona grošničke akumulacije. – Glasn. Bot. zav. i bašte Univ. u Beogradu, III (1–4), 141–174, Beograd.
- Janković, J. M. (1967): Limnološke karakteristike reke Batlave pre podizanja brane. – Ekologija, 2 (1–2), 33–49, Beograd.
- Janković, J. M. (1968): Hemijski sastav Batlavskog Jezera u prvoj godini po formiranju. – Ekologija, 3 (1–2), 59–76, Beograd.
- Janković, J. M. (1973): Proces naseljavanja i formiranja biocenoza fitoplanktona u Batlavskoj akumulaciji. – Ekologija, 8 (1), 33–44, Beograd.
- Kalafatić, V., Martinović–Vitanović, V., Jakovčev, D. (1984): Problemi sanacije Savskog jezera. – Vodoprivreda 16, 88–89 (1984/2–3), 246–248, Beograd.
- Kokin, A. K. (1982): Ekologija viših vodnih rastenja. – Izd. Mosk. univ. (1–158), Moskva.
- Krotkovič, T. R. (1982): Roj rastenja v ohrane vodojonov. – „Znanjije” (1–6), Moskva.
- Liech, H. (1972): Über die Primärproduktion der Pflanzendecke der Erde. – Angew. Botanik., 46 (1–37).
- Parde, J. (1959): Retour sur l'indice CVP de Paterson. – Rev. for. franc., 1 (50–53).
- Paterson, S. S. (1956): The Forest Area of the World and its Potential Productivity. – Goteborg: Universite Royal, 216.

- Popov, S. I. (1964): Trostnjikovije zarosliji kak sirevaja baza celjuljuzno-bumažnoj promišljenosti. – „Ljesnaja promišljenost”, (1–244), Moskva.
- Populjacionno–genetičeskije aspekti produktivnosti rastenij. – Red. Naljeckij. – „Nauka”, (1–162), Novosibirsk, 1982.
- Primary Productivity in Aquatic Environments; ed. G.D. Goldnan. – Un. Cal. Press, Berkley (1–464), 1966.
- Rodewald – Rudescu (1974): Das Schilfrohr (*Phragmites communis* Trinius). – Schweiertsche Verlagsbuchhandlung (1–302), Stuttgart.
- Sculthore C.D. (1971): The Biology of Aquatic Vascular Plants. – E. Arnold p., (1–610), London.
- Sinakov, T. Ju. (1982): Žiznj pruda. – „Kolos”, (1–208), Moskva.
- Slavnić, Z. (1956): Vodena i barska vegetacija Vojvodine. – Zborn. Mat. srpske, prir. nauke, 10, Novi Sad.
- Stanković, S. (1957): Ohridsko Jezero i njegov živi svet. – Kultura, Skoplje.
- Turesson, G. (1925): The plant species in relation to habitat and climate; Contr. to the knowledge of genecological units. – Hereditas.
- Weck, J. (1957): Neuere Versuche zun Problem der Korrelation: Klima und forstliches Productions–potential. – Forstarchiv, 11 (223–227).
- Weck, J. (1960): Klimaindex und forstliches Productions–potential. – Forstarchiv; 31, 7 (101–105).

Summary

MILORAD M. JANKOVIĆ, MIRJANA J. JANKOVIĆ

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE AND SOLUTION OF EUTROPHICATION AND OVERGROWING PROBLEM OF THE SAVA LAKE (ADA CIGANLIJA), NEAR BEOGRAD

Institute of Botany and Botanical Garden,
Faculty of Science, Beograd,
Institute for biological research „Siniša Stanković”, Beograd

The Sava lake, near Beograd, is formed by damming the right branch of the river Sava between the Čukarica riverside and the island Ada Ciganlija. The lake was made for the water economy benefit and for the sports and recreation purposes. The construction started in 1960 and the lake was put in operation in 1966. It is stretched out between the 9th and the 5th km of the river Sava, wide from 150 to 200 m, with the maximal depth of 12 m (also with the deeper sites), but with an average one of 4,5 m. The lake volume is about 4.000.000 m³ of the water. The most important macrophytes in the present stage of the eutrophication are *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Myriophyllum verticillatum* and *Potamogeton crispus*. The eutrophication is based on the allochthonous material (different organic and inorganic particules denudated from the neighbouring terrain) as well as on the autochthonous material (specially brought by the numerous swimmers).

The authors discussed the different methods for the improvement of the lake, specially the effect of the huge, metal rake for throwing out the plant biomass and mud from the lake sides. This operation was effective about three years and then the macrophytic vegetation overgrown again the clean side part of the lake. In the paper has been proposed also some other methods and the pattern of activities on this lake, important for Belgrade (in order to keep it clean and functionally operating).