

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

49. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

VODA 2020

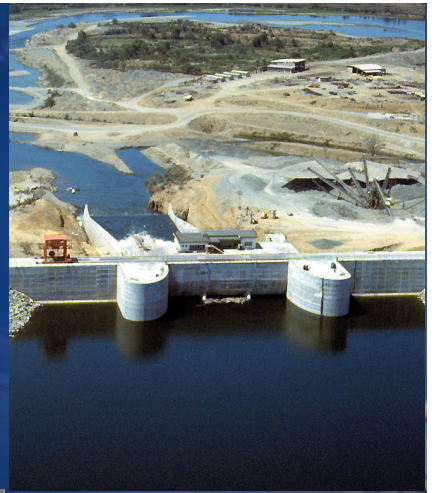
The 49th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

WATER 2020

Conference Proceedings



Trebinje, 19. – 20. novembar 2020.

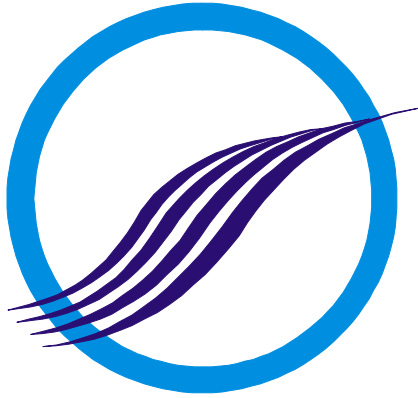


ENERGOPROJEKT
NISKOGRADNJA a.d.



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

www.energoprojekt-ng.rs
www.energoprojekt.rs



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

*49TH 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 HLOROFILA 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 ODVODJENJE 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

ADSORPCIJA TEŠKIH METALA IZ VODENIH RASTVORA KORIŠĆENJEM HIDROČADI ISTROŠENOG SUPSTRATA GLJIVA KAO ADSORBENTA

Marija Kojić¹, Slavka Stanković², Jelena Petrović¹,
Marija Petrović¹, Marija Mihajlović¹, Jelena Milojković¹,
Tatjana Šošćarić¹

¹ *Institut za tehnologiju nuklearnih i drugih mineralnih sirovina, Franše d'Eperea
86 11000 Beograd, m.kojic@itnms.ac.rs*

² *Tehnološko-metalurški fakultet, Karnegejeva 4 11000 Beograd*

REZIME

U ovom istraživanju je korišćena hidročađ istrošenog supstrata gljiva radi ispitivanje njegove potencijalne primene kao sorbenta, u cilju uklanjanja Pb^{2+} i Zn^{2+} iz vodenih rastvora. Hidročađ je pripremana u hidrotermalnom reaktoru na temperaturi od 200 °C pri reakcionom vremenu od 1 h. Strukturna analiza istrošenog supstrata gljiva i hidročađi vršena je pomoću SEM analize, na osnovu koje je uočeno povećanje poroznosti materijala nakon hidrotermalne karbonizacije. Takođe, povećanje adsorpcionog kapaciteta hidročađi u odnosu na istrošeni supstrat gljiva se može direktno dovesti u vezu sa formiranjem pora na površini ugljeničnog materijala.

KLJUČNE REČI: istrošeni supstrat gljiva, HTC, hidročađ, uklanjanje Zn^{2+} i Pb^{2+}

ADSORPTION OF HEAVY METALS FROM AQUEOUS SOLUTIONS BY HYDROCHARS SORBENT PREPARED FROM THE SPENT MUSHROOM SUBSTRATE

ABSTRACT

In this study, hydrochar of the spent mushroom substrate was used to examine its potential for application as a sorbent in order to remove Pb^{2+} and Zn^{2+} from aqueous solutions. The hydrochar was prepared in a hydrothermal reactor at a temperature of 200 °C for a reaction time of 1 h. Structural analysis of spent mushroom substrate and hydrochar was performed by SEM analysis. This analysis showed that the HTC process increases the porosity of the carbonized material. Also, increasing the adsorption capacity of the hydrochar can be directly related to the formation of pores on the surface of the carbon-rich material.

KEY WORDS: spent mushroom substrate, HTC, hydrochar, removal Pb^{2+} and Zn^{2+}

UVOD

Porast svetske populacije doveo je do naglog porasta potražnje za hranom, a samim tim i do generisanja ogromne količine poljoprivrednog otpada, koji se najčešće spaljuje ili odlaže na otvorene deponije. Stoga, poslednjih godina, sve veću pažnju privlači konverzija poljoprivrednog otpada u proizvode bogate ugljenikom, koji mogu imati višestruke primenu u zaštiti životne sredine (Liu i sar., 2018). U cilju dobijanja ovakvog materijala, korišćene su različite termohemijske metode kao što su gasifikacija, piroliza, torefrakcija i hidrotermalna karbonizacija (HTC) (Finey i sar., 2009). Međutim, HTC u odnosu na ostale termohemijske metode je pokazala određene prednosti uključujući visoku efikasnost, umerene radne uslove, nisku potrošnju energije i preradu biomase sa visokim sadržajem vode (Kumar i sar., 2011).

HTC proces se odigrava u reaktoru na umerenim temperaturama (180-260 °C), u vodi kao reakcionom medijumu i pri autogenom pritisku (Funke i Ziegler, 2010; Wiedner i sar., 2013). Tokom procesa karbonizacije odvija se niz reakcionih mehanizama usled čega dolazi da transformacije otpadne sirovine u hidročađ (Petrović i sar., 2016a). Tečna faza u hidrotermalnom karbonizacionom sistemu igra važnu ulogu, zato što utiče na povećanje broja površinskih funkcionalnih grupa i formira bogatu strukturu pora na površini hidročađi. Navedene strukturne promene mogu poboljšati adsorpcioni kapacitet ovog materijala prilikom uklanjanja organskih i neorganski polutanata iz vodenih rastvora (Liu i sar., 2016). Kako navode Jiang i sar. (2019), hidročađ je jeftin i efikasan adsorbent za uklanjanje teških metala iz vodenih rastvora.

Olovo i cink su teški metali koji se najviše koriste u industrijskim granama kao što su: rudarstvo, proizvodnja boja, metalurgija, galvanizacija itd. (Denga i sar., 2020; Xia i sar., 2019). Ispuštanje otpadnih voda iz pomenutih industrija prouzrokuje povećanje koncentracije ovih metala u površinskim vodenim tokovima. Olovo spada u toksične metale, dok cink spada u grupu esencijalnih elemenata ukoliko njegova koncentracija ne pređe dozvoljenu granicu (Jiang i sar., 2019; Wang i sar., 2018). Ako se pomenuti metali nađu u ljudskom organizmu mogu izazvati anemiju, bol u mišićima, oštećenje pankreasa i kostiju itd.

U ovom istraživanju biće prikazana konverzija istrošenog supstrata gljiva u cilju dobijanja potencijalnog sorbenta (hidročađi) za uklanjanje jona Pb^{2+} i Zn^{2+} . Dodatno, vršena je strukturna karakterizacija istrošenog supstrata gljiva i hidročađi SEM analizom, kako bi se utvrdila veza između strukturnih promena korišćenog materijala nakon karbonizacije i dobijenih adsorpcionih kapaciteta.

MATERIJALI I METODE

Materijal

Istrošeni supstrat gljiva je dobijen od lokalne industrije za gajenje gljiva u blizini Beograda. Supstrat je sačinjen od sledećih komponenata: pšenične slame, konjskog stajnjaka i gipsa.

Priprema uzorka

HTC eksperiment je vršen u autoklavu, čija je zapremina iznosila 250 ml (Carl Roth, Model II). Reaktor je opremljen sistemom za hlađenje i regulatorom za pritisak i temperaturu. Za analizu je korišćena temperatura od 200 °C sa reakcionim vremenom od 1 h. Oko 10 g korišćene sirovine je pomešano sa 150 ml dejonizovane vode, zatim je održavan na konačnoj temperaturi 60 min, a potom hlađen do sobne temperature. Na kraju je hidročađ ispirana dejonizovanom vodom i sušena 24 h na 105°C.

Karakterizacija uzorka

Ispitivanje površinske morfologije materijala pre i nakon karbonizacije izvršeno je metodom skenirajuće elektronske mikroskopije (SEM). Uzorci su pre analize napareni tankim provodnim slojem zlata. Ispitivani uzorci su snimani na SEM uređaju tipa JEOL JSM-6610.

Adsorpcioni eksperiment

Osnovni rastvori od 100 mg L⁻¹ i 200 mg L⁻¹ Pb²⁺ i Zn²⁺ je pripremljen rastvaranjem Pb(NO₃)₂ i ZnSO₄·7H₂O, respektivno. Za adsorpcioni eksperiment, 0,050 g istrošenog supstrata gljiva (SMS) i hidročađi (SMS-200) je pomešano sa 50 mL Pb²⁺ i Zn²⁺ rastvora. Bočice su stavljene na šejker i mučkane 120 min, brzinom od 250 ob/min. Nakon toga je vršeno razdvajanje hidročađi i filtarta, a zatim i razdvajanje istrošenog supstrata gljiva i filtrata. Sadržaj Pb²⁺ i Zn²⁺ u filtartu određivan je atomskom adsorpcionom spektroskopijom (Perkin Elmer, AAS Analyst 300).

Adsorpcioni kapacitet Q (mg/g) izračunat je prema sledećoj formuli:

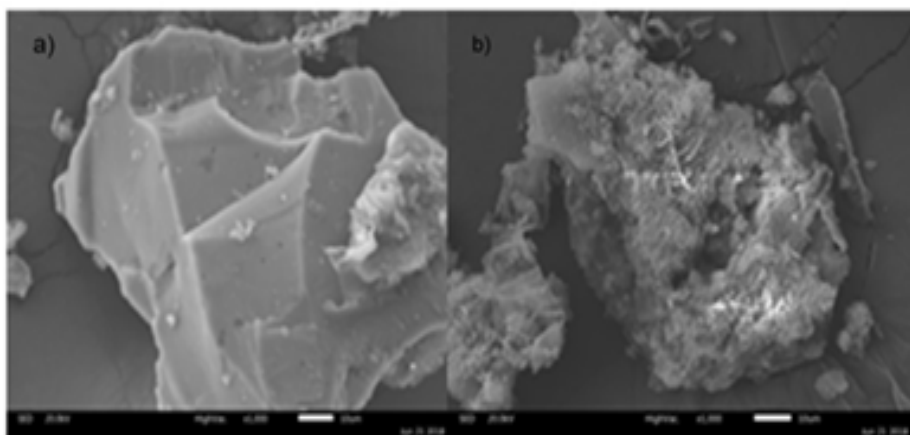
$$Q=(C_0-C)\times V/m$$

gde je V, zapremina rastvora Pb²⁺ i Zn²⁺, m je količina adsorbenta (g); C₀ i C su početne i ravnotežne koncentracije Pb²⁺ i Zn²⁺ jona (mg L⁻¹).

REZULTATI I DISKUSIJA

SEM analiza

SEM slike su korišćene za proučavanje površinske morfologije SMS i SMS-200. Kao što se može primetiti (Slika 1.), SMS pokazuje glatku površinu sa malim brojem brazda. Sa druge strane, na površini SMS-200 se uočava prisustvo pora i pojava sitnih pukotina, što je verovatno posledica degradacije lignoceluloznih komponenata tokom procesa karbonizacije (Sevilla i sar., 2011). Kako navode Petrović i sar. (2016b), formiranje pora na površini hidročađi može biti korisno ukoliko se ovaj materijal koristi kao sorbent teških metala iz vodenih rastvora, zato što pore olakšavaju unutrašnju difuziju jona metala iz vodenih rastvora.



Slika 1. SEM slike za SMS (a) i SMS-200 (b)
Figure 1. SEM of SMS (a) and SMS-200 (b)

Adsorpcija teških metala iz vodenih rastvora

Rezultati prikazani u Tabeli 1. pokazuju da SMS-200 ima veći afinitete ka uklanjanju jona Pb^{2+} i Zn^{2+} iz vodenih rastvora od SMS uzorka. Povećanje adsorpcionog kapaciteta može biti direktno povezano sa obiljem pora na površini materijala nakon karbonizacije, kao i sa prisustvom površinskih funkcionalnih grupa na ispitivanoj hidročadi. Pored toga, može se uočiti (Tabela 1.) da sa porastom početne koncentracije jona metala raste adsorpcioni kapacitet ispitivanih materijala. Takođe, na osnovu Tabele 1. može se zaključiti da SMS i SMS-200 imaju veći afinitet da za sebe vežu jone Pb^{2+} od jona Zn^{2+} .

Tabela 1. Adsorpcioni kapaciteti SMS i SMS-200
Table 1. Adsorption capacity of SMS and SMS-200

Uzorak	$C_0 (Pb^{2+})$ ($mg L^{-1}$)	$C (Pb^{2+})$ ($mg L^{-1}$)	Q_{Pb} (mg/g)	$C_0 (Zn^{2+})$ ($mg L^{-1}$)	$C (Zn^{2+})$ ($mg L^{-1}$)	Q_{Zn} (mg/g)
SMS	100,0	47,80	52,20	100,0	85,00	15,00
	200,0	125,0	75,00	200,0	175,85	24,15
SMS-200	100,0	10,00	90,00	100,0	76,75	23,25
	200,0	90,00	110,0	200,0	167,0	33,00

ZAKLJUČAK

Na osnovu preliminarnih istraživanja, SEM analiza je pokazala da je HTC process značajno promenio strukturu istrošenog supstrata gljiva. Odnosno, na površini hidročadi je uočeno da se nakon karbonizacije formirao veliki broj pora, koje značajno olakšavaju unutrašnju difuziju jona Pb^{2+} i Zn^{2+} iz njihovih ispitivanih vodenih rastvora, i time povećavaju adsorpcioni kapacitet hidročadi. Ovo zapažanje potvrđuje i adsorpcioni kapacitet hidročadi, koji je veći u odnosu na adsorpcioni kapacitet istrošenog supstrata gljiva, a to znači i njegovu mogućnost upotrebe za uklanjanje teških metala iz otpadnih voda.

LITERATURA:

- Liu Y., Ma S., Chen J., A novel pyro-hydrochar via sequential carbonization of biomass waste: Preparation, characterization and adsorption capacity, *Journal of Cleaner Production* 176 (2018) 187-195.
- Finney K. N., Ryu C., Sharifi V. N., Swithenbank J., The reuse of spent mushroom compost and coal tailings for energy recovery: Comparison of thermal treatment technologies, *Bioresource Technology*, 100 (1) (2009) 310–315.
- Kumar S., Loganathan V.A., Gupta.R.B., Barnett M.O., An Assessment of U(VI) removal from groundwater using biochar produced from hydrothermal carbonization, *Journal of Environmental Management* 92 (2011) 2504-2512.
- Funke A., Ziegler F., Hydrothermal carbonization of biomass: a summary and discussion of chemical mechanisms for process engineering, *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 4 (2010) 160-177.
- Wiedner K., Naisse C., Rumpel C., Pozzi A., Wieczorek P., Glaser B., Chemical modification of biomass residues during hydrothermal carbonization – What makes the difference, temperature or feedstock?, *Organic Geochemistry* 54 (2013), 91–100.
- Petrović J., Perišić N., Dragišić Maksimović J., Maksimović V., Kragović M., Stojanović M., Laušević M., Mihajlović M., Hydrothermal conversion of grape pomace: Detailed characterization of obtained hydrochar and liquid phase, *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 118 (2016a) 267–277.
- Liu T., Xue L.C., Guo X., Liu J., Huang Yu, Zheng C.G., New evidence for high sorption capacity of hydrochar for hydrophobic organic pollutants, *Environmental Science and Technology* 50 (2016) 13274-13591.
- Jiang Q., Xie W., Han S., Wang Y., Zhang Y., Enhanced adsorption of Pb(II) onto modified hydrochar by polyethyleneimine or H_3PO_4 : An analysis of surface property and interface mechanism, *Colloids and Surfaces A*, 583 (2019) 123962.
- Denga J., Lia X., Weia X., Liua Y., Lianga J., Songa B., Shaoa Y., Huanga W., Hybrid silicate-hydrochar composite for highly efficient removal of heavy metal and antibiotics: Coadsorption and mechanism, *Chemical Engineering Journal* 387 (2020) 124097.
- Xia Y., Yang T., Zhu N., Li D., Chen Z., Q. Lang, Liu Z., Jiao W., Enhanced adsorption of Pb(II) onto modified hydrochar: Modeling and mechanism analysis, *Bioresource Technology* 288 (2019) 121593.
- Wang Y., Liu Y., Lu H., Yang R., Yang S., Competitive adsorption of Pb(II), Cu(II), and Zn(II) ions onto hydroxyapatite-biochar nanocomposite in aqueous solutions, *Journal of Solid State Chemistry*, 261 (2018) 53-61.

Sevilla M., Maciá-Agulló J. A., Fuertes A. B., Hydrothermal carbonization of biomass as a route for the sequestration of CO₂: Chemical and structural properties of the carbonized products, *Biomass Bioenergy*, 35 (2011) 3152-3159.

Petrović J., Stojanović M., Milojković J., Petrović M., Šoštarić T., Laušević M., Mihajlović M., Alkali modified hydrochar of grape pomace as a perspective adsorbent of Pb²⁺ from aqueous solution, *Journal of Environmental Management* 182 (2016b) 292-300.