

Pavle Đurašković¹
Ljubica Vulović¹
Nevenka Tomić¹

STANJE I KVALITET VODA SKADARSKOG JEZERA U PERIODU 1987-1994.

SURVEY OF SKADAR LAKE WATER QUALITY ASSASSMENT WITHIN THE TIME PERIOD 1987-1994

Izvod

Dugogodišnja permanentna kontrola kvaliteta voda Skadarskog jezera preko niza parametara koji obuhvataju organoleptičke osobine, pokazatelje mineralizacije, kiseoničnog režima, prisustvo nekih specifičnih i opasnih materija i mikrobiološke osobine i na osnovu njih određivanje klase boniteta vode, stvara uslove za procjenu stanja kvaliteta vode Jezera, odnosno eventualnu promjenu prirodnog kvaliteta. Kvalitet vode Jezera praćen je do 1990. godine na stanicama Vranjina, Virpazar i Plavnica, a kasnije je mreža mjernih stanica proširena i na ostali litoralni dio Jezera (stanice Kamenik, Podhum, Starčevo, Moračnik i Ckla).

U 5-8 mjesečnih serija ispituje se set propisanih parametara, na osnovu kojih se svake godine utvrđuje bonitet vode Jezera.

U izabranom periodu obrade rezultata mjerenja, 1987-1994.g, uočava se blagi trend poboljšanja kvaliteta na osnovu vrijednosti mjerodavnih pokazatelja. Evidentirano poboljšanje kvaliteta ogleda se i u činjenici da se voda Jezera u

¹ Republički hidrometeorološki zavod, Podgorica

1994.g. po kvalitetu svrstava u II zahtijevanu klasu. Podaci pokazuju da je voda Jezera lošijeg kvaliteta pri ušćima pritoka i u zalivima, naročito pri niskom vodostaju, nego na dionici južno od Starčeva.

Ključne riječi: Kvalitet vode, bonitet vode, Skadarsko jezero.

Synopsis

Long term systematic examining of the Skadar lake water quality by means of various parameters, which include organo-leptic characteristics, mineralization indicators, oxygen regime, the presence of some specific and dangerous substances, micro-biological parameters, create survey making preconditions on the fundamental water quality assessment of the lake and its conceivable fluctuation and behaviour trends, with defining the water quality class.

Until 1990 the water quality has been examined on the following localities: Vranjina, Virpazar and Plavnica, while later on the station network has been enlarged onto the other littoral parts of the lake including stations in Kamenik, Podhum, Starčevo, Moračnik and Ckla.

Within 5-8 monthly series a set of parameters are being examined, in accordance with regulations, on basis of which the lake water quality is assessed.

During the chosen period of processing test results from 1987 till 1994 it is noticeable the mild trend in improving the value of relevant indicators. Analysis show that the lake water quality deteriorates at the mouth of tributaries and in the bays, especially while low water level, unlike within the region which is south from Starčevo. Improvement of water quality is manifested by the fact that in 1994 the lake water quality reaches the requested II class.

Key words: Water quality, Skadar lake.

UVOD

Sliv Skadarskog jezera obuhvata najveće industrijske i demografske centre u Crnoj Gori pa je prema tome jezerska voda na udaru velike količine zagađenja. Zagađenje dotiče u Jezero putem njegovih pritoka Morače, Zete, Rijeke Crnojevića i podzemnim vodama Zetske ravnice, kao recipijentima neprečišćenih otpadnih voda (3,5,6), jer na njegovim obalama nema većih zagađivača.

Jezero je, kao najveći slatkovodni akvatorijum na Balkanu, sa svojim zaleđem jedan od najvećih perspektivnih resursa Crne Gore, i kao takvom mu se do sad nije poklanjala adekvatna pažnja. Bitan faktor vrednovanja Jezera kao razvojnog resursa je poznavanje stepena zagađenosti njegove vode, i u zavisnosti od toga, preduzimanje odgovarajućih sanacionih mjera.

Republički hidrometeorološki zavod - Podgorica, u dijelu svoje redovne djelatnosti, svake godine vrši ispitivanje voda Skadarskog jezera u nekoliko mjesečnih serija. Do 1990. godine, voda Jezera je uzorkovana za analizu na tri mjerna profila: Vranjina, Virpazar i Plavnica, na kanalima u pomenutim naseljima,

uz limnografske uređaje. Od 1990. godine, shodno potrebi detaljnijeg utvrđivanja stanja kvaliteta vode Skadarskog jezera, mreža stanica se proširila na sljedeće stanice u litoralnom pojasu: Kamenik, Podhum, Starčevo, Moračnik i Ckla. Uzorci vode uzimaju se sa površine jezerske vode u blizini pomenutih mjesta. Podaci kojima raspolaže RHMZ pružaju solidnu osnovu za procjenu stanja kvaliteta vode Jezera i eventualnu promjenu toga stanja. To je tema ovoga rada za izabrani period 1987-1994.

METODE I NAČIN RADA

U redovnom postupku ispitivanja kvaliteta vode Skadarskog jezera, od uzorkovanja do hemijske analize, korišćena je standardna metodologija (1). Uzorak vode za analizu uziman je na sljedećim geografskim lokalitetima: Kamenik, Vranjina, Virpazar, Plavnica, Podhum, Starčevo, Moračnik i Ckla. Dinamika uzorkovanja obuhvatala je period proljeće-jesen, sa 3-7 uzoraka, koji su se uzimali jednom mjesečno.

Za potrebe ovog rada, od ukupnog broja rađenih parametara, izabrani su, kao indikativni, sljedeći fizičko-hemijski i mikrobiološki parametri: pH (20°C), elektroprovodljivost (20°C), suspendovane materije, tvrdoća, sadržaj rastvorenog kiseonika, indeks zasićenja O₂, biohemijska petodnevna i hemijska potrošnja kiseonika, površinski aktivne materije (deterdženti), isparni fenoli, orto-fosfati, zatim najvjerovatniji broj koli-bakterija u 1 liter vode.

REZULTATI I DISKUSIJA

Dobijeni rezultati su prikazani svojim mjerodavnim vrijednostima (2) u tabelama 1, 2 i 3, i grafičima 1, 2, 3 i 4.

U posmatranom periodu prividna boja vode bila je prirodno zelena, sa tamnijim nijansama u plićem sjeverozapadnom, a svetlijim u dubljem centralnom i jugozapadnom dijelu Jezera. Temperatura vode na dubini od 0,5m je relativno visoka, u ljetnjem periodu dostiže i 30°; u sjevernim djelovima Jezera je niža a u južnim viša. Povremeno su u pojedinim djelovima Jezera primijećeni plivajući ostaci jezerske vegetacije, a emulgovani materijali i mrlje nijesu registrovani. pH vrijednosti odgovaraju blago alkalnoj vodenoj sredini. Mjerodavne vrijednosti kreću se u granicama 8.0 - 8.6, sa najčešćom vrijednošću 8.4. Izuzetak je 1992.g., kada su vrijednosti pH iznosile 7.8 na svim stanicama. Sniženje pH u ovoj godini zabilježeno je i u vodama Morače (5). Nešto veće mjerodavne vrijednosti pH registrovane su kod Kamenika i Podhuma, mada je ukupna fluktuacija za čitavo Jezero mala. Najniže pojedinačne pH vrijednosti od 7.3 zabilježene su kod Vranjine. Vrijednosti ovog parametra su ujednačenije u južnim djelovima Jezera i prosječno iznose 8.4-8.5.

Mjerodavne vrijednosti elektroprovodljivosti uglavnom odgovaraju prirodnom kvalitetu. Prema vrijednostima ovog parametra, posmatrani period možemo

Tabela 1.: Mjerodavne vrednosti kvaliteta voda Skadarskog jezera na stanicama RHNZ

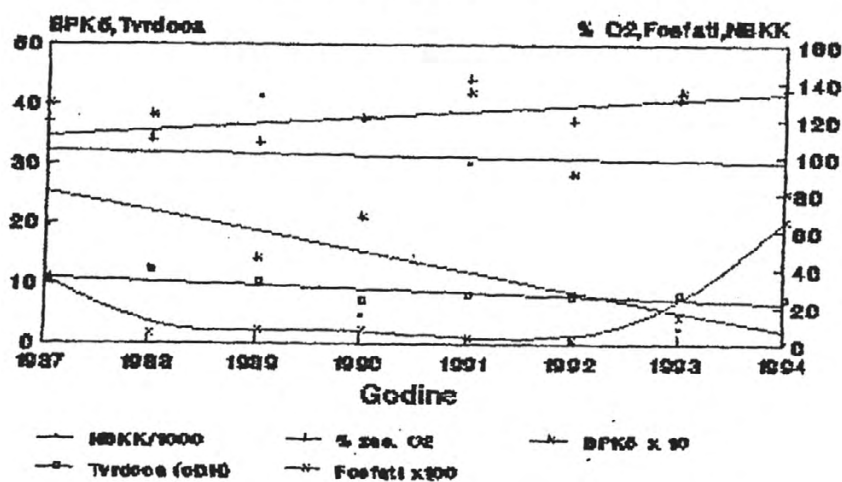
Stanica	P A R A M E T R I													
	Broj serija	pH	Elek. prov. $\mu\text{S}/\text{cm}$	Sus. mater. mg/dm^3	Tvrdoća odH	Rast. O_2 mg/dm^3	%zas. O_2	BPK ₅ mg/dm^3	HPK mg/dm^3	HPAS $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Fenoli mg/dm^3	MBHK mg/dm^3	PO ₄ mg/dm^3	
URANJINA														
G O D I N E	1987	6	8.2	339	3	7.6	12.5	131	4.0	5.2	28	0.002	19500	0.22
	1988	7	8.5	299	4	8.6	7.6	113	5.0	7.3		0.002	38000	0.02
	1989	5	8.5	361	3	9.3	11.9	140	4.2	2.4	14	0.002	16900	0.11
	1990	4	8.3	295	5	7.5	9.9	123	4.1	3.9	11	0.001	127500	0.01
	1991	4	7.8	293	5	8.7	11.3	130	3.0	2.1	85	0.001	38000	0.04
	1992	3	7.8	287	6	8.2	10.6	129	2.7	3.9	100	0.002	3000	0.07
	1993	4	8.4	297	2	8.0	11.8	151	3.2	2.9		0.001	19500	0.21
	1994	3	8.4	295	4	7.6	10.2	129	1.8	2.6	10	0.004	13900	0.34
UIRPAZAR														
G O D I N E	1987	6	8.3	497	4	11.7	9.7	116	5.1	5.2	18	0.002	38000	0.20
	1988	7	8.3	446	9	13.0	8.2	114	0.2	3.9		0.002	139000	0.04
	1989	5	8.3	438	4	12.0	11.3	124	5.1	2.1	15	0.001	14900	0.54
	1990	4	8.3	409	9	9.9	10.3	125	4.3	4.3	27	0.001	13500	0.01
	1991	4	7.8	337	5	9.3	10.1	120	3.3	2.3	90	0.000	67000	0.06
	1992	3	7.8	292	3	8.2	11.4	134	4.8	2.7	125	0.002	1600	0.03
	1993	4	8.5	308	1	8.5	10.2	128	3.4	2.1		0.001	860	0.12
	1994	3	8.4	299	3	7.6	9.8	120	2.4	2.1	60	0.003	12750	0.40
D. PLAVNICA														
G O D I N E	1987	5	8.3	435	3	10.6	8.2	119	4.0	5.5	30	0.002	61500	0.35
	1988	7	8.1	482	4	12.3	6.5	109	3.8	2.0		0.002	38000	0.05
	1989	5	8.1	427	3	10.2	10.4	107	1.4	1.5	15	0.002	132000	0.07
	1990	4	8.4	273	5	7.0	10.0	120	2.1	4.3	23	0.001	15000	0.07
	1991	4	8.0	280	5	8.2	11.5	141	4.2	1.5	80	0.001	96000	0.03
	1992	3	7.8	282	5	7.8	10.1	119	2.8	3.9	100	0.001	760	0.02
	1993	4	8.4	298	2	8.1	10.2	130	4.2	3.3		0.001	7750	0.14
	1994	3	8.4	312	2	7.4	10.7	136	2.5	3.1	0	0.005	550	0.65

Tabela 2.: Mjerodavne vrednosti kvaliteta voda Skadarskog jezera na stanicama RHMZ

STANICA	P A R A M E T R I													
	Broj serija	pH	Elek. prov. $\mu S/cm$	Sus. mater. mg/dm^3	Tvrdoća oDH	Rast. O_2 mg/dm^3	%zas. O_2	BPK ₅ mg/dm^3	HPK mg/dm^3	MPAS $\mu g/dm^3$	Fencoli mg/dm^3	NBKK $/dm^3$	PO ₄ mg/dm^3	
KAMENIK	1990	4	8.4	318	7	7.9	10.7	123	4.3	5.1	28	0.002	14000	0.05
	1991	4	8.0	299	4	8.8	11.2	134	3.0	1.5	70	0.001	1350	0.04
	1992	3	7.9	298	2	8.5	12.0	142	4.3	5.4	115	0.002	220	0.06
	1993	4	8.4	300	4	8.2	12.1	154	4.5	2.0	-	0.001	5000	0.49
	1994	3	8.4	326	3	10.7	9.8	125	2.8	3.1	0	0.005	12110	0.43
PODHUM	1990	3	8.6	247	3	6.3	10.7	128	4.1	4.8	18	0.000	4500	0.02
	1991	4	8.0	291	3	8.2	11.1	138	2.7	1.6	85	0.001	1000	0.05
	1992	3	7.8	275	1	7.9	11.8	139	2.5	4.2	130	0.000	880	0.04
	1993	4	8.4	280	2	7.6	10.6	137	2.0	2.2	-	0.001	3600	0.50
	1994	1	8.3	239	4	7.2	11.0	145	2.1	2.1	220	0.006	400	0.51
STARCEVO	1990	4	8.5	266	3	7.2	11.0	127	5.0	5.1	17	0.001	14500	0.01
	1991	4	7.9	286	3	7.8	10.4	126	2.7	1.8	100	0.001	1040	0.07
	1992	3	7.9	274	7	7.6	10.6	119	3.2	4.9	100	0.002	220	0.03
	1993	4	8.5	283	1	7.5	10.5	129	2.6	2.2	-	0.001	5000	0.26
	1994	3	8.4	278	5	7.4	9.3	115	1.5	3.2	0	0.004	220	0.42
MORACNIK	1990	4	8.4	266	3	7.4	11.2	132	3.6	4.6	15	0.001	19500	0.02
	1991	4	8.0	286	4	7.8	11.3	131	3.0	1.9	50	0.000	875	0.01
	1992	3	7.8	281	2	8.0	10.4	124	2.4	4.3	90	0.001	0	0.05
	1993	4	8.5	279	4	7.2	10.8	134	3.4	2.6	-	0.001	3000	0.24
	1994	2	8.4	261	6	7.3	9.2	130	1.1	3.1	50	0.004	220	0.25
CELJA	1990	4	8.5	284	3	7.7	10.4	124	2.3	6.1	13	0.001	5000	0.02
	1991	4	8.1	286	5	7.6	12.3	147	4.7	1.8	75	0.001	1000	0.02
	1992	3	7.8	288	3	8.2	10.2	126	3.8	5.0	85	0.002	880	0.06
	1993	4	8.4	287	3	8.1	9.9	127	3.1	3.3	-	0.001	3250	0.34
	1994	1	8.1	255	3	6.9	8.9	115	0.3	2.5	420	0.004	880	0.66

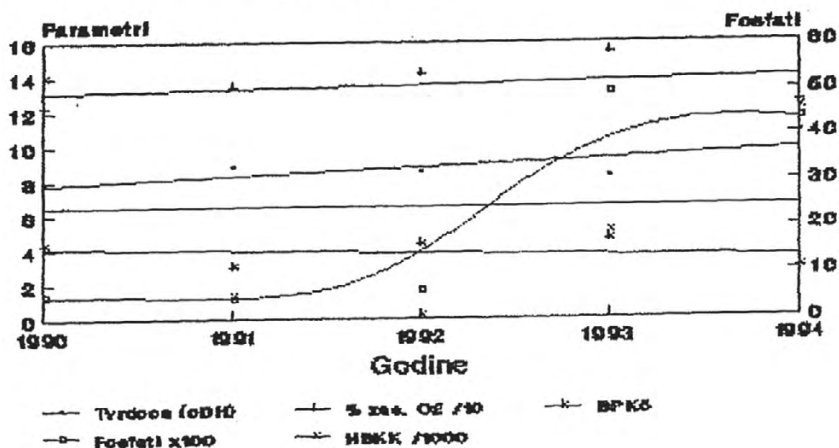
Tabela 3.: Klase kvaliteta voda Skadarskog jezera, na osnovu rezultata RHNZ

Stanica	SUMARNI BONITET								ZAHTEVANI BONITET
	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	
Uranjina	2-3	2-3	2-3	3	2-4	2	2	2	2
Virpazar	2-3	3-4	2-3	3-2	2-3	2-3	2	2	2
D. Plavnica	2-3	2-3	2-3	2-3	2-4	2	2-3	2-1	2
Kamenik				3	2-4	2-3	2-3	2	2
Podhum				3	2-4	2	2-1	1-2	2
Starcevo				3	2-4	2	2	2-1	2
Moracnik				2-3	2-4	2	2	2-1	2
Čklač				2	2-4	2	2	1-2	2

G1: Trend mjer. vrednosti kvaliteta voda*
Skadarsko jezero-PLAVNICA

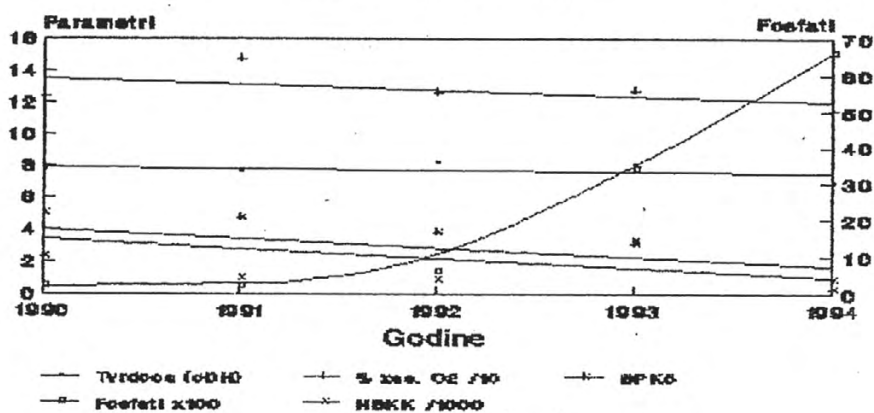
* za sadržaj feofata-FeFe

G2.: Trend mjer.vrednosti kvaliteta voda*
Skadarsko jezero-KAMENIK



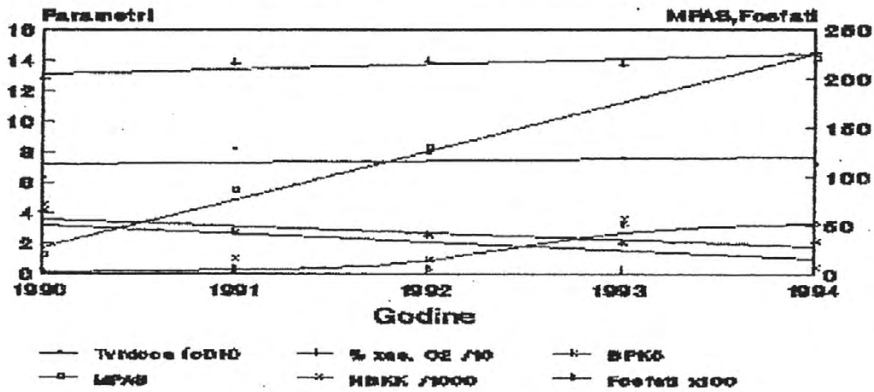
* za sadržaj fosfata-kriwa

G3.:Trend mjer.vrednosti kvaliteta voda*
Skadarsko jezero-CKLA



* za sadržaj fosfata-kriwa

G4. Trend mjer. vrednosti kvaliteta voda* Sluzarsko jezero - FODHUM



* Za sadržaj fosfata - krive

podijeliti na dva dijela. U prvom dijelu 1987-1990.g, elektroprovodljivost je znatno veća. Mjerodavne vrijednosti se kreću u intervalu 300-485 μ S/cm, što može biti odraz povećanog sadržaja elektrolita u vodi ovog dijela Jezera. U drugom periodu (1990-1994), mjerodavne vrijednosti su bile ispod 300 μ S/cm, sa najnižom vrijednošću od 239 μ S/cm, što je karakteristika prirodnog kvaliteta vode. Uopšte, južnije stanice Starčevo, Moračnik i Ckla imaju nešto niže vrijednosti elektroprovodljivosti, koja generalno pokazuje blagi trend opadanja tokom posmatranog perioda. Sadržaj suspendovanih materijal je prilično ujednačen na svim stanicama, a mjerodavne vrijednosti se kreću u rasponu 1-7 mg/dm³. Najveće vrijednosti su evidentirane na stanicama Moračnik i Starčevo krajem posmatranog perioda.

Mjerodavne vrijednosti tvrdoće vode kreću se u opsegu 6-13°dH. Veće su u prvom dijelu perioda (1987-1990), kada su vrijednost iznad 10°dH, a u drugom dijelu perioda su niže, sa blagim opadajućim trendom. Ističu se niske vrijednosti tvrdoće na stanicama Podhum, Strčevo, Moračnik i Ckla, gdje vrijednosti ne prelaze 8.0°dH, a najniža vrijednost zabilježena je na stanici Podhum od 6.3°dH, (1990) i Ckla 6.9°dh (1994).

Voda Jezera je bogata rastvorenim kiseonikom, sa karakterističnom supersaturacijom. Procenat rastvorenog kiseonika uglavnom blago raste tokom perioda, u čemu se ističe lokalitet kod Virpazara. Minimalna vrijednost indeksa zasićenja kiseonikom registrovana je kod Plavnice. Apsolutni minimum pojedinačnih vrijednosti (3) takođe je zabilježen kod Plavnice i iznosi svega 50% O₂ u 1988. godini, sa 4.9 mgO₂/dm³, odnosno 74% O₂ u 1987. godini, sa 6.9 mgO₂/dm³, što je praćeno nižim pH vrijednostima. Najveće vrijednosti evidentirane su u sjeverozapadnom dijelu Jezera (Kamenik, Vranjina). Najstabilnije vrijednosti rastvorenog kiseonika evidentirane su u vodi Jezera južno od Starčeva.

Biohemijska petodnevna potrošnja kiseonika pokazuje trend laganog pada. Ističu se niske mjerodavne vrijednosti u 1994. godini, koje se kreću od $2.8 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ kod Plavnice i Kamenika, do $1.1 \text{ mgO}_2/\text{dm}^3$ kod Moračnika i čak $0.3 \text{ mg}/\text{dm}^3$ kiseonika kod Ckla. Iako je voda Jezera u odnosu na BPK_5 u 1994. godini, u najvećem dijelu Jezera u I klasi, ne bi se sa sigurnošću moglo govoriti o trendu poboljšanja njenog kvaliteta u odnosu na ovaj parametar, jer ovakav rezultat može biti i posljedica porasta neorganskog tereta (toksikana), o čemu svjedoči i promjena mikrobioloških parametara, koja je saglasna sa promjenom BPK_5 . Tokom posmatranog perioda vrijednosti BPK_5 variraju, a najlošije su kod Virpazara, gdje mjerodavna vrijednost u 1988. godini, od $8.2 \text{ mgO}_2/\text{m}^3$ svrstava vodu u IV klasu. Inače, na stanicama Kamenik, Vranjina, Virpazar i Plavnica voda se u prvoj polovini posmatranog perioda kreće u odnosu na BPK_5 u intervalu II - III klasi, sa blagom tendencijom ka II klasi tokom perioda. Na stanicama Podhum, Starčevo, Moračnik i Ckla voda je u zahtijevanoj II klasi, sa tendencijom ka I.

Fenoli su registrovani na svim stanicama. Njihova pojedinačna vrijednost se kreće u granicama $0-2 \text{ } \mu\text{g}/\text{dm}^3$. Izuzetak je 1994. godina, kada su na svim stanicama evidentirane povećane vrijednosti, koje su najveće kod Podhuma $6 \text{ mg}/\text{m}^3$, zatim Vranjine, Kamenika, Plavnice $5 \text{ } \mu\text{g}/\text{dm}^3$, pa Moračnika, Starčeva i Ckla $4 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$, dok su najniže kod Virpazara i iznose $3 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prema tome, voda u odnosu na ovaj parametar u prošloj godini ide u IV klasu.

Među podacima za metilenski površinski aktivne supstance (MPAS), koji jako fluktuiraju tokom perioda, ipak se može uočiti trend postepenog rasta. Ovaj trend je najizrazitiji kod Podhuma. Visoke pojedinačne vrijednosti registrovane su češće posljednjih godina, a maksimalna pojedinačna vrijednost zabilježena je 1994. godine kod Ckla i iznosi $420 \text{ } \mu\text{g}/\text{dm}^3$, što je vjerovatno posljedica nekog akutnog lokalnog uticaja.

Vrijednosti NBKK opadaju na svim stanicama tokom posmatranog perioda i u saglasnosti su sa promjenama BPK_5 . Južno od linije Starčevo - Podhum evidentirane su najniže vrijednosti, među kojima se ističu vrijednosti vrijednosti kod Podhuma. Kvalitet vode u odnosu na ovaj parametar se pretežno kreće u II klasi, osim nekoliko slučajeva kod Vranjine, Virpazara i Plavnice u periodu 1988 - 1990. godine, kada voda prelazi u III klasu.

Sadržaj orto-fosfata je veći na stanicama Kamenik, Virpazar i Vranjina nego južno. Nagli skok sadržaja fosfata registrovan je tokom 1993. i 1994. godine, što je naročito izraženo na stanicama Kamenik, Virpazar i Vranjina. Ovdje je očigledan uticaj pritoka na vode Jezera. Kod pojedinačnih vrijednosti, međutim, najveći sadržaj fosfata je izmjeren kod Podhuma i Ckla, gdje ove vrijednosti idu do $0,66 \text{ } \mu\text{g}/\text{dm}^3$ (1994.g. Ckla). Ovaj podatak, koji je uočen i kod nekih drugih parametara, možda ukazuje na jaču povezanost i međusobni uticaj voda Pothumskog zaliva i lokaliteta Ckla, sa vodama koje dotiču iz podzemlja.

Uopšte gledano, u posmatranom periodu bonitet voda Skadarskog jezera se kretao u opsegu II do III klase, sa blagom tendencijom ka zahtijevanoj II klasi. U tom

pogledu izdvaja se zona Jezera južno od linije Starčevo - Podhum, gdje je voda osjetno boljeg kvaliteta a vrijednosti parametara ujednačenije. Kvalitet vode u ovoj zoni je posljednjih godina u zahtijevanoj II klasi. U pličim, sjevernim, priobalnim zonama Jezera, na ušćima pritoka i zalivima veliki je priliv nutrienata i drugog zagađenja, što je, uz relativno visoku temperaturu vode i bogatstvo rastvorenog kiseonika, preduslov za visok stepen eutrofikacije. Voda je u ovim djelovima Jezera uglavnom u II do III klasi, naročito u vrijeme malih voda i niskih vodostaja Jezera.

ZAKLJUČAK

Predstavljeni rezultati ukazuju na to da je kvalitet vode Skadarskog jezera u najvećem njegovom dijelu održan na zavidnom nivou, s obzirom na veliko i nekontrolisano zagađenje, koje se preko njegovih pritoka i podzemnih voda, slivalo u ovaj akvatorijum.

Voda Jezera je nešto lošijeg kvaliteta u gornjem dijelu, u zalivima i ušćima pritoka, gdje je njihov uticaj najizraženiji na čitav jezerski ekosistem. Ovdje se kvalitet vode kretao u posmatranom periodu pretežno u II-III klasi sa trendom poboljšanja tokom perioda, mada je prema nekim parametrima voda išla i do IV klase.

Prema vrijednostima ispitivanih parametara, voda u jugoističnom, dubljem dijelu Jezera, na dionici Starčevo-Moračnik i Ckla, pokazuje bolji kvalitet i posljednjih godina nalazi se u zahtijevanoj II klasi. Ovakvu ocjenu ipak treba uzeti sa izvjesnom rezervom, jer na "poboljšanje" vrijednosti nekih posmatranih parametara može uticati povećanje sadržaja toksikanata, a ne samo procesi autopurifikacije vode Jezera. Ovo tim prije što za objektivniju ocjenu nijesmo raspolagali podacima o sadržaju neorganskih i organskih mikrotoksikanata u pojedinim medijumima jezerskog ekosistema.

LITERATURA

- Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater, 14th ed. APHA, Washington 1975.
- Uredba o klasifikaciji vode međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije, Sl.I.SFRJ 6/78.
- Hidrometeorološke podloge za izradu Prostornog plana Crne Goe do 2000.g., RHMZ, 1982.
- NP "Skadarsko jezero" - Program korišćenja, unapređenja i zaštite, Institut društvenoekonomskih istraživanja, Titograd, 1987.
- Stanje kvaliteta površinskih voda, vazduha i padavina na području Zetske ravnice, RHMZ, 1993.
- Ispitivanje ostataka pesticida u Crnoj Gori, Zavod za suptropske kulture i zaštitu od zagađivanja, Bar, 1979.