

# Neka ispitivanja jezerskih voda u SR Hrvatskoj

I. Muljko, M. Tomec, E. Lovrić, Ž. Telišman

## UVOD

Svako jezero predstavlja životni prostor naseljen određenim skupinama organizama. Život u jednom takvom prostoru ovisi o skupu životnih uvjeta, bez kojih je život nemoguć.

Neophodne uvjete predstavljaju ekološki faktori kao što je: temperatura, u čijim se određenim granicama odigravaju svi životni procesi; voda, koja ulazi u sastav živih bića; kisik neophodan za disanje; hrana kao izvor energije i td.

Ti uvjeti kao i mnogi drugi nisu svagdje ostvareni u istoj mjeri i istoj kombinaciji, oni variraju na različitim točkama naseljenog prostora.

Toplina je jedan od najvažnijih regulatora životnih procesa, te igra važnu ulogu u dinamici jezera. Od geografske širine na kojoj se jezero nalazi zavisi termički režim, koji je značajan za dinamiku čitavog jezerskog ekosistema. Od njega ne zavisi samo tip stratifikacije jezerske vode a time i vertikalni raspored otopljenih tvari, nego i prostorni raspored jezerskih stanovnika, te intenzitet njihovog metabolizma.

Dr Ignac Munjko, CDO—Zavod Birotehnika, Zagreb. Mr Marija Tomec, Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. — Edo Lovrić, dipl. inž. kemije, Republički zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske u Zagrebu. — Mr Zeljko Telišman, Opće Vodoprivredno poduzeće, Zagreb.

Brojne vodene akumulacije građene su i grade se dalje u cilju njihovog iskorištavanja za proizvodnju električne energije, navodnjavanje zemljišta, uzgoj riba, zaštitu erodiranih površina, osiguranje naselja vodom za piće i rekreativne centre.

U ovom radu ispitano je nekoliko jezera koje se slabo ispituju, a čije vode (i okolina) služe za rekreaciju i sportski ribolov.

U SR Hrvatskoj imamo vrlo malo podataka o ispitivanju fizikalno-kemijskih, kemijskih i bioloških karakteristika pojedinih jezera Pavletić i Matonićkin 1973, 1974., Črc i Munjko 1974., Munjko et al., 1976.

Cilj našeg rada bio je ispitivanje nekih parametara, kako bi se dobila orijentaciona slika sastava nekih jezerskih biotopa. To je samo mali prilog poznavanju limnologije nekih jezera uz ispitivanje utjecaja, industrije i promete na sastav jezerskih voda.

Ispuštanje nepročišćenih voda, bacanje smeća, a naročito ambalaže od motornih ulja, pranje automobila, ispuštanje ulja i onečišćenih plinova u neposrednoj blizini vode ima svoj negativni odaziv na kvalitet vode, količinu i kvalitet ribljeg mesa. Iz literature su poznate posljedice navedenih odnosa otpad-voda-životinjski i biljni svijet u vodi (Liebmann, 1960). Ispitivanja su važna kod poduzimanja odgovarajućih mjera i korisnih akcija prema Zakonu o vodama (Na-

rodne novine Br. 53/1974), Uredbi o klasifikaciji voda... (Službeni list SFRJ br. 6., str. 145—147, od 10. 2. 1978.) i Odluci o MDK nekih supstanci u vodi (Službeni list SFRJ br. 8., str. 185—187, od 17. 2. 1978).

## MATERIJAL I METODA RADA

Uzorci vode za kemijsku analizu uzimani su u čiste flaše od jedne litre, a za bakteriološku analizu u sterilne bočice od 250 ml. Na samom mjestu uzimanja uzorka vode mjerila se temperatura zraka i vode, te fiksirao otopljeni kisik. Za određivanje fito i zooplanktona materijal se sakupljao pomoću planktonske mrežice.

Fizikalno-kemijske i kemijske analize rađene su po JUS—standardima i internacionalnim standardima (ASTM i DIN) za pitke vode, dok su alge i zooplankton određivani po određenim ključevima (Fott, Geitler, Pascher, Car, Brauer, Welch idr).

Od jezera ispitivali smo jezero Čiče kod Velike Gorice, Plitvička jezera, jezero OKI na Žitnjaku, te neke manje škljunačare kod Samobora i Bedekovčine.

## REZULTATI

Vodni kompleks jezera Čiča nalazi se u neposrednoj blizini V. Gorice. Sačinjavaju ga četiri veća jezera, koja se još danas iskorištavaju kao aktivne škljunačare, a jedan dio najvećeg jezera koristi se kao centar za sportove na vodi.

Uzimanje uzoraka izvršeno je dana 16. 10. 1977. s početkom u 9 sati po lijepom i sunčanom vremenu, a završeno je u 18<sup>15</sup> sati istog dana.

Temperatura zraka iznosila je od 13,0° C u 9 sati 16,2° C u 14 sati i 11,8° C u 18<sup>15</sup> sati.

Temperatura vode u ovisnosti o dubini i vanjskoj temperaturi kretala se u granicama između maksimalne od 16,4° C i minimalne od 13,2° C.

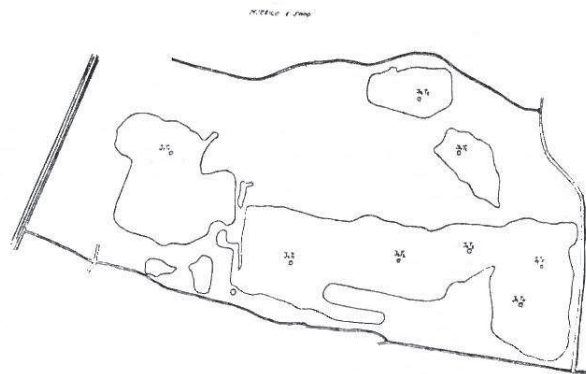
Vode jezera ispitane su kemijski u širem sanitarnom smislu, tj. uz neke parametre važne za ocjenu kvalitete površinskih voda, te mikrobiološki i biološki.

Mjesta uzimanja i broj uzoraka odabrani su prema veličini jezera, tako da je u tri manja jezera uzet po jedan uzorak, a u najvećem jezeru pet uzoraka.

Broj uzoraka na mjestu uzimanja uzoraka, tj. profilu, ovisio je o mjerenju dubine, tako da je do dubine od 12 metara uzeto dva uzorka na površini i pri dnu, a na dubinama većim od 12 m tri uzorka — na površini na sredini i pri dnu.

Za biološku ocjenu kvalitete uzeto je šest uzoraka i to sve potezi od dna prema površini. Analitički rezultati prikazani su tabelama zbog bolje preglednosti i lakšeg upoređivanja.

Mjesta uzimanja uzoraka označena su na situacionoj skici jezera Čiče s oznakama: J<sub>1</sub> T<sub>1</sub>, J<sub>2</sub> T<sup>1</sup> — J<sub>2</sub> T<sub>2</sub>, J<sub>3</sub> T<sub>1</sub>, J<sub>4</sub> T<sub>1</sub> i vrijednostima o dubini na tim mjestima, (vidi sliku 1.).



Slika 1 Jezero Čiče kod Velike Gorice sa označenim mjestima uzimanja uzorka vode i fitoplanktona

Voda jezera J<sub>1</sub> pokazuje manje odstupanja u odnosu na ostala. Sadrži slobodni amonijak u količini od 0,0388 mg/l kao dušik, te veću ukupnu tvrdoću i alkalitet. Sadržaj kisika je nešto manji, a BPK<sub>5</sub> pokazuje vrlo malu vrijednost i kreće se između 0,2 i 0,7 mg/l O<sub>2</sub>. Ukupni sadržaj ulja i fenola više ili manje premašuje maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) za vode koje služe za piće. U biološkom smislu voda je oligosaprobna, a prema svim pokazateljima o klasifikaciji površinskih voda spada na granicu prve i druge vrste (Narodne novine br. 33/1967.).

Mikrobiološki voda ne pokazuje veća zagađenja ni koliformnim bakterijama a niti ukupnim brojem svih živih mikroorganizama u 1 ml vode.

Kvalitet vode jezera J<sub>2</sub> ne pokazuje velike oscilacije od profila do profila, a isto tako niti po dubini, osim u količini suspendiranih tvari, ukupnih fenola i ulja. Sadržaj kisika je prilično visok, a BPK<sub>5</sub> malen. Biološke analize saprobnosti pokazuju da je voda na svim profilima oligosaprobna. Prema uredbi o klasifikaciji površinskih voda mogli bi je svrstati na granicu prve i druge vrste. U mikrobiološkom smislu voda ne pokazuje znatna zagađenja.

Jezero J<sub>3</sub> i J<sub>4</sub> po kvaliteti vode malo se razlikuje od vode jezera J<sub>2</sub>, osim u nešto povećanom sadržaju klorida od 18,0 i 16,0 mg/l, te povećanju utroška KMnO<sub>4</sub>, što navodi na prisutnost nešto veće količine huminskih kiselina (organskih tvari). Količine dušikovih soli (sl. amonijaka, nitrita i nitrata) su vrlo male ili ih nema. Ukupna tvrdoća pokazuje također nešto manju vrijednost. Koncentracije fenola ulja prelaze MDK za vode koje služe za piće. Količina kisika je veća u odnosu na druga jezera, a isto tako i BPK<sub>5</sub> pokazuju da je voda oba jezera mezosaprobna, a prema klasifikaciji voda išla bi u vode prve i druge vrste.

Ukupno uzevši teško je uočiti neku pravilnost i vezu između pojedinih parametara u odnosu na mjesto uzimanja uzorka i dubinu, upravo zbog toga što su, kako je već spomenuto, jezera Čiče škljunačare u eksploataciji, pa dolazi do stalnog mješanja slojeva vode u samom jezeru. U prilog tome govore i rezultati pri-



**Tablica 1.**

**Vrste biljnih organizama na postaji J<sub>1</sub>T<sub>1</sub>**

Vrsta	Stupanj saprobnosti	Učestal. (Knöpp)
Cyanophyta		
Oscillatoria irrigua Gom.	—	1
Chrysophyta		
Diatomeae		
Achnanthes nodosa A. Cl.	—	1
Amphora ovalis Kütz.	oligo—beta	1
Asterionella formosa Hass.	oligo—beta	5
Cyclotella sp.	—	1
Cymbella affinis Kütz.	oligo—beta	1
Cym. ampicephala Näg.	—	1
Cym. tumidula Grun.	—	3
Fragilaria crotonensis Kitt.	oligo—beta	2
Comphonema lanceolatum Ehr.	—	1
Melosira varians Ag.	beta	3
Navicula radiosa Kütz.	oligo—beta	1
N. radiosa v. tenella Grun.	xeno—oligo	1
Nitzschia sigmoidea W. Sm.	beta	2
Stauroneis anceps Ehr.	beta	2
Surirella ovata Kütz.	beta	1
Synedra acus v. angustissima Grun.	oligo	4
Sy. ulna Ehr.	beta	1
Pyrrhophyta		
Ceratium hirundinella Schr.	oligo	6

INDEKS SAPROBNOSTI (Pantle-Buck): oligo—beta mesosaprobnostna zona  
 RELATIVNI BONITET: 100%  
 RELATIVNI SAPROBITET: 0%

**Tablica 2.**

**Vrste biljnih organizama na postaji J<sub>2</sub>T<sub>2</sub>**

Vrsta	Stupanj saprobnosti	Učestal. (Knöpp)
Chrysophyta		
Diatomeae		
Asterionella formosa Hass.	oligo—beta	2
Cyclotella ocellata Pant.	—	3
Eucocconeis flexella Kütz.	—	1
Fragilaria crotonensis Kitt.	oligo—beta	2
Gyrosigma attenuatum W. Sm.	beta	1
Melosira varians Ag.	beta	1
Nitzschia dissipata Grun.	oligo—beta	1
Ni. palea W. Sm.	alfa	1
Surirella ovata Kütz.	beta	1
Pyrrhophyta		
Ceratium hirundinella Schr.	oligo	3
Chlorophyta		
Closterium prorum Bréb.	—	2
Rhodophyta		
Chantransia chalyea Fries.	oligo	1

INDEKS SAPROBNOSTI (Pantle-Buck): oligo—beta mesosaprobnostna zona  
 RELATIVNI BONITET: 94%  
 RELATIVNI SAPROBITET: 6%

kazani u tabeli, a možda je najbolji pokazatelj temperatura vode, koja se po dubini vrlo malo mijenja.

Rezultati analiza pokazuju da bi se vode jezera Čiče, nakon određenog tehnološkog postupka, mogle upotrebiti za vodoopskrbu pitkom vodom.

Uz to, svakako je potrebno naglasiti, da su ovo samo orijentacioni rezultati, budući da bi se mogao dati konačan odgovor o kvaliteti, tj. o promjenama kvalitete tih voda, potrebno je izvršiti niz sličnih ispitivanja i zabraniti sve aktivnosti na tim vodama.

**Tablica 3. Vrste biljnih organizama na postaji J<sub>2</sub>T<sub>1</sub>**

Vrsta	Stupanj saprobnosti	Učestal. (Knöpp)
Chrysophyta		
Diatomeae		
Asterionella formosa Haas.	oligo—beta	2
Caloneis bacillum Mer.	xeno—oligo	1
Cyclotella ocellata Pant.	—	2
Navicula rostellata Kütz.	beta	1
Pyrrhophyta		
Ceratium hirundinella Schr.	oligo	3

INDEKS SAPROBNOSTI (Pantle-Buck): oigosaprobnostna zona  
 RELATIVNI BONITET: 100%  
 RELATIVNI SAPROBITET: 0%

**Tablica 4. Vrste biljnih organizama na postaji J<sub>2</sub>T<sub>1</sub>**

Vrsta	Stupanj saprobnosti	Učestal. (Knöpp)
Chrysophyta		
Chrysophyceae		
Dinobryon divergens Imh.	beta	5
Diatomeae		
Asterionella formosa Hass.	oligo—beta	1
Cyclotella ocellata Pant.	—	6
Cymbella amphicephala Näg.	—	1
Cy. affinis Kütz.	oligo—beta	1
Cy. tumidula Grun.	—	1
Eucocconeis flexella Kütz.	—	1
Fragilaria crotonensis Kitt.	oligo—beta	5
Gomphonema intricatum v. pumilum Grun.	oligo	1
Navicula radiosa Kütz.	oligo—beta	2
Nitzschia acicularis W. Sm.	alfa	1
Ni. palea W. Sm.	alfa	1
Synedra acus v. angustissima Grun.	oligo	2
Nitzschia stagnorum Rabenh.	beta	1
Pyrrhophyta		
Ceratium hirundinella Schr.	oligo	5

INDEKS SAPROBNOSTI (Pantle-Buck): beta-mesosaprobnostna zona  
 RELATIVNI BONITET: 93%  
 RELATIVNI SAPROBITET: 7%

**Tablica 5. Vrste biljnih organizama na postaji J1T1**

Vrsta	Stupanj saprobnosti	Učestal. (Knöpp)
<b>C h r y s o p h y t a</b>		
Chrysophyceae		
Dinobryon divergens Imh.	beta	7
Diatomeae		
Cyclotella ocellata Pant.	—	3
Fragilaria crotonensis Kritt.	oligo—beta	4
Nitzschia acicularis W. Sm.	alfa	4
Synedra acus v. angustissima Grun.	oligo	6
<b>P y r r o p h y t a</b>		
Ceratium hirundinella Schr.	oligo	3
<b>C h l o r o p h y t a</b>		
Ankistrodesmus falcatus Ralfs	beta—alfa	2

INDEKS SAPROBNOSTI (Pantle-Buck): beta-mesosaprobna zona

RELATIVNI BONITET: 75%

RELATIVNI SAPROBITET: 25%

Saprobioološka analiza vode jezera Čiče od prosinca 1977 vidi se iz tablica 1—5.

Jedno od najbolje ispitanih jezerskih voda, su vode »nekadašnje šljunčare« OKI u krugu poduzeća INA-OKI na Žitnjaku kod Zagreba, veličine cca 0,4 km<sup>2</sup>, koje je poribljeno od strane Društva sportskih ribolovaca OKI, kojima služi za rekreaciju i službena takmičenja. U slučaju potrebe jezerska voda može poslužiti za tehnološku vodu ili protupožarnu vodu, stoga su na jezeru instalirane crpne pumpe, dok kontrolu kvalitete vode, jednom tjedno ispituje Laboratorij za kontrolu voda INA-OKI-Zagreb.

Prema više godišnjim analizama voda jezera OKI zapazio se nepoželjan utjecaj ispiranja površina gdje se spaljivao razno razni otpad iz pojedinih pogona u blizini jezera (ulovljene ribe imale su miris po polietilbenzenu, dietilbenzenu, butilbenzenu i trietilbenzenu), zatim utjecaj otpadnih voda Glavnog odvodnog kanala Zagreb—Ivanja Rijeka, koji prolazi u neposrednoj blizini jezera, te sami sportski ribolovci koji ostavljaju na obali uz samu vodu ili bacaju u vodu razno razni otpad, a najčešće komade ekspandiranog polis-

**Tablica 6.**

**Rezultati ispitivanja voda jezera Čiče 16. 10. 1977. god.**

Mjesto i dubina vode	Ulja mg/1	Fenoli ug/1	Otopljeni kisik mg/1	BPK <sub>5</sub> mg/1	Žareni ostatak mg/1	NBK 100	Br. bakterija u ml
J1T1—površina	0,26	2,0	7,5	0,7	316	5	46
J1T1—15 m	0,28	2,2	6,8	0,3	342	8	95
J1T1—30 m	0,33	11,8	6,3	0,2	286	8	109
J2T1—površina	0,08	4,4	9,1	0,8	242	2	180
J2T1—10 m	0,44	4,2	8,8	0,3	186	14	83
J2T2—površina	0,37	6,7	9,0	1,0	233	∅	30
J2T2—7 m	0,30	14,5	8,7	1,1	257	5	80
J2T2—14 m	0,37	14,5	8,5	0,9	184	2	60
J3T3—površina	0,09	13,4	8,8	1,1	256	∅	23
J3T3—12 m	0,33	7,1	8,5	0,5	152	2	106
J2T3—24 m	0,66	8,9	8,5	0,7	262	8	126
J2T4—površina	0,48	9,0	8,9	1,0	217	∅	15
J2T4—10 m	0,39	8,9	8,6	0,5	78,4	2	34
J2T4—26 m	0,33	3,3	8,4	0,1	136	2	80
J2T5—površina	0,45	8,5	9,2	1,2	143	∅	70
J2T5—10 m	0,36	7,2	9,0	0,9	160	5	115
J2T5—18 m	0,33	3,7	8,9	1,0	195	8	110
J3T —površina	0,11	1,9	11,8	3,9	81	∅	17
J3T —5 m	0,09	4,5	10,5	2,1	193	2	85
J4T —površina	0,28	4,4	11,9	2,3	95	2	30
J4T —7 m	0,20	5,0	10,9	1,6	102	2	47

Radi boljeg uvida u preliminarne rezultate jezera Čiče, dati ćemo u tablici 6 minimalne i maksimalne vrijednosti za neke parametre, koji nam mogu koristiti kod budućih ispitivanja kvalitete jezerske vode za određene namjene.

tirena, te ambalažu iz tvorničkog restorana. Od 1977. god., uz samo jezero ide industrijski kolosjek za tvornicu OKI i tek na apel sportskih ribolovaca, sprečena je odvodnja oborinskih voda sa željezničkog kolosjeka u jezero.



Tablica 7.

Rezultati analiza voda jezera Čiče, prikazani kao minimum i maksimum

Vrsta analize i jedinica	Jezero J <sub>1</sub>	J <sub>2</sub>	J <sub>3</sub>	J <sub>4</sub>
pH—vrijednost	8,1—8,4	8,1—8,5	8,2	8,2—8,3
Kloridi mg/1	8,0—10,0	10,1	18,0	16,0
Utrošak KMnO <sub>4</sub> mg/1	4,5—6,3	3,0—7,8	9,0—9,9	7,5—7,8
Nitriti mg N <sub>2</sub> /1	0,0015	0,003—0,0045	ϕ	0,0015
Nitrati mg N <sub>2</sub> /1	2,26	1,35—2,26	0,9	0,9
Ukupna tvrdoća °nj	18,2	14,2—15,5	13,9	13,5
Suspendirane tvari mg/1	3,4—31,4	12,4—103,0	20,0—21,0	20,0
Sulfati mg SO <sub>4</sub> /1	60—69	26—60	42—47	47—56

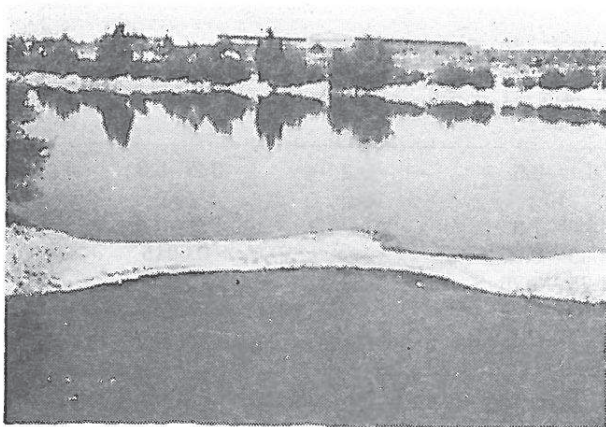
Analiza voda jezera INA-OKI-Zagreb na Žitnjaku od 13. 6. 1970., do 14. 9. 1979. god.

Vrsta analize i jedinica	Minimalna vrijednost	Maksimalna vrijednost	Prosječna vrijednost	Najučestalija vrijednost
Boja mg Hz/1	0	20	25	0
Miris	bez	trulež i CH	—	trulež
pH—vrijednost	6,7	8,5	7,6	8,0
Isparni ostatak na 105°C mg/1	243	573	395	340
Silikati mg SiO <sub>2</sub> /1	3,0	4,4	4,1	3,7
Željezo mg Fe/1	0,0	9,0	3,0	0,0
Aluminij mg Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /1	0,0	trag	trag	trag
Kloridi mg/1	12,0	139,0	27,7	22,7
Amonijak mg N/l	0,0	0,03	0,02	0,0
Nitriti mg N/1	0,0	0,01	0,003	0,0
Sulfati mg SO <sub>4</sub> /1	31,0	111,0	75,9	73,0
Utrošak KMnO <sub>4</sub> mg/1	4,0	82,0	28,6	25,0
Slobodni CO <sub>2</sub> mg/1	0,0	5,3	0,4	0,0
Vezani CO <sub>2</sub> mg/1	50,6	99,0	88,0	85,8
Otopljeni kisik mg O <sub>2</sub> /1	4,1	16,5	8,4	ovisi o sezoni
p—alkalitet mval/1	0,0	0,3	0,05	0,0
m—alkalitet mval/1	2,3	4,5	4,0	3,9
Ukupna tvrdoća °nj	7,0	21,0	13,3	12,0
Karbonatna tvrdoća °nj	6,4	12,6	11,2	10,9
Nekarbonatna tvrdoća °nj	0,6	8,4	2,1	1,1
Hidrokarbonat mg HCO <sub>3</sub> /1	140,0	237,0	227,9	211,0
CaO mg/1	28,0	104,0	65,0	70,0
MgO mg/1	7,9	43,9	32,4	39,6
Ulja mg/1	0,2	8,5	2,1	1,1
Fenol mg/1	0,000	2,280	0,016	0,006
NBK/100 ml	0	24000	1500	3800
Br. bakterija u ml	8	4800	524	240

Želimo naglasiti, da u ispitivanom periodu nije došlo do pomora riba u jezeru OKI, iako su analize pokazivale kritično stanje uslijed vrlo niskog vodostaja i sekundarnog zagađenja. Kod smanjenja otopljenog kisika ispod 5 mg/1, jezerska voda se aerirala po par dana pomoću crpnih pumpi, koje su instalirane na jezeru.

Želimo napomenuti, da je na jezeru »OKI« bilo određeno šest mjesta za uzimanje uzoraka vode, po shemi »latinskog kvadrata«. Također, su se za potre-

be sportskih ribolovaca Zagreb ispitivale vode: »Šoderica« — Savski Marof (na 4 mjesta), Bobovica (2 mjesta), Bajer — Konščina (na 3 mjesta), Ribnjak-Donja Stubica (1 mjesto), Soblinec (na 3 mjesta), Savica (na 3 mjesta), Bundek (na 4 mjesta), izlaz kolektora »Pliva« u Savskom Marofu, te potoci Bregana i Gradna (na 5 mjesta od izvora do ceste Zagreb-Ljubljana), od 5 do 8 mjeseca 1977.—1979. godine, a dobivene rezultate ispitivanja prikazujemo kao minimalne i maksimalne vrijednosti u niže navedenim tablicama 8, 9 i 10.



Dio poribljenog jezera OKI



Privremeno ali nedopustivo uvođenje površinskih voda sa željezničkog nasipa u jezeru OKI

Tablica 8

Rezultati ispitivanja voda Šoderice kod Savskog Marofa, Bobovica, Bajer—Konščina i Ribnjaka Donja Stubica (11. 8. 1978.).

Vrsta analize i jedinica	Šoderica Sav-Marof	Bobovica Velika i Mala	Bajer Konščina	Ribnjak D. Stubica
pH-vrijednost	7,3— 8,0	7,8— 8,3	8,1— 8,4	7,3
Ca-tvrdoća °nj	10,6— 12,8	7,8— 10,4	7,8— 8,8	10,2
Mg-tvrdoća °nj	4,9— 5,5	5,4— 7,3	4,3— 5,2	2,6
m-alkalitet mval/l	4,4— 5,1	4,3— 5,2	4,5— 5,0	4,3
Klorid mg/l	22,0— 58,0	7,0— 12,0	14,0— 25,0	13,0
Isparni ostatak mg/l	325—480	307—330	300—364	356,7
Utrošak KMnO <sub>4</sub> mg/l	34— 53	35— 37	44 — 70	28,4
Amonijak mg NH <sub>3</sub> /l	0,14— 0,42	0,1— 0,22	0,10— 0,16	ϕ
Silikati mg SiO <sub>2</sub> /l	1,5— 7,0	1,3— 3,1	5,2— 14,1	9,2
Ulja mg/l	0,1— 0,5	0,5— 0,6	0,2— 0,4	0,3
KPK mg O <sub>2</sub> /l	5,6— 9,4	2,2— 3,5	9,0— 14,0	7,1
BPK <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	0,8— 4,2	1,6— 2,0	1,0— 1,8	1,8

Prema dobivenim rezultatima (tablica8) spomenute vode nalaze se po kvaliteti u 1 razredu (osim Šoderice 1 i 2 razred) prema BPK-vrijednostima, ali u ljetno

vrijeme stalno sadrže znatne količine amonijaka (osim Ribnjaka).

Tablica 9

Ispitivanje nekih tekućica za potrebe sportskih ribolovaca Zagreb (Gradna Rudarska i Lipovačka, Bregana, Sutla na 6 mjesta i Kolektor otpadnih voda Plive u Savskom Marofu (od 1977. do 1979. god., vrijednosti prikazane kao minimum i maksimum.

Vrsta analize i jedinica	Gradna Lipovačka	Gradna Rudarska	Bregana	Sutla	Kolektor »P« Savski Marof
pH-vrijednost	8,1— 8,5	8,0— 8,4	7,9— 8,4	8,2— 8,4	6,1— 7,2
p-alkalitet mval/l	0,0— 0,3	0,0— 0,2	0,0— 0,3	0,1— 0,4	0,0
m-alkalitet mval/l	4,5— 4,9	4,8— 5,3	5,0— 8,7	4,9— 5,0	2,5— 3,1
Ca-tvrdoća °nj	8,0— 9,3	9,2—14,2	8,0— 9,2	15,7—17,6	11,8— 35,1
Mg-tvrdoća °nj	7,1— 9,3	5,7— 8,9	5,6— 7,1	10,3—12,3	5,8— 25,6
Isparni ostatak mg/l	320—480	307—329	217—360	— —	2170—2521
Ulja mg/l	0,1— 0,4	0,3— 0,5	0,1— 1,3	0,1— 0,4	12,3— 58,0
Silikati mg SiO <sub>2</sub> /l	2,8— 4,4	3,1— 5,0	2,5— 3,8	— —	— —
Amonijak mg NH <sub>3</sub> /l	0,0— 0,26	0,0— 0,1	0,0— 0,1	0,0— 0,1	— —
KMnO <sub>4</sub> mg/l	15,8— 28,0	22,1—31,0	3,1—25,0	6,4—11,4	3100—4000
Kloridi mg/l	7,0— 15,1	5,0— 8,0	5,0—10,0	9,0—15,0	— —
KPK mgO <sub>2</sub> /l	2,8— 5,3	6,1— 9,2	3,1— 4,0	4,0— 7,4	948—1280
BPK <sub>5</sub> mg O <sub>2</sub> /l	0,2— 1,0	0,4— 1,7	1,6— 4,8	0,3— 1,5	1200—2700



Iz dobivenih rezultata tablice 9. vidimo da vode ispitanih tekućica nalaze se u 1 razredu, osim Bregane iza Remontnog zavoda, dok Rudarska Gradna iz kožare (J. Bana) sadrži fenole od 0,003 do 0,004 mg/l i fosfate od 0,5 do 3,16 mg/l. Na kraju tablice vidimo sa kojim opterećenjem izlaze otpadne vode pogona »Plive« u vode rijeke Save.

U tablici 10 dajemo dobivene rezultate za vode Savice, Soblinec, Bundeck i posudene rezultate od Republičkog zavoda za zaštitu prirode SR Hrvatske (inž. T. Kovač—Cencić) za Prošćansko jezero (dubina 36,7 m i providnost 5,2 m) radi komparacije. Vode Savice, Soblinca i Bundecka sadrže tvari (fenol, amonijak i nitrite) koje govore o znatnom zagađenju porobljenih voda, koje služe sportskim ribolovcima za rekreaciju i takmičenja.

koji su produkt razgradnje organskih tvari, koje su došle sa površine jezera.

U tablici 11 dat ćemo jednokratne rezultate ispitivanja nekih površinskih voda Nacionalnog parka Plitvička jezera za 22. 9. 1978. godine. Ti rezultati samo su prilog brojnim rezultatima ispitivanja, koji se čuvaju kod raznih institucija (fakulteta, zavoda i sl.). Tako, da ovi rezultati daju samo parcijalnu i jedinstvenu ocjenu istraženih voda, jer nisu obuhvaćeni mnogi aspekti narušavanja čovjekove okoline. Kod nas na problemu zaštite voda još uvijek nedostaju korelacioni odnosi između pojedinih elemenata i komponenata kod istraživanja voda (istovremeno zraka, tla vodenih organizama i dr.) jer nema dovoljno razvijenog sistema monitoringa i detekcije, nema jedinstvene metodologije ispitivanja, nisu ujednačeni vidovi istraživanja, pa za-

**Tablica 10**

**Rezultati ispitivanja nekih jezerskih voda samo u ljetnoj sezoni od 1977. do 1979. god., dok se rezultati za Prošćansko jezero odnose na jednokratno ispitivanje 21. 8 1976. god.**

Vrsta analize i jedinica	Savica	Soblinec	Bundeck	Prošćansko jezero		
				0 m	15 m	35 m
pH-vrijednost	8,0— 8,2	7,3— 8,0	7,4— 8,1	8,4	8,3	8,2
Ukupna tvrdoća °nj	9,3— 9,7	1,9— 3,9	10,4—12,7	12,6	12,6	12,8
Ca-tvrdoća °nj	6,3— 6,8	1,6— 3,6	7,0— 9,1	—	—	—
m-alkalitet mval/l	3,1— 3,7	0,34—0,45	3,1— 4,0	4,1	4,1	4,3
Amonijak mg/l	0,1— 0,2	0,1— 0,2	0,1— 0,2	0,0	0,0	0,1
Nitriti mg/l	0,004—0,02	0,0—0,002	0,0—0,02	0,001	0,0	0,001
Fosfati mg/l	— —	— —	— —	0,0	0,0	0,05
Slobodan CO <sub>2</sub> mg/l	— —	— —	— —	0,0	0,0	1,0
Otopljeni O <sub>2</sub> mg/l	3,6— 6,7	4,1— 8,2	4,5— 7,6	11,2	9,6	6,2
KMnO <sub>4</sub> mg/l	22,1—28,4	15,8—31,6	18,9—45,0	0,3	0,5	2,0
Kloridi mg/l	8 —10	4 —10	8 —10	4,0	4,0	4,5
Ulje mg/l	0,5— 1,6	0,34— 0,45	0,6— 2,0	—	—	—
Fenol mg/l	0,037— 0,071	0,014— 0,045	0,027— 0,070	—	—	—
BPK <sub>5</sub> mg/l	— —	— —	— —	0,3	φ	φ
NBK/100	2400—24000	200—3800	500—2400	5	—	0

Interesantni ali logični rezultati dobiveni su za Prošćansko jezero tj., da na dubini od 35 m (neznatno iznad dna) imamo smanjenu topivost kisika i povećane fosfate, nitrite, ugljični dioksid, kloride, te amonijak,

to ne znamo točno stanje i kretanje narušavanja životne sredine. Također se ne usvajaju kako treba propisi i društvene norme ponašanja, koji su potpuno ostvarljiv kod datih tehnoloških i materijalnih uslova.

**Tablica 11**

**Neka ispitivanja površinskih voda u Nacionalnom parku Plitvička jezera za 22. 9. 1978. godine**

Vrsta analize i jedinica	1	2	3	4	5	6	7	8
	B	C	M	R	Kj	P	G	Lj
pH-vrijednost	7,7	7,6	7,5	8,2	8,6	8,4	7,9	8,3
Ukupna tvrdoća °nj	12,0	9,2	10,6	14,4	11,2	12,3	13,7	12,6
Kloridi mg/l	6,0	5,0	5,5	3,6	7,8	7,0	6,0	3,5
Sp. vodljivost uS/cm	343	417	385	350	364	360	380	350
KMnO <sub>4</sub> mg O <sub>2</sub> /l	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,6	0,5	0,9
Slobodan CO <sub>2</sub> mg/l	5,0	6,0	5,0	0,0	—	—	2,0	3,0
Otopljen O <sub>2</sub> mg/l	11,6	10,4	11,0	9,7	9,6	11,2	10,6	9,4
BPK <sub>5</sub> mg/l	0,6	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6
Amonijak mg NH <sub>3</sub> /l	0,1	0,05	0,0	0,1	0,0	0,05	0,05	0,1
NBK/100	10	22	38	240	240	38	240	240
Br. bakterija u ml	70	29	37	76	31	45	500	110

**Oznake:** 1B—Bijela rijeka, 2C—Crna rijeka, 3M—Matice, 4R—Rječica, 5Kj—Kozjak jezero, 6P—potok Plitvica, 7G—Gacka, 8Lj—Lička Jasenica



## ZAKLJUČAK

U ovom radu po prvi puta se daju rezultati ispitivanja voda jezera Čiče kod Velike Gorice, koje po kvaliteti spadaju u I razred, pa se mogu koristiti u rekreativne svrhe, dok se ne bi mogle koristiti za piće, jer sadrže fenole iznad MDK. Ova korisna ispitivanja voda jezera Čiče trebalo bi nastaviti, radi što boljeg i većeg korištenja.

Također smo za potrebe sportskih ribolovaca ispitivali vode nekih šljunčara i potoka, koji se koriste za sport i rekreaciju, uz napomenu, da sa sanitarnog aspekta ne bi sportskim ribolovcima preporučili rekreaciju na Savici i Savi nakon primanja otpadnih voda.

Također dajemo neka ispitivanja površinskih voda u Nacionalnom parku Plitvička jezera, koja se koriste za sport i rekreaciju mnogih izletnika.

Još jednom napominjemo, da je zaštita čovjekove okoline kompleksna problematika i zahtjeva interdisciplinarna ispitivanja. Međutim, dosadašnji rezultati istraživanja prenasiglasili su pojedine momente (ekonomski, prometni, urbanistički), dok je društveno odgovorni i obrazovni slabo ili nikako naglašen, zato u traženju konačnih rješenja zaštite životne sredine od zagađivanja treba podvrgnuti dubljim i svestranim istraživanjima i znanstvenoj verifikaciji.

## LITERATURA

1. Car, L., 1906: Das Mikroplankton der Seen des Kartes Annales de biologi Lacustre. 1, 7.
2. Fott, B., 1933: Die Schwebenflora des Ochridsees. Bull. Inst. et Jard. Botan. Univers. Belgrad 2/3.
3. Munjko, I., Crc, Z., 1974: Neka biološka i kemijska ispitivanja jezera Bundek. Voda i san. teh. God. 4(1-2), 13-17.
4. Munjko, I., Crc, Z., Meštrović, B., Kovač-Cencić, T., 1976: Prilog poznavanja nekih jezera u SR Hrvatskoj. Vodoprivreda. God. 8(42), 22-26.
5. Pavletić, Z., Matonićkin, I., 1973: Varijabilnost fizičko-kemijskih faktora u akumulacijskim jezerima krškog područja (manuskript PMF—Biološki odjel).
6. Pavletić, Z., Matonićkin, I., 1974: Odnos fitoplanktona i zooplanktona u akumulacijskim jezerima krškog područja Zapadne Hrvatske Acta Bot. Croat. 33 147—162.

---

## Ispravak

Došlo je do promjene u naslovu članka J. Grbelje i suradnika, tiskanog u Ribarstvu Jugoslavije broj 1 od 1980 godine.

Ispravan naslov glasi »Imuni odgovor šarana i patuljastog somića na neke biljne viruse (Cyprinus carpio Linneus 1758, Ictalurus nebulosus Le Sueur 1819).«

**Uredništvo**

