

**SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA**

49. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

# VODA 2020

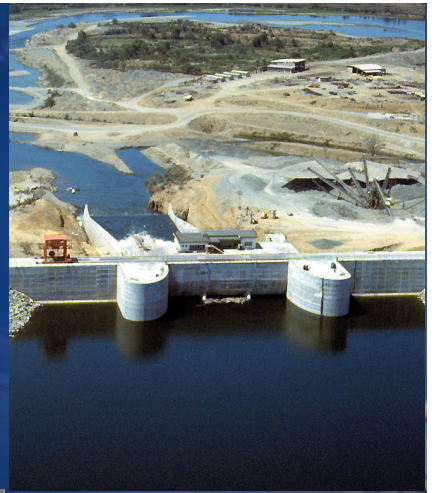
*The 49th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society*

***WATER 2020***

*Conference Proceedings*



Trebinje, 19. – 20. novembar 2020.

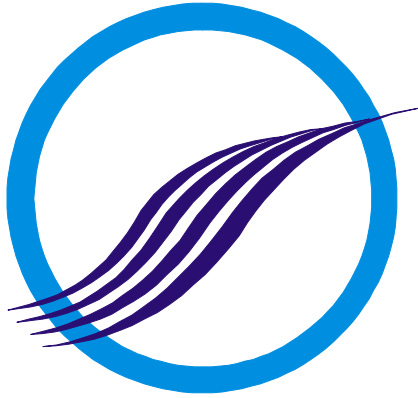


**ENERGOPROJEKT**  
**NISKOGRADNJA a.d.**



Bulevar Mihaila Pupina 12,  
11070 Beograd, Srbija  
Tel: +381 11 214 64 24  
Faks: +381 11 311 24 93

[www.energoprojekt-ng.rs](http://www.energoprojekt-ng.rs)  
[www.energoprojekt.rs](http://www.energoprojekt.rs)



[www.sdzv.org.rs](http://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 Slavka STANKOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd  
Prof. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehnol., Beograd  
Dr Aleksandar JOKSIMOVIĆ, dipl.biol., Kotor-Crna Gora  
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol., Beograd  
Dr Božica VASILJEVIĆ, 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, 2020

CIP - Каталогизација 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 (49 ; 2020 ; Требиње)  
Voda 2020 : zbornik radova 49. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda =  
Water 2020 : conference proceedings 49th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control  
Society, Trebinje, 19-20. novembar 2020. / [organizatori] Srpsko društvo za zaštitu voda [u saradnji sa  
"Hidroelektrane na Trebišnjici" a.d., Trebinje i Mješoviti Holding "Elektroprivreda Republike Srpske",  
Matično preduzeće a.d. Trebinje] ; [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu  
voda, 2020 (Zemun : Akademska izdanja). - XII, [512] str. : ilustr. ; 24 cm

Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tekst ćir. i lat. - Tiraž 200. - Str. XII: Predgovor / Aleksandar Đukić. -  
Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-7-0

a) Воде -- Зборници б) Отпадне воде -- Зборници в) Снабдевање водом -- Зборници  
COBISS.SR-ID 25307657

**SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA**

**ZBORNİK RADOVA**

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

**VODA 2020**

*49<sup>TH</sup> ANNUAL CONFERENCE OF THE  
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY  
"WATER 2020"  
CONFERENCE PROCEEDINGS*

**Trebinje, 19. - 20. novembar 2020.**

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd),  
u saradnji sa  
"Hidroelektrane na Trebišnjici" a.d., Trebinje i  
Mješoviti Holding „Elektroprivreda Republike Srpske“, Matično preduzeće a.d.  
Trebinje

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

PREDSEDNIK: Dragoslav BANJAK, Trebinje

KOPREDSEDNIK: Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

ČLANOVI:

Nataša MILIĆ, Beograd  
Dr Nebojša VELJKOVIĆ, Beograd  
Mr Dragan Đorđević, Beograd  
Milutin IGNJATOVIĆ, Beograd  
Borislav GRUBAČ, Trebinje  
Aleksandar VUJIĆ, Trebinje  
Dr Momir PAUNOVIĆ, Beograd  
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, Beograd  
Duško VUJOVIĆ, Trebinje  
Sanja ČUČKOVIĆ, Trebinje  
Adriana VUČUREVIĆ, Trebinje  
Spaso RADOVIĆ, Trebinje  
Mr Olivera DOKLESTIĆ, Herceg Novi  
Milica ŽIVKOVIĆ, Novi Sad  
Dr Milenko SAVIĆ, Bijeljina

Slika na koricama: Trebinje i reka Tebišnjica

# SADRŽAJ

## CONTENTS

### 1. TEMATSKA GRUPA: VODOPRIVREDNI, EKOLOŠKI, I ORGANIZACIONI ASPEKTI KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

1. T. Dašić, J. Plavšić, B. Đorđević (Beograd)  
UPRAVLJANJE VODAMA U USLOVIMA KLIMATSKIH PROMENA..... 1
2. S. Prohaska, J. Plavšić, D. Pavlović, S. Čatović, S. Marjanović, V. Bartoš Divac, O. Prohaska, A. Ilić, A. Todorović (Beograd, Niš)  
MALE VODE NA MALIM I SREDNJIM SLIVOVIMA SRBIJE..... 9
3. M. Lakićević (Novi Sad)  
RAMSARSKA PODRUČJA U SRBIJI..... 17
4. I. Bjelica Vlajić (Beograd)  
EVROPSKO ZAKONODAVSTVO O PONOVDNOJ UPOTREBI VODE U POLJOPRIVREDI..... 21
5. O. Doklešić (Herceg Novi - Crna Gora)  
ODNOS PROIZVODNJE I POTROŠNJE VODE U SVIJETLU SEZONSKIH FLUKTUACIJA U PRIMORSKOM REGIONU CRNE GORE..... 29

### 2. TEMATSKA GRUPA: KVALITET VODA I PROCESI U PRIRODNIM VODAMA

#### 2.1. Površinske vode i sedimenti

6. J. Jovanović Marić, M. Kračun Kolarević, S. Kolarević, J. Đorđević, M. Paunović, B. Vuković Gačić (Beograd)  
ANALIZA MIKROBIOLOŠKOG KVALITETA POVRŠINSKIH VODA NA TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE ..... 37
7. S. Čučković (Trebinje - R. Srpska - BiH)  
STANJE POVRŠINSKIH VODA NA OBLASNOM RIJEČNOM SLIVU RIJEKE TREBIŠNJICE ..... 41
8. D. Berak (Trebinje - R. Srpska - BiH)  
SAPROBIOLOŠKA ANALIZA RIJEKE TREBIŠNJICE NA OSNOVU ZAJEDNICE MAKROZOOBENTOSA..... 47
9. M. Raković, P. Smiljanić, N. Popović, S. Andjus, J. Čanak Atlagić, M. Paunović, V. Nikolić (Beograd)  
NAVIKE U ISHRAI SUNČICE LEPOMIS GIBBOSUS /LINNAEUS, 1785/ U LOTIČKIM I LENTIČKIM EKOSISTEMIMA SRBIJE ..... 51
10. N. Duduković, V. Pešić, D. Krčmar, K. Zrnić Tenodi, N. Sllijepčević, B. Dalmacija (Novi Sad)  
KVALITET VODE KANALA DTD BAČKI PETROVAC - KARAVUKOVO ..... 59

## VI

11. V. Đikanović, D. Nikolić, B. Mičković, S. Skorić (Beograd) SEZONSKE PROMENE ZAJEDNICE RIBA REKA PEŠTAN I BELJANICA .....	67
12. D. Nikolić, S. Skorić, V. Đikanović, B. Mičković, A. Hegediš, M. Lenhardt, J. Krpo Četković (Beograd) KONCENTRACIJE TOKSIČNIH ELEMENATA U VODI I SEDIMENTU IZ ŠEST VEŠTAČKIH JEZERA U SRBIJI .....	71
13. V. Cibulić, S. Mrazović Kurilić, N. Staletović, V. Presburger Ulniković (Beograd) ANALIZA I PROCENA ZDRASTVENOG RIZIKA SADRŽAJA Ni i Pb U VODI DUNAVA.....	79
14. J. Jakšić, N. Živić, M. Pavlović, G. Aleksić (Kosovska Mitrovica, Zvečan) ZAJEDNICA AKVATIČNIH INVERTABRATA LOTIČKIH EKOSISTEMA SIRINIČKE ŽUPE.....	85
15. R. Dekić, D. Golub, S. Lolić, M. Manojlović, J. Paspalj (Banja Luka - R. Srpska – BiH) FIZIČKO-HEMIJSKI I BIOLOŠKI PARAMETRI U OCJENI KVALITETA VODE RIJEKE SANE (R. SRPSKA - BIH, BiH) .....	95
16. J. Kovačević, Lj. Grujičić Tešić (Beograd, Ruma) VODE PLANINE GOLIJE.....	107
17. S. Zlatković, V. Đurković (Beograd) PROCENA EKOLOŠKOG STATUSA REKE SOKOBANJSKE MORAVICE NA OSNOVU FIZIČKO-HEMIJSKIH ELEMENATA KVALITETA .....	115
18. V. Presburger Ulniković, V. Cibulić, H. Waisi, J. Obradović (Beograd) PROMENE KVALITETA REKA SAVE I DUNAVA NA ŠIREM PODRUČJU BEOGRADA U PERIODU JESEN-ZIMA .....	123
19. N. Tošić, D. Vasović, B. Nešić, N. Petrović (Niš) ANALIZA UTICAJA DEPONIJSKIH PROCEDNIH VODA NA KVALITET POVRŠINSKIH VODA.....	133
20. S. Tenodi, D. Krčmar, S. Rončević, K. Zrnić, R. Tomić, M. Dubovina, D. Dalmacija (Novi Sad) ADAPTACIJA I PRIMENA INDEKSA PROCENE UTICAJA DEPONIJA KOMUNALNOG OTPADA NA KVALITET POVRŠINSKE VODE.....	141
21. A. Vasić, A. Matić, G. Jovanović, M. Srećković, M. Živković, V. Milošević, B. Damnjanović (Šabac, Novi Sad, Sremska Kamenica - Srbija, Bijeljina - R. Srpska – BiH) KVALITET VODE I EKOLOŠKI STATUS REKE DRINE NA DELU TOKA KROZ BANJU KOVILJAČU SA ASPEKTA ODABRANIH FIZIČKO-HEMIJSKIH I MIKROBIOLOŠKIH PARAMETARA .....	149
22. V. Presburger Ulniković, C. Cibulić, H. Waisi, N. Momčilović (Beograd) KVALITET VODE REKE JUŽNE MORAVE .....	155
23. N. Marinković, K. Zarić, A. Atanacković, B. Tubić, M. Paunović, V. Pešić, M. Raković (Beograd - Srbija, Podgorica-Crna Gora) PRVI NALAZ TERESTRIČNE PIJAVICE XEROBDELLA ANULATA AUTRUN, 1958 U CRNOJ GORI .....	167



24. N. Marinković, M. Ilić, J. Đuknić, B. Vasiljević, K. Jovičić, J. Tomović, B. Karadžić, V. Nikolić, M. Raković (Beograd) FILOGEOGRAFSKA DIFERENCIJACIJA PIJAVICE – DINA LINEATA (MULLER, 1774) NA PODRUČJU ZAPADNOG BALKANA.....	171
25. M. Živković, B. Miljanović, B. Damjanović (Sremska Kamenica, Novi Sad, Šabac) UTICAJ HIDROMORFOLOŠKI PARAMETRA IZMENJENIH DEONICA REKA U VOJVODINI NA MAKROFITE.....	173
26. A. Bajić, I. Mijić Oljačić, S. Pogrmić, Lj. Pejčić, M. Živković, N. Pankov, B. Miljanović (Novi Sad) KORIŠĆENJE I UPRAVLJANJE RIBOLOVNIM VODAMA: PRIMER AKUMULACIONOG JEZERA BORKOVAC.....	175
27. D. Kovačević, D. Radošević, G. Panić, G. Todorović, D. Jovanić, A. Đurić (Banja Luka - R. Srpska - BiH) RIJEKA UNA - PARK PRIRODE U U FUNKCIJI ZAŠTITE I OČUVANJA VODA .....	183
28. D. Nikolić, S. Skorić, B. Mićković, G. Cvijanović, A. Hegediš, V. Đikanović, (Beograd) PRIKAZ PARAMETARA KVALITETA VODE U TRI AKUMULACIJE U SRBIJI.....	189
29. V. Rajaković-Ognjanović, Tina Dašić, N. Cvijetić (Beograd) PROCENA UTICAJA IZGRADNJE BRANE I HIDROELEKTRANE NA PROMENU KVALITETA VODE.....	195
30. O. Jakovljević, I. Trbojević, S. Popović, M. Pečić, G. Subakov Simić, J. Krzmanić, D. Predojević (Beograd) PROCENA KVALITETA VODE JEDINSTVENOG EKOSISTEMA ZASAVICE (SPEDIJALNOG REZERVATA PRIRODE) NA OSNOVU ZAJEDNICE SILIKALNIH ALGI .....	203
31. D. Veličković, M. Krivokapić (Podgorica - Crna Gora) PREGLED KVALITETA VODA PLAVSKOG I CRNOG JEZERA.....	211
32. S. Čađo, A. Đurković, B. Novaković, Z. Stojanović, D. Žarić (Beograd) FITOPLANKTON AKUMULACIJE BUKULJA.....	223
33. D. Predojević, I. Trbojević, M. Pečić, O. Jakovljević, G. Subakov Simić (Beograd) FITOPLANKTON ZASAVICE NAKON 20 GODINA OD PROGLAŠENJA SPECIJALNOG REZERVATA PRIRODE.....	231
34. A. Đurković, S. Čađo, B. Novaković, Z. Stojanović, D. Žarić (Beograd) REZULTATI ISPITIVANJA I OCENA EKOLOŠKOG POTENCIJALA AKUMULACIJE BUKULJA.....	239
35. A. Vučurević, T. Đajić Cvetković (Trebinje - R. Srpska – BiH) ODREDJIVANJE INDEKSA TROFIČNOG STANJA /TSI/ I PROCJENA TROFIČNOG STATUSA BILEČKOG JEZERA NA OSOVU MJERENJA KONCENTRACIJE HLOOROFILA A.....	247
36. P. Đurašković (Podgorica - Crna Gora) ISPITIVANJE SUDBINE NUTRIJENATA U VODI SKADARSKOG JEZERA.....	253
37. N. Dukić, M. Živković (Beograd, Sremska Kamenica, Novi Sad) EKOLOŠKI STATUS REKA BANJE I POCIBRAVE.....	259

## VIII

38. M. Živković, B. Damnjanović, M. Živković, N. Banjac, M. Pucarević, B. Miljanović  
(Novi Sad, Šabac)  
EKOLOŠKI POTENCIJAL JEZERA FRUŠKE GORE..... 265

### 2.2. Podzemne vode i vode u karstu

39. P. Milanović (Beograd)  
MUTNOĆA KARSTNIH IZVORA ..... 271
40. M. Pucarević, M. Šperanda, N. Stojić, D. L. Mitić, M. Živković, (Sremska Kamenica -  
Srbija, Osijek – Hrvatska, Novi Sad - Srbija)  
OSTACI PESTICIDA I NJIHOVIH METABOLITA U PODZEMNIM VODAMA  
VOJVODINE (SRBIJA) I BARANJE (HRVATSKA) ..... 279
41. A. Jokić, B. Vučković, Lj. Nikolić Bujanović, S. Mrazovac Kurilić, S. Marković, V.  
Cibulić, N. Staletović, L. Stamenković (Kosovska Mitrovica, Beograd, Vranje)  
SADRŽAJ TEŠKIH METALA U IZVORSKIM VODAMA OPŠTINA LEPOSAVIĆ, ZVEČAN  
I NOVO BRDO ..... 283
42. G. Lazić, T. Petrović, M. Samojlović, D. Lupulović, N. Popov, D. Milanov, V. Babić, S.  
Lazić (Novi Sad, Kuzmin)  
PRISUSTVO VIRUSA U BUNARSKOJ VODI ZA NAPAJANJE ŽIVOTINJA – PRIKAZ  
SLUČAJA..... 289
43. D. Radošević, D. Kovačević (Banja Luka - R. Srpska – BiH)  
VRELO VRULJAK, ZNAČAJ PODZEMNIH EKOSISTEMA U CILJU OČUVANJA  
UGROŽENIH I RIJETKIH VRSTA ..... 293

### 2.3. Priobalne vode Jadranskog mora

44. A. Joksimović, Z. Ikica, A. Pešić, M. Đurović, I. Četković (Kotor - Crna Gora)  
MALI OBALNI RIBOLOV NA CRNOGORSKOM PRIMORJU I NJEGOV UTICAJ NA  
STANJE BIODIVERZITETA..... 299
45. A. Perošević Bajčeta, D. Joksimović, A. Castelli, D. Đurović, S. Stanković (Kotor -  
Crna Gora, Beograd - Srbija)  
HUTRIJENTI U MORSKOJ VODI I NJIHOV UTICAJ NA KONCENTRACIJU METALA U  
TKIVU DAGNJI ..... 305
46. D. Joksimović, A. Perošević Bajčeta, R. Martinović, N. Bošković, M. Peković (Kotor -  
Crna Gora)  
PROCJENA RIZIKA I AKUMULACIJA METALA U SEDIMENTU U BOKOKOTORSKOM  
ZALIVU ..... 311
47. M. Radomirović, B. Tanaskovski, M. Mandić, N. Mijatović, CH. Cantaluppi, A. Onjia, S.  
Stanković (Beograd - Srbija, Kotor - Crna Gora, Padova - Italija)  
EKOLOŠKA PROCENA RIZIKA U ODNOSU NA TEŠKE METALE U POVRŠINSKOM  
SEDIMENTU BOKOKOTORSKOG ZALIVA..... 317
48. D. Drakulović, A. Huter, S. Jokanović, B. Pestorić (Kotor - Crna Gora)  
DISTRIBUCIJA FITOPLANKTONA DUŽ CRNOGORSKOG PRIMORJA ..... 325
49. M. Radomirović, B. Tanaskovski, M. Mandić, L. Pezo, D. Maksin, A. Onjia, S.  
Stanković (Beograd - Srbija, Kotor - Crna Gora)  
PROSTORNA RASPODELA I IDENTIFIKACIJA ELEMENATA I OKSIDA U  
POVRŠINSKOM SEDIMENTU BOKOKOTORSKOG ZALIVA ..... 333

50. S. Jokanović, A. Huter, D. Drakulović, B. Pestorić (Kotor - Crna Gora) SANITARNI KVALITET SEDIMENTA I MORSKE VODE NA PODRUČJU MARINE PORTO NOVI (KUMBOR).....	339
51. S. Gvozdrenović, D. Drakulović, M. Mandić (Kotor - Crna Gora) SEZONSKA DINAMIKA POTENCIJALNO TOKSIČNOG I TOKSIČNOG FITOPLANKTONA I BIOTOKSINA NA UZGAJALIŠTU DAGNJI ( <i>MGILUS</i> <i>GALLOPROVINCIALIS</i> L.) U KAMENARIMA – BOKOKOTORSKI ZALIV.....	345
52. I. Peraš, S. Gvozdrenović, M. Mandić (Kotor - Crna Gora) ZASTUPLJENOST MALE KAPICE ( <i>T. MULTISTRIATA</i> , POLI, 1795) NA EKSPERIMENTALNIM POLIETILENSKIM KOLEKTORIMA.....	353
53. M. Mačić, S. Petović, M. Đorđević (Kotor - Crna Gora) MONITORING MORSKE TRAVE POSIDONIA OCEANICA U CILJU OCJENE EKOLOŠKOG STATUSA AKVATORIJE.....	361
54. V. Mačić, S. Petović, N. Đorđević (Kotor - Crna Gora) PRILOG POZNAVANJU DISTRIBUCIJE UNESENIH VRSTA BENTOSA U CRNOGORSKOM PRIMORJU.....	365
55. S. Petović, V. Mačić, N. Đorđević (Kotor - Crna Gora) ZNAČAJ KAROLIGENIH ZAJEDNICA NA PODRUČJU BOKE KOTORSKE.....	371
56. N. Bošković, D. Joksimović, A. Pešić, A. Perošević, M. Peković, (Kotor - Crna Gora) AKUMULACIJA TEŠKIH METALA U MIŠIČNOM TKIVU BARBUNA ( <i>MULLUS</i> <i>BARBATUS</i> ) NA CRNOGORSKOM PRIMORJU.....	377
57. V. Vukanić (Novi Pazar) PRILOG POZNAVANJU DISTRIBUCIJE I ABUNDACIJE CLADOCERA U JUŽNOM JADRANU – KOTORSKI ZALIV.....	383
58. R. Martinović, D. Joksimović, A. Perošević, A. Castelli, M. Mitrić (Kotor - Crna Gora) MONITORING STANJA EKOSISTEMA PRIOBALNOG MORA CRNE GORE NA OSNOVU MOLEKULARNIH I FIZIOLOŠKIH PARAMETARA ŠKOLJKI I RIBA.....	389

#### 2.4. Laboratorijske metode i monitoring

59. S. Ketin, M. Lutovac, S. Jevtić, R. Biočanin (Beograd, Sremski Karlovci - Srbija, Travnik – BiH) METODE ODREĐIVANJA SPECIFIČNIH PARAMETARA KVALITETA OTPADNIH VODA.....	395
60. K. Manevski, D. Tenji, B. Damnjanović, S. Skendžić, M. Živković (Sremska Kamenica, Novi Sad, Šabac) METODE UZORKOVANJA I DETEKCIJE MIKROPLASTIKE U VODI.....	405

### 3. TEMATSKA GRUPA: SAKUPLJANJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNH VODA

#### 3.1. Uticaji otpadnih voda na vodoprijemnike

61. I. Radosavljević, S. Stanovčić, O. Doklestić (Herceg Novi - Crna Gora) MORSKI ŽIVOT TURIZAM I OTPADNE VODE – PROCJENA UTICAJA OTPADNIH VODA IZ POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA NAKON IZGRADNJE POSTROJENJA U HERCEG NOVOM.....	411
--	-----

62. S. Branković, R. Glišić, M. Topuzović, Z. Simić, V. Rajčić, N. Nenadović (Kragujevac, Niš, Rudnik Kacerski)  
BIOAKUMULACIONI POTENCIJAL VRSTE JUNCUS ARTICULATUS L. U BAZENU  
DRENAŽNIH VODA RUDNIKA I FLOTACIJE "RUDNIK", doo SRBIJA ..... 419

### **3.2. Planiranje i eksploatacija kanizacionih sistema**

63. D. Jovanović, David Mc Carthy (Clayton – Victoria - Australia)  
MONITORING KIŠNIH KOLEKTORA KORIŠĆENJEM NOVIH NISKO-BUDŽETSKIH  
MERNIH TEHNIKA – STUDIJA SLUČAJA ZALIVA PORT FILIP, MELBURN –  
AUSTRALIJA..... 427
64. A. Stojanović, D. Vasović (Niš)  
ANALIZA ASPEKTA ZAŠTITA ŽIVOTNE SREDINE U RAZVOJU KOMUNALNOG  
SISTEMA GRADA ČAČKA SA POSEBNIM OSVRTOM NA SISTEM  
VODOSNABDEVANJA I KANALISANJA VODA..... 441

### **3.3. Savremene metode prečišćavanja otpadnih voda i obrade mulja**

65. D. Krčmar, S. Tenodi, R. Tomić, M. Dubovina, B. Dalmacija (Novi Sad)  
POSTUPCI ZA SMANJENJE POTROŠNJE VODE I KOLIČINE OTPADNE VODE KAO  
PREVENTIVNA STRATEGIJA U TRETMANU OTPADNIH VODA ..... 445
66. I. Milojković, I. Petrović, D. Mitrinović (Beograd)  
OPTIMALNO REŠENJE ZA IZGRADNJU PUMPNE STANICE I OBJEKATA ZA  
TRETMAN I ODVOJENJE ATMOSFERSKIH VODA – MAKIŠ..... 453
67. S. Zlatković, V. Đurković (Beograd)  
PRIMENA MAKROFITA U TRETMANU OTPADNIH VODA – UKLANJANJE METALA,  
AZOTA I FOSFORA ..... 461
68. G. Sekulić (Podgorica - Crna Gora)  
PRIKAZ IDEJNOG RJEŠENJA POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA  
PODGORICE ..... 469

## **4. TEMATSKA GRUPA: VODOSNABDEVANJE NASELJA**

### **4.1. Korišćenje i zaštita izvorišta vodosnabdevanja**

69. O. Govedarica, B. Babić, A. Đukić (Beograd)  
METODOLOGIJA ODREĐIVANJA POTREBNIH KOLIČINA VODA ZA  
VODOSNABDEVANJE NASELJA ZA POTREBE VODOPRIVREDNIH ANALIZA ..... 477
70. Z. Nikić, R. Ristić, N. Marić, B. Radić, V. Milčanović, S. Polovina, I. Malušević  
(Beograd)  
POTENCIJAL BUJIČNOG ZAPLAVA U LOKALNOM VODOSNABDEVANJU  
STANOVNIŠTVA..... 483
71. D. Grubač, A. Rajević, D. Pestorić (Herceg Novi - Crna Gora)  
UTICAJ GROBALJA NA KVALITET VODE VODOIZVORIŠTA OPAČICA, U  
KUČANSKOM POLJU ..... 491

---

#### **4.2. Savremeni postupci tretmana prirodnih voda u cilju dobijanja vode za piće**

72. M. Kojić, S. Stanković, J. Petrović, M. Petrović, M. Mihailović, J. Milojković, T. Šoštarić (Beograd)  
ADSORPCIJA TEŠKIH METALA IZ VODENIH RASTVORA KORIŠĆENJEM HIDROČAĐI ISTROŠENOG SUPSTRATA GLJIVA KAO ADSORBENATA..... 499

#### **4.3. Kvalitet vode isporučene potrošačima**

73. M. Srećković, T. Dugandžija, I. Dragičević, V. Ignjatović, M. Mulić, B. Damnjanović (Novi Sad, Šabac, Kragujevac - Srbija, Tuzla - BiH)  
TRENDOVI KONCENTRACIJE NITRATA U JAVNIM VODOVODIMA I PRIVATNIM BUNARIMA NA TERITORIJI OPŠTINA MAČVANSKOG OKRUGA DESETOGODIŠNJI PERIOD: 2008-2017) ..... 505

## ANALIZA MIKROBIOLOŠKOG KVALITETA POVRŠINSKIH VODA NA TERITORIJI REPUBLIKE SRBIJE

Jovana Jovanović Marić<sup>1,2</sup>, Margareta Kračun-Kolarević<sup>1</sup>,  
Stoimir Kolarević<sup>1,2</sup>, Jelena Đorđević<sup>2,3</sup>, Momir Paunović<sup>1</sup>,  
Branka Vuković-Gačić<sup>2</sup>

*1 Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu*

*2 Centar za genotoksikologiju i ekogenotoksikologiju, Biološki fakultet, Univerzitet u Beogradu*

*3 Institut za multidisciplinarna istraživanja, Univerzitet u Beogradu*  
*Mail adresa prvog autora: jovana\_jovanovic992@yahoo.com*

### REZIME

Neprerađene komunalne i industrijske otpadne vode su jedan od glavnih zagađivača površinskih voda u Srbiji. Sa komunalnim otpadnim vodama u površinske vode dospevaju hemijski polutanti i fekalno zagađenje koje može sadržati za čoveka patogene mikroorganizme. U okviru istraživanja vršena je analiza mikrobiološkog kvaliteta vode sa 40 lokaliteta na teritoriji Republike Srbije koji nisu obuhvaćeni programom rutinskog monitoringa. Prisustvo i broj *Escherichia coli* je odabrano kao parametar fekalnog zagađenja. Rezultati su pokazali da voda sa 57,5% lokaliteta pripada III i IV klasi. Najveći broj zagađenih lokaliteta se nalazi nizvodno od naseljenih mesta, što potvrđuje značaj izgradnje postrojenja za preradu otpadnih voda.

KLJUČNE REČI: kvalitet površinskih voda, otpadne vode, fekalni koliformi, *E. coli*, zagađenje.

## MICROBIOLOGICAL QUALITY ANALYSIS OF SURFACE WATER IN THE REPUBLIC SERBIA

### ABSTRACT

Untreated municipal and industrial wastewaters are one of the major pollutants of surface water in Serbia. Municipal wastewaters, besides chemical pollutants, contain faecal matter and human pathogens. Within the study, microbiological water quality was assessed at 40 sampling stations within the territory of Republic Serbia which are not covered by routine monitoring programs. The presence and number of *Escherichia coli* was chosen as the parameter of the faecal pollution. The results indicated that water of 57.5% selected sites belong to the III or IV class. The most of polluted sites were situated downstream of settlements, which confirmed the importance of wastewaters treatment plants construction.

KEY WORDS: surface water quality, wastewaters, faecal coliforms, *E. coli*, pollution.

## UVOD

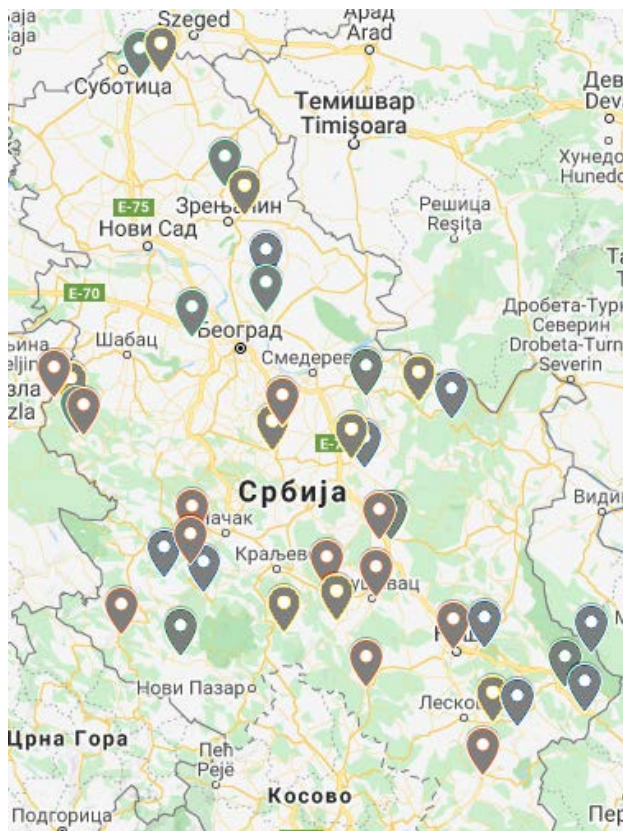
Antropogeni uticaj u velikoj meri utiče na promenu kvaliteteta površinskih voda. Jedan od ozbiljnih problema u Srbiji su neprerađene komunalne i industrijske otpadne vode koje se direktno ispuštaju u površinske vode. Pored različitih hemijskih polutanata, sa neprerađenim otpadnim vodama u površinske može dospeti i fekalni materijal koji često sadrži patogene koji mogu uticati na zdravlje čoveka i domaćih životinja (Reischer et al., 2008). Iz tog razloga prisustvo fekalnog zagađenja može ograničiti upotrebu površinskih voda za navodnjavanje, piće, rekreaciju, itd., pa je sanitarni monitoring neophodan kako bi se izbeglo širenje zaraze (Budnick et al., 1996). Međutim, patogeni iz otpadnih voda se u vodi često nalaze u malom broju, pa ih je teško detektovati tokom rutinskog mikrobiološkog monitoringa. Sa druge strane, mikroorganizmi normalne crevne flore se nalaze u većem broju, a njihovo prisustvo u površinskim vodama se smatra i indikatorom prisustva patogena (WHO, 1958). Danas se u okviru sanitarnog monitoringa prati grupa koliformnih bakterija, a pre svega *Escherichia coli* koja se pokazala kao pouzdan indikator fekalnog zagađenja (Kirschner et al., 2014).

U Srbiji se vrši monitoring mikrobioloških parametara uglavnom onih vodotokova koje se intenzivno koriste za piće. Sa druge strane, za mnoge površinske vode i dalje nema podataka, iako se one koriste za navodnjavanje ili u stočarstvu. Iz tog razloga je sprovedena studija na 40 lokaliteta na potocima, rekama i kanalima u Srbiji koji nisu obuhvaćeni rutinskim monitoringom kako bi se dobila kompletnija slika stanja kada su u pitanju područja koja su pod uticajem fekalnog zagađenja.

## METODE

Tokom 2019. godine za mikrobiološku analizu kvaliteta vršeno je uzorkovanje vode na 40 lokaliteta. U okviru istraživanja odabrani su lokaliteti na planinskim tokovima, ravničarskim rekama i kanalima kako bi se dobila kompletnija slika uticaja fekalnog zagađenja, odnosno uticaja komunalnih otpadnih voda na teritoriji Republike Srbije (Slika 1).

Sa svakog lokaliteta uzeto je primenom tehnike sterilnog rada po 500 ml uzorka vode sa oko 30 cm dubine. Uzorci su potom transportovani u tamnoj i hladnoj torbi i analizirani najkasnije 24 h nakon uzorkovanja. Za mikrobiološku analizu odabrana je metoda razlaganja poznatog susptata koristeći Colilert 18 sistem (ISO 9308-2:2012). Ova metoda omogućava određivanje najverovatnijeg broja ukupnih koliforma i *E. coli* u 100 ml uzorka (*Most Probable Number*, MPN). Kao parametar fekalnog zagađenja odabrana je *E. coli*. Za analizu je korišćeno razblaženje uzorka 1:10 a kao medijum je korišćen Colilert 18. Uzorci su sipani u Quany tray/2000 ploče i inkubirane minimum 18 h na 37 °C. Nakon inkubacije prebrojane su fluorescentno plave komore koje su indikatori prisustva *E. coli*. Dobijene vrednosti su iskorišćene za određivanje MPN u 100 ml uzorka na osnovu statističkih tablica proizvođača. MPN vrednosti su upoređene sa podacima koji se nalaze u Pravilniku o parametrima hemijskog i ekološkog statusa ("Službeni glasnik RS" br. 74/2011) na osnovu čega je izvršena klasifikacija kvaliteta uzoraka vode.

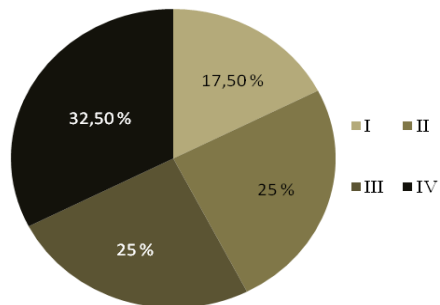


Slika 1. Mapa odabranih lokaliteta.  
Figure 1. Maps of selected sites.

## REZULTATI

Na osnovu rezultata zasnovanih na broju *E. coli* u uzorcima uvrđeno je da je na 17,5 % lokaliteta detektovan nizak nivo fekalnog zagađenja (klasa I) dok je voda sa 32,5 % lokaliteta pripadala IV klasi (Slika 2). Voda sa 57,5 % lokaliteta pripadala je III ili IV klasi. Kao što je očekivano, najveći broj lokaliteta na kojima je zabeležena III ili IV klasa se nalazilo u blizini naselja ili gradova. Upravo ovi rezultati potvrđuju izuzetan uticaj neprerađenih komunalnih voda. Takođe, voda sa ispitivanih kanala su pripadali II ili III klasi. U blizini ovih lokaliteta se nalaze seoska naselja, pa detektovano fekalno zagađenje najverovatnije potiče iz otpadnih voda domaćinstava ili farmi. Pored toga, ovi kanali se karakterišu slabim proticajem vode, pa se fekalno zagađenje duže zadržava i akumulira. Sa druge strane, lokaliteti na planinskim tokovima i lokaliteti koji se nalaze uzvodno od naseljenih mesta su pokazali očekivanu I ili II klasu.





Slika 2. Rezultati analize mikrobiološkog kvaliteta vode sa 40 odabranih lokaliteta.  
Figure 2. Results of water microbial quality analysis of 40 selected sites.

## ZAKLJUČAK

Nedostatak postrojenja za preradu otpadnih voda predstavlja očigledan problem koji se značajno odražava na kvalitet životne sredine. Visok nivo fekalnog zagađenja detektovan na preko 57 % lokaliteta je zabrinjavajuć podatak, posebno ako se uzme u obzir da u okviru ovog istraživanja nisu uključene velike reke poput Save, Dunava, Velike i Južne Morave za koje se zna da su pod izuzetnim antropogenim pritiscima. Prisustvo fekalnog zagađenja na lokalitetima ukazuje na moguće prisustvo patogena u vodi i samim tim opasnost po zdravlje ljudi pri kontaktu sa kontaminiranom vodom.

## Zahvalnica

Autori rada zahvaljuju se kolegama sa odeljenja Hidroekologija i zaštita voda sa Instituta za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ – Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerziteta u Beogradu i kolegama sa Departmana za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerziteta u Nišu za veliku pomoć pri prikupljanju uzoraka.

## LITERATURA

- ISO 9308-2 (2012) Water Quality - Enumeration of *Escherichia coli* and Coliform Bacteria - Part 2: Most Probable Number Method. Geneva: International Standards Organization.
- Kirschner, A. K. T., Kavka, G., Reischer, G. H., Sommer, R., Blaschke, A. P., Stevenson, M., Vierheilig, J., Mach, R. L., Farnleitner, A. H. (2014). Microbiological water quality of the Danube River: status quo and future perspectives, in: Liska, I. (Ed.), *The Danube River Basin, The Handbook of Environmental Chemistry*, 39: 439–468. Springer, Berlin, Heidelberg, 2014.
- Reischer, G. H., Haider, J. M., Sommer, R., Stadler, H., Keiblinger, K. M., Hornek, R., Zerobin, W., Mach, R. L., Farnleitner, A. H. (2008). Quantitative microbial faecal source tracking with sampling guided by hydrological catchment dynamics. *Environmental microbiology*, 10(10), 2598-2608.
- Službeni glasnik RS (2011). Pravilnik o parametrima hemijskog i ekološkog statusa br. 74/2011.
- WHO 1958. International standards for drinking-water. World Health Organisation, Geneva (<http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43845/1/a91160.pdf?ua=1>).