

ISPITIVANJE ODABRANIH FIZIČKO–HEMIJSKIH OSOBINA I SADRŽAJA MAKRO- I MIKROELEMENATA U VODI JEZERA GRUŽA

Goran S. Marković¹, Jelena B. Popović–Đorđević^{2}, Nebojša Đ. Pantelić², Biljana P. Dojčinović³, Aleksandar Ž. Kostić²*

Izvod: Voda predstavlja jedan od najdragocenijih prirodnih resursa. Opadanje kvaliteta jezerskih voda i zagađenje teškim metalima, predstavljaju ozbiljne pretnje za životnu sredinu u poslednjih nekoliko decenija. Posebno su ugrožena jezera koja se nalaze u blizini gradova i naselja. Cilj rada bio je ispitivanje osnovnih fizičko–hemijskih parametara i sadržaja makro– i mikroelemenata kako bi se utvrdio kvalitet vode jezera Gruža u letnjem periodu. Rezultati su pokazali da su ispitivani parametri u vodi bili u okviru dozvoljenih vrednosti, osim sadržaja gvožđa, kobalta i vanadijuma.

Gljučne reči: kvalitet vode, jezero Gruža, provodljivost, makroelementi, mikroelementi

Uvod

U Republici Srbiji postoji oko 150 akumulacija različitih namena, pri čemu je vodosnabdevanje jedan od najčešćih razloga njihovog formiranja (Karadžić i Mijović, 2007). Akumulacija Gruža na istoimenoj reci, poznata i pod nazivom jezero Knić, pripada većim akumulacijama u Srbiji koje se prvenstveno koriste za ovu namenu.

Akumulaciono jezero Gruža nastalo je u periodu 1979–1981. godine izgradnjom brane kod sela Pajsijevići u opštini Knić, kojom je pregrađen srednji tok reke Gruže. Punjenje akumulacije završeno je 1983. godine. Vodom iz ovog ekosistema snabdeva se oko 300.000 stanovnika Kragujevca i okolnih naselja. Ukupna zapremina jezera je $\sim 64,6 \times 10^6 \text{ m}^3$. Jezero karakteriše mali protok vode ($1 \text{ m}^3 \text{ sec}^{-1}$) (Ostojić i sar., 2005).

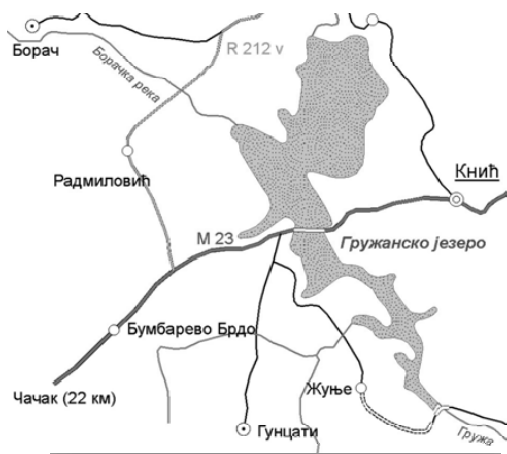
Već decenijama tokom letnjih meseci uočen je smanjen ili potpuni prestanak dotoka vode iz matične reke i pritoka, što uz intenzivnu poljoprivrednu aktivnost u priobalju uslovljava koncentrovanje nutrijenata i dovodi do izražene eutrofikacije. Pogoršanju kvaliteta vode doprinose česta fekalna zagađenja (Ćurčić i Čomić, 2002). Evidentiran je povremen deficit kiseonika u dubljim slojevima, povišene koncentracije pojedinih pesticida i drugih potencijalno toksičnih supstanci (Ostojić i sar., 2007). Opšti ekološki uslovi pogoduju razvoju planktonskih zajednica (Čađo i sar., 2016), i makrofita u priobalnom regionu (Topuzović i sar. 2016). Akumulacija Gruža predstavlja pogodan ekosistem za riblju produkciju i predstavlja najvažnije područje sportskog ribolova koje naseljava dvadeset jedna vrsta riba iz šest porodica (Marković i sar. 2014).

U poslednjih nekoliko decenija, kvalitet vode akumulacije je pogoršan intenzivnim poljoprivrednim i industrijskim aktivnostima. Kontaminacija vode toksičnim metalima, izazvana navedenim aktivnostima, postala je glavna pretnja po zdravstvenu ispravnost regionalnih ekosistema (Zhaoyong i sar., 2015).

U okviru rada ispitani su osnovni fizičko-hemijski parametri kvaliteta vode, kao i sadržaj makroelemenata (magnezijum, kalcijum, alumijum i gvožđe) i mikroelemenata (arsen, olova, kobalt i vanadijum) u vodi akumulacije Gruža.

Materijal i metode rada

Lokacija i materijal: Jezero Gruža se nalazi na 43° 57" severne geografske širine i 20° 36" istočne geografske dužine, na 238–269 mnv i pripada teritoriji opštine Knić (Šumadijski okrug), Slika 1. Dužina jezera je ~10 km, obim ~42 km (pri maksimalnom vodostaju), najveća širina 1,5 km a maksimalna dubina 31m (kod brane). Jezero zauzima površinu od 9,34 km². Uzorci vode iz jezera za fizičko-hemijske analize uzeti su u julu 2016. godine.



*By Uros Djuric - Sopstveno delo, CC BY-SA 3.0,
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=15873001>

Slika 1. Geografski položaj jezera Gruža *
 Figure 1. The geographical position of Lake Gruža

Metode: Merenje temperature vode izvršeno je pomoću termometra i izraženo u °C. pH-vrednost i provodljivost su određeni pH-metrom (sensION+MM 374 GLP 2 channel Benchtop Meter). Sadržaj hlorida određen je po Morovoj (Mohr) metodi (volumetrijska titracija sa standardnim rastvor srebrno-nitrata u prisustvu kalijum-hromata–K₂CrO₄ kao indikatora) (Kostić i sar., 2016).

Za određivanje koncentracije metala, uzorak vode uzet je u plastičnu bocu od 50 mL. Konzervisanje uzorka izvršeno je sa 0,1 mL 65% azotne kiseline. Uzorak je do analize čuvan u frižideru. Priprema uzorka za snimanje metala je urađena u mikrotalasnom digestoru (ETHOS 1, Milestone, Italy), koji je opremljen sa HPR-1000/10S segmentiranim rotorom. Za određivanje sadržaja metala korišćena je analitička tehnika induktivno kuplovana plazma sa optičkom emisijom

spektrometrijom, ICP–OES (eng. *Inductively coupled plasma – optic emission spectrometry*). Za analizu korišćen je instrument Thermo Scientific iCAP 6500 Duo ICP (Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK) (Kostić i sar., 2016).

Rezultati istraživanja i diskusija

Temperatura i pH su najvažnije promenljive životne sredine koje utiču na metaboličke aktivnosti, rast, ishranu i humanu reprodukciju. pH vrednost je jedna od osnovnih osobina vode. Jezerska voda kompleksnog je sastava, sadrži hemijske materije koje imaju puferski kapacitet i tako mogu da spreče velike promene pH. Zato prirodne vode najčešće imaju opseg pH od 6,5 do 8,5 (Kostić i sar., 2016).

Rezultati ispitivanih parametara u analiziranoj vodi (Tabela 1) bili su u okviru dozvoljenih vrednosti propisanih Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. List SRJ, br. 42/98 i 44/99). Temperatura vode iznosila je 27,3 °C, što je saglasno sa rezultatima istraživanja drugih autora (Ranković i Simić, 2005), a pH vrednost (7,69) ukazuje da je voda neutralna do blago alkalna.

Tabela 1. Fizičko-hemijski parametri i dozvoljene vrednosti u vodi za ljudsku upotrebu
Table 1. Physico-chemical parameters and allowed values in water for human use

	Temperatura [°C] <i>Temperature</i>	pH <i>pH</i>	Provodljivost [μScm ⁻¹] <i>Conductivity</i>	[Cl ⁻] (mg L ⁻¹) <i>Chlorides</i>
	27,3	7,69	278,0	20,95
Dozvoljene vrednosti* <i>Allowed values</i>	/	6.80 – 8.50	1000.0	25.00

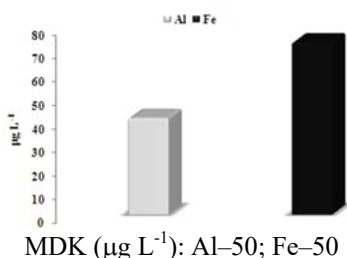
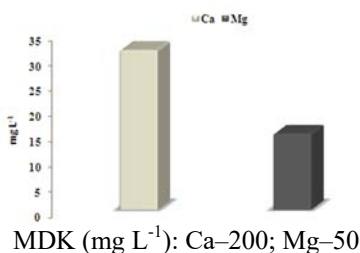
* Sl. List SRJ, br. 42/98 i 44/99

U Grafikonima 1–3 prikazani su sadržaji ispitivanih makroelemenata (Grafikoni 1 i 2) i mikroelemenata (Grafikon 3) u vodi iz jezera Gruža. Elementi koji su dominantni u pijaćoj vodi - alkalni i zemnoalkalni metali (Li, Na, K, Mg, Ca, Ba, Sr) u vodu dospevaju prirodnim procesima. Kalcijum ima najveću koncentraciju u pijaćoj vodi usled prisustva u Zemljinoj kori u obliku različitih minerala (kalcita, dolomita i drugih) (Kostić i sar., 2016).

Elementi u tragovima, uključujući Cu, Zn, Mn, Fe, Mo i B su od suštinskog značaja za rast biljaka i nazivaju se mikronutrijenti. Co i Se nisu od suštinskog značaja za biljke, ali su potrebni za pravilno funkcionisanje životinja i ljudi. Ostali elementi prisutni u tragovima, kao što su Cd, Pb, Cr, Ni, Hg i As imaju toksične efekte na žive organizme i smatraju se kontaminantima. Koncentracije teških metala iznad graničnih vrednosti, mogu imati negativan uticaj na zdravlje jer narušavaju normalno funkcionisanje živih sistema (Ali i sar., 2013).

Koncentracije kalcijuma, magnezijuma, aluminijuma, arsena i olova (Grafikoni 1–3) su u ispitivanoj vodi bile u granicama maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK), predviđenih Pravilnikom o higijenskoj ispravnosti vode za piće (Sl. Glasnik, 1998).

Detektovane su povišene koncentracije gvožđa ($73,39 \mu\text{g L}^{-1}$), kobalta ($0,19 \mu\text{g L}^{-1}$) i vanadijuma ($2,65 \mu\text{g L}^{-1}$) u odnosu na dozvoljene vrednosti.

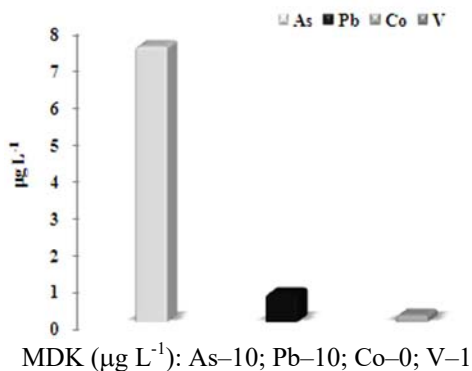


Graf. 1. Sadržaj kalcijuma i magnezijuma u vodi iz jezera Gruža [mg L^{-1}]

Graph. 1. The content of calcium and magnesium in the water from the Lake Gruža [mg L^{-1}]

Graf. 2. Sadržaj aluminijuma i gvožđa u vodi iz jezera Gruža [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Graph. 2. The content of aluminum and iron in the water from the Lake Gruža [$\mu\text{g L}^{-1}$]



Graf. 1. Sadržaj arsena, olova, kobalta i vanadijuma u vodi iz jezera Gruža [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Graph. 1. The content of arsenic, lead, cobalt and vanadium in water from the Lake Gruža [$\mu\text{g L}^{-1}$]

Ljudske aktivnosti imaju veliki doprinos pri kontaminaciji toksičnim supstancama, u najvećoj meri potiču od emisije izduvnih gasova automobila, zagađenja đubrivima i upotrebe pesticida. Različiti polutanti mogu direktno uticati na fizičke i hemijske osobine vode i njenu okolinu, inhibirati mikrobiološke aktivnosti u vodi i ometati snabdevanje hranljivim materijama. Pored toga mogu se uneti u ljudski organizam sa hranom ili putem vazduha i samim tim predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi.

Zaključak

Fizičko–hemijski parametri, kao i sadržaj većine ispitivanih makro– i mikroelemenata vodi iz veštačkog jezera Gruža u letnjem periodu 2016. godine, bili su u okviru dozvoljenih vrednosti. Da bi se utvrdio kvalitet vode jezera Gruža potrebno je da se prouče i ostali fizičko–hemijski i mikrobiološki parametri kvaliteta vode periodičnim ispitivanjem uzoraka vode u dužem vremenskom periodu. Održavanje visokog kvaliteta vode jezera Gruže neophodno je za održanje normalnog funkcionisanja ekosistema i zdravstvene bezbednosti potrošača koji je konzumiraju.

Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekata: "Razvoj tehnologija i proizvoda na bazi mineralnih sirovina i otpadne biomase u cilju zaštite resursa za proizvodnju bezbedne hrane" (TR31003) i "Unapređenje i razvoj higijenskih i tehnoloških postupaka u proizvodnji namirnica životinjskog porekla u cilju dobijanja kvalitetnih i sigurnih proizvoda konkurentnih na svetskom tržištu" (III46009) koje finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Literatura

- Ali H., Khan E., Sajad M. A. (2013). Phytoremediation of heavy metals—Concepts and applications, *Chemosphere* 91, 869–881.
- Čado S., Đurković A., Novaković B., Denić Lj., Dopuđa Glišić T., Stojanović Z. Veljković N. (2016). Fitoplankton akumulacionog jezera Gruža. *Konferencija „Voda 2016“*, Đukić A.(ed.), Zlatibor, 15–17. jun 2106., Srpsko društvo za zaštitu voda, 251–258.
- Ćurčić S., Čomić Lj. M. (2002). A microbiological index in estimation of surface water quality, *Hydrobiologia*, 489, 219–222.
- Karadžić B., Mijović A. (eds.) (2007). Environment in Serbia: an indicator – based review. Serbian Environmental Protection Agency, 167pp., Belgrade, Serbia.
- Kostić A., Pantelić N., Kaluđerović L., Jonaš J., Dojčinović B., Popović-Djordjević J. (2016). Physicochemical properties of waters in Southern Banat (Serbia); potential leaching of some trace elements from ground and human health risk, *Exposure and Health*, 8(2), 227–238. doi: 10.1007/s12403-016-0197-7
- Marković G., Đikanović V., Skorić S., Lujić J., Marinović Z. (2014). Alohtone vrste većih akumulacija slivnog područja Zapadne Morave. *Konferencija „Voda 2014“*, Đukić A.(ed.), Tara, 3–5. jun 2104., Srpsko društvo za zaštitu voda, 65–70.
- Ostojić, A., Ćurčić, S., Čomić, Lj., Topuzović, M. (2005): Estimate of the Eutrophication Process in the Gruža Reservoir (Serbia and Montenegro). *Acta hydrochimica et hydrobiologica*, 33 (6), 605–613.
- Ostojić A., Ćurčić S., Čomić Lj., Topuzović M. (2007). Effects of antropogenic influences on the trophic status of two water supply reservoirs in Serbia. *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 12(3), 175–185.

- Ranković B., Simić S. (2005). Fitoplankton akumulacionog jezera Gruža. Monografija "Akumulaciono jezero Gruža", Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac.
- Topuzović M., Pavlović D., Ostojić A. (2015). Temporal and habitat distribution of macrophytes in lowland eutrophic reservoir Gruža. *Periodicum Biologorum*, 118(1), 67–73.
- Pravilnik o higijenskoj ispravnosti vode za piće, Službeni list SRJ, 42/98 i 44/99.
- Zhaoyong Z., Abuduwaili J., Fengqing J. (2015). Heavy metal contamination, sources, and pollution assessment of surface water in the Tianshan Mountains of China, *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(33). doi:10.1007/s10661-014-4191-x

STUDY OF SELECTED PHYSICOCHEMICAL CHARACTERISTICS AND CONTENT OF MACRO– AND MICROELEMENTS IN THE LAKE GRUŽA WATER

Goran S. Marković¹, Jelena B. Popović–Đorđević^{2}, Nebojša Đ. Pantelić², Biljana P. Dojčinović³, Aleksandar Ž. Kostić²*

Abstract

Water is one of the most precious natural resources. The downtrend in the quality of lake water and pollution with heavy metals cause serious threats to the environment in last decades. Particularly vulnerable are the lakes that are located near towns and villages. The aim of this study was to investigate the physicochemical parameters and levels of macro– and microelements in order to determine the water quality of Lake Gruža in the summer period. The results showed that the studied parameters were within the permissible levels, except of concentrations of iron, cobalt and vanadium.

Key words: water quality, Lake Gruža, conductivity, macroelements, microelements

¹ University of Kragujevac, Faculty of Agronomy, Cara Dušana 34, Čačak, Serbia;

^{2*} University of Belgrade, Faculty of Agriculture, Chair of Chemistry and Biochemistry, Nemanjina 6, Belgrade, Serbia (jelenadj@agrif.bg.ac.rs) (corresponding author);

³ University of Belgrade, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy–ICTM, Njegoševa 12, Belgrade, Serbia;