

## KVALITET VODE PRESPANSKOG JEZERA

Lence Lokoska, Elizabeta Veljanoska-Sarafiloska

*Hidrobiološki zavod, Naum Ohridski, 50, 6000 Ohrid, R Makedonija*

*Email: [lokoskalence@yahoo.com](mailto:lokoskalence@yahoo.com)*

*[elizabetasarafiloska@yahoo.com](mailto:elizabetasarafiloska@yahoo.com), ORCID: 0009-0003-1630-3321*

### REZIME

Kvalitet površinskih voda je od izuzetnog značaja, kako za organizme koji u njima žive, tako i za ljude koji ih koriste za različite potrebe. U toku 2023 godine vršena su mikrobiološka i fizičko-hemijska istraživanja vode litorala i pelagijala Prespanskog jezera. Cilj istraživanja je da se utvrdi kvalitet vode i antropogeni uticaj na trofiju jezera. Korišćene su standardne limnološke metode. Prema dobijenih rezultata i normative o kategorizaciji voda, kvalitet vode Prespanskog jezera uglavnom se kreće od I do V klase. Da bi se sprečili procesi eutrofizacije trebalo bi preduzeti mere stalne kontrole kvaliteta i zaštite Prespanskog jezera.

KLJUČNE REČI: bakterii, nutrienti, litoral, peagijjal

## WATER QUALITY OF LAKE PRESPEA

### ABSTRACT

The quality of surface waters is a matter of extremely great importance, not only for the organisms living in these waters, but also for human beings. Investigations of Lake Prespa water were conducted during 2023, with aim to determine water quality and anthropogenic influence on the trophic state of the Lake, using standard limnological methods. According to the obtained results and criteria for the water categorization, the water quality of the Lake Prespa is I to V class. In order to prevent further eutrophication processes, measures of permanent quality control and protection of Lake Prespa should be taken.

KEY WORDS: bacteria, nutrients, littoral, pelagial

### UVOD

Prespansko jezero ima promenljivu površinu i dubinu kroz evoluciju jezera, u zavisnosti od klimatskih promena i od antropogenog uticaja. Cvijić [1] ističe da velike oscilacije jezerskog nivoa koje su se pojavile u XI- tom stoleću uticale su na opadanje jezerskog nivoa za 10m na početku XX-tog stoleća. Vodni resursi Prespanske kotline koriste se za različite namene: vodosnabdevanje naseljenih mesta u dolini, vode za industrijske

kapacitete i navodnavanje poljoprivrednih regiona u sve tri zemlje (Makedonija, Grčka, Albanija). Pored poljoprivredne upotrebe, ekonomski značaj u slivu jezera imaju turizam i ribarstvo.

Procesi intenzivne urbanizacije i industrijalizacije sve više utiču na kvalitet površinskih voda. Iz naselja i sa poljoprivrednih površina unose se nutrijente što dovodi do ubrzavanja procesa eutrofikacije vode.

Bakterijski indikatori zagađenosti predstavljaju vrlo značajne parametre za ocenu stepena čistoće jezerske vode i to naročito u priobalnoj zoni jezera.

U cilju istraživanja kvaliteta vode definisana su pet merna mesta u litoralnom regionu jezera: Stenje, Oteševo, Asamati, Slivnica i Dolno Dupeni. Sa pelagijalnog dela jezera (lokalitet Kazan) uzorkovanje je vršeno u vertikalnom profilu sa četiri dubine (0,5 m, 7, 15 i 25 m).

## MATERIJAL I METODE

Uzorcima su uzimani za mikrobiološka i fizičko-hemijska istraživanja vode u zimskom, prolećnom, letnjem i jesennjem periodu tokom 2023 godine, standardnim limnološkim metodama [1, 5, 7, 8]

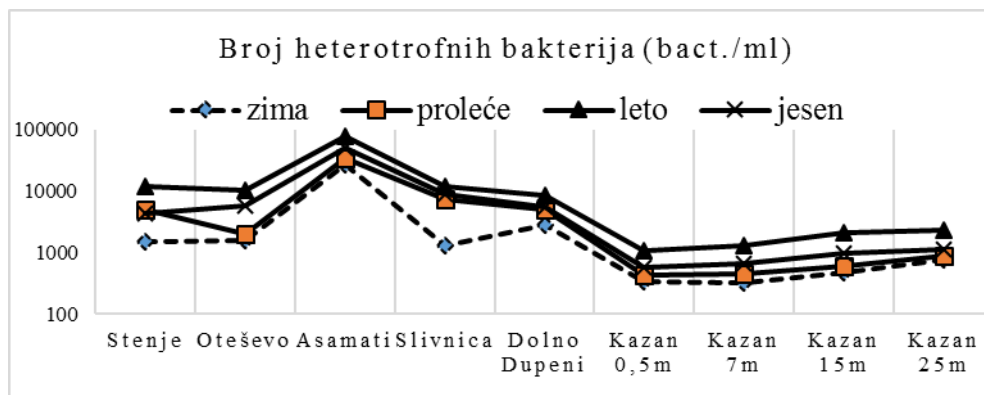
U svim uzorcima utvrđen je broj aerobnih heterotrofnih bakterija na hranljivom agaru. Ukupni koliformi i *E. coli* su određeni metodom membranske filtracije, korišćenjem Chromocult Coliform agara (CCA, Merck) nakon inkubacije od 24 h na 37°C. Enterokoki su kultivisani na Bile esculin agaru (tehnika membranskog filtera). Kulturne karakteristike, posle 18-24h na 37 °C sa smeđim kolonijama i bujnim rastom. Biološka potrošnja kiseonika za pet dana-BPK<sub>5</sub> rađena je metodom Winkler-a; organsko opterećenje kao permanganatna potrošnja metodom titracije, amonijak-spektrofotometrijski [1].

## REZULTATI I DISKUSIJA

Ukupan broj aerobnih heterotrofa (saprofita) - predstavlja mikrobiološki indikator stanja i kvaliteta voda koji se primjenjuje sa šireg ekološkog aspekta. Predstavljaju najrašireniju grupu bakterija prema tipu metabolizma u prirodi. Za ove bakterije organska materija je izvor ugljenika i izvor energije. Rezultati analiza broja heterotrofnih bakterija prikazani su na Slika 1. Ove bakterije su nađene u svim uzorcima vode.

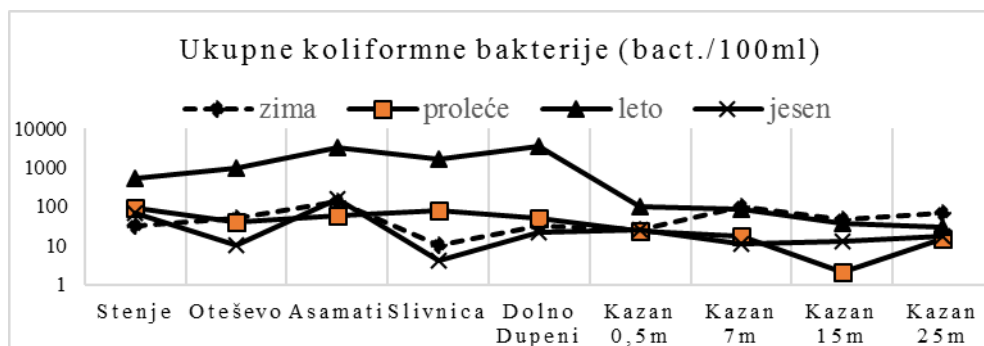
Brojnost heterotrofnih bakterija je velike prostorne i sezonske varijabilnosti i kreće se od 1290 (kod Slivnice) do 78 000 bakt./ml (Asamati) u vodi litorala i od 316 (na dubini od 7m) do 2320 bakt./ml (25m) u vodi pelagijala jezera. Minimalne vrednosti su zimi, a maksimalne leti kada su temperature vode visoke. Velika brojnost heterotrofa u vodi litorala kod Asamati je rezultat negativnog uticaja reke Golema koja je zagađena komunalnih i industrijskih otpadnih voda. Kod ostale lokalitete u litoralu ove bakterije su

više zastupljene tokom letnjih mjeseca u vreme turističke sezone. U pelagijalu jezera, vertikalna distribucija heterotrofa pokazuje najveće vrednosti u sloju kontaktne vode.



Sl. 1. Ukupan broj heterotrofnih bakterija u vodi Prespanskog jezera  
Fig. 1. Total number of heterotrophic bacteria in the water of Lake Prespa

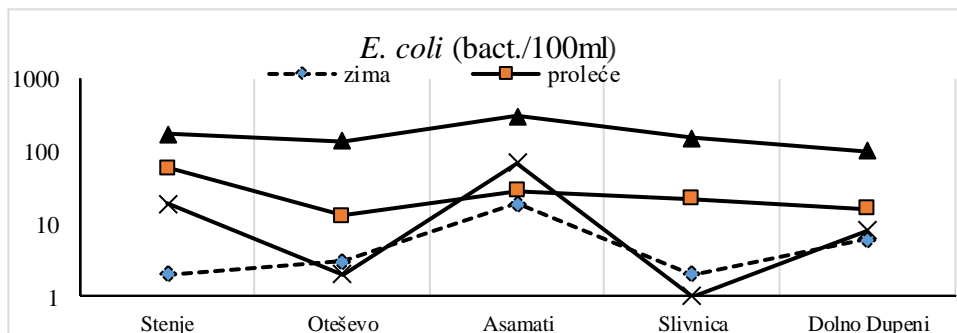
Prema klasifikaciji voda na bazi brojnosti heterotrofnih bakterija [2, 4] voda litorala jezera pripada u granicama od II do III klase, a voda sa vertikalnog profila pelagijala pripada u II klasu boniteta, osim na dubini od 0,5 i 7 metara (I klasi) tokom zime.



Sl. 2. Ukupan broj koliformnih bakterija u vodi Prespanskog jezera  
Fig. 2. Total coliforms in the water of Lake Prespa

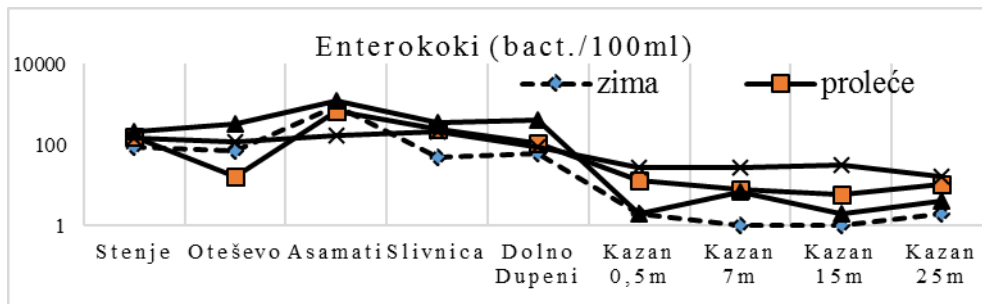
Naša istraživanja ukazuju i na to da osim opterećenja organskim materijama alohtonog porekla, jezerska voda je zagađena i fekalnim vodama. Ukupne koliformne bakterije su nađene u svim uzorcima vode Prespanskog jezera (Sl. 2). Porast broja koliformnih bakterija u svim lokalitetima tokom leta, može biti posledica razmnožavanja ovih bakterija usled većih temperatura vode, kao i prisustva velikih koncentracija organske materije. U ovom periodu u vodi svih navedenih lokaliteta u litoralnom regionu jezera konstatovano je i prisustvo indikatora svežeg fekalnog zagađenja – *Escherichia coli* (Sl. 3). *E. coli* nije identifikovana u vodi pelagijala jezera. Veći broj bakterija, karakterističan za II klasu nađen

je u svim lokalitetima litorala tokom leta. Intestinalne enterokoke (fekalne streptococce) su nađene u svim uzorcima vode (Sl. 4), ali sa mnogo većim vrednostima u litoralu u odnosu na pelagijalu. Prema broju enterokoke voda pelagijala na svim dubinama je I klase, dok voda litorala u istraživanim lokalitetima je pretežno II klase, osim kod Asamati (III klase).



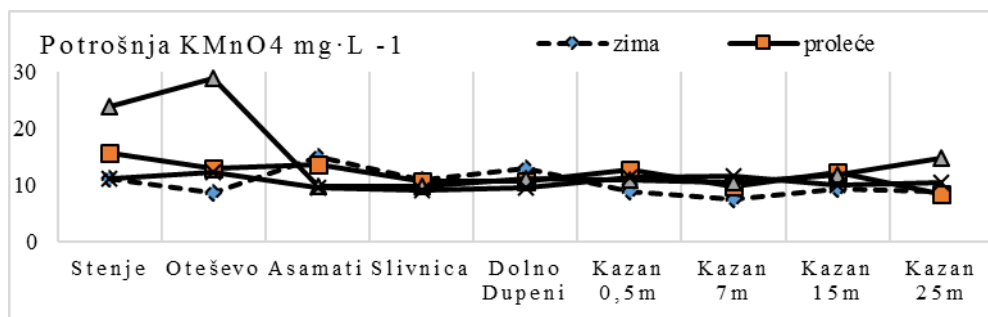
Sl. 3. Broj bakterije *E. coli* u void Prespanskog jezera  
Fig. 3. Number of *E. coli* in the water of Lake Prespa

Prema zastupljenosti i brojnosti koliformnih bakterija po Kavka&Poetsch [2] voda pelagijala Prespanskog jezera pripada I klasi, kao i voda litorala osim tokom leta kada kod svih lokaliteta je II klase. Prema Uredbi za klasifikaciju voda RM [9], voda litorala jezera pripada u granicama od II do V klasi, a voda sa vertikalnog profila pelagijala pripada u granicama od I do III klase.



Sl. 4. Broj enterokoka u vodi Prespanskog jezera  
Fig. 4. Number of enterococci in the water of Lake Prespa

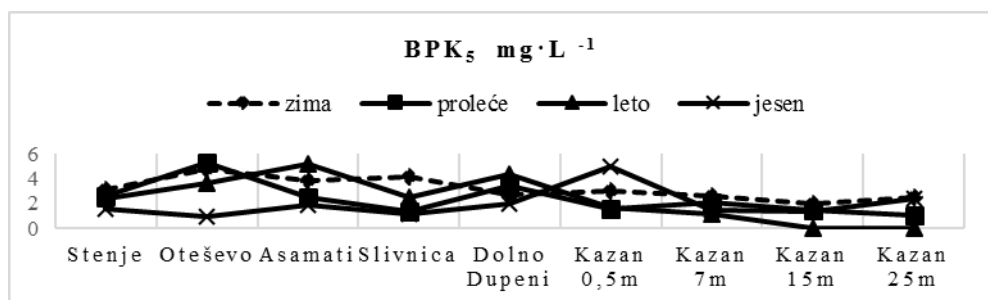
Ovi mikrobiološki pokazatelji su u korelaciji sa ispitivanim fizičko-hemijskim parametrima (Sl. 5-7). Izrazit je uticaj temperature na procese mikrobioloških organizama. Bakterijalni porast je proporcionalan sa porastom temperature.



Sl. 5. Organsko opterećenje vode Prespanskog jezera

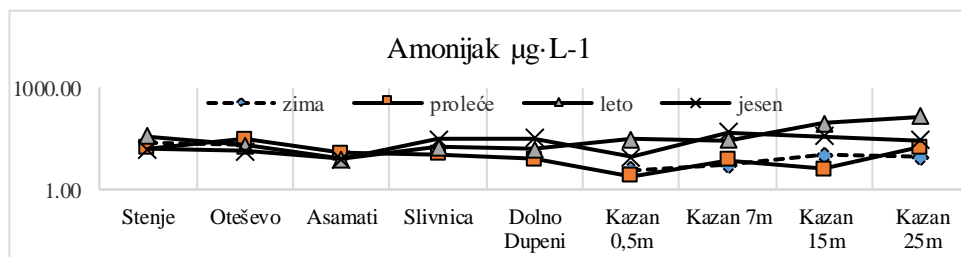
Fig. 5. Organic matter expressed by KMnO<sub>4</sub> demand in the water of Lake Prespa

Biohemijska potrošnja kiseonika i potrošnja kiseonika iz KMnO<sub>4</sub> su parametric koji ukazuju na koncentraciju organskih biorazgradljivih materija prisutnih u vodi (Sl. 5 i 6). U odnosu na organsko opterećenje, koristeći Uredbu za klasifikaciju voda RM [9], najlošijeg kvaliteta je voda kod Stenja i Oteševa u svim godišnjim dobima (V klasa). Prema biološkoj potrošnji kiseonika za 5 dana, kvalitet vode iz Prespanskog jezera je u granicama od I do III klase. Voda sa litoralnih lokaliteta je lošijeg kvaliteta [9].



Sl. 6. BPK<sub>5</sub> u vodi Prespanskog jezera

Fig. 6. BOD<sub>5</sub> in the water of Lake Prespa



Sl. 7. Koncentracija amonijaka u vodi Prespanskog jezera

Fig. 7. Content of ammonia in the water of Lake Prespa

Amonijak se uobičajeno smatra indikatorom svježeg fekalnog zagađenja, ali povećane koncentracije mogu biti i posljedica apliciranja đubriva na površinama uz vodno tijelo, kao i raspada organske materije.

Prema dobivenim rezultatima možemo konstatovati da je Prespansko jezero pod intenzivnim uticajem čovekovih aktivnosti tokom cele godine.

## ZAKLJUČAK

Prema rezultatima mikrobioloških i fizičko-hemijskih ispitivanja vode, može se zaključiti da je Prespansko jezero pod uticajem alohtonog zagađenja materijama organske i fekalne prirode. Pritoke jezera u velikoj meri opterećuju delove litorala gde se ulivaju. Znatna dio litorala je u manjoj i većoj meri zagađen otpadnih vodama okolnih naselja. Izrazito organsko i fekalno opterećenje je registrovano i u pelagijalnom delu jezera.

Da bi se sprečili dalji procesi eutrofizacije Prespanskog jezera, bilo bi neophodno prvo eliminisati postojeće zagađivače i sprovesti odgovarajuće režime zaštite od alohtonih zagađenja. Da bi se obezbedio što bolji kvalitet vode u Prespansko jezero, neophodna je stalna kontrola sastava ne samo vode, već i sedimenta.

## Zahvalnica

Ova su istraživanja sprovedena u okviru projekta: Identifikacija antropogenog uticaja na Prespansko jezero, finansiran od Prespa Ohrid Nature Trust (PONT) fondacije.

## LITERATURA:

- APHA-AWWA-WPCF 2005, Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed – Washington DC (2005)
- Kavka G., Poetsch E. Microbiology. In: Joint Danube Survey – Technical report of the International Commission for the Protection of the Danube River. (2002) 138-150
- Kavka, G., Kasimir G.D., Farnetner, A.H., Microbiological water quality of the River Danube (km 2581-km 15): Longitudinal variation of pollution as determined by the standard parameters. In: Vienna, (2008) 415-421. ISBN: 13: 978-3-9500723-2-7
- Kohl, W. (1975)- Ueber die Bedeutung bakteriologischer Untersuchungen fuer die Beurteilung von leisgewassern, Dargestellt am Beispiel der Osterreich, Donau. Arch. Hydrobiol. 44 IV, (1975) 392-461
- Petrovic O., Gajn S., Matavulj M., Radnovic D., Svirčev Z., Mikrobiološko ispitivanje kvaliteta površinskih voda, PMF Novi Sad (1998) 108
- Rheinheimer G., Aquatic microbiology, 2 nd edition. John Wiley and Sons. , (1980) 235,
- Rodina G.A., Methods in aquatic microbiology, Univ Park Press, Baltimore, Butterworths, London (1972)
- Uredba za klasifikacija na void; Služben vesnik na RM 18/99