

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODE

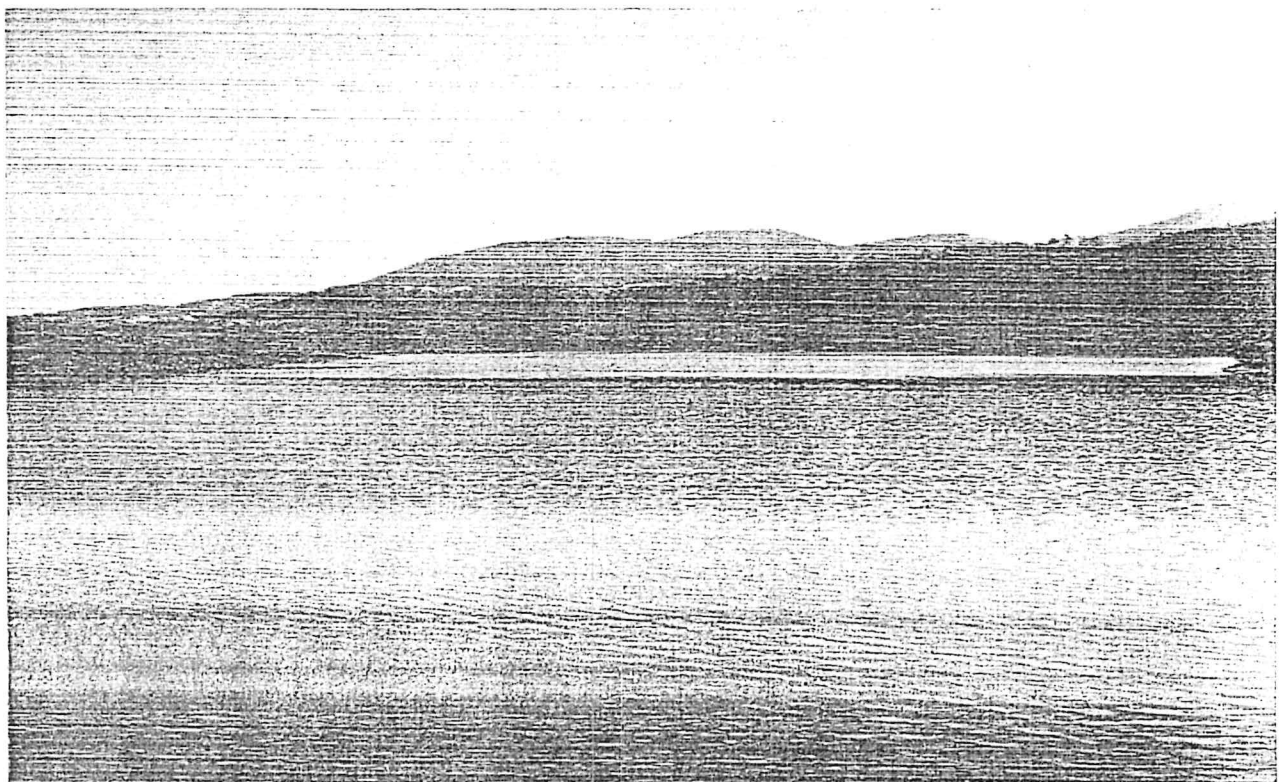
48. konferencija o aktuelnim temama konšerjenja i zaštite vode

VODA 2019

The 48th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

WATER 2019

Conference Proceedings



Zlatibor, 4. – 6. jun 2019.

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

u saradnji sa

Institutom za vodoprivredu "JAROSLAV ČERNI", Beograd

uz podršku

Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

ZBORNİK RADOVA

48. GODIŠNJE KONFERENCIJE O AKTUELNIM TEMAMA
KORIŠĆENJA I ZAŠTITE VODA

VODA 2019

*48TH ANNUAL CONFERENCE OF THE
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY
"WATER 2019"
CONFERENCE PROCEEDINGS*

Zlatibor, 4. - 6. jun 2019.

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., Budimšesta-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.tehno., Beograd
Prof. dr Zorana NAUNOVIĆ, dipl.inž.tehno., 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):

250 primeraka

ŠTAMPA:

"Akademska izdanja", Zemun, 2019

CIP - Каталогизacija y publikaciji
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 (48; 2019 ; Златибор)
Voda 2019 = Water 2019 : zbornik radova 48. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i
zaštite voda, Zlatibor, 4. - 6. jun 2019. = Conference Proceedings 48th Annual Conference of the Serbian
Water Pollution Control Society / [organizatori] Srpsko društvo za zaštitu voda u saradnji sa Institutom za
vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd [i JKP "Vodovod Zlatibor", Čajetina] ; [urednik, editor Aleksandar
Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2019 (Zemun : Akademska izdanja). - X, [367] str. :
Ilustr. ; 25 cm
Tekst ćir. i lat. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 250. - Str. X: Predgovor / Aleksandar Đukić. -
Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-916753-5-6

1. Српско друштво за заштиту вода (Београд) 2. Институт за водопривреду "Јарослав Черни"
(Београд) 3. ЈКП Водовод Златибор (Чајетина)
a) Воде - Зборници b) Отпадне воде - Зборници c) Снабдевање водом - Зборници
COBISS.SR-ID 276709644

IV

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd), u saradnji sa
Institutom za vodoprivredu "Jaroslav Černi" (Beograd) i
JKP "Vodovod Zlatibor", Čajetina

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

KOPREDSIEDNICI: Rade JOVANOVIĆ, dipl.inž.el., Čajetina
Prof. dr Milan DIMKIĆ, dipl.inž.građ., Beograd

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

ČLANOVI:

Dušan DOBRIČIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Dr Nebojša VELJKOVIĆ, dipl.inž.gradj., Beograd
Goran PUZOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Slavko VRNDŽIĆ, dipl.inž.građ., Novi Sad
Milutin IGNJATOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Mr Dragan ĐORĐEVIĆ, dipl.ecc, Beograd
Dr Momir PAUNOVIĆ, dipl.biol., Beograd
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.građ. Beograd
Dušan KOSTIĆ, dipl.inž.građ., Beograd
Mileta RADIŠIĆ, dipl.inž., Čajetina
Dušanka ŽILOVIĆ, dipl.inž.građ., Čajetina
Marija VILOTIJEVIĆ, dipl.inž.tehn. Čajetina
Zoran JEČMENICA, dipl.inž., Čajetina
Dragan MAKSIMOVIĆ, dipl.inž.građ., Kladovo
Dragoljub KOSTIĆ, dipl.inž.el., Užice
Mr Olivera DOKLESTIĆ, dipl.inž.građ., H. Novi, Crna Gora
Dr Mirko ĐUROVIĆ, dipl.biol., Dobrota, Kotor, Crna Gora
Zdravko MRKONJA, dipl.hem., Trebinje, R.Srpska-BiH
Duško VUJOVIĆ, dipl.inž.građ., Trebinje, R.Srpska-BiH
Sanja ČUČKOVIĆ, Trebinje, R.Srpska-BiH
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.tehn. Bijeljina, R.Srpska-BiH

ODRŽAVANJE KONFERENCIJE SU POMOGLI (*SPONSORED BY*):

- Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije
- Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine Republike Srbije,
Republička direkcija za vode

Slika na koricama: Ribnička akumulacija na Zlatiboru

26. S. Polavder, M. Radosavljević, K. Pantović Spajić, M. Grubišić, A. Adamović (Beograd) HEMIJSKI I EKOLOŠKI STATUS VODA NA PRIMERU BEZIMENOG POTOKA, JI SRBIJA	181
27. D. Veličković, M. Krivokapić, G. Babić (Podgorica - Crna Gora, Bor - Srbija) ANALIZA ZAGADJENJA RIJEKE LIM, KLASA KVALITETA, SAPROBNOST	187
28. G. Marković (Čačak) EKSPANZIJA ALOHTONIH VRSTA RIBA U SLIVU ZAPADNE MORAVE	193
29. V. Đikanović, S. Skorić, M. Nikčević, B. Mičković (Beograd) ZNAČAJ OČUVANJA MALIH PLANINSKIH VODOTOKOVA; PRIMER TEKUĆICA NA PODRUČJU REZERVATA "UVAC"	199
30. S. Lolić, D. Golub, R. Dekić, M. Manojlović, J. Paspalj (Banjaluka - R.Srpska - BiH) KVALITET VODE NEKIH PRITOKA RIJEKE DRINE U REPUBLICI SRPSKOJ /BiH/: MIKROBIOLOŠKA I IHTIOLOŠKA ISTRAŽIVANJA	205
31. M. Kragulj Isakovski, T. Apostolović, S. Maletić, J. Tričković, A. Tubić, J. Molnar Jazić, J. Agbaba (Novi Sad) ISPITIVANJE MEHANIZMA SORPCIJE ODABRANIH ORGANOFOSFORNIH PESTICIDA NA SEDIMENTU DUNAVA	2015
32. V. Đikanović, S. Skorić (Beograd) KVALITET SEDIMENATA AKUMULACIJE MEDJUVRŠJE	217

2.2. Podzemne vode i vode u karstu

33. S. Kovačević, N. Živančev, D. Mitrinović, M. Perović, A. Čalenić, M. Dimkić (Novi Sad, Beograd) TRANSPORT I SMANJENJE KONCENTRACIJE ODABRANIH FARMACEUTKA U ALUVIJALNIM AKVITERIMA	225
34. J. Zarić, D. Mitrinović, O. Andjelković, M. Perović, M. Dimkić (Beograd, Novi Sad) FORMIRANJE POLICIKLIČNIH SLOJEVA DUŽ PROFILA IZMEDJU BUNARA Rb-1 m I Rb-36 NA BEOGRADSKOM IZVORIŠTU, SA OSVRTOM NA LOKALNU TEKTONIKU	231
35. D. Krčmar, S. Tenodi, V. Pešić, J. Agbaba, A. Tubić, B. Dalmacija (Novi Sad) PROCENA RIZIKA NA PODZEMNE VODE POD UTICAJEM DEPONIJE KOMUNALNOG OTPADA	243
36. S. Mrazovac Kurilić, V. Cibulić, V. Presburger Ulniković, N. Staletović, M. Trifunović, L. Stamenković (Beograd) PODZEMNE VODE VOJVODINE I NJIHOVA PRIMENA ZA NAVODNJAVANJE	249
37. D. Grubač, A. Verigo (Herceg Novi, Igalo - Crna Gora) DOPRINOS ANALIZI PRITISAKA I UTICAJA NA PODZEMNU AKUMUACIJU OPAČICA U HERCEG NOVOM	257
38. Lj. Grujičić Tešić, J. Kovačević (Ruma, Beograd) KARSTNE VODE PEŠTERA	261

ISBN 978-86-916753-5-6

TRANSPORT I SMANJENJE KONCENTRACIJE ODABRANIH FARMACEUTIKA U ALUVIJALNIM AKVITERIMA

Srđan Kovačević*, Nevena Živančev*, David Mitrinović**,
Marija Perović**, Aleksandar Čalenić**, Milan Dimkić**

* *Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za inženjerstvo zaštite životne sredine i zaštitu na radu, Trg Dositeja Obradovića 6, srdjankovacevic@uns.ac.rs*

** *Institut za vodoprivredu „Jaroslav Černi“, Jaroslava Černog 80, milan.dimkic@jcerni.rs*

REZIME

Utvrdjivanje pojave analiziranih farmaceutika na odabranim većim rekama u R. Srbiji, kao i u korespondentnim bunarima, sprovedeno je sa ciljem određivanja frekvencije pojave, kao i opsega koncentracije analiziranih farmaceutika. U periodu između 2009-2015. godine ukupno je analizirano 25 farmaceutika i metabolita u 184 uzorka površinskih i podzemnih voda, od toga 10 farmaceutika je detektovano u površinskim vodama i 8 farmaceutika u podzemnim vodama. Na osnovu rezultata istraživanja utvrđeno je da se ispitivani farmaceutici efikasno uklanjaju u oksičnim i anoksičnim uslovima podzemnih voda uzimajući u obzir uticaj vremena infiltracije od reke ka bunarima, kao i efekat razblaženja podzemnom vodom iz zaleđa

KLJUČNE REČI: Farmaceutici, aluvijon, transport, smanjenje.

TRANSPORT AND MITIGATION OF SELECTED PHARMACEUTICALS IN ALLUVIAL AQUIFERS

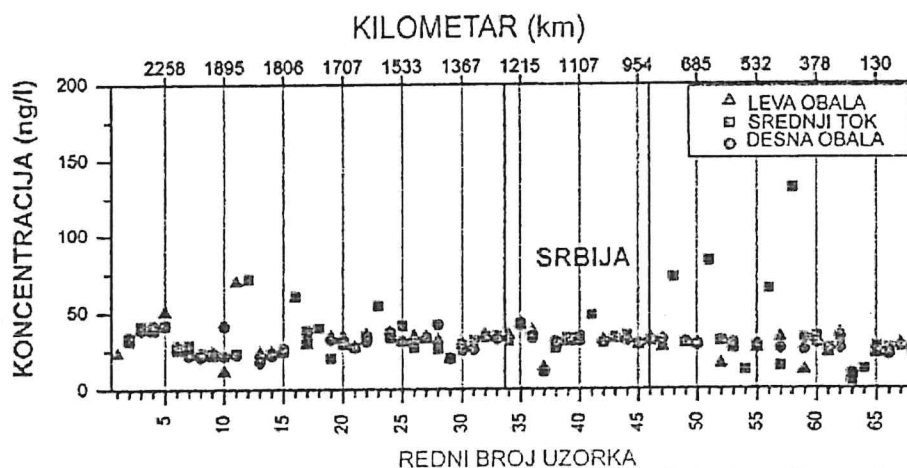
ABSTRACT

Occurrence of analysed pharmaceuticals on selected big rivers in Republic of Serbia, as well as in correspondence wells, was carried out with the aim of determining frequency of occurrence as well as the concentration range. During the investigation period between 2009-2015, a total of 25 pharmaceuticals and metabolites were analysed in 184 samples of surface water and alluvial groundwater, 10 were detected in surface water, and 8 in groundwater. It was concluded that all investigated pharmaceuticals are efficiently removed in the oxic and anoxic conditions of groundwater, regarding the infiltration time from river to well and attenuation effect.

KEY WORDS: Pharmaceuticals, alluvium, transport, mitigation.

UVOD

U Republici Srbiji nije dovoljno analizirana pojava farmaceutika u otpadnim, površinskim i podzemnim vodama, tako da postoji potreba za istraživanjem i ispitivanjem pojave i ponašanja farmaceutika kako bi se što bolje razumeli tokovi farmaceutika u životnoj sredini, kao i transport farmaceutika tokom rečne obalske filtracije. Činjenica da veliki broj farmaceutika dospeva u akvatične ekosisteme, usled ekstenzivne upotrebe, predstavlja značajan problem, pogotovo zbog potencijalnog negativnog uticaja na životnu sredinu. U Republici Srbiji velika većina gradova, industrijskih sistema, bolnica i farmi direktno ispušta neprečišćenu vodu u prirodne ili veštačke recipijente, što dovodi do kontinualne pojave farmaceutika u otpadnim, površinskim i podzemnim vodama što je registrovano i u nekoliko radova koji su pratili pojavu farmaceutika u Republici Srbiji (Terzić i sar., 2008; Grujić i sar., 2009; Petrović i sar., 2014). U okviru istraživanja JDS III („Joint Danube Survey III“) koje je sprovedeno 2013. godine ispitivana je pojava farmaceutika karbamazepina u okviru sliva reke Dunav i njegovih pritoka (Slika 1). Karbamazepin kao farmaceutik koji veoma dugo perzistira u akvatičnoj sredini može da posluži kao marker za mogući antropogeni uticaj u okviru sliva Reke Dunav. Rezultati istraživanja ukazuju da u Republici Srbiji, iako se najveći deo otpadne vode ne tretira, ne dolazi do povećanja koncentracije karbamazepina u reci Dunav, što može biti posledica većeg proticaja reke Dunav u R. Srbiji od zemalja uzvodno, a samim time i razblaženja koncentracije farmaceutika koji dospevaju u reku Dunav usled antropogenih aktivnosti. Drugi razlog može biti znatno veći broj stanovnika koji naseljava basen reke Dunav uzvodno od R. Srbije koji produkuju znatno više zagađujućih supstanci u reku Dunav koja uzvodno ima manji proticaj, tako da i pored tercijarnog tretmana karbamazepin dospeva u reku Dunav. U zemljama uzvodno od R. Srbije više od 85 % PPOV primenjuje tercijarni tretman, ali je ipak prisutna pojava ispitivanih farmaceutika uzvodno od R. Srbije u slivu reke Dunav.



Slika 1 Koncentracije karbamazepina duž reke Dunav i njegovih pritoka (svetlije oznake reka Dunav, tamnije oznake pritoke reke Dunav) (ICPDR, 2013)

Figure 1. Concentration of carbamazepine along Danube River and tributaries (lighter markings River Danube, darker markers tributaries of River Danube) (ICPDR, 2013)

METODE ISTRAŽIVANJA

Za potrebe sprovođenja istražnih radova, uzorkovanje površinskih i podzemni voda, uzimanje uzoraka taloga sa dne reke, korišćeni su sledeći standardi i metode za uzorkovanje: SRPS EN ISO 5667-1, Kvalitet vode-Uzimanje uzoraka - Deo 1: Smernice za izradu programa uzimanja uzoraka i postupke uzimanja uzoraka; JUS ISO 5667-6 1997, Kvalitet vode-Uzimanje uzoraka- Deo 6: Smernice za uzimanje uzoraka iz reke i potoka; JUS ISO 5667-11 2005, Kvalitet vode-Uzimanje uzoraka-Deo 11: Smernice za uzimanje uzoraka podzemnih voda. Na odabranim većim rekama, kao i korespondentnim bunarima i pijezometrma sprovedena su „in-situ“ merenja fizičko- hemijskih parametara: temperatura vode, pH, elektroprovodljivosti, rastvorenog kiseonika i redoks potencijala. „In situ“ merenja su sprovedene korišćenjem HQ40d multiparameterske sonde, dok je „In situ“ titracija sprovedena korišćenjem „Eppendorf top buret M“ uređaja. Uzorci vode analizirani su primenom metode ekstrakcije čvrste faze (SPE), a ekstrakti su analizirani metodom tečne hromatografije tandem sa masenom spektrometrijom (LC-MS / MS). Detaljne informacije o korištenoj analitičkoj proceduri, instrumentalnim parametrima, SPE povratnom vremenu, kalibracionim krivama, tačnost, preciznost, granice detekcije i granice kvantifikacije opisane su u ranije objavljenim studijama (Grujić i sar., 2009, Jauković i sar., 2014).

LOKACIJE ISTRAŽIVANJA

Takom istražnog perioda (2009-2015), analizirano je 184 uzorka, od toga 61 uzorak površinskih voda i 123 uzorka podzemnih voda.



Slika 2. Mapa Republike Srbije sa korespondentnim lokacijama uzorkovanja površinskih (PV) i aluvijalnih podzemnih voda (AV)
 Figure 2. Map of the Republic of Serbia showing correspondent sampling locations of surface water (SW) and groundwater (GW)

Uzorci površinskih voda (PV) su prikupljeni sa odabranih lokacija uzorkovanja većih reka u R. Srbiji. U reci Dunav analizirano je prisustvo farmaceutika na 5 lokacija, u reci Velikoj Moravi na jednoj lokaciji, u reci Savi na jednoj lokaciji i reci Tisi na jednoj lokaciji. Lokacije uzorkovanja su prikazane na slici 2. Uzorci površinske i podzemne vode su uzimani periodično uglavnom u proleće i jesen svake godine. U toku jedne kampanje uzorkovanja, površinske i podzemne vode su uzorkovane istovremeno tokom istražnog perioda.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Tri specifične istražne lokacije (frekvencija uzorkovanja površinskih i aluvijalnih podzemnih voda je najveća) analizirane su detaljno u okviru doktorske disertacije i proračunat je procenat uklanjanja tokom rečne obalske filtracije u zavisnosti od hidrogeoloških, hidroninamičkih i oksičnih/anoksičnih uslova podzemnih voda. Navedene lokacije su: Aluvijon reke Dunav, reke Velike Morave i reke Save, kao i uzorci aluvijalne podzemne vode na korespondentnim bunarima. Svako istražno područje predstavlja različiti hidrogeološki entitet. Rezultati "in situ" sprovedenih istraživanja prikazani su u tabeli 1.

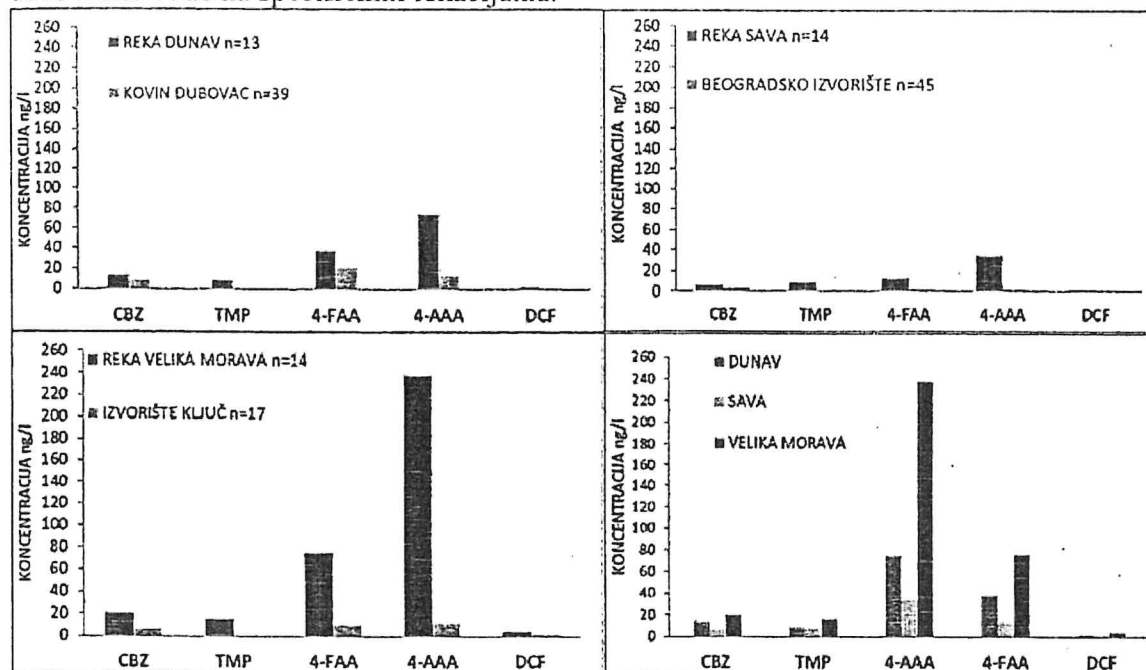
Tabela 1. Vrednosti analiziranih parametara za karakteristične lokacije u periodu između 2009-2014 (Dimkić i Pušić, 2014)

Table 1. Values of the analyzed parameters for selected locations in period between 2009-2014 (Dimkić i Pušić, 2014)

LOKACIJA	ALUVIJON REKE DUNAV (DRENAŽNI SISTEM KOVIN – DUBOVAC)				ALUVIJON REKE VELIKE MORAVE (IZVORIŠTE KLJUČ)				ALUVIJON REKE SAVE (BEOGRADSKO IZVORIŠTE PODZEMNIH VODA)			
	min	prosek	max	br. podataka	min	prosek	max	br. podataka	min	prosek	max	br. podataka
Eh (mV)	20	96	279	61	312	371	420	15	48	107	261	350
O ₂ (mg/l)	0	0.06	0.80	79	4.4	5.7	9.1	18	0	0.17	1.8	358
UIO na 105 °C (mg/l)	223	377	709	87	256	600	996	32	227	320	546	170
d ₅₀ (mm)	0.1	4.3	13	41	0.5	3	10.8	15	0.3	1.75	10	2500

Oksido/redukcioni potencijal (Eh), koncentracija rastvorenog kiseonika (O₂) praćeni su kako bi se definisali oksični/anoksični uslovi sredine na tri ispitivane lokacije. Oksični/anoksični uslovi sredine su bitni za određivanje uticaja na uklanjanje farmaceutika tokom rečne obalske filtracije. Pored parametara koji određuju oksičnost/anoksičnost sredine, prema raspoloživim podacima prečnik sedimenta za 50 % krive granulometrijskog sastava sedimenta akvifera (d₅₀), definisani su koeficijenti filtracije aluvijalnih akvifera, kao i vreme infiltracije vode od reke ka bunarima i pijezometrima aluvijalnih akvifera na

ispitivanim lokacijama. Na osnovu podataka o ukupnom isparenom ostatku, određen je udeo rečne vode na specifičnim lokacijama.



Slika 3 Prosečne koncentracije odabranih farmaceutika u površinskim i podzemnim vodama (n-broj uzoraka, za uzorke površinske vode gde nisu detektovani ispitivani farmaceutici usvojena je koncentracije $\frac{1}{2}$ LOD)

Figure 3. Average concentration of selected pharmaceuticals in surface water and groundwater (n-number of samples, LOD value was adopted for mean concentration calculations for samples when the selected pharmaceuticals were not detected)

Prosečna koncentracija ispitivanih farmaceutika najveća je u reci Velikoj Moravi, zatim sledi reka Dunav, dok je najmanja prosečna koncentracija ispitivanih farmaceutika registrovana u reci Savi. Velika Morava je najopterećenija antropogenim uticajem i emisijom analiziranih farmaceutika, dok je najmanje opterećena reka Sava. Opterećenje Velike Morave antropogenim uticajem je mnogo veće u odnosu na ostale reke posmatrajući prosečan višegodišnji prosečan proticaj u odnosu na broj populacije na slivu. Na istražnoj lokaciji Beogradskog izvorišta sa blago anoksičnim uslovima u podzemnim vodama, prosečna koncentracija karbamazepina je smanjena za 34 % tokom rečne obalske filtracije u uslovima relativno dugog vremena infiltracije vode od reke ka bunarima (minimalno 100 dana) i bez razblaženja usled infiltracije podzemne vode iz zaleđa. Procenat uklanjanja karbamazepina je oko 70 % u oksičnim uslovima (aluvijon reke Velike Morave) i 35 % u anoksičnim uslovima (aluvijon reke Dunav, ali sa različitim vremenom infiltracije od reke ka bunaru, približno 2-5 dana za oksičnu sredinu i minimum 50 dana za anoksičnu sredinu. Na istražnoj lokaciji Beogradskog izvorišta prosečna koncentracija 4-AAA je smanjena za 93 %, usled dužeg vremena infiltracije vode od reke ka bunaru (minimum 100 dana). Na lokaciji drenažnog sistema Kovin-Dubovac, prosečna koncentracija 4-AAA je smanjena 82 % u anoksičnim uslovima sredine i srednje dugim vremenom infiltracije od reke ka bunarima (minimum 50 dana), dok je na lokaciji izvorišta Ključ prosečna koncentracije 4-

AAA smanjena za 92 % u oksičnim uslovima sredine, ali sa malim udelom rečne vode (u proseku 30 %) i malim vremenom filtracije od reke do bunara.

Prosečna koncentracija diklofenaka se smanjuje za 30 % na lokaciji drenažnog sistema Kovin-Dubovac, Na izvorištu Ključ, gde je procenat razblaženja vode u bunaru, u proseku oko 70 % iz zaleđa, diklofenak se uklonio oko 70 % isto kao i karbamazepin. U slučaju Beogradskog izvorišta diklofenak nije detektovan u uzorcima podzemne, a detektovan je u samo jednom uzorku iz reke Save.

ZAKLJUČAK

Može se zaključiti da je karbamazepin najperzistentniji farmaceutik na svim analiziranim lokacijama sa različitim vremenom infiltracije vode od reke do bunara, različitim udelom rečne vode u bunarima i različitim oksičnim/anoksičnim uslovima sredine. Utvrđeno je da se metabolit metamizola 4-AAA uklanja efikasno u oksičnim i anoksičnim uslovima podzemnih voda tokom rečne obalske filtracije uzimajući u obzir uticaj vremena infiltracije od reke ka bunarima, kao i efekat razblaženja podzemnom vodom iz zaleđa ali postoji indikativnost boljeg uklanjanja u oksičnim uslovima podzemnih voda. Trimetoprim koji je podložan procesu degradacije u potpunosti je uklonjen na svim analiziranim lokacijama, ali nije utvrđen uticaj različitih hidrogeološki, hidrodinamčkih i oksičnih/anoksičnih uslova sredine zbog relativno brze degradacije u odnosu na vreme trajanja filtracije vode od reke do bunara. Može se pretpostaviti da je diklofenak podložan procesu degradacije prilikom dužeg vremena filtracije vode od reke Save do bunara. al je ujedno i relativno postojan u anoksičnim uslovima sredine uz srednje vreme infiltracije od reke do bunara.

Zahvalnica

Rezultati koji su objavljeni na osnovu istraživanja su realizovani u okviru projekta Ministarstva Prosvete Nauke i Tehnološkog Razvoja Republike Srbije (III46009).

LITERATURA:

- Grujić S, Vasiljević T, Lausević M (2009) Determination of multiple pharmaceutical classes in surface and ground waters by liquid chromatography-ion trap-tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*. 1216: 4989–5000.
- Dimkić M., Pušić M. (2014) Correlation Between Entrance Velocities, Increase in Local Hydraulic Resistances and Redox Potential of Alluvial Groundwater Sources, *Water Research and Management* 4 (1), pp. 3-23.
- Jauković Z, Grujić S, Vasiljević T, Petrović S, Laušević M (2014) Cardiovascular Drugs in Environmental Waters and Wastewaters: Method Optimization and Real Sample Analysis. *Journal of AOA C International* 97 (4): 1167-1174.
- Petrović M., Škrbić B., Živančev J., Ferrando-Climent L., Barcelo D. (2014) Determination of 81 pharmaceutical drugs by high performance liquid chromatography coupled to mass spectrometry with hybrid triple quadrupole-linear ion trap in different types of water in Serbia. *Science of the Total Environment* 468-469, pp. 415-428.
- Terzić S., Senta I., Ahel M., Gros M., Petrović M., Barcelo D., Müller J., Knepper T., Marti I., Ventura F., Jovančić P., Jabučar D. (2008) Occurrence and fate of emerging wastewater contaminants in Western Balkan Region, *Science of the Total Environment* 399, pp. 66-77. doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.03.003.