

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

50. konferencija o aktuelnim temama korišćenja i zaštite voda

VODA 2021

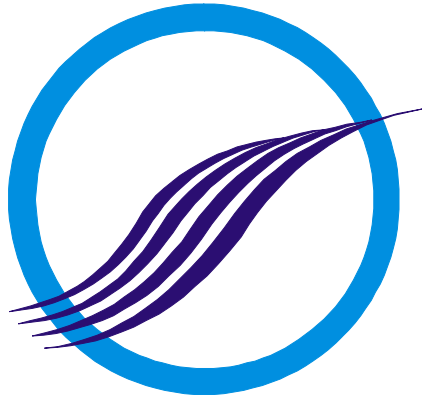
The 50th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society

WATER 2021

Conference Proceedings



Zlatibor, 22. – 24. septembar 2021.



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
Dr Momir PAUNOVIĆ, naučni savetnik, dipl.biol., 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 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, 2021

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 (50 ; 2021 ; Златибор)
Voda 2021 : zbornik radova 50. godišnje konferencije o aktuelnim problemima korišćenja i zaštite voda = Water 2021 : conference proceedings 50th Annual Conference of the Serbian Water Pollution Control Society, Zlatibor, 22. - 24. septembar 2021. / [organizatori] Srpsko društvo za zaštitu voda [u saradnji sa JKP "Vodovod Zlatibor", Čajetina]; [urednik, editor Aleksandar Đukić]. - Beograd : Srpsko društvo za zaštitu voda, 2021 (Zemun : Akademska izdanja). - X, [378] str. : ilustr. ; 24 cm

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

ISBN 978-86-916753-8-7

a) Воде -- Зборници б) Отпадне воде -- Зборници в) Снабдевање водом -- Зборници
COBISS.SR-ID 45673481

SRPSKO DRUŠTVO ZA ZAŠTITU VODA

ZBORNİK RADOVA

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

VODA 2021

*50TH ANNUAL CONFERENCE OF THE
SERBIAN WATER POLLUTION CONTROL SOCIETY
"WATER 2021"
CONFERENCE PROCEEDINGS*

Zlatibor, 22. - 24. septembar 2021.

IV

ORGANIZATORI KONFERENCIJE (*CONFERENCE ORGANISERS*):

Srpsko društvo za zaštitu voda (Beograd),
u saradnji sa
JKP "Vodovod Zlatibor", Čajetina

ORGANIZACIONI ODBOR KONFERENCIJE (*ORGANIZING COMMITTEE*):

PREDSEDNIK: Marija VILOTIJEVIĆ, dipl.inž.tehnol, Čajetina

SEKRETAR: Milena MILORADOV, SDZV, Beograd

ČLANOVI:

Miodrag PIJEŠČIĆ, dipl.inž.gradj., Beograd
Goran PUZOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Ivan IRKIĆ, dipl.inž.grad., Čajetina
Dr Aleksandar ĐUKIĆ, dipl.inž.grad. Beograd
Milutin IGNJATOVIĆ, dipl.inž., Beograd
Strahinja DANILOVIĆ, dipl.prav, Beograd
Srđan KRUŽEVIĆ, dipl.ecc, Novi Sad
Dragan MAKSIMOVIĆ, dipl.inž.grad., Kladovo
Mr Bratislav STIŠOVIĆ, dipl.ind.grad, Beograd
Mr Olivera DOKLESTIĆ, dipl.inž.grad., H. Novi, Crna Gora
Duško VUJOVIĆ, dipl.inž.grad., Trebinje, R.Srpska-BiH
Dr Aleksandar JOKSIMOVIĆ, dipl.biol, Kotor, Crna Gora
Dr Milenko SAVIĆ, dipl.inž.tehn. Bijeljina, 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
- Inženjerska komora Srbije

Slika na koricama: motiv sa Zlatibora

JDS4 – PRISUSTVO ČESTICA MIKROPLASTIKE U TKIVU SLATKOVODNE ŠKOLJKE - *CORBICULA FLUMINEA* (MÜLLER, 1774) U DUNAVU

Maja Raković*, Jelena Stanković**, Đurađ Milošević**,
Jelena Tomović*, Nataša Popović*, Ana Atanacković*,
Momir Paunović*

* *Institut za biološka istraživanja „Siniša Stanković“ Institut od nacionalnog značaja za Republiku Srbiju, Univerzitet u Beogradu, Bulevar despota Stefana 142, 11000, Beograd, Srbija, rakovic.maja@ibiss.bg.ac.rs*

** *Departman za biologiju i ekologiju, Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Nišu, Višegradska 33, 18000 Niš, Srbija*

REZIME

Tokom 2019 god., u okviru JDS4 ekspedicije, po prvi put je sprovedeno istraživanje koje je obuhvatalo detekciju, kvantifikaciju i kategorizaciju čestica mikroplastike prisutnih u bioti slatkovodnih ekosistema. Istraživanje je sprovedeno duž 2040 rkm Dunava i većih pritoka, od Nemačke do Crnog mora. Alohtona vrsta *Corbicula fluminea* (Muller, 1774) korišćena je kao model organizam za analizu čestica mikroplastike. Ukupno je prikupljeno 216 jedinki sa 23 lokaliteta. Sakupljene čestice su fotografisane, izmerene, prebrojane i klasifikovane u jednu od 5 glavnih kategorija mikroplastike: vlakna, tvrda plastika, najlon, guma ili ostalo, u rasponu veličina od 0,02 do 4,67 mm. Ukupno je prikupljeno 1998 čestica mikroplastike sa prosečno 9,25 čestica po organizmu ili 26,4 čestica g-1 vlažne telesne težine školjke. Na osnovu analize mikroFTIR spektroskopije, čestice su okarakterisane kao polikarbonat, polietilen tereftalat (PET), polipropilen-polietilen kopolimer, najlon (poliamid-PA) i celofan, sa dominacijom PET-a, koji se koristi za proizvodnju plastičnih boca. Studija mikroplastike JDS4 u bioti dala je prve informacije o plastičnim česticama prisutnih u bioti, što ukazuje na značajan pritisak plastikom duž reke Dunav.

KLJUČNE REČI: Slatkovodni ekosistemi; Azijska školjka; Mikroplastika; MikroFTIR spektroskopija; PET

JDS4 - THE OCCURRENCE OF PLASTIC PARTICLES IN THE TISSUE OF FRESHWATER CLAMS *CORBICULA FLUMINEA* (MÜLLER, 1774) IN THE DANUBE RIVER

ABSTRACT

During 2019, within the JDS4 expedition, for the first time, research was conducted that included the detection, quantification and categorization of microplastic particles present in the biota of freshwater ecosystems. The research was conducted along 2040 km of the Danube and larger tributaries, from Germany to the Black Sea. The allochthonous species *Corbicula*

fluminea (Muller, 1774) was used as a model organism for the analysis of microplastic particles. A total of 216 individuals from 23 localities were collected. The collected particles were photographed, measured, counted and classified into one of the 5 main categories of microplastics: fibers, hard plastics, nylon, rubber or other, ranging in size from 0.02 to 4.67 mm. A total of 1998 microplastic particles were collected with an average of 9.25 particles per organism or 26.4 particles of g-1 wet shell body weight. Based on microFTIR spectroscopy analysis, the particles were characterized as polycarbonate, polyethylene terephthalate (PET), polypropylene-polyethylene copolymer, nylon (polyamide-PA) and cellophane, with a predominance of PET, which is used to produce plastic bottles. The study of JDS4 microplastics in biota provided the first information on plastic particles present in biota, which indicates an plastic pollution along the Danube River.

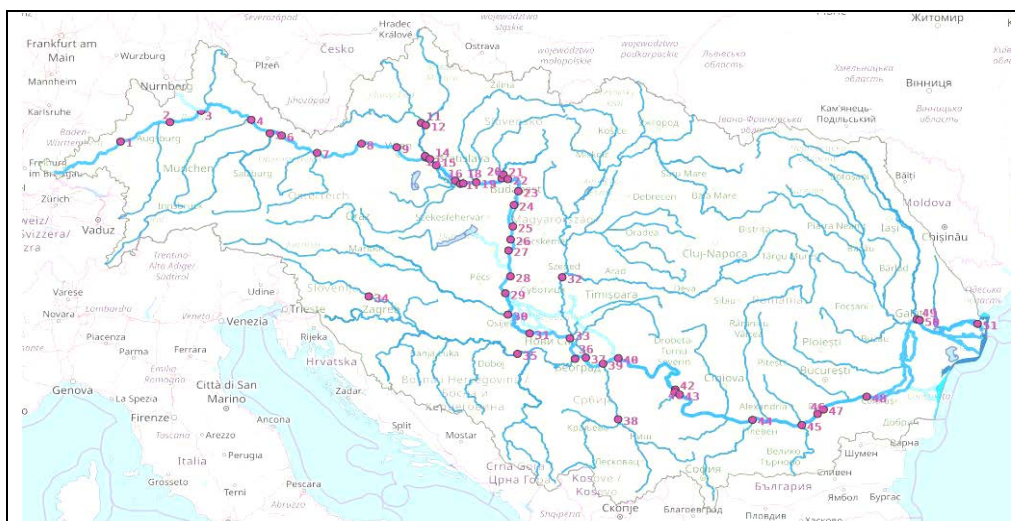
KEY WORDS: Freshwater ecosystems, Asian clam; Plastic litter; FTIR Spectroscopy; PET

UVOD

Otkrivanje, oblikovanje i upotreba različitih materijala počinje još od najranjih civilizacija. Najpre su to bili prirodni polimeri (pamuk, drvo, celuloza), a uz razvoj industrije došlo je i do intenzivnije proizvodnje sintetskih polimera u cilju dobijanja novih i kvalitetnijih polimernih materijala. Znatno porast proizvodnje sintetskih polimera dogodio se u 20. veku, koji je nazvan „polimerno doba“, jer je proizvodnja polimera nadmašila proizvodnju čelika. Danas, među najkorišćenijim materijalima spadaju sledeći polimeri: polietilen, poli (vinil-hlorid) i polistiren.

Plastika je uglavnom organski polimer, sintetisan iz prirodnih derivata, uglavnom nafte, prirodnog gasa ili uglja. Plastika se razgrađuje kombinacijom mehaničke erozije, uticaja sunčeve svetlosti i biološke razgradnje bakterijama ili gljivicama (Andradi, 2011). Opseg veličine čestica između 1 μm (Gigault i sar., 2018) do 5 mm (Thompson i sar., 2009) smatra se mikroplastikom. Za 2017. godinu, svetska proizvodnja plastike procenjena je na 348 miliona metričkih tona (MT), a godinu dana kasnije iznosila je 359 miliona MT. U Evropi se godišnja proizvodnja za isti period (2017/2018) smanjila sa 64,4 miliona MT na 61,8 miliona MT (Plastics Europe, 2019). Gruba procena predviđa da je 80% plastičnog otpada u morskim ekosistemima poreklom sa kopna, a da su njegovi putevi reke (IOC, 2010).

Tokom 2019. godine, u okviru projekta JDS 4 (The Joint Danube Survey 4), istraživali smo plastične ostatke u reci Dunav, od Nemačke do Crnog mora (Slika 1). Glavni cilj studije bio je detekcija, kvantifikacija i kategorizacija čestica mikroplastike prisutnih u bioti slatkovodnih ekosistema. Kao model organizam korišćena je slatkovodna, azijska školjka *Corbicula fluminea* (Muller, 1774).



Slika 1. Područje istraživanja
Figure 1. Area of investigation

MATERIJAL I METODE

Tokom 2019. godine, nacionalni timovi istraživača u sklopu JDS4 ekspedicije, prikupili su ukupno 216 jedinki *C.fluminea*, sa 23 od 51 istraživanih lokacija duž 2040 rkm Dunava i glavnih pritoka. Uzorci su prikupljeni ručnom bentološkom mrežom (25cm × 25cm, 500 µm promera okca). Nasumično je odabrano po 10 jedinki sa svakog lokaliteta, osim tri lokaliteta (4, 20 i 23), gde je ukupan broj prikupljenih školjki bio manji od 10 (Tabela 1).

Tabela 1. Broj jedinki *C.fluminea* po lokalitetu
Table 1. Number of *C. fluminea* specimens per sample

R.br.	JDS4 lokaliteti	Br. jedinki	R.br.	JDS4 lokaliteti	Br. jedinki
1	JDS4-3-L-MC	10	13	JDS4-33-L-MC	10
2	JDS4-4-MC	2	14	JDS4-35-MC	10
3	JDS4-9-MC	10	15	JDS4-36-R-MC	10
4	JDS4-17-L-MC	10	16	JDS4-37-L-MC	10
5	JDS4-20-MC	5	17	JDS4-38-R-MC	10
6	JDS4-22-MC	10	18	JDS4-40-R-MC	10
7	JDS4-23-MC	9	19	JDS4-41-R-MC	10
8	JDS4-24-MC	10	20	JDS4-44-MC	10
9	JSS4-27-MC	10	21	JDS4-45-MC	10
10	JDS4-29-L-MC	10	22	JDS4-47-MC	10
11	JDS4-31-MC	10	23	JDS4-48-MC	10
12	JDS4-32-MC	10			

Za svaku jedinku izmerene su širina, dužina i težina cele školjke, a zatim je izmerena i mokra masa svake jedinke. Uzorci tkiva školjki su tretirani korišćenjem alkalnog protokola (Li i sar., 2018) - 10% kalijum hidroksid (KOH) i inkubacija 12 h na 65 °C u vodenom kupatilu sa brzinom rotacije 80 rpm/min. Nakon razgradnje tkiva, rastvor je filtriran kroz staklene filtere veličine 0,5 µm (Slika 2).



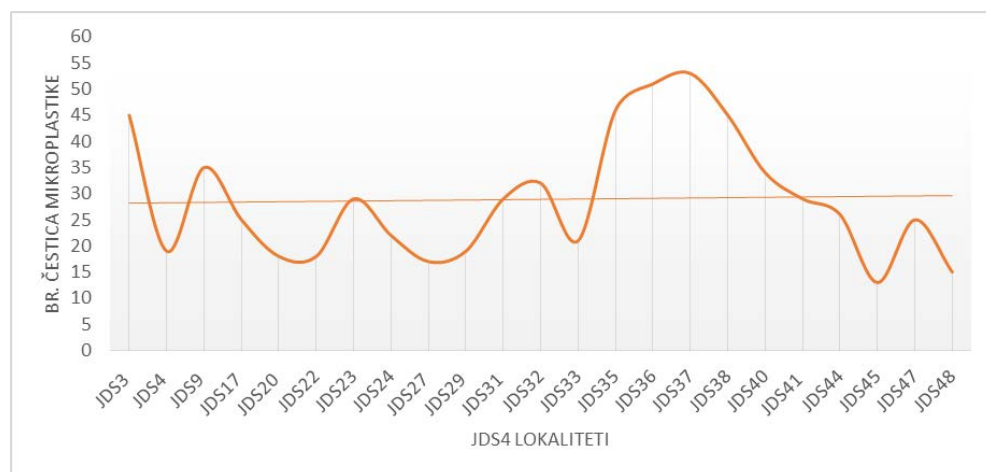
Slika 2. Priprema uzoraka za izolaciju čestica mikroplastike
Figure 2. Preparation of the samples for MPs isolation

Filtrirani materijal je tretiran sa 30% vodonik-peroksidom da bi se uklonile preostale čestice organskog materijala. Izdvojene čestice mikroplastike bile su u rasponu veličina od 20 µm do 5 mm. Klasifikovane su u dve glavne kategorije, fragmenti i vlakna. Sve čestice su fotografisane uz pomoć stereo-miroskopom i digitalnog fotoaparata (Leica MZ16A, Leica DFC320), dok su merenja i prebrojavanje čestica urađeni uz pomoć ImageJ programa (Ferreira i Rasband, 2012). Metodom infracrvene spektroskopije sa Fourierovom transformacijom (FTIR) izvršena je identifikaciju hemijskog sastva mikroplastičnih čestica, a spektri ispitivanih čestica upoređeni su sa podacima iz baze podataka: HR Nicolet Sampler Library i Hummel Polymer Sample Library.

REZULTATI I DISKUSIJA

Većina analiziranih jedinki *C. fluminea* bila je srednje veličine, dužine $14,23 \pm 3,78$ mm (srednja vrednost \pm SD) i širine $15,81 \pm 3,89$ mm. Prosečne vrednosti ukupne mase i telesne mokre mase bile su $1,80 \pm 0,97$ g i $0,34 \pm 0,21$ g. Čestice mikroplastike su otkrivene u svim uzorcima *C. fluminea*, prosečno $5,59 \pm 3,71$ fibrila i $4,37 \pm 2,46$ fragmenata po organizmu; ili $40,77 \pm 73,75$ fibrila i $25,84 \pm 33,17$ fragmenata po g telesne mase, ukupno 1998 čestica. Dominantne su bile čestice mikroplastike srednje veličine, sa prosečnom dužinom od $0,43 \pm 0,26$ u Dunavu i $0,49$ mm $\pm 0,26$ u pritokama. Fibrili plave boje bili su dominantni među detektovanim česticama vlakana (81 %), dok su prozirni fragmenti mikroplastike bili najzastupljenije među tvrdim česticama (42,8 %).

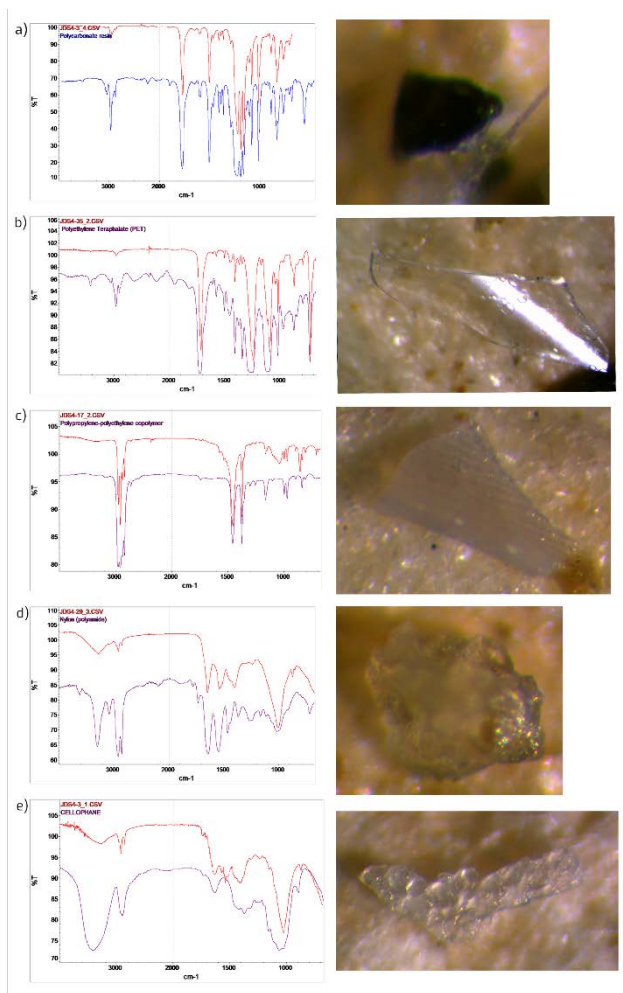
Rezultati pokazuju veće prisustvo čestica mikroplastike u jedinkama na lokacijama JDS4-4 (Niederalteich-Muhlau), JDS4-23 (Budimpešta uzvodno - most Megieri), JDS4-24 (Budimpešta nizvodno - most M0), JDS4-40 (Banatska Palanka) i JDS4-41 (uzvodno od ušća Timoka, Radujevac) u Dunavu, kao i na pritokama: JDS4-20 (Hron), JDS4-35, JDS4-36 (Sava), JDS4-38 (Velika Morava), JDS4-44 (Iskar) i JDS4-45 (Jantra) (Slika 3).



Slika 3. Ukupan br. čestica mikroplastike po organizmu duž istraživanih lokaliteta Dunava i pritoka.

Figure 3. Total number of particles per organism along the Danube River and the tributaries of the Danube

Od 46 čestica sa 12 odabranih lokaliteta, za 40 je potvrđeno da su plastični polimeri (87%) pomoću microFTIR -a. Analizirane čestice su detektovane kao polikarbonat, polietilen tereftalat (PET), kopolimer polipropilen-polietilen, najlon (poliamid) i celofan. (Slika 4).



Slika 4. Rezultati mikroFTIR analize (crvena linija) u poređenju sa podacima iz baze podataka o hemijskim supstancama (plava/ljubičasta linija), praćene slikama čestica: a) Polikarbonat - JDS4-3_4; b) Polietilen tereftalat (PET) - JDS4- 35_2; c) Polipropilen-polietilen kopolimer-JDS4-17_2; ljubičasta linija; g) Najlon (poliamid) - JDS4-29_3; e) Celofan - JDS4-3_1.

Figure 4. Results of microFTIR analyses (red line) compared to data from the chemical substance standards database (blue/purple line), followed by particles images: a) Polycarbonate - JDS4-3_4; b) Polyethylene Terephthalate (PET) - JDS4- 35_2; c) Polypropylene-polyethylene copolymer - JDS4-17_2; purple line; d) Nylon (Polyamide) - JDS4-29_3; e) Cellophane - JDS4-3_1.

JDS4 studija analize mikroplastike u bioti dala je uporedne informacije o hemijskom poreklu čestica duž znatnog dela Dunava, pa predstavlja značajan doprinos opštem znanju o njihovoj distribuciji u biološkim ekosistemima. Pored studije Su i sar., (2018), ovo je druga studija o mikroplastici u bioti u slatkovodnim ekosistemima na velikom prostornom području. Su i sar., (2018) su dali rezultate analiza čestica mikroplastike na istom model organizmu koji je korišćen u našoj studiji, za područje srednjeg i donjeg sliva reke Jangce. Njihovi rezultati su

pokazali da je azijska školjka dobar pokazatelj zagađenja mikroplastikom, posebno za sediment. Su i sar., (2018) pronašli su mikroplastiku u 61 od 63 uzorka azijskih školjki, sa opsegom od 0,3-4,9 komada/g vlažne telesne težine i 0,4-5,0 komada/jedinki.

Naši rezultati su pokazali veću količinu mikroplastičnih čestica u ispitivanim azijskim školjkama u poređenju sa pomenutim studijama u Kini, a čestice mikroplastike su nađene kod svih analiziranih jedinki, što ukazuje na značajan pritisak uzrokovan zagađenjem plastike u slivu Dunava. Takođe, naše istraživanje je pokazalo da su čestice PET-a (koji se koristi za proizvodnju plastičnih boca) dominantne u uzorcima *C. fluminea* iz Dunava, dok su čestice celofana pronađene u gornjem i srednjem Podunavlju, sa manjom zastupljenošću. Dominacija PET fragmenata u uzorcima, pored potencijalno velikih količina u Dunavu, mogla bi biti i posledica sklonosti školjki da ih unose. Li i dr. (2019) pokazali su da je veći unos PET vlakana (4,1 čestice/g) od drugih vrsta polimera. Rezultati su očekivani, jer se PET koristi u proizvodnji plastičnih boca koje se mogu naći u velikim količinama duž obala reka. Vremenom, mehaničke sile, sunčeva svetlost i biološki procesi usitnjavaju plastične boce na manje komade, koji kao takvi postaju dostupni i manjim organizmima u vodi. Specifična gustina PET-a je 1,38 g/cm³, i zbog nje on može da potone u sediment. Veće prisustvo u nizvodnom području Dunava moglo bi se objasniti lokalnim zagađenjem, ali i plutajućim plastičnim ostacima iz gornjih tokova. Podaci iz ove studije mogli bi ukazivati na značajan uticaj pritoka na opterećenje Dunava. Porast prisustva ostataka mikroplastike na lokalitetima JDS4-37 (nizvodno od Pančeva), JDS4-40 (Banatska Palanka) i JDS4-41 41 (uzvodno od ušća Timoka, Radujevac), pored uticaja pritoka (Sava i Velika Morava) mogu ukazivati i na uticaj Beograda, kao najvećeg grada u delu toka Dunava kroz Srbiju. Lechner i sar. (2014) procenili su da je unos plastičnog otpada u Crno more preko Dunava u proseku oko 7,5 g na 1000 m³ pri srednjem protoku (4,2 t dnevno ili 1533 t godišnje). Zbog sve većeg sintetičkog zagađenja u vodenim ekosistemima, postoji potreba da se analiza makro i mikroplastike uključi u standardne procedure analize vode kako bi se prikupilo što više podataka o ovom izvoru opterećenja slatkovodnih ekosistema i mogućih negativnih uticaja na biotu.

ZAKLJUČAK

Ova studija daje prve podatke o prisustvu čestica mikroplastike u bioti duž 2040 km reke Dunav i pritoka. Čestice mikroplastike izolovane iz tkiva školjke *C. fluminea* pokazale su prisustvo pet vrsta polimera - celofan, poliamid, polipropilen-polietilen kopolimer, polikarbonat i PET, koji je bio najdominantniji i najčešći polimer (58%). Slatkovodni ekosistemi su i dalje slabo istraženi, zbog toga su potrebne standardizovane studije koje mogu pružiti uporedive podatke o česticama mikroplastike u bioti slatkovodnih ekosistema, kako bi se preciznije procenilo opterećenje plastičnim otpadom i moguće posledice na živi svet u vodi.

Zahvalnica

Ovaj rad realizovan je uz podršku Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja (br. ugovora 451-03-9/2021-14/200007) i Međunarodne komisije za zaštitu reke Dunav (ICPDR). Zahvaljujemo se dr Katarini Radulović i dr Davoru Lončareviću (Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Nacionalni Institut, Univerzitet u Beogradu, Srbija), kao i svim učesnicima Zajedničkog istraživanja Dunava 4 (JDS4) koji su doprineli u realizaciji ove studije.

LITERATURA:

- Andrady, A.L., 2011. Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull.* 62:1596–1605.
- Ferreira, T., Rasband, W., 2012. ImageJ User Guide. <https://doi.org/10.1038/nmeth.2019>
- Gigault, J., Halle, A. Ter, Baudrimont, M., Pascal, P.Y., Gauffre, F., Phi, T.L., El Hadri, H., Grassl, B., Reynaud, S., 2018. Current opinion: What is a nanoplastic? *Environ. Pollut.* 235:1030–1034.
- IOC, 2010. The GESAMP International Workshop on micro-plastic particles as a vector in transporting persistent, bio-accumulating and toxic substances in the oceans. GESAMP Rep. Stud. No. 82, 68.
- Lechner, A., Keckeis, H., Lumesberger-Loisl, F., Zens, B., Krusch, R., Tritthart, M., Glas, M., Schludermann, E., 2014. The Danube so colourful: a potpourri of plastic litter outnumbers fish larvae in Europe's second largest river. *Environmental Pollution*, 188, 177–181.
- Li, J., Green, C., Reynolds, A., Shi, H., Rotchell, J.M., 2018. Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom. *Environ. Pollut.* 241, 35–44.
- Li, L., Su, L., Cai, H., Rochman, C.M., Li, Q., Kolandhasamy, P., Peng, J., Shi, H., 2019. The uptake of microfibers by freshwater Asian clams (*Corbicula fluminea*) varies based upon physicochemical properties. *Chemosphere* 221, 107–114.
- Plastics Europe, 2020. Plastics — the facts 2020. An analysis of European plastics production, demand and waste data. <https://www.plasticseurope.org/en/resources/publications/4312-plastics-facts-2020>
- Su, L., Cai, H., Kolandhasamy, P., Wu, C., Rochman, C.M., Shi, H., 2018. Using the Asian clam as an indicator of microplastic pollution in freshwater ecosystems. *Environ. Pollut.* 234, 347–355.
- Thompson, R.C., Swan, S.H., Moore, C.J., Vom Saal, F.S., 2009. Our plastic age. *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.* 364, 1973–1976.