

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

47. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

VODA 2018

The 47th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

WATER 2018

Conference Proceedings



Sokobanja, 12. – 14. jun 2018.



www.sdzv.org.rs

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY

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
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., 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 Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd
Prof. dr Slavka STANKOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol., Beograd

UREDNIK (EDITOR):

Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ.

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):

200 primeraka

ŠTAMPA:

"Akademska izdanja", Zemun, 2018

CIP- Katalogizacija u publikaciji - Narodna biblioteka Srbije

502.51(082)

556.11(082)

628.3(082)

628.1(497.11)(082)

574.5(082)

ГОДИШЊА конференција о актуелним проблемима коришћења и заштите вода (47 ; 2018 ; Соко Бања)

Voda 2018 = Water 2018 : zbornik radova : 47. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda = Conference Proceedings : 47th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, Soko Banja, 12. - 14. jun 2018. / [organizator] Srpsko društvo za zaštitu voda u saradnji sa Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd [i JKP Drugi oktobar, Vršac] ; [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2018 (Zemun : Akademska izdanja). - XII, 481 str. : Ilustr. ; 24 cm

Tiraž 200. - Str. XI: Predgovor / Aleksandar Đukić. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-6-3

1. Српско друштво за заштиту вода (Београд) 2. Институт за водопривреду "Јарослав Черни" (Београд) 3. ЈКП Други октобар (Вршац)
а) Воде - Зборници б) Отпадне воде - Зборници с) Снабдевање водом - Србија - Зборници
д) Хидробиологија - Зборници

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

u saradnji sa

Institutom za vodoprivredu "JAROSLAV ČERNI", Beograd

ZBORNİK RADOVA

47. GODIŠNJE KONFERENCIJE O AKTUELNIM TEMAMA
KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

VODA 2018

*47TH ANNUAL CONFERENCE OF THE
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY
"WATER 2018"
CONFERENCE PROCEEDINGS*

Sokobanja, 12. - 14. jun 2018.

IV

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd), u saradnji sa
Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi" (Beograd) i
JKP "Napredak", Sokobanja

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

KOPREDESEDNICI: Saša DRLJAČA, dipl.ecc., Sokobanja
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

ČLANOVI:

Nataša MILIĆ, dipl.inž.šum., Beograd
Latinka OBRADOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Goran PUZOVIĆ, dipl.inž.polj., Beograd
Milutin IGNJATOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Dragan ĐORĐEVIĆ, dipl.ecc., Beograd
Toplica GOLUBOVIĆ, dipl.inž., Sokobanja
Zoran RISTIĆ, dipl.inž.građ., Sokobanja
Zoran MILOSAVLJEVIĆ, dipl.ecc., Sokobanja
Miodrag MILOVANOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biolog, Beograd
Radmilo NIKOLIĆ, dipl.inž., Kladovo
Mr Bratislav STIŠOVIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Slavko VRNĐIĆ, dipl.inž.građ., Novi Sad
Dr Mirko ĐUROVIĆ, dipl.biolog, Kotor - Crna Gora
Zdravko MRKONJA, dipl.hem., Trebinje - R.Srpska-BiH
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.tehn., Bijeljina - R.Srpska-BiH
Drago ĐAČIĆ, dipl.inž.rud., Podgorica - Crna Gora

ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd
- Saobraćajni institut CIP, Beograd

Slika na koricama: akumulacija Bovan na reci Moravici

ANALIZA ZAJEDNICA MAKROBESKIČMENJAKA POVRŠINSKIH VODA NA TERITORIJI GRADA BEOGRADA

Maja Raković*, Nataša Popović*, Jelena Čanak Atlagić*,
Jelena Đuknić*, Nikola Marinković*, Sreten Anđus*,
Aljoša Tanasković**, Momir Paunović*

* *Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ Univerzitet u Beogradu,
Bulevar despota Stefana 142, Beograd, Srbija; rakovicmaja@ibiss.bg.ac.rs*

** *Gradski zavod za javno zdravlje Beograd, Bulevar despota Stefana 54a,
Beograd, Srbija*

REZIME

Cilj rada je ocena ekološkog statusa dva tipa vodotokova na području Beograda. Istraživanja su vršena na po dva lokaliteta na rekama Dunav (Batajnica i Vinča), Sava (Zabran i Makiš) – tip 1 i Kolubara (ušće i Čelije) – tip 2. Na osnovu ispitivanih parametara zajednice makrobeskičmenjaka, ekološki status ispitivanih reka može se okarakterisati kao slab (IV klasa). Fizičko-hemijski parametri ukazuju na bolji status, što indikuje da su hidromorfološki pritisci značajan faktor koji utiče na stanje vodnih tela regiona Beograda.

KLJUČNE REČI: ekološki status, biološki monitoring, tipologija voda

ANALYSIS OF AQUATIC MACROINVERTEBRATE COMMUNITIES OF RUNNING WATERS IN THE CITY OF BELGRADE

ABSTRACT

The aim of this work is to assess ecological status of two types of watercourses in the area of Belgrade. The investigations have been performed on two sites on the Danube (Batajnica and Vinča), Sava (Zabran and Makiš) – type 1 and Kolubara Rivers (Ušće and Čelije) – type 2. Based on the studied macroinvertebrate community parameters, ecological status of investigated rivers could be assessed as poor (IV class). Physico-chemical parameters revealed better status, which indicates that hydromorphological pressures significantly influence state of water bodies within territory of Belgrade.

KEY WORDS: ecological status, biological monitoring, water typology

UVOD

Promene fizičkih, hemijskih i bioloških faktora, bilo da se dešavaju naglo ili postepeno, neizbežno dovode do promena karakteristika akvatičnih ekosistema. Antropogeni pritisci na morfologiju, hidrologiju, hemizam, floru i faunu akvatičnih staništa (Paul & Meyer 2001, Walsh et al. 2005), dovode do promena funkcionalnosti ekosistema. Posledice različitih antropogenih pritisaka ogledaju se u smanjenju izvorne biološke raznovrsnosti vodenih ekosistema.

Bentosni makrobeskičmenjaci različito reaguju na promene abiotičkih i biotičkih faktora okruženja i smatraju se dobrim pokazateljima stanja akvatičnih ekosistema (Mandeville 2002), dok sastav i struktura zajednica jasno ukazuju na stepen trofije ekosistema.

Teritorija Srbije ima izuzetan značaj za ceo dunavski sliv, zbog prijema voda Drave, Tise, Save, Tamiša, Morave, Mlave, Nere, Peka, Timoka i niza malih vodotoka. Proticaj Dunava se na potezu od Mađarske do Bugarske granice više nego udvostručava.

Oblast grada Beograda zauzima površinu od 3.224 km² i administrativno je podeljena na 17 gradskih opština sa 1.659.440 stanovnika (www.beograd.rs). Na području Beograda Dunav protiče u dužini od 60 km, od Starih Banovaca do Grocke, a Sava u dužini od 63 km, uzvodno od Obrenovca do ušća u Dunav (www.plovput.rs).

U ovom radu prikazani su rezultati uporedne analize fizičkih i hemijskih parametara kvaliteta vode u 2017. godini, kao i rezultati analize zajednica makrobeskičmenjaka za dva tipa tekućih voda na području grada Beograda. Tipovi tekućih voda određeni su prema važećem Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Službeni glasnik RS 74/2011).

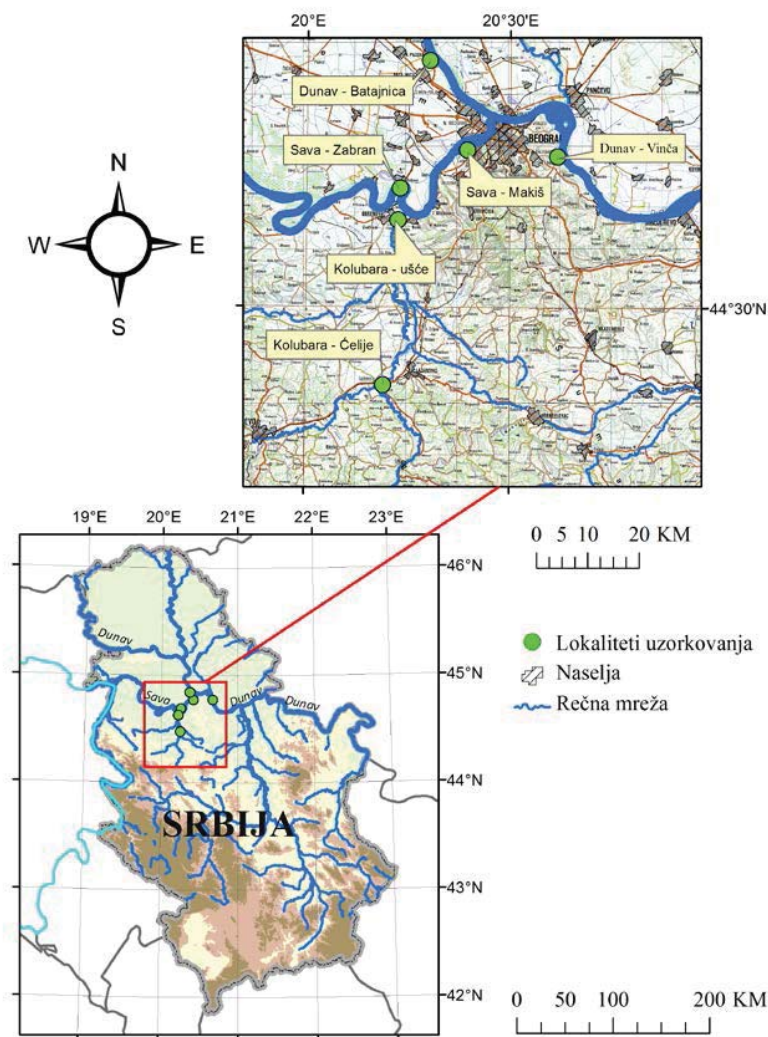
MATERIJAL I METODE

Hidrografsku mrežu Beograda čine Dunav i Sava i značajan broj manjih tokova. Najveća pritoka Save u ovom sektoru jeste reka Kolubara. (Slika 1).

Dunav u Beogradu prima vodu iz Save i opterećen je brojnim izvorima organskog zagađenja, kao što su komunalne i industrijske vode (www.beograd.rs). Uzorci su uzeti na lokalitetima: Stari Banovci (N 44°55'21" E 20°19'23") i Vinča (N 44°46'09" E 20°37'30") u neposrednoj blizini vodozahvata. Dunav pripada tipu I odnosno, velikim nizijskim rekama sa dominacijom finog nanosa.

Sava je recipijent otpadnih voda, a ujedno i najveće i najznačajnije izвориšte beogradskog vodovoda (www.beograd.rs). Uzorci su prikupljeni na lokalitetima: Zabran (N 44°40'06" E 20°14'40") i Makiš (N 44°45'34" E 20°21'24"), odakle se voda iz Save direktno zahvata za potrebe vodosnabdevanja. Sava takođe pripada tipu I odnosno, velikim nizijskim rekama sa dominacijom finog nanosa.

Kolubara je najveća i vodom najbogatija desna pritoka Save, na teritoriji Beograda. Desetak kilometara nizvodno od njenog ušća u Savu počinje zona zaštite izvorišta beogradskog vodovoda (www.beograd.rs). Uzorci su prikupljeni na dva lokaliteta: kod sela Čelije (N 44°22'36,17" E 20°12'35,24") i ušće kod Obrenovca (N 44°39'12" E 20°13'27").



Slika 1. Lokaliteti uzorkovanja

Kolubara je svrstana u tip 2, odnosno tip velikih reka sa dominacijom srednjeg nanosa, izuzev reka Panonske nizije.

Na osnovu procene stepena antropogenog pritiska, svi istraživani lokaliteti klasifikovani su u dve grupe – lokaliteti koji su pod manjim antropogenim pritiskom (Zabran, Makiš, Stari

Banovci i Čelije) i oni koji su narušeni, odnosno pod većim antropogenim pritiskom (Vinča, Obrenovac). Ocena stepena antropogenog pritiska izvršena je na osnovu procene hidromorfoloških karakteristika (HYMO), nivoa organskog zagađenja, nivoa nutrijenata i hazardnih supstanci (Tabela 1), prema Prostornom planu Beograda (2003), Planu upravljanja Dunavom (2003) i podacima Zajedničkog istraživanja reke Dunav (ICPDR – JDS2).

Tabela 1. Lokaliteta sa kojih su uzorci prikupljeni, tip vodotoka (Službeni glasnik RS 74/2011) i procena antropogenog pritiska istraživanih lokaliteta (1 - nizak, 2 – srednji i 3 – visok nivo) (Prostorni plan Beograda – Službeni list grada Beograda br. 27/03, Plan upravljanja Dunavom – www.dunavskastrategija.rs, ICPDR – JDS2 – www.icpdr.org).

	Tip vodotoka	HYMO	Organsko zagađenje	Nutrijenti	Hazardne i druge supstance	Ocena antropogenog pritiska
Sava Zabran	1	2	2	2	2	2
Sava Makiš	1	2	2	2	2	2
Dunav S. Banovci	1	2	2	2	2	2
Dunav Vinča	1	2	3	3	3	3
Kolubara Čelije	2	2	2	2	2	2
Kolubara Obrenovac	2	2	3	3	3	3

Uzorci vode za analizu fizičkih i hemijskih parametara uzimani su Friedingerovom bocom zapremine 3 litra, sa dubine od 0,5 m sa svih istraživanih lokaliteta prateći standarde APHA-AWWA-WEF 1995, SRPS ISO 5667-2:1997, SRPS ISO 5667-4:1997, SRPS ISO 5667-6:1997, SRPSEN ISO 5667-3:2007, SRPS EN ISO 5667-1:2008.

U toku istraživanja, na terenu su analizirani sledeći parametri: temperatura vode (Tem) (°C), pH, rastvoreni kiseonik (O₂) (mg/l) i elektrolitička provodljivost (Ele) (μS/cm na 20°C), korišćenjem multiparametarske sonde Horiba W-23XD (HORIBA Instruments Incorporation, USA), (0,5 m ispod površine vode). Detaljna analiza uzoraka vode izvršena je korišćenjem standardnih metoda i tehnika (SRPS ISO, ISO, EPA i SMEWW), u laboratoriji Gradskog zavoda za javno zdravlje u Beogradu.

Uzorci makrobeskičmenjaka su prikupljeni pomoću bentosne mreže promera okaca 500 μm, Surberove mreže promera okca 250 μm i Van Veenovog bagera zahvatne površine 270 cm². Ispiranjem kroz sito promera okaca 200 μm, akvatični beskičmenjaci izdvojeni su iz sedimenta, fiksirani 4% formaldehidom i zatim transportovani u laboratoriju. Sortiranje i determinacija organizama obavljani su upotrebom stereo mikroskopa i binokularne lupe Krüss, Nemačka, i mikroskopa Opton, Nemačka. Identifikacija organizama izvršena do nivoa vrste, a gde to nije bilo moguće, do najnižeg mogućeg taksonomskog nivoa, upotrebom sledeće literature: Bole (1969), Brinkhurst & Jamieson (1971), Lellak (1980),

Wiederholm (1983), Sladeček & Košel (1984), Elliot et al. (1988), Edington & Hildrew (1995), Pescador et al. (1995), Nilsson (1996a, b), Timm (1999), Pflieger (2000), Glöer (2002), Glöer & Meier-Brook (2003), Killeen et al. (2004), Kornushin (2004).

Pri analizi sastava i strukture zajednica korišćen je veći broj parametara izračunatih pomoću softverskog paketa ASTERICS 3.1.1. (AQEM 2002). Primenjena je indikatorska lista koju je sačinio Moog (2002). Za procenu ekološkog statusa korišćeni su sledeći pokazatelji: indeks saprobnosti (SI; Zelinka–Marvan 1961), zatim ukupan broj taksona (N), procena diverziteta na osnovu Shannonovog indeksa diverziteta (H'), Margalefovog indeksa (M) i Simpsonovog indeksa diverziteta (S) kao i indeksa ujednačenosti (E).

REZULTATI I DISKUSIJA

Sava i Dunav su velike nizijske reke sa dominacijom finog nanosa, prema Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Službeni glasnik RS, 74/2011), i spadaju u vodotoke tipa 1, ali prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Službeni glasnik RS, 96/2010), ceo tok Save i Dunava kroz Srbiju svrstan je u značajno izmenjena vodna tela.

Dunav

Kod reka čiji je srednji proticaj nekoliko hiljada m^3/s sadržaj suspendovanih materija dominantno zavisi od erozionih procesa i hidrološke situacije u slivu, a mnogo manje od sadržaja otpadnih voda. Koncentracija se kretala od samo 6 mg/l kod Vinče do 10 mg/l u istom periodu kod Batajnice. Suspendovane materije su posebno značajne, jer se na njima adsorbuju i organski i neorganski mikropolutanti koji po njihovom taloženju ostaju u sedimentu i nepovoljno deluju na organizme bentosa.

Uravnoteženost kiseoničkog režima je zadovoljavajuća, tačnije nema uzoraka sa hiposaturacijom i hipersaturacijom, povećanom BPK_5 ili HPK, pa se može reći da je situacija povoljna (Tabela 2). Intenzivna fotosintezna aktivnost vodenih biljaka i algi, kao i pasivna reaeracija, uspevaju gotovo u potpunosti da nadoknade kiseonik utrošen za razgradnju organskih materija.

U zajednici vodenih makrobeskičmenjaka ispitivanih lokaliteta dominiraju grupe Oligochaeta sa 70,44%, Diptera sa 22,13%, Bivalvia sa 3,22% i Gastropoda sa 2,75% zastupljenosti. Hirudinea, Crustacea, Ephemeroptera i Odonata zastupljene su sa učešćem manjim od 1%.

Procentualni udeo organizama tolerantnih na srednji stepen organskog zagađenja, beta-mezosaprobnih organizmi, iznosi 26,01%. Procentualni udeo organizama tolerantna je na viši stepen organskog zagađenja, alfa-mezosaprobnih organizmi, je mali i iznosi 10,07%. Procentualna zastupljenost taksona osetljivih na organsko zagađenje (oligosaprobnih organizmi) je ispod 1,624%.

Na osnovu ispitivanih parametara zajednice makrobeskičmenjaka, kvalitet vode Dunava na teritoriji grada se može okarakterisati kao loš, odnosno svrstava se u IV klasu kvaliteta vode (Tabela 3).

Sava

Sava je međudržavni vodotok koji teritorijom Beograda protiče u dužini od oko 62 km. U priobalju su locirana brojna naselja, termoenergetski, industrijski i rudarski objekti koji svoje otpadne vode ispuštaju direktno u vodno telo. Sava je istovremeno i najveće i najznačajnije izвориšte beogradskog vodovoda.

Granične vrednosti zagađujućih materija konstantno su bile u granicama I i II klase i to : suspendovane materije, procenat zasićenja kiseonikom, hemijska potrošnja kiseonika, hemijska potrošnja kiseonika, ukupan azot, nitriti, sulfati, elektroprovodljivost (Tabela 2). Sadržaj suspendovanih materija na Savi dominantno zavisi od erozionih procesa i hidrološke situacije u slivu, a mnogo manje od sastava otpadnih voda, jer je njen srednji godišnji proticaj nekoliko stotina m³/s. Povećani sadržaj se registruje uglavnom u periodu otapanja snega ili nakon obilnijih padavina u prolećnom i jesenjem periodu.

Vodeni makrobeskičmenjaci reke Save ispitivani su na standardnim lokalitetima Zabran i Makiš. U zajednici dominiraju Oligochaeta sa 67,64%, i Gastropoda sa učešćem od 21,57%. Ostale zabeležene grupe zastupljene su sa učešćem manjim od 5%, a to su grupe Odonata (4,42%), Diptera (3,52%), Bivalvia (2,47%) i grupa Crustacea (0,37%).

Beta-mezosaprobnoj grupi organizama pripada 16,91% zabeleženih taksona. Procentualna zastupljenost alfa-mezosaprobni organizama iznosi 7,5%, dok je zastupljenost oligosaprobni organizama, koji tolerišu manji stepen organskog zagađenja, iznosila 1,36%.

Na osnovu ispitivanih parametara zajednice makrobeskičmenjaka, kvalitet vode Save na teritoriji grada se može okarakterisati kao loš, odnosno svrstava se u IV klasu kvaliteta vode (Tabela 3).

Kolubara

Na teritoriji Beograda najveća i vodom najbogatija pritoka Save je Kolubara. Desetak kilometara nizvodno od njenog ušća počinje zona sanitarne zaštite izvorišta beogradskog vodovoda. Ovo je od izuzetne važnosti zbog njenog mogućeg negativnog uticaja na kvalitet vode izvorišta.

Od značajnijih naselja u slivu su: Valjevo, Mionica, Lajkovac, Ljig, Lazarevac, Osečina, Koceljeva, Ub i Obrenovac. Sanitarne i tehnološke otpadne vode iz ovih naselja, kao i prelivne i drenažne vode sa površinskih kopova REIK "Kolubara" i pepelišta TE Kolubara-A, nepovoljno utiču na njen kvalitet.

Hemijski i fizički parametri koji podržavaju ekološki status, a koji su bili u granicama vrednosti I i II klase su: pH vrednost, koncentracije rastvorenog kiseonika, petodnevna

biološka potrošnja kiseonika (BPK₅), ukupan organski ugljenik (Tot C), amonijum jon, nitrati, ortofosfati, ukupno rastvoreni fosfor i hloridi, izuzev ortofosfata kod mosta na putu za Obrenovac.

Petodnevna biološka potrošnja kiseonika BPK₅ je na oba lokaliteta odgovarala granicama za II klasu voda. Izmerene vrednosti bile su 1,4 mg/l kod Obrenovca i 1,8 mg/l na uzvodnom profilu (Tabela 2). Vrednosti pokazuju da priliv lako razgradivih organskih materija uglavnom nije veliki.

Koncentracije totalnog organskog ugljenika su relativno stabilne na oba lokaliteta i umereno variraju, od 3 mg/l kod sela Čelije do 3,1 mg/l kod Obrenovca. Nije uočen veći očekivani porast sadržaja Tot C na užem području Grada zbog ispuštanja neprečišćenih sanitarnih otpadnih voda.

Analizom vodenih makrobeskičmenjaka reke Kolubare, grupa Oligochaeta je bila procentualno najzastupljenija (50,81%), zatim sledi subdominantna grupa Gastropoda (36,69%), dok su znatno manji udeo u ispitivanoj zajednici reke imale grupe Diptera (7,74%), Bivalvia (2,74%), Odonata (1,21%) i grupa Hirudinea (0,81%).

Prema ekološkoj klasifikaciji taksona u odnosu na saprobnost valencu (Moog, 2002) na celom toku Kolubare najveći broj identifikovanih organizama (26,01%) pripada beta-mezosaprobnosti grupe organizama. Zastupljenost oligo-saprobni taksona, osetljivih na organsko zagađenje iznosi 8,63%, dok je mali procenat ispitivanih organizama (0,24%) adaptiran na visoko organsko zagađenje (poli-saprobni taksoni).

Prosečne vrednosti ispitivanih parametara zajednice vodenih makrobeskičmenjaka na odabranim lokalitetima reke Kolubare ukazuju na visok stepen organskog zagađenja na lokalitetu Obrenovac koji pripada V klasi kvaliteta vode. Na lokalitetu Čelije određena je III klasa kvaliteta vode, što odgovara umerenom ekološkom statusu (Tabela 3).

Tabela 2. Rezultati analize osnovnih fizičkih i hemijskih parametara dva tipa površinskih voda na području Beograda, u 2017. godini.

Tip vodotoka	Tip I				Tip II	
	Reka	Dunav		Sava		Kolubara
Lokalitet	Batajnica	Vinča	Zabran	Makiš	Obrenovac	Čelije
Ele	307	322	449	495	498	436
O ₂	7,7	7,3	7	7,3	8,3	9,8
pH	8,2	8	8,6	8	8,2	8,5
Tem	20,3	21,6	23,5	24	20	23,3
NH ₄ -N	0,1	0,1	0,08	0,12	0,12	0,1
BPK ₅	1,6	0,6	0,6	0,5	1,4	1,8
Cl ⁻	13,3	17,5	44,1	53,2	17,1	11,9
HPK	4	2,2	5	5	3,6	2
NO ₃	1	0,9	1,4	1,9	1,5	1,8
NO ₂	0,015	0,008	0,009	0,009	0,044	0,031
SO ₄	24,3	29,8	30,3	29,6	41,7	15
Sus	10	6	1	2	9	5
Suv	203	235	350	349	329	267
Tot N	1,3	1,2	0,5	0,5	1,8	2,4
Tot P	0,044	0,044	0,07	0,011	0,033	0,099
Tot C	2,6	2,8	2,4	2,3	3,1	3

Tabela 3. Klase ekološkog statusa na osnovu seta izračunatih indeksa (Službeni glasnik RS 74/2011) u dva tipa površinskih voda na području Beograda, u 2017. godini.

Tip vodotoka	Tip I				Tip II	
	Reka	Dunav		Sava		Kolubara
Lokalitet	Vinča	Batajnica	Zabran	Makiš	Obenovac	Čelije
SI	I	I	II	II	/	I
BMWP	IV	III	III-IV	IV	V	IV
ASPT	II	III	I-II	III	V	III
H'	IV	IV	IV	III	V	II
Ukupan br. taksona	IV	II-III	IV	IV	V	II
Učešće Oligochaeta [%]	V	IV	V	IV	V	II
Ukupna ocean statusa	IV-V	IV	IV	IV	V	III

ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanih parametara zajednice makrobeskičmenjaka, ekološki status reka Dunava i Save na teritoriji grada Beograda se može okarakterisati kao slab (IV klasa kvaliteta vode). Rezultati merenja fizičkih i hemijskih parametara kvaliteta vode Dunava i Save u 2017 godini, odgovaraju okvirima II klase ekološkog statusa za tip 1 vodotoka. Visok stepen organskog zagađenja izračunat na osnovu vrednosti ispitivanih parametara zajednice vodenih makrobeskičmenjaka reke Kolubare, zabeležen je na lokalitetu Obrenovac, dok je na uzvodnom lokalitetu Čelije određena III klasa kvaliteta vode, što odgovara umerenom ekološkom statusu. Na osnovu rezultata merenja analiziranih fizičkih i hemijskih parametara vode, može se zaključiti da Kolubara na području Beograda odgovara okvirima II klase ekološkog statusa za tip 2 vodotoka.

Zahvalnica

Prikazani rezultati deo su istraživanja izvršenih u okviru projekta Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja ON176018.

LITERATURA

- APHA-AWWA-WEF 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – 19th ed., Eaton D., Clesceri S, Greenberg E., American Public Health Association, Washington, DC.
- 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.
- Bole J. 1969. Ključići za določevanje živali. IV. Mehkužci – Mollusca. Inštitut za biologijo Univerze v Ljubljani. Društvo biologov Slovenije. Ljubljana, 1-115.
- Brinkhurst R., Jamieson B. 1971. Aquatic Oligochaeta of the World. 1st ed. University of Toronto Press, Toronto, 1-860.

- Edington J., Hildrew A. 1995. A revised key to the caseless caddis larvae of the British isles (with notes on their ecology), Freshwater Biological Association, Scientific publication 53, Ambleside, 1-173.
- Elliot J., Humpesch U., Macan T. 1988. Larvae of the British Ephemeroptera: A Key with Ecological Notes. Freshwater Biological Association, Scientific Publication 49, Ambleside, 1-145.
- Glöer P. 2002. Die Süßwassergastropoden Nord- und Mitteleuropas. Bestimmungsschlüssel, Lebensweise, Verbreitung. ConchBooks, Hackenheim, 1-327.
- Glöer P., Meier-Brook C. 2003. Süßwassermollusken, Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 1-134.
- Killeen I., Aldridge D., Oliver G. 2004. Freshwater Bivalves of Britain and Ireland. FSC, AIDGAP Occasional Publication 82, 1-114.
- Korniushin A. 2004. A revision of some Asian and African freshwater clams assigned to *Corbicula fluminalis* (Müller, 1774) (Mollusca: Bivalvia: Corbiculidae), with review of anatomical characters and reproductive features based on museum collections. *Hydrobiologia* 529, 251-270.
- Lellak J. 1980. Pakomárovití – Chironomidae, In: Rozkošný R. (Ed.) Klíč vodních larev hmyzu. (Identification key to aquatic larvae of insects), Academia Praha, 310 – 392. (In Czech)
- Mandeville S. 2002. Benthic macroinvertebrates in freshwaters – taxa tolerance values, metrics and protocols. Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax. 128 str.
- 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.
- Nilsson N. 1996a. Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook. Vol 1: Ephemeroptera, Plecoptera, Heteroptera, Neuroptera, Magaloptera, Coleoptera, Trichoptera and Lepidoptera. Apollo Books, Stenstrup, 1-274.
- Nilsson N. 1996b. Aquatic insects of North Europe. A taxonomic handbook. Vol 2: Odonata, Diptera. Apollo Books, Stenstrup, 1-440.
- Paul M., Meyer J. 2001. Streams in the Urban Landscape. *Annual Review of Ecology and Systematics* 32, 333-65.
- Pescador M., Rasmussen K., Harris C. 1995. Identification manual for the caddisfly (Trichoptera) larvae of Florida. State of Florida, Department of Environmental Protection, Division of Water Facilities, Tallahassee, 1-132.
- Pfleger V. 2000. Molluscs. The English edition, Blits Ed., 1-216.
- Sladeček V., Košel V. 1984. Indicator value of freshwater leeches (Hirudinea) with a key to the determination of European species. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 12, 451-461.
- Službeni glasnik RS, 96/2010. Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda
- Službeni glasnik RS 74/2011. Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda.
- Službeni list grada Beograda 27/03. Prostorni plan Beograda.
- Timm T. 1999. A Guide to the Estonian Annelida. Estonian Academy Publishing Tartu/Tallinn, 1-208.
- Walsh C., Roy A., Feminella J., Groffman P., Morgan R. 2005. The urban stream syndrome: current knowledge and the search for a cure. *Journal of North American Benthological Society* 24, 706-723.
- Wiederholm T. 1983. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part I. Larvae – *Entomologica Scandinavica* 19, 1-457.
- Zelinka M., Marvan P. 1961. Zur Präzisierung der biologischen Klassifikation der Reinheit fließender Gewässer. *Archiv für Hydrobiologie* 57, 389-407.
- www.beograd.rs
- www.dunavskastrategija.rs (Plan upravljanja Dunavom)

www.icpdr.org

www.plovput.rs

APHA-AWWA-WEF 1995

SRPS ISO 5667-2:1997

SRPS ISO 5667-4:1997

SRPS ISO 5667-6:1997

SRPSEN ISO 5667-3:2007

SRPS EN ISO 5667-1:2008