

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

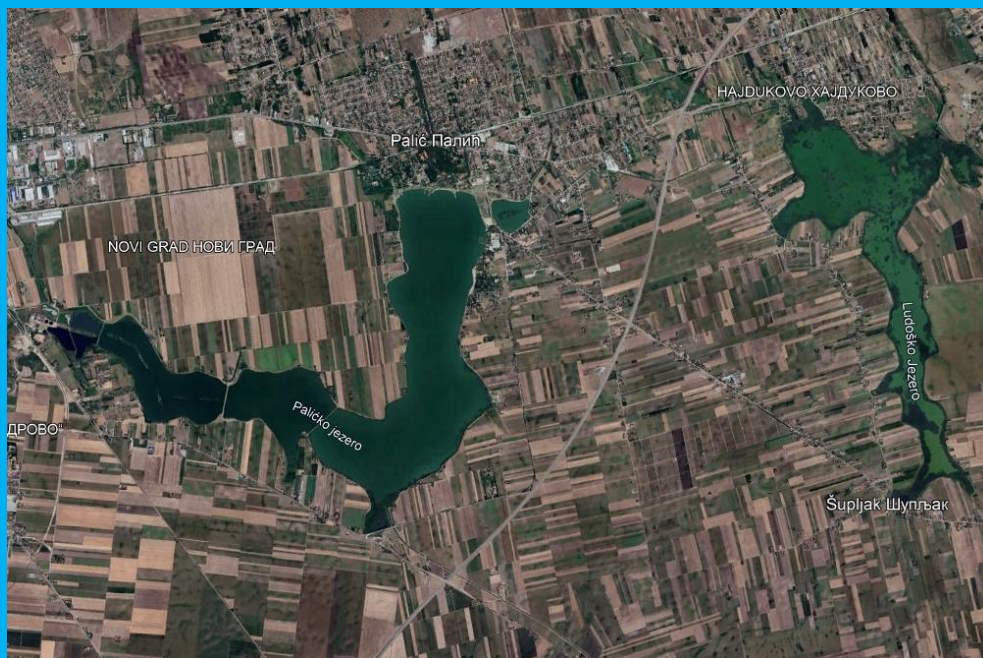
52. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

VODA 2022

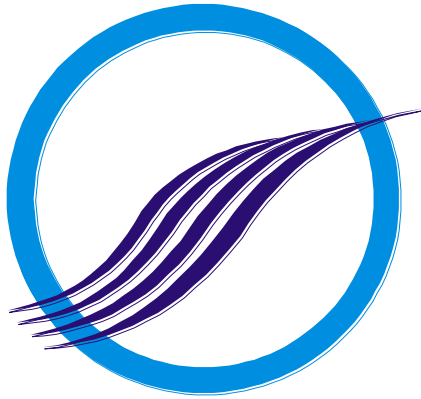
The 52nd Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

WATER 2023

Conference Proceedings



Palić, 31. maj – 2. jun 2023.



www.sdzv.org.rs

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY



INŽENJERSKA KOMORA SRBIJE

II

IZDAVAČ (PUBLISHER):

Srpsko društvo za zaštitu voda, Kneza Miloša 9/1, Beograd, Srbija,
Tel/Faks: (011) 32 31 630

PROGRAMSKI ODBOR (PROGRAMME COMMITTEE):

Prof. dr Branislav ĐORĐEVIĆ, dipl.inž.građ, Beograd
Prof. dr Božo DALMACIJA, dipl.hem, Novi Sad
Dr Momir PAUNOVIĆ, naučni savetnik, dipl.biol, Beograd
Dr. Bela CSÁNYI, dipl.biol, Budimšešta-Mađarska
Prof. dr Peter KALINKOV, dipl.inž.građ, Sofija-Bugarska
Prof. dr Valentina SLAVEVSKA STAMENKOVIĆ, dipl.biol, Skoplje-R.Makedonija
Prof. Dr. Goran SEKULIĆ, dipl.inž.građ, Podgorica-Crna Gora
Prof. dr Violeta CIBULIĆ, dipl.hem, Beograd
Prof. dr Slavka STANKOVIĆ, dipl.inž.tehnol, Beograd
Prof. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehnol, Beograd
Dr Aleksandar JOKSIMOVIĆ, dipl.biol, Kotor-Crna Gora
Dr Božica VASILJEVIĆ, dipl.biol, Beograd

UREDNIK (EDITOR):

Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl. građ.inž.

Svi radovi u ovom zborniku radova su recenzirani. Stavovi izneti u ovoj publikaciji ne odražavaju nužno i stavove izdavača, urednika ili programskog odbora.

TIRAŽ (CIRCULATION):

150 primeraka

ŠTAMPA:

"Akademska izdanja", Zemun, 2023

CIP - Каталогизacija у публикацији Народна библиотека Србије, Београд

502.51(082)

556.11(082)

628.3(082)

628.1(082)

ГОДИШЊА конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода (52 ; 2023 ; Палић)

Voda 2023 : zbornik radova 52. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda, Palić, 31. maj - 2. jun 2023. = Water 2023 : conference proceedings 52nd Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society / [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2023 (Zemun : Akademska izdanja). - X, 310 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 150. - Str. IX: Predgovor / Aleksandar Đukić. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-82674-00-9

a) Воде -- Зборници б) Отпадне воде -- Зборници в) Снабдевање водом -- Зборници

COBISS.SR-ID 116513289

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

ZBORNİK RADOVA

**52. GODIŠNJE KONFERENCIJE O AKTUELNIM TEMAMA
KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA**

VODA 2023

*52ND ANNUAL CONFERENCE OF THE
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY
"WATER 2023"
CONFERENCE PROCEEDINGS*

Palić, 31. maj - 2. jun 2023.

ORGANIZATOR KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd),

uz podršku

Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije i
Inženjerske komore Srbije

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

PRESEDNIK: Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol, Beograd

SEKRETAR: Suzana VASIĆ, Beograd

ČLANOVI:

Dr Branko MILJANOVIĆ, dipl.biol, Novi Sad
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.građ.inž, Beograd
Slavica ŽIVKOVIĆ, Beograd
Dr Maja RAKOVIĆ, dipl. biol, Beograd
Dr Tamara JURCA, dipl. biol, Novi Sad
Dr Jelena STANKOVIĆ, dipl.biol, Niš

ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo nauke, tehnološkog razvoja i inovacija Republike Srbije
- Inženjerska komora Srbije

Slika na koricama: satelitski snimak jezera Palić i Ludaš 2022. godine (*Google Earth*)

MAKROBESKIČMENJACI KAO INDIKATORI KVALITETA VODE U VEŠTAČKIM VODNIM TELIMA BEOGRADSKOG REGIONA

Nataša Popović, Jelena Đuknić, Maja Raković,
Jelena Stanković, Bojana Tubić, Božica Vasiljević,
Momir Paunović

Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković” - Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Odeljenje za hidroekologiju i zaštitu voda, Univerzitet u Beogradu, Bulevar despota Stefana 142, 11060 Beograd, Srbija, natasa.popovic@ibiss.bg.ac.rs

REZIME

Teritorija Beograda se odlikuje bogatim sistemom kanala koji imaju ulogu u odvodnjavanju i u uklanjanju otpadnih voda. Ovi kanali su u manjoj ili većoj meri izloženi različitim antropogenim pritiscima. S druge strane neki od njih protiču kroz zone sanitarne zaštite izvorišta beogradskog vodovoda. U cilju ocene stanja ovih vodenih ekosistema analizirali smo makrobescičmenjake iz osam kanala u zoni grada Beograda. Uzorci su prikupljeni u periodu visokih i niskih voda 2022. godine. Zabeleženo je prisustvo 70 taksona u periodu visokih i 53 taksona u periodu niskih voda. Najveće bogatstvo vrsta zabeleženo je u kanalima PKB, Vizelj i Karaš kanala u periodu visokih i u kanalu Galovica u periodu niskih voda. Najveću frekvencu imala je grupa Chironomidae. Period niskih voda karakterisalo je ujednačeno prisustvo taksonomskih grupa, dok je u periodu visokih zapažen veći udeo Crustacea, Oligochaeta i Chironomidae. Niske vode karakteriše veći udeo predatora, dok je u periodu visokih voda zastupljeno više različitih funkcionalnih tipova ishrane. Biološki parametri ukazuju na II klasu kvaliteta voda na kanalima Vizelj i Karaš što ukazuje na značaj redovnog održavanja kanala.

KLJUČNE REČI: makrobescičmenjaci, kanali, kvalitet vode, Beograd

WATER QUALITY OF ARTIFICIAL WATER BODIES IN THE BELGRADE REGION BASED ON MACROINVERTEBRATES

ABSTRACT

The Belgrade area is characterised by a rich system of canals that play a role in drainage and waste water removal. These canals are more or less exposed to various anthropogenic influences. On the other hand, some of them flow through the sanitary protection zones of the sources of Belgrade's water supply. To assess the potential of these aquatic ecosystems, we analysed macroinvertebrates from eight canals around Belgrade. Samples were collected during the high and low water periods in 2022. In the high water period 70 taxa were detected and in the low water period 53 taxa. The highest species richness was found in the

PKB, Viselj and Karaš canals during the period of high water and in the Galovica canal during the period of low water. The Chironomidae group had the highest frequency. The period of low water was characterised by a uniform occurrence of taxonomic groups, while during the high water period a higher proportion of Crustacea, Oligochaeta and Chironomidae was observed. The low water period was characterised by a higher proportion of predators, while a greater diversity of functional feeding types were found during the high water period. The biological parameters indicate the II class of water quality in the Viselj and Karaš canals, which indicates the importance of regular canal maintenance.

KEY WORDS: macroinvertebrates, canals, water quality, Belgrade

UVOD

Brojna modifikovana i veštačka vodna tela kao što su akumulacije, kanali i reke u beogradskoj urbanoj zoni izložena su različitim antropogenim pritiscima. Beograd sa oko 1,7 miliona stanovnika nema sistem za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda (Kolarević i sar. 2011). Veliki broj vodnih tela na teritoriji grada koja prolaze kroz okolne industrijske i poljoprivredne zone ima ulogu u odvodnjavanju kao i u uklanjanju otpadnih voda. Izložene su kombinovanim pritiscima različitog intenziteta (Kolarović i sar. 2011, Jovanović Marić i sar. 2020). Voda se aktivno drenira i pumpa zbog čega u ovakvim vodenim ekosistemima nedostaje prirodan vodni režim.

Na levoj obali Dunava nalaze se kanali pančevačkog rita Sibnica, Kalovita i Vizelj. Sibnica prati tok Tamiša i okružena je brojnim poljoprivrednim površinama. Kalovita prolazi kroz industrijske zone, poljoprivredne i urbane površine Krnjače, Borče i Ovče i predstavlja kolektor za prihvat voda tog područja. Vizelj drenira prostor između zrenjaninskog puta i nasipa ka Dunavu. Deo ovog sistema čini i Kanal PKB koji odvođi otpadne vode naselja Padińska Skela, okolnih farmi i proizvodnih pogona direktno u Dunav. Karaš kanal u plavnim periodima deo vode Tamiša sprovodi u Dunav i sprečava plavljenje Pančevačkog rita.

Galovica i Progarska jarčina prikupljaju višak vode iz Srema i u Savu odvođe atmosferske, drenažne i ali i deo otpadnih voda nekoliko seoskih područja. Ovi kanali svojim donjim tokom protiču kroz zone sanitarne zaštite izvorišta beogradskog vodovoda te je praćenje stanja kvaliteta vode od posebnog značaja. Obrenovački kanal prikuplja i odvođi atmosferske i drenažne vode u Kolubaru.

Makrobeskičmenjaci predstavljaju jedan od obaveznih bioloških elemenata za procenu stanja vodenih ekosistema. Imajući u vidu značaj ovih kanala i pritisak koji trpe, analizirali smo zajednice makrobeskičmenjaka u njima.

MATERIJAL I METODE

Uzorci vodenih makrobleskičmenjaka prikupljeni su u periodu visokih (maj/jun) i niskih voda (septembar/oktobar) 2022. godine. Materijal je prikupljen u priobalnom regionu (do 1,5 m dubine) sa osam kanala u zoni grada Beograda (Galovica, Karaš kanal, Progarska Jarčina, Sibnica, Vizelj, kanal PKB i Obrenovački kanal) u blizini crpnih stanica.

Za prikupljanje makrobleskičmenjaka korišćena je bentosna mreža promera okaca 250 i 500 μm . Uzorci su prikupljeni sa svih dostupnih staništa semikvantitativnom MHS (multihabitat sampling procedure) metodom, fiksirani na terenu 96% etanolom i transportovani u laboratoriju Odeljenja za hidroekologiju i zaštitu voda, Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“, Univerzitet u Beogradu. Sortiranje i determinacija organizama obavljani su upotrebom stereo mikroskopa i binokularne lupe Krüss, Nemačka, i mikroskopa Opton, Nemačka. Identifikacija organizama izvršena je do nivoa vrste, odnosno do najnižeg mogućeg taksonomskog nivoa.

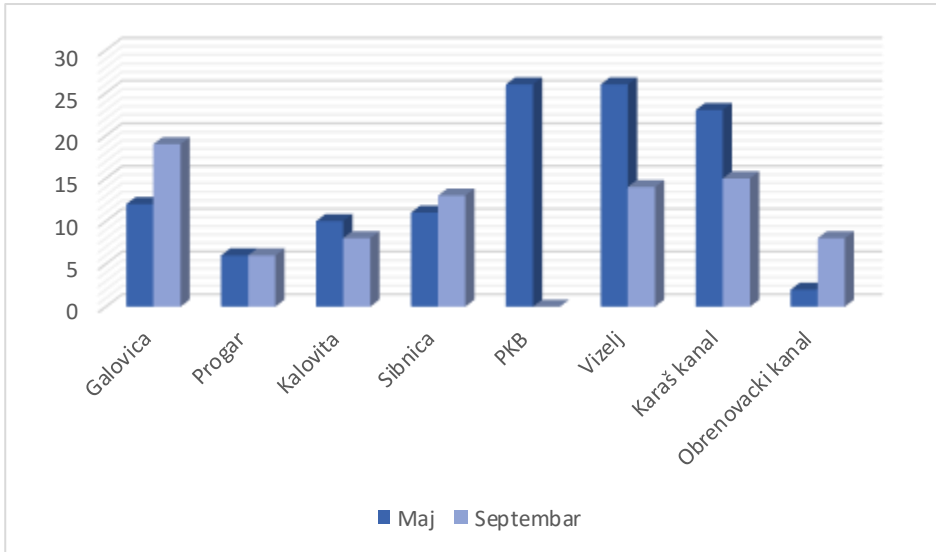
Za izračunavanje bioloških elementa kvaliteta: kvalitativan i kvantitativan sastav zajednice, saprobni indeks (Zelinka & Marvan), indeks diverziteta (Shannon-Weaver), BMWP skor, zastupljenost Oligochaeta (%Tubificidae), kao i ukupan broj taksona, korišćen je ASTERIX softverski program (AQEM, 2002) i indikatorska lista po Moog-u (Moog, 2002). Prema važećem pravilniku (Službeni glasnik, 74/2011), izvršena je procena potencijala, tj. određen je kvalitet vode ispitivanih lokaliteta.

REZULTATI I DISKUSIJA

Tokom istraživanja zabeležena je raznovrsna zajednica makrobleskičmenjaka u kanalima beogradskog regiona. Zabeleženo je prisustvo 70 taksona (iz 10 taksonomsko ekoloških grupa) u periodu visokih i 53 taksona (iz 11 taksonomskih grupa) u periodu niskih voda.

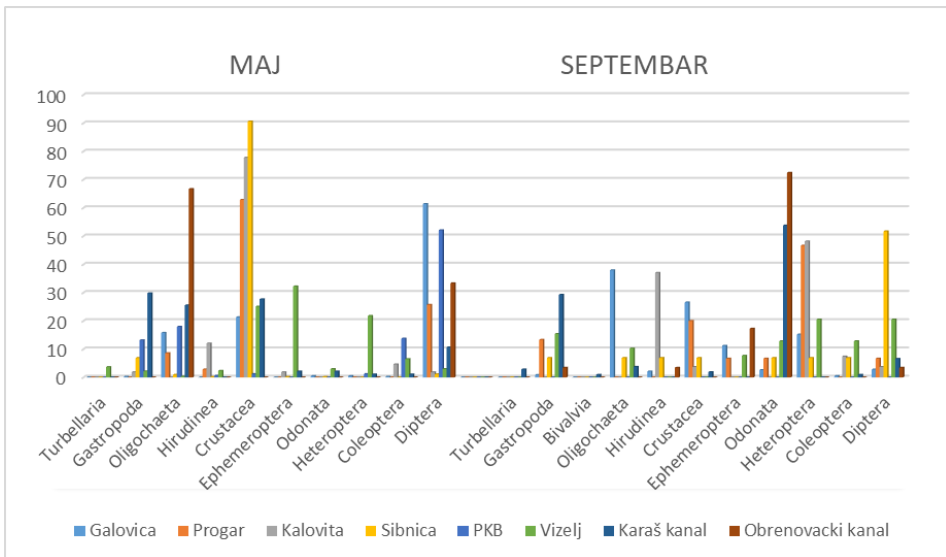
U periodu visokih voda najveće bogatstvo vrsta zabeleženo je u kanalima PKB, Vizelj i Karaš kanal, dok je u periodu niskih voda najveće bogatstvo vrsta zabeleženo u kanalu Galovica. Broj zabeleženih taksona u kanalima beogradskog regiona u periodu visokih i niskih voda u 2022. godini prikazan je na grafiku 1.

Najveću frekvencu imala je grupa Diptera (Chironomidae) koja je bila konstantno prisutna na svim istraživanim lokalitetima ali ne u brojnosti kakva je uobičajena za ovakav tip staništa. U periodu visokih voda ova grupa bila je dominantna u Galovici i kanalu PKB. U kanalu PKB u periodu niskih voda (septembar) nije zabeleženo prisustvo živih organizama što je posledica izlivanja otpadnih kanalizacionih i industrijskih voda iz obližnje poljoprivredne korporacije Beograd (PKB) po kojoj ovaj kanala i nosi ime. Grupa Crustacea je bila najzastupljenije u kanalima Progar, Kalovita i Sibnica u periodu visokih, dok je njihov udeo u zajednici u periodu niskih voda bio znatno manji.



Slika 1. Broj zabeleženih taksona u kanalima beogradskog regiona u 2022. godini
Figure 1. The number of recorded taxa in the canals of the Belgrade region in 2022

Procentualni udeo taksonomskih grupa makrobeskičmenjaka u oba perioda uzorkovanja prikazan je na slici 2.



Slika 2. Procentualna zastupljenost taksonomskih grupa makrobeskičmenjaka na istraživanim lokalitetima

Figure 2. Percentage of macroinvertebrate groups in the studied localities

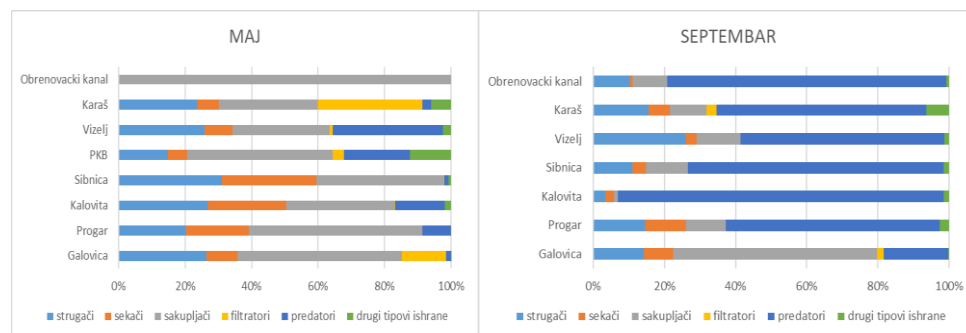
Period visokih voda u većini kanala karakteriše visoko prisustvo grupa Crustacea, Oligochaeta i Diptera (Chironomidae), nešto niže prisustvo Gastropoda i Coleoptera, dok su ostale grupe sporadično prisutne. U kanalu Vizelj zabeležen je značajan udeo Ephemeroptera (32%) i Heteroptera (22%) u zajednici, dok u ostalim istraživanim kanalima njihov udeo nije prelazio 2%. Razlog može biti prisustvo makrofitske i submerzne vegetacije u priobalnom delu kanala, gde identifikovani taksoni pronalaze sklonište (Raković i sar. 2016). Pored ovih grupa zajednicu makrobeskičmenjaka u kanalu Vizelj karakteriše visok udeo Crustacea (25%), kao i prisustvo Coleoptera, Odonata, Turbellaria, Gastropoda i Hirudinea, dok je udeo Oligochaeta i Diptera nizak. Ovakav sastav zajednice makrobeskičmenjaka nije tipičan za staništa pod atropogenim pritiskom, kakvi su kanali. Može biti posledica neposrednog čišćenja kanala i privremene autopurifikacije.

Period niskih voda prati manje više ujednačeno prisustvo taksonomskih grupa, izuzev PKB kanala. Najveće razlike u odnosu na period visokih voda, uočavaju se u zajednicama kanala Sibnica, Progar, Kalovita i Karaš kanal, gde se smanjio udeo dominantnih grupa i povećala ujednačenost (ekvitabilnost) zajednice. Obrenovački kanal se izdvaja visokim prisustvom Odonata, Ephemeroptera i Gastropoda.

Vrsta *Asellus aquaticus* (Linnaeus, 1758) sa 842 jedinke u periodu visokih i 157 jedinki prikupljenih i periodu niskih voda predstavlja najbrojniju vrstu zabeleženu tokom istraživanja. Pored nje visoku brojnost imale su vrste *Cloeon dipterum* (Linnaeus, 1758) sa 194 jedinke i *Cricotopus* gr. *sylvestris* sa 180 jedinki u periodu visokih i *Pyrrhosoma nymphula* (Sulzer, 1776) sa 152 jedinke u periodu niskih voda.

Kada se razmatra raznovrsnost analiziranih zajednica prema tipovima ishrane, u periodu visokih voda u Obrenovačkom kanalu uočava se prisustvo isključivo sakupljača. Ostale istraživane kanale, pored dominantnog prisustva sakupljača, karakteriše i visoko prisustvo strugača, sekača i predatora. Visok udeo filtratora beleži se na kanalima Karaš i Galovica u periodu visokih voda (Slika 3). Ovakva zastupljenost račilitih tipova ishrane ukazuje na heterogenost staništa i dostupnost različite hrane što je preduslov razvoja složenog ekosistema (Vannote i sar. 1980).

U periodu niskih voda uočava se veći udeo predatora u zajednicama na svim lokalitetima (Slika 3), što se ogleda u brojnom prisustvom Odonata, Heteroptera, Coleoptera i Hirudinea. Pored predatora zajednicu karakteriše i prisustvo strugača i sakupljača.



Slika 3. Procentualna zastupljenost taksona prema tipu ishrane na istraživanim lokalitetima
Figure 3. Percentage of taxa according to the feeding types at researched localities

Tabela 1. Vrednosti bioloških parametara za ocenu ekološkog potencijala na istraživanim lokalitetima u periodu visokih i niskih voda

Table 1. Values of the biological parameters for the assessment of ecological potential at the investigated sites in the period of the high and low water regime in 2022

Maj	Galovica	Progarska Jarcina	Kalovita	Sibnica	Kanal PKB	Vizelj	Karaš	Obrenovački kanal
Broj taksona	12 II	6 IV	10 II	11 II	26 II	26 II	23 II	2 V
Saprobni indeks	2,71 III	2,77 III	2,76 III	2,75 III	2,12 II	2,65 II	2,12 II	3,5 V
BMWP Score	27 IV	9 V	25 IV	34 III	48 II	79 II	49 II	3 V
Diverzitet	1,60 II	1,14 IV	0,97 IV	0,49 V	2,59 II	2,05 II	2,56 II	0,64 V
Tubificidae %	24 II	2 II	0 II	0 II	0 II	0 II	2 II	2 IV
Ukupna ocena	IV	IV	IV	V	II	II	II	V

Septembar	Galovica	Progarska Jarcina	Kalovita	Sibnica	Kanal PKB	Vizelj	Karaš	Obrenovački kanal
Broj taksona	19 II	6 IV	8 IV	13 II	0 V	14 II	15 II	8 IV
Saprobni indeks	3,02 IV	2,64 II	2,27 II	2,23 II	/ V	1,59 II	2,23 II	2,17 II
BMWP Score	39 III	23 IV	27 IV	37 III	/ V	45 II	40 III	32 III
Diverzitet	2,05 II	1,49 III	1,50 II	2,24 II	/ V	2,38 II	1,61 II	1,59 II
Tubificidae %	37,9 III	0 II	0 II	3,44 II	/ V	2,56 II	0 II	0 II
Ukupna ocena	IV	IV	IV	III	V	II	II	IV

Na kanalima Vizelj i Karaš svi biološki parametri za ocenu potencijala vodnog tela su u granici II klase kvaliteta voda. Ovakvo stanje se može pripisati činjenici da su kanali u prethodnom periodu podvrgnuti radovima na održavanju izumuljavanjem i uklanjanjem vodene vegetacije. Ovi zahvati često se navode kao ograničavajući faktori jer dovode do ujednačenosti staništa i ograničene dostupnosti resursa (hrana, sklonište, supstrat), međutim, održavanjem dolazi do povećanja protoka, količine dostupne svetlosti i koseonika. Ovakvi uslovi na staništu u velikoj meri utiče na razvoj i oporavak narušene

zajednice. Na primeru kanala PKB u periodu visokih voda može se videti posledica velikog antropogenog pritiska u vidu izlivanja otpadnih voda što je izazvalo potpuno povlačenje vagilnog i uginuće sesilnog i slabo vagilnog živog sveta.

ZAKLJUČAK

Zajednice makrobeskičmenjaka odražavaju uslove životne sredine što se manifestuje u promeni sastava i strukture zajednica. Oni su koristan indikator pritiska prisutnih u ekosistemu. Na osnovu analize zajednice makrobeskičmenjaka u kanalima koji su pod jakim antropogenim pritiskom na teritoriji Beograda, u periodu visokih i niskih voda vidi se značaj i neophodnost održavanja kanala i sposobnosti vodnog tela za samoprečišćavanje.

Zahvalnica

Ovaj rad je finansiran od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, Ugovor br. 451-03-47/2023-01/200007.

LITERATURA:

- AQEM (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.
- Jovanović Marić, J.M., Kračun-Kolarević, M.J., Kolarević, S.M., Đorđević, J.Z., Paunović, M.M., Kostić-Vuković, J.M., Sunjog, K.Z., Smiljanić, P.B., Gačić, Z.M., Vuković-Gačić, B.S. (2020). Sensitivity of Bleak (*Alburnus alburnus*) in Detection of the Wastewater Related Pressure in Large Lowland Rivers. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 105, 224–229.
- Kolarević, S., Knežević-Vukčević, J., Paunović, M., Tomović, J., Gačić, Z., Vuković-Gačić, B. (2011). The anthropogenic impact on water quality of the river Danube in Serbia: microbiological analysis and genotoxicity monitoring. *Arch. Biol. Sci.* 63, 1209–1217.
- Moog, O. (Ed.) (2002). *Fauna Aquatica Austriaca—a comprehensive species inventory of Austrian aquatic organisms with ecological data*. Second edition, Wasserwirtschaftskataster, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.
- Raković M, Zorić K, Ilić M, Andus S, Radulović B, Vlajić A, Paunović M. (2016). Pregled zajednice akvatičnih makroinvertebrata u zoni specijalnog rezervata prirode Velikog ratnog ostrva. 45. Konferencija o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda "Voda", Zbornik radova 161-166.

- Shannon C.E., Weaver W. (1949) *The Mathematical Theory of Communication*. The University of Illinois, Press, Urbana, IL.
- Vannote, R. L. Minshall, G. W., Cummins, K. W., Sedell, J. R., Cushing, C. E. (1980) The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 37, 130-137.
- Zelinka M., Marvan P. (1961) Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer, *Archiv für Hydrobiologie* 57 389-407.