

**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.



## ПОВОДОМ 150 ГОДИНА САВЕЗА ИНЖЕЊЕРА И ТЕХНИЧАРА СРБИЈЕ

Корени српске техничке цивилизације почињу још у средњем веку у доба Немањића. Зачети инжењерства су у рударско-металуршким подухватима као што је значајни рудник Ново Брдо и грађењу величанствених сакралних и других објеката.

Обнављањем српске државе после вишевековне Отоманске власти и стварањем модерне државе у 19. веку оживело је и инжењерство у Србији. Инжењери се тада претежно школују у Аустроугарском царству и у Француској. Већ 1868. године 3. фебруара била је основана „Техничарска дружина“ која је претеча данашњег Савеза инжењера и техничара Србије.

Инжењерски Савез је за својих 150 година пролазио кроз разне мене, али је стално био активан и друштвено препознатљив. Многи значајни инжењери и научници свих струка су били и сада су активни чланови. Први председник је био архитекта и урбаниста Емилијан Јосимовић, а истакнути почасни члан Никола Тесла.

Врло значајан моменат у раду и афирмацији Савеза је била изградња зграде Дома инжењера Србије 1936. године и новог Дома инжењера „Никола Тесла“ 1967. године. Средства за изградњу домова су обезбеђивали инжењери, привредници и добротвори чиме је инжењерска интелигенција исказала значај и вољу за окупљањем и деловањем кроз форму удружења и савеза као израз стручног, научног и интелектуалног, те критичког ангажовања.

Савез данас има преко четрдесет, што струковних, мултидисциплинарних, тематских, градских и регионалних чланица. У његовом саставу је Развојни центар, као и Инжењерска академија Србије. Активности су разноразне: окупљање, дебате, конференције, издаваштво, сарадња са другим струкама и удружењима, одржавање стручних испита, изложбе, рад са студентима, средњошколцима, младим истраживачима.

Чланство Савеза броји више хиљада инжењера из свих градова и општина Србије. Савез и његове чланице су невладине организације, које се самофинансирају из својих активности и чланарине.

Значај и улога Савеза у друштву су велики и у Србији и у широј европској и светској инжењерској заједници, што се очитује кроз видове чланства у међународним, сродним, организацијама, те у домаћем амбијенту кроз афирмацију знања и сарадњу са другим удружењима, државним органима, привредом, школством и нарочито по бројности и квалитету својих чланова.



[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 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

*47<sup>TH</sup> 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*):

KOPREDSEDNICI: 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

## SADRŽAJ

### CONTENTS

#### UVODNI RAD

1. L. Ignjatović, P. Marjanović, D. Vulić, D. Kostić, (Beograd)  
ISTORIJAT TRETMANA OTPADNIH VODA SOKOBANJE ..... 1

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

2. D. Kostić, P. Marjanović, L. Ignjatović, M. Marjanović (Beograd)  
RETENZIJA NUTRIJENATA U ĐERDAPSKOJ AKUMULACIJI – OPRAVDANOST  
ZAHTEVA UWWT DIREKTIVE ZA TRETMANOM OTPADNIH VODA NAPREDNIJIM  
OD SEKUNDARNOG ..... 9
3. Lj. Marjanović, M. Babić Mladenović, N. Cvijanović (Beograd)  
MEĐUNARODNI PROJEKAT "UPRAVLJANJE NANOSOM DUNAVA" - PONOVNO  
USPOSTAVLJANJE BILANSA NANOSA DUNAVA ..... 19
4. S. Prohaska, N. Todorović, N. Božović (Beograd)  
PRO ET CONTRA KLIMATSKIH PROMENA ..... 27
5. D. Pejović, P. Marjanović, D. Vulić, M. Marjanović, L. Ignjatović (Beograd)  
INTEGRALNO UPRAVLJANJE SLIVOVIMA VIŠENAMENSKIH AKUMULACIJA –  
UBLAŽAVANJE KONFLIKATA MEĐU KORISNICIMA KROZ MULTISEKTORSKI  
PRISTUP ..... 43
6. R. Biočanin, S. Ketin (Novi Sad)  
EKOLOŠKI ZAHTEVI U REGIONALNOJ SNABDEVENOSTI PITKOM VODOM I  
ZDRAVOM HRANOM ZA LJUDE..... 49
7. D. Grubač, N. Čolović, D. Čeprić (Herceg Novi - Crna Gora)  
DECENIJA INTEGRALNOG UPRAVLJANJA CRNE GORE U OSNAŽIVANJU  
PREKOGRAIČNE POLITIKE ZAŠTITE VODA AKUMULACIJE "TREBIŠNJICA" ..... 61

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

##### 2.1. Površinske vode i sedimenti

8. G. Subakov Simić, D. Kostić, M. Marjanović, I. Trbojević (Beograd)  
STRUKTURA FITOPLANKTONA U AKUMULACIJAMA NA UVCU ..... 67
9. B. Mičković, M. Nikčević, S. Skorić, D. Nikolić, V. Đikanović (Beograd)  
STRATIFIKACIJA POKAZATELJA KVALITETA VODE AKUMULACIJE "UVAC"  
/SEZONA SREDINA LETA – RANA JESEN 2017./ ..... 75

## VI

---

10. M. Matavulj, J. Simeunović, K. Nemes, Z. Tica, S. Lolić, Đ. Jovanović, S. Vujičić (Novi Sad, Zrenjanin, Banjaluka - R.Srpska-BiH) HETEROTROFNA AKTIVNOST AKVATIČNIH MIKROORGANIZAMA KAO PARAMETAR PROCENE ORGANSKOG OPTEREĆENJA VODE RIBNJAKA .....	83
11. S. Branković, R. Glišić, M. Topuzović, V. Đekić, M. Marin (Kragujevac, Beograd) BIOAKUMULACIONI I TRANSLOKACIONI POTENCIJAL NEKIH VODENIH BILJAKA .....	95
12. T. Jakšić, N. Živić, P. Vasić, O. Papović, S. Milošević, M. Stanojević, N. Grujić (Kosovska Mitrovica) BETOFAUNA BARE NA LOKALITETU SANIRANE URBANE DEPONIJE U KOSOVSKEJ MITROVICI .....	97
13. B. Damnjanović, S. Ilić, M. Antonijević Nikolić, G. Jovanović, A. Matić, Lj. Mijić, M. Živković, M. Novković, S. Radulović, D. Vukov, D. Cvijanović (Šabac, Novi Sad) ODREĐIVANJE KVALITETA VODE ŠLJUNKARA U DONJEM TOKU REKE DRINE PRIMENOM SERBIAN WATER QUALITY INDEX-A .....	105
14. D. Cvijanović, B. Damnjanović, M. Novković, M. Živković, A. Anđelković, A. Vesić, D. Vukov, S. Radulović (Novi Sad, Beograd, Šabac) KONZERVACIONI STATUS MAKROFITSKE VEGETACIJE U KOPOVIMA ŠLJUNKA U PLAVNOM PODRUČJU DONJEG TOKA REKE DRINE .....	111
15. P. Đurašković (Podgorica - Crna Gora) ANALIZA ISTORIJSKOG NIZA PODATAKA U KVALITETU VODE SKADARSKOG JEZERA .....	119
16. J. Đuretić, M. Krikokapić (Podgorica - Crna Gora) ANALIZA UZRASNE I POLNE STRUKTURE ALBURNUS SCORANZA/HECKEL ET KNER, 1858./ IZ SKADARSKOG JEZERA .....	129
17. M. Krivokapić, V. Bušković, D. Radonjić, G. Nikolić, D. Veličković, I. Đuretić (Podgorica, Nikšić - Crna Gora) DETERMINACIJA SADRŽAJA TOKSIČNIH METALA /Pb, Hg i Cd/, PESTICIDA I PCB-A U MIŠIČNOM TKIVU CYPRINUS CARPIO I SQUALIUS PLATYCEPS IZ SKDARSKOJ JEZERA /CRNA GORA/ .....	137
18. V. Pešić, D. Krčmar, B. Dalmacija, M. Bečelić Tomin, Đ. Kerkez, N. Varga, N. Slijepčević (Novi Sad) OCENA KVALITETA VODE REKE TISE NA OSNOVU HEMIJSKIH PARAMETARA KVALITETA .....	145
19. M. Raković, N. Popović, J. Čanak Atlagić, J. Đuknić, N. Marinković, S. Andus, A. Tanasković, M. Paunović (Beograd) ANALIZA ZAJEDNICA MAKROBESKIČMENJAKA POVRŠINSKIH VODA NA TERITORIJI GRADA BEOGRADA .....	153
20. M. Kračun Kolarević, S. Kolarević, J. Kostić, A. Atanacković, K. Sunjog, V. Marković, B. Vuković Gačić, M. Paunović (Beograd) OCENA EKOLOŠKOG POTENCIJALA LOKALITETA DUBOKO /SAVA/ I VIŠNJICA /DUNAV/ NA OSNOVU ZAJEDNICE AKVATIČNIH OLIGOCHAETA .....	163
21. B. Vasiljević, S. Simić, J. Krizmanić, J. Tomović, M. Ilić, K. Zorić, B. Tubić, M. Paunović (Beograd, Kragujevac) BENTOSNE SILIKATNE ALGE KAO POKAZATELJI EKOLOŠKOG POTENCIJALA REKE SAVE .....	171



22. T. Jurca, B. Miljanović, Z. Svirčev (Novi Sad) HIDROMORFOLOŠKI POKAZATELJI EKOLOŠKOG POTENCIJALA NA PRIMERU KANALA DUNAV-TISA-DUNAV .....	179
23. G. Babić (Bor) PRAĆENJE KVALITETA POVRŠINSKIH VODA PRIMENOM SWQI METODE .....	185
24. M. Vranešević, M. Ilić, A. Bezdan (Novi Sad) OCENA KVALITETA VODE REKE BEGEJ ZA POTREBE NAVODNJAVANJA .....	189
25. D. Golub, R. Dekić, G. Šukalo (Banjaluka - R.Srpska-BiH) IHTIOFAUNA RIJEKE JABLANICE /REPUBLIKA SRPSKA, BiH/ KAO INDIKATOR KVALITETA VODE .....	195
26. D. Berak, S. Čučković, S. Radmilović (Trebinje – R.Srpska-BiH) ANALIZA KVALITETA VODE SLIVA RIJEKE TREBIŠNJICE NA OSNOVU MAKROINVERTEBRATA DNA .....	203
27. S. Vujčić, J. Simeunović, Lj. Vukić, D. Drljača, D.Đurica, M. Matavulj (Banjaluka - R.Srpska-BiH, Novi Sad) KVALITET VODE CRNE RIJEKE NA OSNOVU FIZIČKO-HEMIJSKIH I MIKROBIOLOŠKIH PARAMETARA .....	209
28. D. Veličković, M. Krivokapić (Podgorica - Crna Gora) ANALIZA TEŠKIH METALA /As, Cd, Hg/ U VODI RIJEKE LIM I MIŠIČNOM TKIVU CHONDROSTOMA NASUS I SQUALIUS CEPHALUS .....	215
29. M. Živković, A. Anđelković, M. Novković, B. Damnjanović, N. Banjac, N. Pankov, Š. Šipoš, S. Pogrmić, B. Miljanović, D. Cvijanović, S. Radulović (Novi Sad, Beograd, Šabac) ODREĐIVANJE EKOLOŠKOG STATUSA REKE KRIVAJE NA OSNOVU BIOLOŠKIH, HEMIJSKIH I HIDROMORFOLOŠKIH PARAMETARA .....	223
30. M. Novković, B. Damnjanović, D. Smailagić, M. Živković, A. Anđelković, S. Radulović, D. Cvijanović (Novi Sad, Beograd, Šabac) EKOLOŠKE KARAKTERISTIKE MAKROFITSKE VEGETACIJE U PLAVNOM PODRUČJU REKE DRINE .....	235
31. M. Stojanović, I. Zarić, P. Mitrović, M. Nikolić, T. Laketić, M. Savić (Bijeljina - R.Srpska – BiH) ZAGAĐENOST MANJIH VODOTOKA IZ SLIVA RIJEKE VRBAS I SAME RIJEKE VRBAS SA ASPEKTA FIZIČKO-HEMIJSKIH, MIKROBIOLOŠKIH I BIOLOŠKIH ISPITIVANJA .....	243
32. B. Ristanović, B. Miljanović, M. Cimbalević, N. Pankov, M. Živković, A. Popović (Novi Sad, Šid) DETERMINISANJE HIDROLOŠKIH PROBLEMA UPOTREBOM GIS-A, STUDIJA SLUČAJA KRASAVICA .....	255
33. B. Ristanović, B. Miljanović, M. Cimbalević, Đ. Miljković, D. Milošević, A. Popović (Novi Sad, Šid) MOGUĆNOSTI GIS-A U REŠAVANJU EROZIVNIH PROBLEMA U SLIVU POTOKA MAĐUPCA .....	263
34. T. Nenin, A. Petković, J. Čolić, M. Perović (Beograd) SADRŽAJ UKUPNIH NAFTNIH UGLJOVODONIKA U SEDIMENTU DUNAVA .....	271

## 2.2. Podzemne vode i vode u karstu

35. M. Perović, V. Obradović, A. Petković, T. Vučković, B. Obrovski, M. Dimkić  
(Beograd, Novi Sad)  
ANALIZA KORELACIJE IZMEĐU ODABRANIH PARAMETARA I TRANSFORMACIJE  
U KOVIN-DUBOVCI ..... 277
36. D. Krčmar, S. Tenodi, V. Pešić, S. Rončević, N. Varga, M. Grgić, B. Dalmacija (Novi  
Sad)  
KVALITET PODZEMNIH I PROCEDNIH VODA GRADSKO DEPONIJE KOMUNALNOG  
OTPADNA ..... 279
37. J. Čolić, A. Petković, T. Nenin (Beograd)  
UTICAJ KOMUNALNE DEPONIJE NA PODZEMNE VODE ..... 285
38. A. Petković, J. Čolić, T. Nenin (Beograd)  
UPUTSTVO ZA PRAVLJENJE PROGRAMA ZA PRAĆENJE KVALITETA I OCENU  
DEGRADACIJE OD HEMIJSKOG ZAGAĐENJA ZEMLJIŠTA I PODZEMNIH VODA ..... 291

## 2.3. Priobalne vode Jadranskog mora

39. I. Peraš, S. Gvozdenović, S. Petović, M. Mandić (Kotor - Crna Gora)  
UPOREDNA ANALIZA DIVERZITETA ŠKOLJKI NA EKSPERIMENTALNIM  
KOLEKTORIMA ZA PRIHVAT MLAĐI ..... 297
40. S. Stanković, A. Perošević, N. Petrović, M. Ivković, M. Radomirović, B. Tanasković,  
A. Onjia (Beograd, Podgorica - Crna Gora)  
HEMIJSKI SASTAV UZORAKA ŠKOLJKI UKLJUČUJUĆI I SADRŽAJ Al i Li ..... 305
41. S. Stanković, A. Perošević, N. Petrović, M. Ivković, M. Radomirović, B. Tanasković,  
A. Onjia (Beograd, Podgorica - Crna Gora)  
ANALIZA HEMIJSKOG SASTAVA POVRŠINSKOG SEDIMENTA U BLIZINI MORSKE  
OBALE ..... 313
42. A. Castelli, R. Martinović, M. Mitrić, M. Peković, A. Perošević, D. Joksimović (Kotor -  
Crna Gora)  
KARAKTERIZACIJA SEDIMENTA STANIŠTA PALASTURE /PINNA NOBILIS/ U  
BOKOKOTORSKOM ZALIVU ..... 315

## 2.4. Laboratorijske metode i monitoring

43. P. Marjanović, D. Vulić, L. Ignjatović (Beograd)  
OPTIMIZACIJA MREŽE ZA MONITORING STATUSA POVRŠINSKIH VODA U R.  
SRBIJI U SKLADU SA ZAHTEVIMA OKVIRNE DIREKTIVE O VODAMA ..... 321
44. S. Čučković (Trebinje - R.Srpska-BiH)  
AUTOMATSKE STANICE ZA KONTINURAN MONITORING PARAMETARA  
KVALITETA VODE NA RIJECI TREBNINJICI ..... 333
45. B. Miljanović, I. Mijić Oljačić, N. Pankov, S. Pogrmić, Š. Šipoš, A. Bajić, T. Jurca, M.  
Živković, B. Ristanović, T. Grubar (Novi Sad, Bačka Palanka)  
REZULTATI MONITORINGA HIDROEKOSISTEMA TIKVARA ..... 341

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

#### 3.1. Planiranje i eksploatacija kanalizacionih sistema

46. K. Krstić, A. Đukić (Beograd)  
MODELIRANJE KVALITETA KIŠNOG OTICAJA SA GRADSKIH SAOBRAĆAJNICA –  
PRIMER MOSTA GAZELA U BEOGRADU ..... 347
47. G. Sekulić, I. Bakić (Podgorica - Crna Gora)  
BIOFILTERI KAO JEDAN OD PRIRODNIH NAČINA ZA TRETMAN OTICAJA  
ATMOSFERSKE VODE U URBANIM SRDINAMA ..... 349
48. B. Batinić, D. Pavlović, A. Randelović (Beograd)  
BEZBEDNA EVAKUACIJA PROVIRNIH VODA JALOVISTA - PRIMER JALOVISTA  
RUDNIK ..... 357
49. I. Milojković, M. Ćurčić, I. Romanović (Beograd)  
ISTRAŽIVANJE VARIJANTNIH REŠENJA KCS "UŠĆE-NOVA" U NOVOM BEOGRADU  
METODOM PROMETHEE ..... 361

#### 3.2. Savremene metode prečišćavanja otpadnih voda i obrade mulja

50. M. Radomirović, B. Tanaskovski, A. Onjia, S. Trivković, S. Stanković (Beograd)  
ELIMINACIJA MIKROPOLUTANATA IZ VODA PRIMENOM SAVREMENIH  
POSTUPAKA ..... 371
51. M. Ilić, V. Presburger Ulniković, V. Cibulić, S. Mrazovac Kurilić (Beograd)  
PREDNOSTI ODABRANOG TRETMANA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA NA  
POSTROJENJU GRADA SKOPLJA ..... 381
52. V. Presburger Ulniković, M. Ilić, S. Mrazovac Kurilić, V. Cibulić (Beograd)  
IZBOR POSTUPKA OBRADNE OTPADNIH VODA I MULJA U GRADU KIČEVO ..... 389
53. B. Jordanoska Šiškoska, V. Pelivanoska, M. Jordanoski, Z. Resmi (Bitola, Struga - R.  
Makedonija)  
TRETMAN OTPADNOG MULJA OD PREČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH  
VODA I NJEGOVA VALORIZACIJA ..... 393
54. M. Babić, A. Đukić (Beograd)  
PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA OBRENOVCA ..... 395
55. J. Jonlija, O. Aleksić, A. Vučurević (Trebinje – R. Srpska, BiH)  
SBR TEHNOLOGIJA PREČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA OPŠTINE  
BILEČA, REPUBLIKA SRPSKA ..... 403
56. S. Šarčević, Z. Sekulić, D. Budimirović, N. Malešić (Obrenovac, Beograd)  
UJEDNAČAVANJE TOKA I NEUTRALIZACIJA PRI PREČIŠĆAVANJU INDUSTRIJSKIH  
OTPADNIH VODA ..... 407

### 4. TEMATSKA GRUPA: VODOSNABDEVANJE NASELJA

#### 4.1. Eksploatacija i zaštita izvorišta vodosnabdevanja

57. T. Petrović, J. Kovačević (Kruševac, Beograd)  
ZASIPANJE JEZERA ČELIJE /1979-2017/ ..... 415

- 
58. D. Đurica, T. Jurca, M. Miljanović (Banjaluka – R.Srpska-BiH, Novi Sad)  
HIDROBIOLOŠKI PARAMETRI U OCJENI KVALITETA VODE U INFILRACIONIM  
BAZENIMA VODOZAHVATA "NOVOSELIJA" /BANJA LUKA, REPUBLIKA SRPSKA/ ..... 421
59. V. Presburger Ulniković, V. Cibulić, S. Mrazovac Kurilić, M. Trifunović, N. Staletović  
(Beograd)  
KVALITET VODE ZA PIĆE IZ AKUMULACIJE "PRVONEK", VRANJE ..... 429
60. O. Doklešić (Herceg Novi - Crna Gora)  
JEDNO MOGUĆE RJEŠENJE SNABDEVANJA VODOM POLUOSTRVA LUŠTICA SA  
POLUOSTRVA KOBILA ..... 437

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

61. S. Šarčević, Z. Sekulić, D. Budimirović, M. Malešić (Obrenovac, Beograd)  
DEZINFEKCIONI NUSPROIZVODI NASTALI PRIMENOM RAZLIČITIH  
DEZINFEKCIONIH SREDSTAVA ..... 447
62. A. Rajević, D. Čeprić (Herceg Novi - Crna Gora)  
MIKROBIOLOŠKI STATUS VODE NA FABRICI ZA PROIZVODNJU VODE ZA PIĆE,  
MOJDEŽ, HERCEG NOVI ..... 455
63. T. Stamenković, N. Čolović (Herceg Novi - Crna Gora)  
KVALITET SIROVE VODE IZ AKUMUNACIJE BILEČKO JEZERO PRE I NAKON  
TRETMANA NA FILTER STANICI MOJDEŽ, HERCEG NOVI ..... 461

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

64. V. Cibulić, V. Presburger Ulniković, S. Mrazovac Kurilić, L.Ivančajić, N. Staletović,  
M. Trifunović, L. Stamenković (Beograd, Vranje)  
KARAKTERISTIKE VODE BEOGRADSKIH JAVNIH ČESAMA ..... 467
65. S. Mrazovac Kurilić, V. Cibulić, V. Presburger Ulniković, L.Ivančajić, L.  
Stamenković, N. Staletović, M. Trifunović (Beograd, Vranje)  
NITRATI U VODAMA BEOGRADSKIH ČESAMA I NJIHOVA STATISTIČKA ANALIZA ..... 469
66. V. Presburger Ulniković, S. Mrazovac Kurilić, V. Cibulić, L.Ivančajić, M. Trifunović  
(Beograd)  
TEŠKI METALI U VODAMA BEOGRADSKIH JAVNIH ČESAMA ..... 471
67. B. Miljanović, I. Mijić Oljačić, N. Pankov, S. Pogrmić, Š. Šipoš, A. Bajić, M. Miljanović,  
Z. Popović, M. Nakić (Novi Sad, Banjaluka – R.Srpska-BiH)  
MONITORING SIROVE VODE I POLUPROIZVODA U VODOVODU BANJA LUKA ..... 473

## PREDGOVOR

Nastavljajući dugogodišnju tradiciju, Srpsko društvo za zaštitu voda – SDZV organizuje četrdeset sedmu po redu godišnju konferenciju o aktuelnim temama zaštite vodnih resursa od zagađenja u cilju njihovog efikasnog i održivog korišćenja. Suorganizatori konferencije su Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi iz Beograda i JKP Napredak iz Sokobanje. Zbornik radova konferencije "VODA 2018" sadrži ukupno 67 radova koje je Programski odbor nakon pregleda prihvatio za izlaganje na Konferenciji i štampanje u Zborniku radova. Najveći broj autora radova je iz Srbije a zastupljeni su i radovi autora iz regiona. Radovi su grupisani u sledeće tematske grupe:

1. VODOPRIVREDNI, EKOLOŠKI, I ORGANIZACIONI ASPEKTI KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA
2. KVALITET VODA I PROCESI U PRIRODNIM VODAMA
  - 2.1. Površinske vode
  - 2.2. Podzemne vode i vode u karstu
  - 2.3. Priobalne vode Jadranskog mora
  - 2.4. Laboratorijske metode i monitoring
3. SAKUPLJANJE I PREČIŠĆAVANJE OTPADNH VODA
  - 3.1. Planiranje i eksploatacija kanizacionih sistema
  - 3.2. Savremene metode prečišćavanja otpadnih voda i obrade mulja
4. VODOSNABDEVANJE NASELJA
  - 4.1. Eksploatacija i zaštita izvorišta vodosnabdevanja
  - 4.2. Savremeni postupci tretmana prirodnih voda u cilju dobijanja vode za piće
  - 4.3. Kvalitet vode isporučene potrošačima

Po ustaljenom običaju SDZV, autori su se sami opredeljivali za teme o kojoj će pisati tako da radovi u ovom Zborniku na neki način odslikavaju trenutno stanje u oblasti korišćenja i zaštite voda od zagađenja u Srbiji i regionu. Od aktuelnih tema koje su našle svoje mesto u radovima ovog Zbornika posebno ističemo problematiku kvaliteta vode i upravljanje akumulacijama, aktuelnu problematiku kvaliteta voda i sedimenata, savremene metode kanisanja i tretmana otpadnih voda i aktuelnu problematiku vodosnabdevanja. Struktura stručnih profila autora je, kao i uvek, raznolika, što odgovara posebnoj težnji SDZV da se problemi zaštite voda posmatraju multidisciplinarno, čime se doprinosi poboljšanju sagledavanja i rešavanja problema.

Ove godine Programski odbor je između prispelih radova odabrao ukupno osam koji će, nakon potrebnih modifikacija i dopuna biti objavljeni u celini u naučnom časopisu *Water Research and Management* ([www.wrmjournal.com](http://www.wrmjournal.com)) koga izdaje SDZV. Ovi radovi su štampani u ovom Zborniku radova u izvodu, odnosno u formi proširenog rezimea.

SDZV zahvaljuje ovim putem preduzećima i institucijama koje su pomogle održavanje ove Konferencije, članovima Programskog i Organizacionog odbora kao i autorima radova na uloženom trudu i njihovom stvaralačkom radu u pripremi radova.

Nadamo se i želimo da ovogodišnja Konferencija bude plodonosna i da se svi učesnici vrate u svoju sredinu obogaćeni novim saznanjima i kolegijalnim poznanstvima.

Beograd, maj 2018.

UREDNIK  
Dr Aleksandar Đukić



## BENTOSNE SILIKATNE ALGE KAO POKAZATELJI EKOLOŠKOG POTENCIJALA REKE SAVE

Božica Vasiljević\*, Snežana Simić\*\*, Jelena Krizmanić\*\*\*,  
Jelena Tomović\*, Marija Ilić\*, Katarina Zorić\*,  
Bojana Tubić\*, Momir Paunović\*

\* *Univerzitet u Beogradu, Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković”,  
Bulevar despota Stefana 142, 11000 Beograd, Srbija; e-mail:  
[bozica@ibiss.bg.ac.rs](mailto:bozica@ibiss.bg.ac.rs)*

\*\* *Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Radoja Domanovica  
12, 34000 Kragujevac, Srbija*

\*\*\* *Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Institut za botaniku i Botanička  
bašta „Jevremovac”, Takovska 43, 11000 Beograd, Srbija*

### REZIME

Algološko istraživanje reke Save izvršeno je tokom septembra 2011., 2012., 2014. i 2015. godine na pet lokaliteta. Identifikovano je 140 taksona bentosnih silikatnih algi, sa najzastupljenijim predstavnicima rodova *Navicula*, *Nitzschia* i *Gomphonema*. Dijatomni indeksi IPS i CEE, pokazuju trend smanjenja vrednosti niz tok i lošiji ekološki potencijal vodnog tela SA\_1 u odnosu na vodno telo SA\_2. Istraživanja fitobentosa velikih reka u Srbiji su u povoju, stoga je neophodan nastavak rada na razvijanju stabilnog sistema procene ekološkog statusa/potencijala prema zakonskoj i podzakonskoj regulativi Republike Srbije iz oblasti upravljanja vodama, a na osnovu smernica Okvirne direktive o vodama.

KLJUČNE REČI: bentosne silikatne alge, diatomni indeksi, ekološki potencijal, ODV, reka Sava

## BENTHIC DIATOMS OF THE SAVA RIVER AS INDICATORS OF THE ECOLOGICAL POTENTIAL

### ABSTRACT

Algological investigation of the Sava River was performed in September of 2011, 2012, 2014 and 2015 at five sampling sites. Altogether, 140 taxa of benthic diatoms were identified, with the most diverse representatives of the genera *Navicula*, *Nitzschia* and *Gomphonema*. Values of diatom indices IPS and CEE had decreasing trend along the flow, and worse ecological potential of the water body SA\_1 in comparison to the water body SA\_2 was determined. Research on the phytobenthos of large rivers in Serbia are at the

beginning, so it is necessary to continue the work on the development of a stable system of ecological status/potential assessment, according to the legislation of the Republic of Serbia in the field of water management, based on the guidelines of the WFD.

KEY WORDS: benthic diatoms, diatom indices, ecological potential, WFD, the Sava River

## UVOD

Zajednice bentosnih silikatnih algi daju značajne informacije za monitoring životne sredine. Pošto su se pokazale kao dobri bioindikatori, u mnogim zemljama su razvijeni ekološki indeksi zasnovani na silikatnim algama, sa ciljem ocene ekološkog statusa voda i praćenja promena u vodenim ekosistemima. Prednosti korišćenja bentosnih silikatnih algi u oceni kvaliteta voda se ogledaju u postojanju standardizovane metode uzorkovanja, identifikacije i kvantifikacije i upotrebi programa OMNIDIA (Lecoite i sar., 1993) za izračunavnje postojećih diatomnih indeksa i kao izvora dodatnih ekoloških podataka.

Značaj bentosnih silikatnih algi u oceni kvaliteta vode prepoznat je i Okvirnom direktivom o vodama (ODV) Evropske Unije (WFD, 2000). Opšti cilj ODV je postizanje dobrog statusa vodnih tela, koji je ostvaren kada su i ekološki i hemijski status ocenjeni najmanje kao „dobar” (Denić i sar., 2015), a za značajno izmenjena i veštačka vodna tela, postizanje dobrog ekološkog potencijala i dobrog hemijskog statusa. Ekološki status površinskih voda određuje se na osnovu parametara u okviru bioloških, hidromorfoloških i fizičko-hemijskih elemenata kvaliteta. Na osnovu odrednica ODV, fomirana je nacionalna zakonska i podzakonska regulativa (Sl. glasnik RS, 30/2010; 96/2010; 74/2011; 93/2012; 101/2016). U biološke elemente kvaliteta svrstavaju se alge – fitobentos i fitoplankton, pored drugih grupa vodenih organizama (vodene makrofite, vodeni beskičmenjaci i ribe). Iako se termin fitobentos odnosi na sve alge koje naseljavaju dno vodenog ekosistema, nacionalnim pravilnikom (Sl. glasnik RS, 74/2011) su obuhvaćeni parametri ekološkog statusa na osnovu bentosnih silikatnih algi.

Dosadašnja algološka istraživanja reke Save bazirala su se na zajednici fitoplanktona ili makroalgama (obrađeno u Simić i sar., 2015), na kojima se tradicionalno zasniva ispitivanje velikih reka. Najobimnija ispitivanja fitobentosa u skladu sa preporukama ODV, sprovedena su u okviru tri ciklusa istraživanja reke Dunav (Makovinska i Hlubikova, 2015). Istraživanja zajednice bentosnih silikatnih algi reke Save i ekološkog statusa velikih reka u Srbiji, sprovedena su poslednjih godina (Simić i sar., 2015; Vasiljević i sar., 2017; Vasiljević, 2017).

Cilj rada je ocena indikativnog ekološkog potencijala reke Save na osnovu zajednice bentosnih silikatnih algi, prema nacionalnoj regulativi, a u skladu sa ODV.

## PODRUČJE ISTRAŽIVANJA

Reka Sava je duga 945 km. Nastaje kod Radovljice u Sloveniji spajanjem Save Dolinke i Save Bohinjke. Prolazi kroz Hrvatsku, duž granice Hrvatske sa Bosnom i Hercegovinom i kroz Srbiju gde se kod Beograda uliva u Dunav kao jedna od glavnih pritoka.

Tok reke Save u Srbiji dužine je 211 rkm (Daljinar reke Save i njenih plovnih pritoka, 2011) i ima osobine tipične nizijske reke. Najznačajniji antropogeni pritisci duž Save su

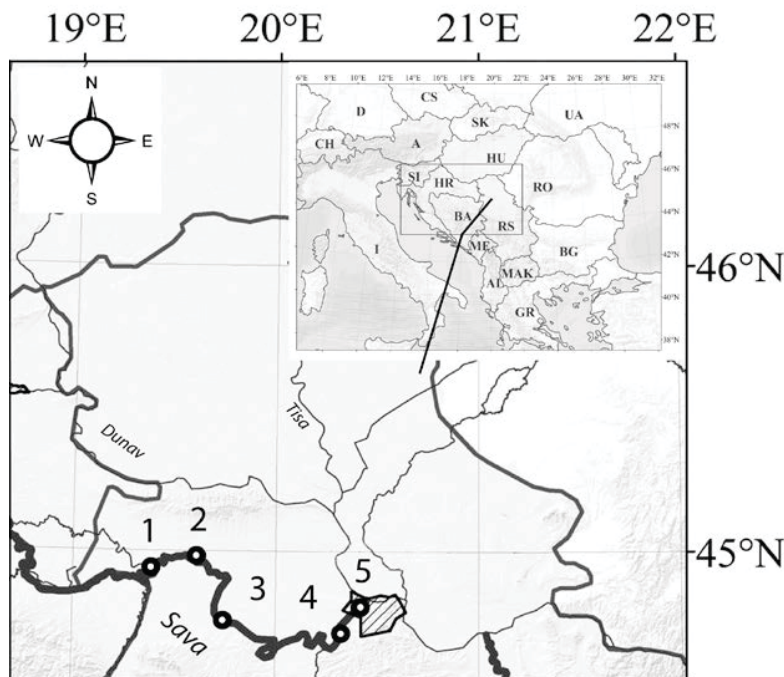


poreklom iz regija intenzivne poljoprivrede, gradova (teška industrija i neprerađene komunalne otpadne vode), kao i od rečnog transporta (Vidmar i sar., 2016; Sava River Basin Management Plan, 2013).

Algološka istraživanja reke Save u Srbiji sprovedena su tokom septembra 2011., 2012., 2014. i 2015. godine, na pet lokaliteta (tabela 1, slika 1).

Tabela 1. Osnovni podaci o ispitivanim lokalitetima na reci Savi  
Table 1. Main features of the sampling sites on the Sava River

Lok. r.br.	Lokalitet	Geografska širina (°)	Geografska dužina (°)	Nadmorska visina (m)	Udaljenost od ušća (rkm)
1	Ušće Bosuta	44,941889	19,369525	75	163
2	Sremska Mitrovica	44,973012	19,596115	73	139
3	Šabac	44,769900	19,699400	71	106
4	Ostružnica	44,704040	20,313800	70	16
5	Beograd	44,806247	20,443660	69	2



Slika 1. Ispitivani lokaliteti duž toka reke Save u Srbiji (označeni prema tabeli 1)

Figure 1. Sampling sites for the phytobenthos along the Sava River in Serbia (marked according to table 1)

## MATERIJAL I METODE

Prikupljanje uzoraka fitobentosa sa reke Save, obavljeno je prema EN 13946 (2003). Uzorci su obrađeni prema standardnoj proceduri (Krammer i Lange-Bertalot, 1986), nakon čega su napravljeni trajni mikroskopski preparati silikatnih algi korišćenjem veštačke smole Naphrax. Kvalitativna i kvantitativna analiza uzoraka urađena je prema EN 14407 (2004), upotrebom uveličanja od 1000 x mikroskopa Carl Zeiss Axio Lab1, opremljenog sa AxioCam ERc 5s kamerom i ZEN softverom za obradu fotografija. Identifikacija taksona silikatnih algi je izvršena do nivoa vrste, ili nižeg, uz upotrebu odgovarajuće literature. Relativna brojnost identifikovanih taksona (%) je određena na osnovu brojanja 400 valvi silikatnih algi na svakom trajnom preparatu.

Nakon utvrđivanja sastava i brojnosti zajednice, dobijeni podaci su upotrebljeni za računanje IPS (Cemagref, 1982) i CEE (Descy i Coste 1991) dijatomnih indeksa pomoću softvera OMNIDIA verzija 6.04 (Lecointe i sar., 1993).

Lokaliteti sa kojih su prikupljeni uzorci fitobentosa Save, svrstani su u odgovarajuća vodna tela i zatim tip vodotoka, prema Pravilniku o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda (Sl. glasnik RS 96/2010) i Pravilniku o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS, 74/2011). Klase ekološkog potencijala vodnih tela na Savi, određene su na osnovu vrednosti IPS i CEE indeksa za odgovarajuće tipove vodotoka, u skladu sa odrednicama pravilnika u Sl. glasnik RS, 74/2011. S obzirom da je istraživanje obuhvatilo više lokaliteta po vodnom telu, klasa ekološkog statusa za ispitivano vodno telo utvrđena je na osnovu prosečne vrednosti svakog od indeksa.

Indikativni ekološki potencijal vodnih tela na Savi na osnovu fitobentosa kao biološkog elementa kvaliteta, određen je na osnovu parametra sa nižom klasom ekološkog statusa.

## REZULTATI I DISKUSIJA

Identifikacijom silikatnih algi u uzorcima fitobentosa iz reke Save utvrđeno je prisustvo 140 taksona u okviru 49 rodova. Najveći broj taksona čine predstavnici rodova *Navicula* (23), *Nitzschia* (14) i *Gomphonema* (11). U septembru 2014. godine u uzorku sa lokaliteta Beograd zabeležen je najveći broj taksona – 56, dok je u septembru 2012. u uzorku sa lokaliteta Sremska Mitrovica zabeležen najmanji broj taksona – 30.

Najučestalije vrste u Savi bile su: *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, *Eolimna minima* (Grunow) Lange-Bertalot, *N. cryptotenella* Lange-Bertalot, *Navicula recens* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot, *N. rostellata* Kützing, *N. tripunctata* (O.F. Mueller) Bory, *Nitzschia dissipata* (Kütz.) Grunow i *N. palea* (Kütz.) W. Smith.

Tokom četiri perioda istraživanja reke Save, kao najbrojniji taksoni, izdvojili su se: *E. minima*, *Hallamphora montana* (Krasske) Levkov, *N. cryptotenella*, *N. recens*, *N. rostellata*, *Nitzschia abbreviata* Hustedt, *N. dissipata*, *Nitzschia frustulum* var. *inconspicua* (Grunow) Grunow, *N. palea* i *Sellamphora seminulum* (Grunow) Mann. Naši nazi su u skladu sa istraživanjima Dunava (Makovinska i Hlubikova, 2015). Najbrojniji taksoni u Savi se prema trofičkim uslovima karakterišu kao eutrofni i hipereutrofni (Hofmann i sar., 2011), a prema saprobnim uslovima kao  $\alpha$ -mezosaprobn,  $\beta$ -mezosaprobn i  $\alpha$ -mezosaprobn do polisaprobn (Lecointe, 1993). U ispitivanom delu toka reke Save

preovlađuje supstrat sitnije frakcije (pesak i mulj) i dominiraju taksoni koji čine ekološku gildu pokretnih formi (Passy, 2007; Vasiljević i sar., 2017). Pored podloge sitnije frakcije, značajan udeo pomenutih formi mnogi autori povezuju i sa povećanjem zagađenja (Fore i Grafe, 2002; Kelly, 2003).

Za izračunavanje dijatomnog indeksa CEE u proseku je korišćeno 82 % identifikovanih taksona bentosnih silikatnih algi u reci Savi, dok je za izračunavanje IPS korišćeno 99 % (Lecointe i sar., 1993). Indeks IPS ima široku upotrebu u Evropi (Kelly, 2013), podržava ga baza podataka koja obuhvata veliki broj vrsta našeg podneblja i koja se redovno nadograđuje.

Utvrđeno je da lokaliteti na Savi obuhvaćeni istraživanjem: Ušće Bosuta, Sremska Mitrovica i Šabac (vodno telo SA\_2) i Ostružnica i Beograd (vodno telo SA\_1) pripadaju tipu 1 vodotoka i kategoriji značajno izmenjenih vodnih tela.

Trend smanjenja prosečnih vrednosti dijatomnih indeksa IPS i CEE (tabela 2), uočava se od prvog lokaliteta Ušće Bosuta ka poslednjem lokalitetu Beograd, odnosno ukazuje na pogoršanje kvaliteta vode. Indikativni ekološki potencijal na osnovu fitobentosa, vodnog tela SA\_1 je lošiji u odnosu na vodno telo SA\_2, osim u septembru 2014. godine, kada se beleži isti, dobar i bolji ekoloških potencijal ispitivanih vodnih tela (tabela 2). Sprovedena istraživanja su planirana u skladu sa uobičajenim vodostajima za septembar, unutar područja niskih i srednje niskih voda (Hidrološki godišnjak, 2012, 2013, 2016). Poboljšanje ekološkog potencijala vodnog tela SA\_1 tokom septembra 2014. godine, beleži se pri netipičnim hidrološkim uslovima. Terenska istraživanja Save pratio je period velikih kiša koji je doveo do srednjih i visokih voda i poplava (Hidrološki godišnjak, 2015).

Basen reke Save, sa ukupnom površinom od 97.713 km<sup>2</sup>, jedan je od najvećih u Evropi (Sava River Basin Analysis Report, 2009). Deli ga šest zemalja (Slovenija 12%, Hrvatska 26%, Bosna i Hercegovina 39,2%, Srbija 15,5%, Makedonija 7,1% i Albanija 0,2%) i naseljava populacija od oko 9 miliona stanovnika (Komatina i Grošelj, 2015). Vodni resursi sliva Save čine značajni udeo ukupne slatke vode za zemlje koje dele njegovu površinu (Sava River Basin Management Plan, 2014).

Tradicionalno sagledavanje kvaliteta vode kao stanja površinske vode u odnosu na zagađenje nutrijentima, eurtifikaciju, acidifikaciju, ili prisustvo toksičnih supstanci je promenjeno novim, širim ekološkim pristupom monitoringu voda koji nudi ODV. Ekološki status vodenog ekosistema predstavlja izraz kvaliteta njegove strukture i funkcionisanja (WFD, 2000) i zasniva se na složenom sistemu (tipologija, razgraničenje vodnih tela, referetni uslovi, tip i stresor specifični parametri procene ekološkog statusa, granice klasa ekološkog statusa za odabrane parametre i indeksi ekološkog statusa). Antropogene aktivnosti duž toka Save imaju veliki uticaj na morfologiju rečnog korita, proticaj, zagađenje reke i posledično njen ekološki potencijal. Na osnovu istraživanja Vasiljević i saradnika (2017), u uslovima višestrukih antropogenih pritisaka, kakvi se beleže na reci Savi, dijatomni indeksi ne ukazuju samo na organsko zagađenje ili opterećenje nutrijentima, već mogu da se koriste kao parametar generalne degradacije.

Upotreba bentosnih silikatnih algi u monitoring sistemima prema ODV uključuje zahtevnu identifikaciju ove veoma brojne grupe algi do nivoa vrste, ili nižeg, kao i kvanifikaciju, procese koji uz brz razvoj taksonomije silikatnih algi traže dosta vremena i stručno znanje. Iako se ocena ekološkog statusa/potencijala na osnovu bentosnih silikatnih algi smatra standardizovanom procedurom, postoje izvesne prepreke o kojima su pisali mnogi autori

(Kahlert i sar., 2016; Werner i sar., 2016; Poikane i sar., 2016). Ipak, evidentno je da parametri koji služe za oslikavanje fitobentosa imaju jasan empirijski odnos sa različitim antropogenim pritiscima, da bentosne silikatne alge pokazuju veću osetljivost i preciznost u poređenju sa drugim grupama organizama (Poikane i sar., 2016).

Tabela 2. Indikativni ekološki potencijal vodnih tela na reci Savi tokom septembra 2011., 2012., 2014. i 2015. godine

Table 2. Indicative ecological potential of water bodies on the Sava River during September of 2011, 2012, 2014 and 2015

Vodno telo		SA_2		SA_1	
Parametar		IPS	CEE	IPS	CEE
2011. godina	Vrednost	11,7	10,17	9,10	6,60
	Klasa	II	II	III	IV
	Ekološki potencijal	<b>dobar i bolji</b>		<b>slab</b>	
2012. godina	Vrednost	9,40	8,00	9,50	6,40
	Klasa	III	III	III	IV
	Ekološki potencijal	<b>umeren</b>		<b>slab</b>	
2014. godina	Vrednost	10,80	9,95	10,40	9,15
	Klasa	II	II	II	II
	Ekološki potencijal	<b>dobar i bolji</b>		<b>dobar i bolji</b>	
2015. godina	Vrednost	10,05	9,00	8,30	4,90
	Klasa	II	III	III	V
	Ekološki potencijal	<b>umeren</b>		<b>loš</b>	

## ZAKLJUČAK

Na osnovu ispitivanja ekološkog potencijala reke Save u Srbiji, uočava se trend smanjenja vrednosti dijametnih indeksa niz tok, i posledično lošiji ekološki potencijal vodnog tela SA\_1, u odnosu na vodno telo SA\_2. S obzirom da su algološka istraživanja zajednice bentosnih silikatnih algi velikih reka Srbije tek u povoju i na veoma ograničene/nepostojeće isorijske podatke, neophodan je nastavak rada na testiranju različitih dijametnih indeksa i pažljivo donošenje zaključaka, kako bi se razvio stabilan sistem procene ekološkog statusa/potencijala prema smernicama Okvirne direktive o vodama.

### Zahvalnica

Istraživanja su izvršena tokom realizacije projekata TR 37009 i III 43002, Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

### LITERATURA:

- Cemagref (1982), Etude des méthodes biologiques quantitative d'appréciation de la qualité des eaux. Rapport Division Qualité des Eaux Lyon – Agence financière de Bassin Rhône–Méditerranée–Corse, Pierre-Bénite, 218 pp
- Daljinar reke Save i njenih plovnih pritoka (2011), Međunarodna komisija za sliv reke Save, Zagreb, 117 str
- Denić, Lj., Čado, S., Đurković, A., Novaković, B., Dopuda-Glišić, T., Veljković, N., Stojanović, Z., Milovanović, J., Domanović, M. (2015), Status površinskih voda Srbije. Analize i elementi za projektovanje monitoringa, Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine, Agencija za zaštitu životne sredine, Beograd, 232 str
- Descy, J.P., M. Coste, A test methods for assessing water quality based on diatoms, Verhandlung Internationale Vereinigung de Limnologie, 24 (1991) 2112–2116
- EN 13946 (2003), Water quality – Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers. Geneva: Comité European de Normalisation
- EN 14407 (2004), Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters. Geneva: Comité European de Normalisation
- Fore, L. S., Grafe, C., Using diatoms to assess the biological condition of large rivers in Idaho (USA), *Freshwater Biology*, 47 (10) (2002) 2015–2037
- Hidrološki godišnjak (2012, 2013, 2015, 2016), Površinske vode, Republički hidrometeorološki zavod Srbije, Beograd
- Hofmann, G., Werum, M., Lange-Bertalot, H. (2011), Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa. Gantar Verlag K. G., Germany, 908 pp
- Kahlert, M., Ács, É., Almeida, S. F., Blanco, S., Dreßler, M., Ector, L., Karjalainen, S.M, Liess, A., Mertens, A., van der Wal, J., Vilbaste, S., Quality assurance of diatom counts in Europe: towards harmonized datasets, *Hydrobiologia*, 772 (1) (2016) 1–14
- Kelly, M. G., Short term dynamics of diatoms in an upland stream and implications for monitoring eutrophication, *Environmental Pollution*, 125 (2) (2003) 117–122
- Kelly, M., Data rich, information poor? Phytobenthos assessment and the Water Framework Directive, *European Journal of Phycology*, 48 (4) (2013) 437–450
- Komatina, D., Grošelj, S. (2015), Transboundary Water Cooperation for Sustainable Development of the Sava River Basin, in: Milačić R., Ščančar J., Paunović M. (eds.), *The Handbook of Environmental Chemistry Vol. 31: The Sava River*. Springer, Heidelberg, New York, Dordrecht, London, 229–248
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., Bacillariophyceae 1, Teil: Naviculaceae, in: Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H., Mollenhauer, D. (eds.), *Süßwasser flora von Mitteleuropa, Band 2/1*, Gustav Fischer Verlag, Jena, (1986) 876 pp
- Lecoite, C., Coste, M., Prygiel, J., Omnidia: software for taxonomy, calculation of diatom indices and inventories management, *Hydrobiologia* 269/270 (1993) 509–513
- Makovinska, J., Hlubikova, D., Phytobenthos of the River Danube (2015), in: Liska, I. (ed.), *The Handbook of Environmental Chemistry, Vol. 39: The Danube River Basin*. Springer Berlin Heidelberg, 317–340

- Passy, S., Diatom ecological guilds display distinct and predictable behavior along nutrient and disturbance gradients in running waters, *Aquatic Botany*, 86 (2007) 171–178
- Poikane, S., Kelly, M., Cantonati, M., Benthic algal assessment of ecological status in European lakes and rivers: Challenges and opportunities, *Science of the Total Environment*, 568 (2016) 603–613
- Sava River Basin Analysis Report (2009), International Sava River Basin Commission, Zagreb, Croatia, 289 pp. <http://www.savacommission.org/publication>
- Sava River Basin Management Plan (2014), International Sava River Basin Commission, Zagreb, Republic of Croatia, 240 pp
- Simić B. S., Karadžić R. V., Cvijan V. M., Vasiljević M. B. (2015), Algal Communities Along the Sava River. In: Milačić R., Ščančar J., Paunović M. (eds.), *The Handbook of Environmental Chemistry Vol. 31: The Sava River*. Springer Berlin Heidelberg 229–248
- Službeni glasnik Republike Srbije 30/ 2010, 93/2012, 101/2016, Zakon o vodama
- Službeni glasnik Republike Srbije 74/2011, Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametrima hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda
- Službeni glasnik Republike Srbije 96/2010, Pravilnik o utvrđivanju vodnih tela površinskih i podzemnih voda
- Vasiljević, B. (2017), BENTOSNE SILIKATNE ALGE (Bacillariophyta) U PROCENI EKOLOŠKOG STATUSA REKA VELIKE MORAVE I SAVE, Univerzitet u Kragujevcu, Prirodno-matematički fakultet, Doktorska disertacija, 170 str
- Vasiljević, B., Simić, S. B., Paunović, M., Zuliani, T., Krizmanić, J., Marković, V., Tomović, J., Contribution to the improvement of diatom-based assessments of the ecological status of large rivers–The Sava River Case Study, *Science of The Total Environment* 605-606 (2017) 874–883
- Vidmar, J., Zuliani, T., Novak, P., Drinčić, A., Ščančar, J., Milačić, R., Elements in water, suspended particulate matter and sediments of the Sava River, *Journal of Soils and Sediments* (2016) 1–11
- Werner, P., Adler, S., Dreßler, M., Effects of counting variances on water quality assessments: implications from four benthic diatom samples, each counted by 40 diatomists, *Journal of Applied Phycology*, 28 (4) (2016) 2287–2297
- WFD (2000) Water Framework Directive - Directive of European Parliament and of the Council 2000/60/EC – Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy. European Union, the European Parliament and Council, Luxembourg