



(rad po pozivu)

KVALITET AKVATIČNIH EKOSISTEMA NA TERITORIJI GRADA Kragujevca

QUALITY OF AQUATIC ECOSYSTEMS IN KRAGUJEVAC MUNICIPALITY

Ljiljana Čomić¹⁾, Aleksandar Ostojić, Svetlana Ćurčić

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. Razvijeno je dosta metoda za procenu kvaliteta voda koji se zasnivaju na hemijskim i biološkim pokazateljima. Saprobiološka ispitivanja su pokazala da je većina voda u oblasti β -mezoparobnosti, mada u pojedinim periodima pokazuju jača zagađenja (α - β -mezoparobnost). Na osnovu iznetih rezultata može se zaključiti da zakonska regulativa nije dovoljno precizna i da postoje različiti interesi lokalnih zajednica, što dovodi do toga da se zanemaruje problem zagađenja i sanitarne zaštite akvatičnih ekosistema.

Glavne reči: akvatični ekosistemi, kvalitet vode, zagađenje, sanitarna zaštita.

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 who use them for various purposes. Many methods of estimating water quality have therefore been developed. These methods are based on chemical or biological parameters. The results of saprobity analysis were mainly within the limits of β -mesosaprobity, passing over into the region of α - β -mesosaprobity in some periods. The authors caution that the situation is aggravated by the patchwork system of legal regulations in the domain of water protection, conflict of interests between different municipalities sharing the reservoirs and other aquatic ecosystems, and ineffectiveness of local administrators, who tend to ignore the problem of pollution and sanitary protection of this aquatic ecosystems.

Key words: aquatic ecosystems, water quality, pollution, sanitary protection.

1. STANJE POVRŠINSKIH VODA

Prema Zakonu o vodama u cilju praćenja zagađenosti voda vrši se sistematsko ispitivanje kvaliteta površinskih i podzemnih voda u Srbiji, na način propisan Pravilnikom o opasnim materijama u vodama (Sl. glasnik SRS, br. 31/82) i Pravilnikom o načinu i minimalnom broju ispitivanja kvaliteta otpadnih voda (Sl. glasnik SRS, br. 47/83) prema programu koji donosi vlada Republike Srbije.

Sistematsko ispitivanje kvaliteta voda vrši Republički hidrometeorološki zavod koji je dužan da dostavlja izveštaj o stanju i promenama kvaliteta voda godišnje do 30. aprila tekuće za prethodnu godinu, ministarstvu nadležnom za poslove vodoprivrede, ministarstvu nadležnom za poslove zdravlja i zaštite životne sredine i javnom vodoprivrednom preduzeću, a u slučajevima havarijskog zagađenja voda, ovi organi i preduzeća se odmah obaveštavaju. U tom slučaju

Republički hidrometeorološki zavod dužan je da neprekidno prati kretanje talasa havarijskog zagađenja vode duž vodotoka i ove organe i preduzeća redovno obaveštava sve do trenutka prestanka havarijskog zagađenja.

Praćenje stanja kvaliteta površinskih voda u Republici Srbiji, a koje se obavlja prema uredbi i programu Sistematskog ispitivanja kvaliteta vode u 2000. godini (Sl. Glasnik 8/2000) obuhvata samo mali segment površinskih voda koje su od značaja za grad Kragujevac - Veliku Moravu na lokalitetu Bagrdan, reku Lepenicu na lokalitetu Rogot i akumulaciono jezero Gruža.

Prema podacima hidrometeorološkog zavoda, vode reke Velika Morava su, posebno u letnjim mesecima, zagađene organskim materijama, što je pri ekstremno malim vodotocima uslovalo degradaciju kvaliteta do IV klase. Voda pritoke Lepenice na lokalitetu Bagrdan je najčešće u VK stanju.

1) Ljiljana Čomić, Aleksandar Ostojić, Svetlana Ćurčić
Prirodno-matematički fakultet, Kragujevac ljilja@kg.ac.yu

2. KVALITET STAJAĆIH VODA NA TERITORIJI GRADA KRAGUJEVCA

Površinske vode Kragujevca obuhvataju jezera: Grošničko, Šumarice, Bujanj i reke Lepenicu, Uglješnicu, Grošnicu, Ždraljicu, Bresničku reku i Gružu.

Po svom značaju izdvaja se akumulaciono jezero Gruža koje je osnovno izvoriste za snabdevanje vodom za piće gradjana Kragujevca i okolnih naselja ali koje teritorijalno pripada opštini Knić.

Zajedničko obeležje ostalih prirodnih voda Kragujevca je, izuzev Grošničkog jezera, da su samo u retkim slučajevima bile predmet istraživanja i da je malo podataka o njihovom kvalitetu. Posebna je nepoznanica delovanje antropogenog faktora na kvalitet površinskih voda bez obzira o kojoj se aktivnosti radi (komunalna delatnost, industrija, poljoprivreda ili druge). Pored navedenih na teritoriji grada ima veći broj manjih vodotoka i potoka koje nikada nisu bile predmet istraživanja i čiji je značaj manji. Međutim, drastično zagađenje akvatičnih ekosistema malog kapaciteta i male sposobnosti autopurifikacije vrlo brzo dovodi do iščezavanja njihovog živog sveta, pretvarajući ih u kolektore otpadnih voda sa potpunim odsustvom hidrobionata.

Grošničko jezero – Prva hidrobiološka istraživanja Grošničke akumulacije vršena su u periodu 1950-52 i obuhvatala su izučavanje fitoplanktona, zooplanktona i makrofita (Janković 1965). Kvalitativni i kvantitativni sastav zajednica u akumulaciji, njihovu dinamiku i sukcesije, bilo je moguće sagledati tek na osnovu kompleksnih istraživanja vršenih u periodu 1996-1998 (Milošević 1999, Ostojić 2000a).

Akumulaciono jezero Grošnica po svojim mikrobiološkim pokazateljima kvaliteta pripada I-II klasi boniteta po Kohl-u (1975). Brojnost bakterija varirala je od $0,99 \times 10^6$ do $9,65,99 \times 10^6$ bakt mL⁻¹ (Milošević 1999). Oligotrofne bakterije su dominantne, izuzev u proleće kada dominiraju heterotrofi. Indeks FO/H se menja i zavisi od kvaliteta organske materije, kao i stanja ostalih činioca u biocenozu (pre svega fitoplanktona i makrovegetacije). Među fakultativnim oligotrofima, fosfomineralizatori i proteolizatori su uglavnom dominantni na početku vegetacione periode amilolizatori više zastupljeni tokom jeseni. Sezonske sukcesije ovih grupa su uslovljene prirodom i kvalitetom organske materije. Sezonska dinamika karakteriše i ostale fiziološke grupe (aerobne slobodne azotofiksatore i aerobne celulolizatore. Na osnovu prisustva koliformnih

bakterija Grošničko jezero pripada kategoriji slabo zagađenih voda (Milošević 1999).

U periodu ispitivanja fitoplanktonska zajednica odlikuje se prisustvom oblika iz razdela: Cyanophyta, Pyrrophyta, Chrysophyta, Bacillariophyta, Euglenophyta i Chlorophyta (Ranković et al. 1999). U kvalitativnom pogledu dominiraju alge iz razdela Bacillariophyta i Chlorophyta. Kvantitativna analiza pokazuje da su u fitoplanktonu dominantne Bacillariophyta i Chlorophyta. Na osnovu saprobiološke analize, kvalitet vode je u granicama I i II klase i čini je pogodnom za vodosnabdevanje.

Koncentracija hlorofila-a varira u rasponu od $1,54 \mu\text{gL}^{-1}$ do $10,45 \mu\text{gL}^{-1}$ i pokazuje jasne sezonske i prostorne fluktuacije (Milošević 1999). Na osnovu primarne produkcije pripada oligotrofnom do oligotrofno - mezotrofnom tipu jezera. Najviši nivo primarne produkcije utvrđen je tokom septembra i poklapa se sa rano jesenjim maksimumom brojnosti fitoplanktona u kome dominiraju vrste iz razdela Bacillariophyta i Pyrrophyta. Vrednosti hlorofila su uvek bile veće u centralnom i plitkom delu jezera nego u najdubljem delu jezera

Zabeleženo je znatno povećanje broja vrsta u sastavu sve četiri glavne komponente zooplanktona (Protozoa, Rotatoria, Cladocera i Copepoda) (Ostojić 2000b). Saprobiološka analiza je pokazala da najveći broj registrovanih vrsta su indikatori oligo- i beta-mezosaprobnosti (Ostojić & Simić 1999). Dobijeni rezultati pokazuju da je došlo do povećanja eutrofizacije, ali da je sistem stabilan i posle 60 godina i da daje povoljnu sliku o stanju jezerske vode (Ostojić 2000a).

Grošnica je eutrofna akumulacija sa stabilnim procesom trofije, gde se sreće veća raznovrsnost eutrofnih *Oligochaeta (Tubificidae)* sa manjim i ujednačenijim gustinama populacija i često brojnim prisustvom eutrofnih vrsta iz grupe *Diptera* (Simić & Simić 1999).

Primena različitih sistema za klasifikaciju voda i analiza stepena trofičnosti (ukupan fosfor, hlorofil-a i providnost ali i drugih) pokazala je da akumulacija Grošnica spada u mezotrofne vode sa povremenim naginjanjem ka eutrofnom stupnju (Ostojić 2000a).

Sastav i gustina makrozoobentosa ukazuju na eutrofni karakter akumulacije sa relativno stabilnim procesom trofije (Simić & Simić 1999).

Jezero Šumarice – Jezero po svojim karakteristikama ima mogućnosti za uvođenje različitih rekreativnih sadržaja koje moraju da se provode planski i u skladu sa aktuelnim postupcima u gazdovanju akumulacijama

Upkos značaju koje jezero u Šumaricama ima izostala su kompleksna biološka istraživanja na osnovu kojih bi se utvrdilo stanje ovog ekosistema

i kreirao monitoring. Izuzetak su jednokratana istraživanja provedena 1993. godine u okviru Studije Zaštite životne sredine i razvoja ekoloških sistema grada Kragujevca do 2010 (Grupa autora 1993). Tada je utvrđeno da voda jezera pripada II klasi boniteta i da se jezero na bazi mikrobioloških pokazatelja može koristiti za rekreativne i sportske aktivnosti. Fitoplankton su činile vrste iz razdela Chlorophyta (16 vrsta), Bacillariophyta (14 vrsta), Cyanophyta (5 vrsta), Euglenophyta (2 vrste) i Pyrrophyta (2 vrste). Saprobijološkom analizom utvrđeno je da je najveći broj vrsta pripadao indikatorima β -mezosaprobniha voda, uz učešće indikatora nižeg stepena saprobnosti (oligosaprobniha voda).

U periodu nakon 1993. godine biološka ispitivanja jezera u Šumaricama su bila predmet parcijalnih i pojedinačnih bioloških istraživanja za potrebe izrade diplomskih radova studenata PMF-a i ne mogu se koristiti kao osnova za izradu studije.

Najzad, tokom kupališne sezone jezero je po potrebi predmet rutinskih analiza sanitarnog stanja koje obuhvata mikrobiološke pokazatelje kvaliteta. Povremeno je evidentirano značajno prisustvo *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* i drugih koliformi što je jezero činilo nepogodnim za kupanje u takvim slučajevima.

Antropogeno prisustvo koje se povećava iz godine u godinu, doprinosi povećanoj eutrofizaciji i svaka daljnja, pojedinačna i neplanirana aktivnost može da dovede do zagađenja jezera. Ovo se posebno odnosi na korišćenje motornih čamaca i skutera jer i najmanja količina goriva i ulja koja dospeva u vodu ugrožava biljni i životinjski svet, narušava odnose u ekosistemu i u krajnjoj liniji jezero može da postane distrofno.

Jezero Bubanj – Obzirom na lokalitet i potencijalni značaj koji ima jezero Bubanj nije na adekvatan način istraženo, zaštićeno niti eksploatisano.

Ekološkom analizom jezerske biocenoze, vršenom 1992-94 godine, zapažen je niz degradacionih procesa u jezeru (Simić et al. 1994). Brojno razvijena makrovegetacija i siromašna fauna pelofilnog dna ukazuju na procese distrofije u jezeru. Značajno prisustvo indikatora pojačane saprobnosti u planktonu (Ostojić 2004) signal je skorog prelaska boniteta u saprobitet sa svim negativnim posledicama tog procesa; ihtiofauna takodje govori pogoršanim uslovima u jezeru. Uprkos evidentiranim degradacionim procesima tom prilikom je ukazano da je jezero značajan ekosistem sa raznovrsnom florom i faunom vrsta akvatičnih staništa. Uzimajući u obzir navedene okolnosti predložen je ekološki pristup sanacije, revitalizacije, zaštite i unapredjenja jezera Bubanja na osnovama održivog razvoja. Predlog mera se zasnivao na 1. čišćenju mulja i produbljivanju

jezera i 2. odstranjivanju emerzne i submerzne makrovegetacije sa većeg dela jezera. U predlogu je sugerisano i formiranje zaštitnog pojasa oko jezera, formiranje stručne i tehničke službe i dr.

Gružansko jezero – iako se nalazi na teritoriji opštine Knić, zbog ogromnog značaja kao najvažniji izvor za vodosnabdevanje Kragujevca, na ovom mestu će biti istaknuti neki od rezultata ispitivanja vezanih za kvalitet vode u akumulaciji.

Ispitivanja kvaliteta vode akumulacije Gruža obuhvataju dva perioda kada su vršena obimna ispitivanja, neposredno po formiranju jezera, kao i u periodu 1996-99 (Čomić & Ostojić 2005).

Čomić (1989) na osnovu mikrobioloških pokazatelja svrstava vodu akumulacije Gruža u II klasu boniteta, a plitkog dela i pritoka u II – III klasu. Na osnovu analize ukupnog planktona Karaman & Karaman (1989) zaključuju da vode akumulacije Gruža pripadaju β -mezosaprobnom tipu. Saprobijološka analiza fitoplanktona je takodje pokazala da voda akumulacije Gruža pripada β -mezosaprobnom tipu (Ranković & Čomić 1989; Ranković et al. 1994). Simović (1995) na osnovu nekih hidrohemijskih karakteristika akumulacije Gruža zaključuje da je kvalitet vode u okviru II klase, što je potvrđeno i kasnijim ispitivanjima bioloških parametara (Simović & Marković 1996; Simović et al. 1999).

Ispitivanja u periodu 1996-99. (Čomić & Ostojić 2005) su pokazala da je kvalitet vode, na osnovu indeksa saprobnosti, većim delom ispitivanja bio u granicama β -mezosaprobniha, mada su u pojedinim periodima zabeležene vrednosti karakteristične za α -mezosaprobne vode. Rezultati dobijeni izračunavanjem Indeksa Fosfatne Aktivnosti (IFA) su pokazala da je čak 76.3% uzoraka u kategoriji umerene do veoma zagađene vode.

3. KVALITET TEKUĆIH VODA KRAGUJEVCA

Vodotoci Kragujevca (Lepenica, Uglješnica, Grošnica, Ždraljica, Bresnička reka) su sporadično predmet fizičkohemijske, biološke ili mikrobiološke kontrole kvaliteta i ne postoji program kontinuirane kontrole ovih reka na osnovu kojih bi se preduzele mere zaštite ili interventne mere sanacije zagađenja. Na osnovu analize obuhvaćenih studijama Stanje, problemi, mogućnosti i mere zaštite i unapredjenja životne sredine na području regiona Šumadije i Pomoravlja (Grupa autora 1986) i Zaštita životne sredine i razvoja ekoloških sistema grada Kragujevca do 2010. godine (Grupa autora 1993) nadjeno je da su vodotoci Kragujevca izloženi eutrofizaciji sa slabom sposobnošću

autopurifikacije i tendencijom pogoršanja kvaliteta.

Eutrofizacija je antropogenog porekla, praćena niskim nivoom ekološke svesti i ležernim odnosom odrovarajućih struktura. U tom periodu 7,4% ispitivanih voda pripadalo je II klasi boniteta, 78,2% III, a 14,4% IV klasi boniteta. Florističko-ekološke analize algi bile su u potpunosti saglasne sa mikrobiološkim pokazateljima kvaliteta. Vodotoci Kragujevca su oligosaprobni do izrazito α -mezosaprobni. Preovladjuju vode koje se nalaze na β -mezosaprobnom stupnju saprobnosti, ali sa tendencijom pogoršanja kvaliteta.

4. ZAKLJUČCI

Imajući u vidu stanje vodenih resursa na teritoriji Kragujevca neophodno je provesti sledeće aktivnosti:

1. izrada i primena monitoringa kao osnova za zaštitu i poboljšanje kvaliteta. Na bazi monitoringa izradila bi se detaljna hidrobiološka karta kvaliteta prirodnih voda,
2. preduzimanje mera da se postojeći izvori zagadenja uklone ili svedu na mogući minimum kako bi se poboljšao kvalitet vode,
3. preduzimanje mera za sprečavanje daljih zagadjivanja vodenih ekosistema,
4. izrada katastra zagadjivača prirodnih vodotoka,
5. utvrđivanje stanja postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda i snimak stanja svih predtretmana,
6. definisanje mera za optimizaciju tretmana otpadnih voda pre njihovog uključivanja u prirodne ekosisteme.

Za realizaciju predloženih aktivnosti potrebno je donošenje odgovarajućih lokalnih propisa i formiranje efikasnog stručnog tela koje će sačiniti i realizovati program revitalizacije vodenih resursa regiona, donošenje akcionog plana na zaštitu i poboljšanje stanja akvatičnih ekosistema, kao i razrada izvora finansiranja.

LITERATURA

- [1] Čomić, Lj. (1989): Mikrobna populacija vode u slivu i akumulaciji Gruža. Doktorska disertacija, 155 pp. Univerzitet u Kragujevcu, PMF.
- [2] Čomić, Lj., Ostojić, A. (2005): Akumulaciono jezero Gruža. PMF, Kragujevac.
- [3] Grupa autora (1986): Stanje, problemi, mogućnosti i mere zaštite i unapređenja životne sredine na području regiona Šumadije i Pomoravlja. PMF, Kragujevac.
- [4] Grupa autora (1993): Studija zaštite životne sredine i razvoja ekoloških sistema grada Kragujevca do 2010. godine. PMF, Kragujevac.
- [5] Janković, M.J. (1965): Limnološka ispitivanja baražnog jezera kod Grošnice. Doktorska disertacija, 332pp. Univerzitet u Beogradu.
- [6] Karaman, S., Karaman, M. (1989): Hidrobiološka istraživanja akumulacije Gruža. Zbornik radova PMF-a u Kragujevcu, 10, 47-58.
- [7] Kohl, W. (1975): Uber die Bedeutung Bakteriologischer Untersuchungen für die Beispiel der Osterreich Donau. Arch Hydrobiol. 44, 4, 392-461.
- [8] Milošević, S. (1999): Dinamika zajednice mikroorganizama u Grošničkom jezeru. Magistarska teza, 114 pp. Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet.
- [9] Ostojić, A. (2000a): Usporedno ekološka studija zooplanktona akumulacija Grošnica i Gruža. Doktorska disertacija, 186 pp. Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [10] Ostojić, A. (2000b): Effect of eutrophication on changes in the composition of zooplankton in the Grošnica Reservoir (Serbia, Yugoslavia). Hydrobiologia 436, 171-178.
- [11] Ostojić, A. (2004): Faunistic composition of the zooplankton of lake Bubanj. Kragujevac J. Sci. 26, 107-110.
- [12] Ostojić, A., Simić, V. (1999): Zooplankton kao pokazatelj kvaliteta vode u Grošničkoj akumulaciji. Konferencija "Voda za 21. vek", Zbornik radova, 201-204. Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo.
- [13] Ranković, B., Čomić, Lj. (1989): Proučavanje fitoplanktona u Gružanskoj akumulaciji. Konferencija "Zaštita voda '89", Zbornik radova, 397-403. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd.
- [14] Ranković, B., Čomić, Lj., Simić, S. (1994): Fitoplankton i saprobiološke karakteristike akumulacije Gruža u 1992.g. Konferencija "Zaštita voda '94", Zbornik radova, 110-116. Igalo. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd.
- [15] Ranković, B., Čomić, Lj., Simić, S., Ostojić, A. (1999): Fitoplankton akumulacionog jezera Grošnica. Konferencija "Zaštita voda '99", Soko Banja, Zbornik radova, 157-160, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd.
- [16] Simić, V., Simić, S. (1999): Fauna dna kao pokazatelj stepena eutrofizacije nekih akumulacija Srbije. Konferencija "Zaštita voda '99", Zbornik radova, 181-186. Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd.

- [17] Simić, V., Janković, D., Karaman, S., Ostojčić, A., Simić, S., Pavlović, D., Ranković, B., Pešić, S., Stojanović, M., Savić, G., Ilić, G., Milošević, S. (1994): Ecological characteristics of lake Bujanj in Kragujevac and possibilities for its reclamation, revitalisation and protection (Eco-engineering). *Ichthyologia*, Vol. 26, No. 1, 25-42. Beograd.
- [18] Simović, S. (1995): Neki hidrohemijski i biološki aspekti akumulacije Gruža u letnjem periodu. Konferencija "Zaštita voda '95", Tara, Zbornik radova, 178-182, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd.
- [19] Simović, S., Marković, A. (1996): Hidrobiološke karakteristike akumulacionog jezera Gruža i zaštita. Konferencija "Zaštita voda '96", Ulcinj, Zbornik radova, 334-339, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd.
- [20] Simović, S., Marković, G., Ostojčić, A., Timotijević, V. (1999): Akumulacija Gruža: Hidroekološki aspekt i zaštita. Konferencija "Zaštita voda '99", Soko Banja, Zbornik radova, 47-52, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Beograd.