

OCENA EKOLOŠKOG STATUSA REKE JADAR I ODABRANIH PRITOKA NA OSNOVU ZAJEDNICE MAKROBESKIČMENJAKA

Stefan Anđus^{*}, Miroslav Nikčević^{**}, Branislav Mičković^{**},
Jelena Đuknić^{*}, Margareta Kračun - Kolarević^{*}, Marija Ilić^{*},
Jelena Čanak Atlagić^{*}, Vanja Marković^{*}, Vesna Đikanović^{*},
Momir Paunović^{*}

^{*} *Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“,
Bulevar despota Stefana 142, Beograd, Srbija;*

^{**}*Univerzitet u Beogradu, Institut za multidisciplinarnu studije, Kneza Višeslava
1, Beograd, Srbija;*

e-mail: stefan.andjus@ibiss.bg.ac.rs

REZIME

U ovom radu je prikazana ocena kvaliteta vode reke Jadar i odabranih pritoka (Korenita, Stupnička reka, Rakovička reka i Krlagan) na osnovu zajednice vodenih makrobescičmenjaka. Materijal je prikupljen u periodu niskih voda u oktobru 2016. godine na 7 lokaliteta (2 na Jadru i 5 na pritokama) u okviru „Rio Sava“ Projekta. Zabeleženo je ukupno 107 taksona u okviru 15 taksonomskih grupa. Kao glavne komponente zajednice izdvajaju se insekatske grupe Trichoptera sa 23 zabeležena taksona. Slede grupe Ephemeroptera i Coleoptera sa 20 taksona i grupa Diptera sa 15 zabeleženih taksona. Analizom zajednice vodenih makrobescičmenjaka konstatovana je I i II klasa kvaliteta vode što ukazuje na dobar ekološki status ispitivanih lokaliteta.

KLJUČNE REČI: Ocena ekološkog statusa; Jadar i odabrane pritoke; vodeni makrobescičmenjaci.

WATER QUALITY OF JADAR RIVER AND SELECTED TRIBUTARIES BASED ON MACROINVERTEBRATE COMMUNITIES

ABSTRACT

This paper presents the assessment of water quality of the Jadar River and selected tributaries (Korenita, Stupnička River, Rakovička River and Krlagan) based on the aquatic macroinvertebrates community. The material was collected in a period of low water during October 2016. at 7 sampling sites (2 from the Jadar River and 5 from its tributaries) within the "Rio Sava" Project. A total of 107 taxa in 15 taxonomic groups were found at all 7 localities. As the main component of the benthic community emerged the insect group Trichoptera with 23 recorded taxa. The following groups were Ephemeroptera and Coleoptera with 20 taxa group and Diptera with 15 recorded taxa. The analysis of the

community of aquatic macroinvertebrates reflected I and II water quality class, which indicates good ecological status of the study area.

KEY WORDS: Ecological status assessment; Jadar River and the selected tributaries; aquatic macroinvertebrates.

UVOD

Jadar je, posle Drine, najznačajnija reka u opštini Loznica. Njegov glavni izvorišni krak Mali Jadar počinje izvorom ispod Debelog Creva na visini od 470 m na teritoriji opštine Osečina. Preko teritorije opštine Loznica protiče na dužini od 35 km. Ukupna dužina Jadra iznosi 79 km, a površina sliva je 878 km². Sliv Jadra je asimetričnog oblika i najveće pritoke prima sa leve strane, kao što su Likodra, Pecka i Korenita, dok je od desnih pritoka najduža i najznačajnija Cernica. Zbog velikih količina nanosa koji se taložio po aluvijalnoj ravni, Stupnička reka i Korenita ne mogu se direktno uliti u Jadar, već teku levim obodom oko 8 km.

Makrobeskičmenjaci, koji predstavljaju bitnu komponentu vodenih ekosistema, zbog svojih bioloških karakteristika i jednostavnog uzorkovanja, zauzimaju važno mesto u biomonitoringu. Primena Okvirne direktive o vodama Evropske Unije - ODV (WFD 2000/60/EC), u većini slučajeva, podrazumeva korišćenje pomenute grupe hidrobionata kao primarnog biološkog elementa za procenu ekološkog statusa vodnih tela.

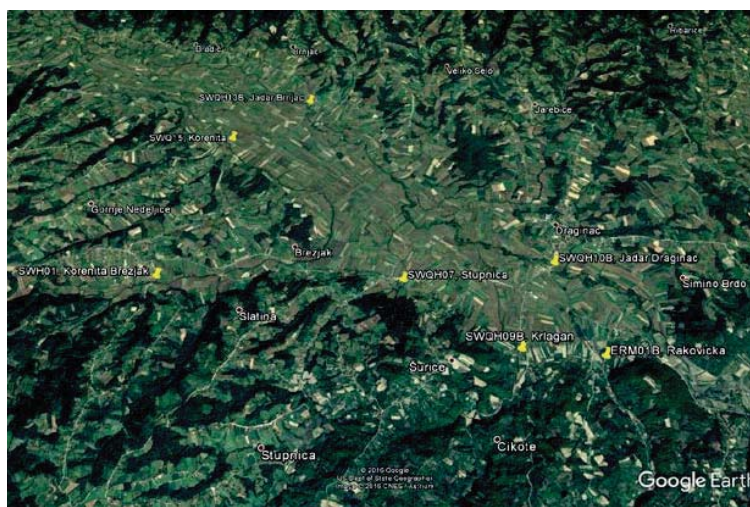
Cilj ovog rada je ocena ekološkog statusa i kvaliteta vode ispitivanih lokaliteta na Jadru i odabranim pritokama na osnovu sastava zajednice vodenih makrobeskičmenjaka.

MATERIJAL I METODE

Terenska istraživanja obavljena su u periodu niskih voda od 4. do 16. oktobra 2016. godine. Materijal je prikupljen sa sedam lokaliteta, od čega dva na reci Jadar (kod mesta Draginac i Brnjac) i pet na odabranim pritokama (Korenita, Stupnička reka, Rakovička reka i Krlagan) (Slika 1). Na ispitivanim lokalitetima zabeležena je dominacija pretežno krupne do srednje granulacije podloge (krupnog kamena, šljunka, peska).

Materijal je prikupljan upotrebom ručne FBA bentološke mreže promera okaca 250 µm. Korišćena je *Kick and Sweep* (K&S) metoda uzorkovanja prema odgovarajućem standardu (EN 27828:1994). Pomenuta metodologija podrazumeva uzorkovanje koje se vrši kombinovanom tehnikom podizanja materijala sa podloge trzajima nogu i njegovim sakupljanjem u mrežu koja je orijentisana u pravcu vodenog toka (*kick* radnja) i dodatnim ručnim sakupljanjem sa većeg kamenja, makrofita, trulih debala ili različitih potopljenih objekta (*sweep* radnja). Materijal je prikupljen sa svih dostupnih staništa, proporcionalno njihovoj zastupljenosti. U cilju semikvantitativnog pristupa, uložena je isti napor prilikom svakog uzorkovanja. Prilikom prikupljanja uzoraka u obzir je uzet deo vodotoka od oko 100 m dužine, na kome je izvršena vizuelna procena dominantne podloge, procena srednje dubine i širine toka, procena pokrovnosti/obraštaja, a prema MHS proceduri koja

podrazumeva procenu raspoloživih staništa na potezu uzorkovanja i prikupljanje materijala sa svih dostupnih staništa koja su zastupljena sa više od 5% (AQEM Consortium, 2002).



Slika 1. Mesta uzorkovanja na Jadru i odabranim pritokama
Figure 1. Sampling sites on Jadar River and selected tributaries

Uzorci su na terenu konzervirani 70% etanolom. Razvrstavanje materijala i identifikacija organizama izvršena je u hidroekološkoj laboratoriji Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ Univerziteta u Beogradu, upotrebom binokularne lupe (Carl Zeiss, Stemi 508) i mikroskopa (Carl Zeiss, Axo Lab A1), kao i upotrebom ključeva za identifikaciju vodenih makrobeskičmenjaka.

Ocena ekološkog statusa i klasa kvaliteta vode vršena je prema kriterijumima važećeg „Pravilnika o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda“ („Sl. glasnik RS“ 74/2011), prema kome Jadar pripada tipu 3 (mali i srednji vodotoci, nadmorska visina do 500 m, dominacija krupne podloge), dok reke Korenita, Stupnička reka, Rakovička reka i Krlagan pripadaju tipu 6 (mali vodotoci izvan područja Panonske nizije koji nisu obuhvaćeni tipom 3 i 4, kao i vodotoci koji nisu obuhvaćeni Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda ("Službeni glasnik RS", broj 96/10)).

Za izračunavanje parametara korišćenih za analizu zajednice vodenih makrobeskičmenjaka i ocenu ekološkog statusa ispitivanih lokaliteta korišćen je softverski program ASTERICS (AQEM, 2002), kao i indikatorska lista po Moog-u (Moog, 2002). Izdvojeni su sledeći parametri: ukupan broj taksona, indeks saprobnosti (SI) po metodi Zelinka-Marvan (1961), BMWP/ASPT indeksi (Armitage, 1983), Šenonov indeks diverziteta (SWI - Shannon, 1948). učešće Tubificidae u zajednici makrobeskičmenjaka (% Tubificidae), EPT indeks, broj familija i broj osetljivih taksona (AQEM Consortium, 2002).

REZULTATI I DISKUSIJA

Analizom prikupljenog materijala sa 7 ispitivanih lokalita zabeleženo je ukupno 107 taksona u okviru 15 taksonomskih grupa. Insekti su najraznovrsnija grupa, a među njima se izdvajaju red Trichoptera sa 23 zabeležena taksona, Ephemeroptera i Coleoptera sa 20 taksona i Diptera sa 15 zabeleženih taksona, kao glavne komponente zajednice vodenih makrobescičmenjaka u ispitivanim vodotokovima. Ostale zabeležene grupe makrobescičmenjaka (Heteroptera, Plecoptera, Megaloptera, Turbellaria, Gastropoda, Bivalvia, Hirudinea, Colembola, Hydracarina, Nematoda i Oligochaeta) zastupljene su sa 5 ili manje taksona.

Jadar

Na 2 lokaliteta na reci Jadar, kod mesta Brnjac i Draginac, zabeleženo je 62 taksona u okviru 12 taksonomskih grupa. Nešto veća brojnost individua zabeležena je na lokalitetu Brnjac. Glavnu komponentu zajednice čine insekti, karakteristični za tip reka sa krupnijom podlogom. Procentualno su najzastupljenije insekatske grupe Diptera (29,04%), među kojima familija Chironomidae čini većinu zabeleženih taksona i Ephemeroptera (22,30%), sledi grupa Oligochaeta sa 16,06% u ispitivanoj zajednici. Grupe Trichoptera, Coleoptera i Gastropoda zastupljene su podjednako sa oko 6%, dok je procentualna zastupljenost ostalih zabeleženih grupa (Hydracarina, Turbellaria, Heteroptera, Plecoptera, Odonata i Gammaridae i Nematoda) manja od 5%.

Među identifikovanim vrstama prevladavaju organizmi koji ukazuju na beta-mezosaprobni stepen organskog zagađenja (22,95%). Slede grupe, pokazatelji oligosaprobnog (11,62%) i alfamezosaprobnog (6,15%) zagađenja. Ksenosaprobna i polisaprobna grupa organizama zastupljena je sa manje od 5%. Analizom odnosa u zajednici u okviru funkcionalnih grupa u ishrani, najzastupljeniji su sakupljači sa 39,9% i kidači/strugači sa 22,25%, što je više od polovine od ukupnog broja zabeleženih vrsta. Ostatak čine predstavnici grupa sekača, filtratori i predatori čija je pojedinačna procentualna zastupljenost ispod 10%, što je očekivano za ovakav tip tekućica i u skladu je sa konceptom rečnog kontinuuma (engl. River Continuum Concept) (Vannote i sar., 1980).

Prosečna vrednost ukupnog broj taksona na oba lokaliteta iznosi 41, što odgovara I klasi kvaliteta vode i odličnom ekološkom statusu ispitivanih lokaliteta. Vrednost saprobnog indeksa (SI) na oba ispitivana lokaliteta na Jadru je gotovo ista (1,81 kod Draginca, odnosno 1,85 kod Brnjca) što ga svrstava u II klasu kvaliteta vode i podrazumeva dobar ekološki status. Vrednosti BMWP indeksa 133 odnosno 187 ukazuju na I klasu, tj. odličan ekološki status. Prosečna vrednost Šenonovog indeksa diverziteta (SWI) od 2,67 ukazuje na dobar ekološki status. Slična je situacija i sa vrednostima ASPT indeksa, čija prosečna vrednost od 6,96 ukazuje na dobar status i kvalitet vode koji je između I i II klase. Učešće Oligochaeta (Tubificidae) na oba ispitivana lokaliteta pokazuje da je dostignut dobar ekološki status. EPT indeks, čija je prosečna vrednost 18, svrstava reku Jadar u II klasu kvaliteta sa postignutim dobrim ekološkim statusom, dok prosečna vrednost broja familija

na dva ispitivana lokalite iznosi 27,5 i svrstava ih u prvu klasu kvaliteta vode, tj. odličan ekološki status. Ispitivani lokaliteti na Jadru mogu se okarakterisati dobrim ekološkim statusom i vodom između I i II klase kvaliteta. Ocena ekološkog statusa na osnovu pomenutih parametara data je u Tabeli 1.

Tabela 1. Ocena statusa/kvaliteta vode reke Jadrta u 2016.
Tabela 1. Water status assessment of Jadar River in 2016.

Parametri	Jadar Draginac	Jadar Draginac
Ukupan br. Taksona	I	I
SI	II	II
BMWP	I	I
ASPT	I-II	I-II
SWI	I	I
Tubificidae [%]	*	*
EPT indeks	II	II
Broj familija	I	I
Ukupna ocena statusa	I-II	I-II

*dostignut dobar status

Korenita

Analizom zajednice vodenih beskičmenjaka na reci Korenita zabeleženo je 55 taksona iz 13 taksonomskih grupa. Insekatske grupe Ephemeroptera sa 28,25%, Diptera sa 23,9% i Trichoptera sa 17,6% su procentualno najzastupljenije u okviru ispitivane zajednice. Slede grupe Odonata sa 11,79% i Gastropoda sa 7,14%. Ostale zabeležene grupe su manje brojne i zastupljene su sa manje od 5%.

Prema ekološkoj klasifikaciji taksona u odnosu na saprobnu valencu (Moog, 2002) 33,95% predstavnika toleriše srednje organsko zagađenje i pripada beta-mezosaprobni organizmima. 15,56% ispitivane zajednice predstavljaju oligosaprobni organizmi. Procentualno učešće alfa-mezosaprobni organizama je 7,78%. Organizmi koji tolerišu veće organsko zagađenje, polisaprobni, kao i organizmi koji ne tolerišu organsko zagađenje, ksenosaprobni, zastupljeni su sa manje od 1% u ispitivanoj zajednici. Za 39,76% taksona nema podataka o klasifikaciji u odnosu na saprobiološku toleranciju.

Vrednost SI od 1,87 ukazuje na dobar ekološki status i II klasu kvaliteta vode, što potvrđuju i vrednosti ukupnog broja taksona, prema čijim vrednostima reka Korenita ima dobar status.

Niže vrednosti procentualne zastupljenosti familija Tubificidae ukazuju da je postignut dobar status. Dobar status je postignut i analizom vrednosti EPT indeksa i prema broju osetljivih taksona.

Na osnovu analiziranih parametara zajednice, može se zaključiti da reka Korenita ima I do II klasu kvaliteta vode i dobar ekološki status (Tabela2).

Rakovička reka

Analizom zajednice vodenih beskičmenjaka Rakovičke reke zabeleženo je 57 taksona iz 15 taksonomskih grupa. Procentualno najzastupljenije su grupe Ephemeroptera sa 34,08%, Gammaridae sa 23,55% i Trichoptera sa 12,18%. Sledi grupa Coleoptera sa 8,13%, dok su grupe Diptera i Plecoptera zastupljene sa oko 6% u ispitivanoj zajednici. Značajna brojnost vrste iz grupe Ephemeroptera, *Caenis luctuosa* (Bürmeister, 1839) zabeležena je na lokalitetu ERM 01 sa 508 predstavnika. Na istom lokalitetu su gotovo jednako brojne dve vrste iz Grupe Gammaridae, *Gammarus balcanicus* Schaf. 1922 sa 262 predstavnika kao i *Gammarus fossarum* Koch 1836 sa 245 zabeleženih predstavnika.

Prema ekološkoj klasifikaciji taksona u odnosu na saprobnu valencu (Moog, 2002) najveće procentualno učešće imaju organizmi koji tolerišu srednji stepen organskog zagađenja, beta-mezosaprobnii organizmi, čiji je udeo u zajednici 28,35%. Nešto manji procentualni udeo u zajednici imaju oligosaprobnii organizmi (18,45%), kao i alfamezosaprobnii organizmi sa 10,03%, dok su ksenosaprobnii organizmi zastupljeni sa manje od 5%. Za 39,2% organizama nema podataka o klasifikaciji u odnosu na saprobiološku toleranciju.

Prosečna vrednost SI od 1,79 ukazuje na kvalitet vode koji se kreće između I i II klase (Sl. glasnik 74/2011), odnosno odličan ekološki ekološki status. S obzirom da je ukupan broj taksona veliki, prema ovom parametru Rakovička reka svrstava se u I klasu kvaliteta vode sa odličnim ekološkim statusom. Mali procenat učešća grupe Tubificida u zajednici ukazuje na postignut dobar status. Vrednosti EPT indeksa i broja osetljivih taksona takođe potvrđuju dobar ekološki status (Tabela2)..

Rakovička reka se na osnovu analiziranih parametara zajednice može svrstati u I do II klasu kvaliteta vode sa dobrim ekološkim statusom.

Stupnica

Na osnovu analize zajednice makrobeskičmenjaka reke Stupnice zabeleženo je ukupno 43 taksona u okviru 11 taksonomskih grupa.

Grupa Gammaridae sa 550 zabeleženih individua je najbrojnija i čini 61,25% od ukupne zastupljenosti zabeleženih taksona. Manje brojna je grupa Diptera sa 11,02% , dok je procentualni udeo ostalih zabeleženih grupa manja od 5%

Najveće procentualno učešće prema saprobnoj valenci (Moog, 2002) imaju beta-mezosaprobnii organizmi (9,81%). Slede oligosaprobnii organizmi sa sličnim procentualnim udelom u zajednici (8,59%), dok alfamezosaprobnii i ksenosaprobnii organizmi, koji tolerišu nizak stepen organskog zagađenja imaju procentualni udeo u ispitivanoj zajednici manji od 5%.. Za čak 74,61% taksona nema podataka o klasifikaciji u odnosu na saprobiološku valencu.

Vrednosti SI (1,59) i ukupnog broja taksona ukazuju da se klasa kvaliteta vode ispitivanog lokaliteta kreće između I i II klase, tj. karakteriše je dobar ekološki status. Procenat učešća grupe Tubificida u zajednici ukazuje na to da je postignut dobar status. Vrednosti EPT indeksa i broja osetljivih taksona takođe potvrđuju dobar ekološki status (Tabela2).

Na osnovu vrednosti svih analiziranih parametara zajednice za dati tip reke prema važećem pravilniku (tip 6) reka Stupnica ima I do II klasu kvaliteta vode što ukazuje na dobar ekološki status.

Krlagan

Analizom zajednice vodenih beskičmenjaka reke Krlagan zabeleženo je 50 taksona iz 12 taksonomskih grupa.

Najveći procentualni udeo u zajednici imaju insekatske grupe (Coleoptera sa 20,8%, Ephemeroptera 18,37% i Trichoptera sa 13,87%). Nešto manji procentualni udeo imaju predstavnici insekatskih grupa Plecoptera (7,8%) i Odonata (6,93%). Značajan udeo u zajednici imaju predstavnici grupe Gastropoda sa 15,08%. Ostali zabeleženi organizmi imaju manji udeo u zajednici.

Prema ekološkoj klasifikaciji taksona u odnosu na saprobnju valencu (Moog, 2002) 36,69% predstavnika toleriše srednje organsko zagađenje i pripada beta-mezosaprobni organizmima. 23,62% ispitivane zajednice su oligosaprobni organizmi. Procentualno učešće alfa-mezosaprobni organizama je 7,89%. Organizmi koji ne tolerišu organsko zagađenje su malobrojni i zastupljeni su sa manje od 5%.

Vrednosti svih parametara koji se razmatraju za ovaj tip reke (ukupan broj taksona, SI, % Tubificida, EPT indeks i broj osetljivih taksona) ukazuju da reka Krlagan pripada I klasi kvaliteta vode, tj. da ima odličan ekološki status (Tabela2).

Tabela 2. Ocena statusa/kvaliteta vode odabranih u 2016.
Table 2. Water status assessment of selected tributaries in 2016

Parametri	Korenita Brezjak	Rakovička r. uzvodno	Stupnica	Krlagan
Ukupan br. Taksona	I	I	I-II	I
SI	II	I-II	I	I
Tubificidae [%]	*	*	*	*
EPT indeks	*	*	*	*
Br. osetljivih taksona	*	*	*	*
Ukupna ocena statusa	I-II	I-II	I-II	I

*dostignut dobar status

ZAKLJUČAK

Prema prikazanim istraživanjima, ekološki status reke Jadar i odabranih pritoka ima zadovoljavajući status. Prema vrednostima većine parametara kvalitet vode odabranih lokaliteta iz ovog istraživanja se kreće između I i II klase, što ukazuje na dobar status, u skladu sa osnovnim ciljem ODV. S toga je prioritet održati ovakvo stanje ispitivanih reka u saradnji sa odgovarajućim naučnim i stručnim institucijama i preduzeti mera kako bi se zagađenje vodotokova ispitivanog područja svelo na minimum.

Zahvalnica

Istraživanja su ostvarena u okviru projekata OI 176018, TR 37009 i III 4300 Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

LITERATURA

- AQEM Consortium (2002). Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates developed for the purpose of the Water Framework Directive, Version 1.0, 202 p. (www.aqem.de).
- Armitage P.D., Moss D., Wright J.F., Furse, M.T. (1983). The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research*, 17: 333-347.
- EN 27828:1994 Water quality - Methods for biological sampling – Guidance on hand-net sampling of benthic macro-invertebrates.
- Hering D, Verdonschot PFM, Moog O, Sandin L (eds) (2004). Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia*: 516: 1–20.
- Moog O. (2002). *Fauna Aquatica Austriaca – A Comprehensive Species Inventory of Austrian Aquatic Organisms with Ecological Notes*. Federal Ministry for Agriculture and Forestry, Wasserwirtschaftskataster Vienna: loose-leaf binder.
- Shannon C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27: 379–423.
- Službeni glasnik (2010) Pravilnikom o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda, 96/10
- Službeni glasnik (2011). Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda, 74/2011.
- Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R., Cushing C. E., 1980. The River Continuum Concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 37: 130 – 137.9 .
- WFD (2000). Water Framework Directive- Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC - Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.
- Zelinka M., Marvan P. (1961). Zur Präzisierung der biologis-chen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Arch. Hydrobiol.* 57: 389–407.