

Fizikalno- kemijska analiza i analiza mikroplastike u rijeci Savi
Physico-chemical analysis and microplastic analysis in the Sava River

Martina Marković, Sara Telbiz, Veronika Lasan
Marco Gelo, Sanja Kunštek, Karolina Šantić

Šeherzada Šaini Talić, Petra Sekulić, Monika Puhalović
Srednja škola Petrinja, Petrinja; Osnovna škola Rugvica, Rugvica

SAŽETAK

U ovom projektu istraživali smo sve veći problem mikroplastike u našem okruženju i njen utjecaj na okoliš. Željeli smo usporediti količinu mikroplastike u rijeci Savi na dvije postaje. Cilj je također i usporediti količine mikroplastike u vodi nizvodno od grada Zagreba na dvije postaje – u Rugvici i u Sisku. S ciljem analize količine mikroplastike, na obje postaje uzimani su uzorci vode iz rijeke Save jednom tjedno u razdoblju od rujna do listopada 2021. Rezultati koje smo dobili pokazuju prisutnost mikroplastike u rijeci Savi na obje lokacije potvrđuju našu hipotezu da je veća količina mikroplastike prisutna na nizvodnijoj postaji - u Sisku. Fizikalno-kemijska analiza vode (pH, nitrati, nitriti i količina otopljenog kisika) ukazuje na sniženu kvalitetu vode u Savi u Rugvici i u Sisku.

SUMMARY

In this project, we investigated the growing problem of microplastics in our environment and its impact on the environment. We wanted to compare the amount of microplastics in the Sava River at the two locations. The aim is also to compare the amount of microplastics in the water downstream of the city of Zagreb - at two stations - in Rugvica and Sisak. In order to analyze the amount of microplastics, water samples were taken from the Sava River once a week in the period from September to November 2021. The obtained results show the presence of microplastics in the Sava River at both locations and confirm our hypothesis that more microplastics are present. downstream station - in Sisak. Physico-chemical analysis of water (pH, nitrates, nitrites and dissolved oxygen content) indicate decreased water quality of the Sava in Rugvica and Sisak..

UVOD

Cilj projekta bio je istražiti količinu mikroplastike u rijeci Savi u Rugvici i u Sisku. U Hrvatskoj ne postoje službeni podaci o količini mikroplastike u rijekama i jezerima. Postoji istraživanje koje je provela udruga "Ekolozi bez granica" u Sloveniji i prema njihovim podacima, u hrvatskim rijekama (Sava, Drava i Krka) postoji velika količina mikroplastike [1]. U Hrvatskoj je provedeno istraživanje mikroplastike u Jadranu. Istraživanjem je ispitan štetni učinak mikroplastike na morske organizme. Otkrivena je velika količina negativnih učinaka mikroplastike na organizme (poput otežanog kretanja, smanjenja plodnosti, otežanog preživljavanja, smanjenja stope rasta i mnogo drugih). [2].

U prirodnom okolišu mogu se naći plastične čestice različitih veličina. Stoga se plastika dijeli na makroplastiku (čestice dimenzija većih od 2,5 cm), mezoplastiku (čestica dimenzija između 5 mm i 2,5 cm), mikroplastiku i nanoplastiku. Kao gornja granica dimenzija čestica mikroplastike najčešće se uzima 5 mm, a donja granica još uvijek nije određena. Europska komisija definira dimenzije čestica mikroplastike između 5 mm i 100 nm, dok se veličina čestice nanoplastike kreće između 1 i 100 nm. [3].

U siječnju 2021. godine, Osnovna škola Rugvica se uključila u probni projekt istraživanja protokola za mikroplastiku. Uključili smo se u rad dva webinara koji su organizirali Sveučilište Deakin iz Australije i GLOBE Italia. Potaknuti novim saznanjima, u svibnju 2021. godine, na Biološkom odsjeku Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu napravili smo prvu analizu naših uzoraka. U rujnu 2021. godine, projekt su započele dvije škole: OŠ Rugvica i Srednja škola Petrinja.

Udaljenost plovnim putem Save od Rugvice do Siska iznosi 68 kilometara (Slika 1) [4].

Na ovo istraživanje smo se odlučili zato što smo okruženi s velikom količinom plastike u svakodnevnom životu pa smo željeli vidjeti koliko te plastike završi u vodi. Također, rijeka Sava povezuje dva industrijska grada pa nas je zanimao i utjecaj industrije na kvalitetu vode.

ISTRAŽIVAČKA PITANJA I HIPOTEZE

Postavili smo sljedeća istraživačka pitanja:

1. Sadrže li uzorci vode iz rijeke Save čestice mikroplastike?
2. Sadrže li uzorci uzeti na mjernoj postaji Sisak veću količinu mikroplastike od uzoraka uzetih na mjernoj postaji Rugvica.
3. Je li kvaliteta vode rijeke Save u Sisku lošija od one u Rugvici?

1. U uzorcima uzetim iz rijeke Save pronaći ćemo čestice mikroplastike.
2. Veća količina mikroplastike se nalazi u vodi rijeke Save na nizvodnoj postaji u gradu Sisku u odnosu na uzvodnu postaju u Općini Rugvica.
3. Kvaliteta vode biti će lošija u Sisku u odnosu na Rugvicu.

METODE ISTRAŽIVANJA

Jednom tjedno u razdoblju 15.09.- 12.10. 2021. na ukupno dvije mjerne postaje u Rugvici i Sisku (Slika 1) proveli smo fizikalno-kemijsku analizu vode po GLOBE protokolima i to temperaturu vode i zraka, prozornost vode, pH, električnu vodljivost, koncentraciju otopljenog kisika u vodi. Uzorke smo profiltrirali preko uređaja za vakuumsku filtraciju prema probnom protokolu za mikroplastiku [5]. Nažalost, zbog epidemiološke situacije i izolacije skupine, Srednja škola Petrinja nije uspjela prikupiti podatke za 12.10., a Osnovna škola Rugvica je prikupila i za taj datum, ali nismo ih prikazali u istraživanju.

Tablica 2. Rezultati analize mikroplastike filtriranih uzoraka vode s postaja na rijeci Savi kod Rugvice i Siska u 2,5 L uzorkovane vode.

Table 2 Results of analysis of microplastics of filtered water samples from stations on the Sava River near Rugvica and Sisak in 2.5 L of sampled water

Pokazatelj/Datum	Sava Rugvica					Sava Sisak				
	15.09.	22.09.	29.09.	06.10.	Σ	15.09.	22.09.	29.09.	06.10.	Σ
TC vlakna*	3	16	30	10	59	17	32	14	33	96
UT vlakna**	0	4	6	4	14	11	10	7	12	40
Komadići mikropl.	9	1	6	1	17	2	2	1	2	7
Ukupno	12	21	42	15	90	30	44	22	47	143

- TC vlakna* - tekstil celulozna vlakna

- UT vlakna** - umjetna tekstilna vlakna

Temperatura vode na obje postaje se kretala u rasponu od 19 do 21°C.

pH je mjera kiselosti neke otopine. Prema podacima za pH, možemo zaključiti da se u razdoblju istraživanja kretao u rasponu od 6,8 do 7,2 u Rugvici te 6,68 do 7,92 u Sisku.

Prozirnost vode na hidrološkoj postaji u Rugvici je u svim mjerenjima do maksimalne visine cijevi za mjerenje prozirnosti vode (102 cm). U Sisku je prozirnost vode niža i vrijednosti se kreću od 72 do 90 cm.

Električna vodljivost je indirektna mjera za ukupnu količinu otopljenih tvari u vodi. Povećavanjem primjesa (ukupno otopljenih tvari u vodi) se i njena vrijednost povećava. Na svim postajama nije bilo velikih kolebanja i vrijednosti su se kretale u rasponu od 270 do 330 μS/cm na postaji u Rugvici, što prosječno iznosi 288,25 μS/cm. U Sisku su se vrijednosti kretale od 276 do 366 μS/cm, a prosječna vrijednost iznosi 301 μS/cm.

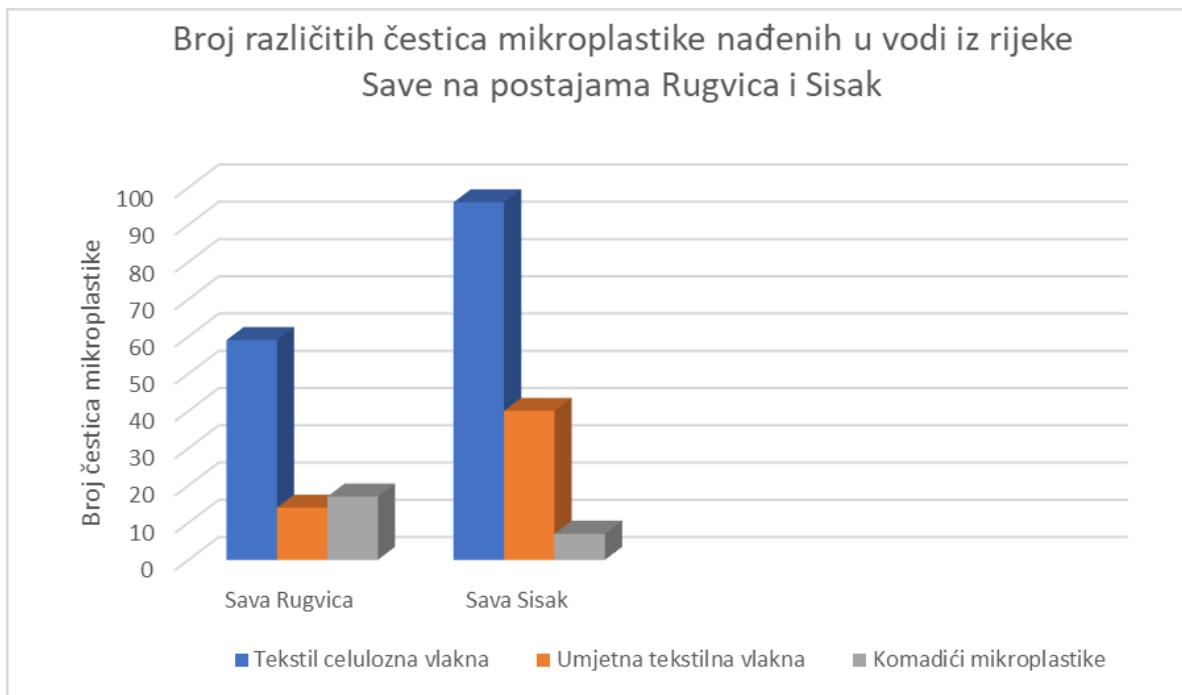
Sadržaj otopljenog kisika u vodi je važan za disanje organizama u vodi, ali i za procese razgradnje prisutne mrtve organske tvari. Koncentracije otopljenog kisika kretale su se od 8 mg/L do 10 mg/L na mjernoj postaji u Rugvici. Izmjerene vrijednosti u Sisku su u rasponu od 7,3 mg/L do 9,3 mg/L. Prosječno na postaji u Rugvici iznosi 9,5 mg/L te 8,3 mg/L u Sisku.

Sadržaj nitrata na svim postajama tijekom razdoblja istraživanja iznosio je 10 mg/L. Sadržaj nitrita je u dva mjerenja 0 mg/L, a u ostala dva mjerenja iznosio je 1 mg/L na postaji u Rugvici. Koncentracija nitrita je veća u Rugvici. Vrijednosti nitrita se kreću od 0,2 mg/L do 2 mg/L na postaji u Sisku. Prosječno iznosi 0,5 mg/L u Rugvici te 1,1 mg/L u Sisku.

Nakon provedene filtracije i analize uzoraka odredili smo količinu i vrstu čestica mikroplastike u našim uzorcima. Na mjernoj postaji Rugvica ukupno je pronađeno 90 čestica mikroplastike u razdoblju od 15.09. do 06.10. Od tih 90 čestica, najviše je pronađeno tekstilnih (celuloznih) vlakana, dok je najmanje umjetnih tekstilnih vlakana (Tablica 2).

Na mjernoj postaji Sisak pronađeno je ukupno 143 čestica mikroplastike tijekom razdoblja istraživanja. Od ukupne količine najviše otpada na tekstil – celulozna vlakna, dok je najmanja količina komadića mikroplastike (Tablica 2).

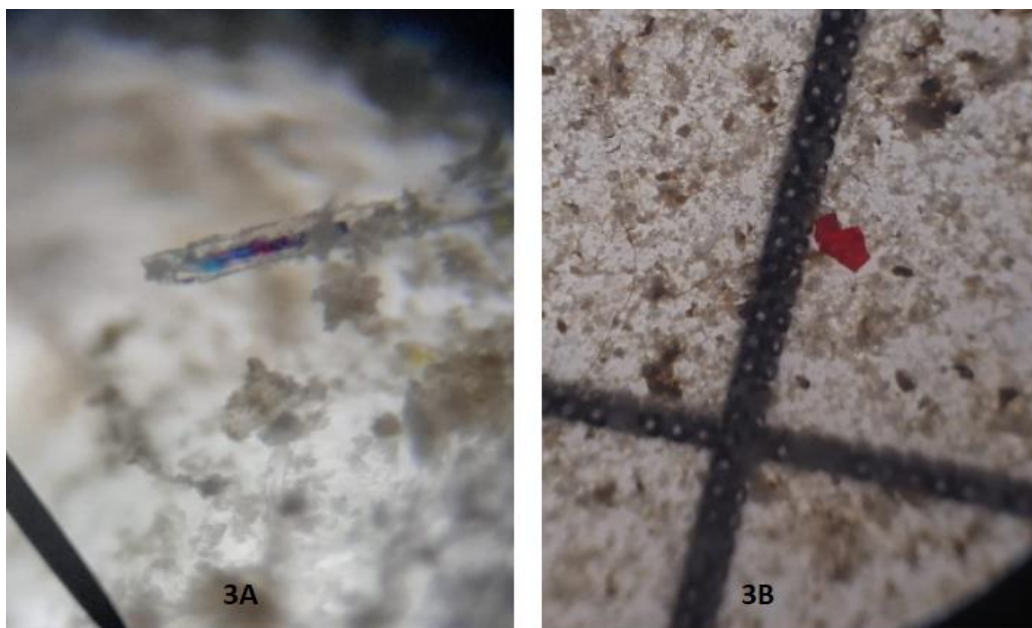
Postoji razlika u vrsti čestica mikroplastike pronađenih u vodi rijeke Save u Rugvici i onih pronađenih u Sisku. Na obje mjerne postaje prevladavajuća vrsta mikroplastike su tekstilna celulozna vlakna te je u Sisku pronađena veća količina ovih vlakana. U uzorcima vode iz Siska veća je količina umjetnih tekstilnih vlakana nego u Rugvici, dok je u Rugvici veća količina komadića mikroplastike (Slika 2).



Slika 2. Broj različitih čestica mikroplastike nađenih u vodi iz rijeke Save na postajama Rugvica i Sisak

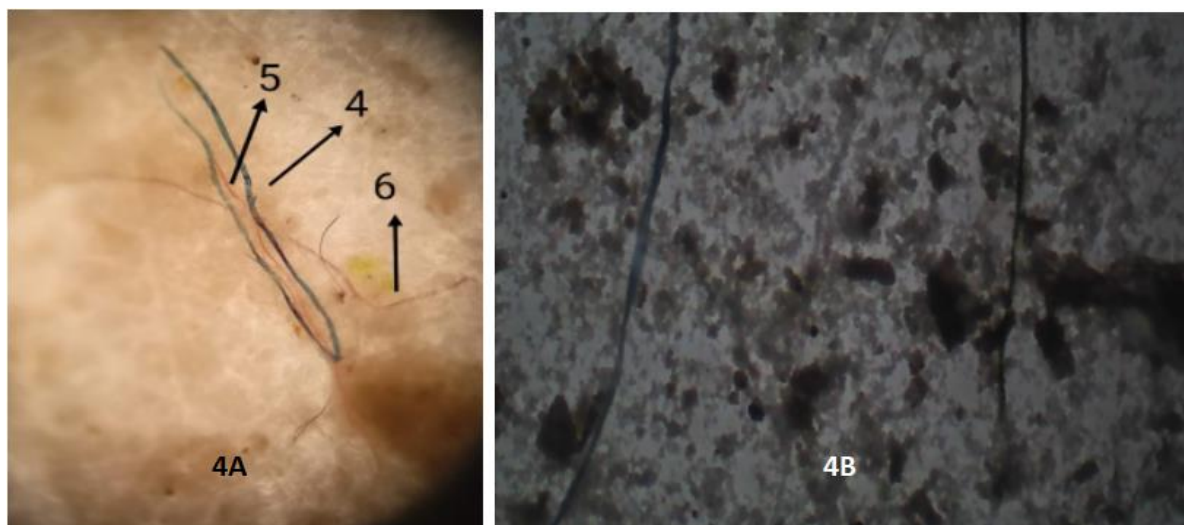
Figure 2. Number of different microplastic particles found in water from the Sava River at Rugvica and Sisak stations

Na obje postaje prevladavaju tekstilno-celulozna vlakna u postotku od 66%, a najmanji udio je komadića mikroplastike, u Rugvici ima više komadića mikroplastike (18,9 %) nego u Sisku (4,9 %) te smo hipotezu djelomično potvrdili budući je manje komadića mikroplastike u Sisku nego u Rugvici.



Slika 3A Uzorak komadića mikroplastike (29.09.2021., OŠ Rugvica), 3B (6.10. 2021., SŠ Petrinja)

Figure 3A Microplastic fragment sample (29.09.2021., Elementary school Rugvica),3B (6.10.2021.,SŠ Petrinja)



Slika 4.A. Celulozna/tekstilna vlakna (22.09.2021., OŠ Rugvica), 4.B. (6.10. 2021., SŠ Petrinja)

Figure 4A. Cellulose/textile fibres (22.09.2021., Elementary school Rugvica), 4B (6.10.2021., SŠ Petrinja)

RASPRAVA I ZAKLJUČCI

Hipoteze koje su na početku istraživačkog rada bile postavljene su potvrđene, osim pretpostavke da je količina čestica mikroplastike nizvodno na postaji u Sisku veća od one u Rugvici. Rezultati su pokazali da kvaliteta vode opada na postaji u Sisku u usporedbi s Rugvicom, ali je još uvijek u granicama dozvoljene Pravilnikom o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće [6].

Uzorci vode u rijeci Savi sadrže mikroplastiku i njezina količina je u svim mjerjenjima bila veća nizvodno od rijeke Save to jest u Sisku. Polimeri zbog svoje strukture imaju manju specifičnu gustoću od vode. Posljedica toga je plutanje čestica na površini vode. [7]. U slučajevima kada se na površini mikroplastike koloniziraju organizmi poput algi dolazi do povećanja težine, odnosno smanjenja uzgona što omogućava potapanje. Osim toga u područjima gdje je strujanje vode brže čestice mikroplastike se lakše nose i resuspendiraju dok je u području gdje je strujanje vode manje brzine plastika će se sedimentirati što objašnjava činjenicu da smo našli u Sisku manji broj čestica mikroplastike. [8] Nadmorska visina u Rugvici iznosi 101 m i veća je brzina strujanja nego u Sisku koji je na nadmorskoj visini 98 m te je voda sporijeg toka i pretpostavljamo većeg broja organizama čime objašnjavamo manji broj čestica mikroplastike.

Tijekom istraživanja je postojalo metodološko ograničenje, a bilo je vezano uz nabavku uređaja za vakuumsku filtraciju. Zbog globalnog problema vezanog uz mikroplastiku, proizvodnja naručenog uređaja je značajno kasnila. Iz tog razloga su se uzorci vode morali zamrznuti.

Rezultati koje smo dobili pokazuju prisutnost mikroplastike u našim uzorcima što je potvrdilo našu hipotezu, ali je manja količina mikroplastike nizvodno od mjesta Rugvica u Sisku čime je hipoteza djelomično potvrđena. Vrijednosti fizikalno-kemijske analize pokazuju lagani pad u kvaliteti vode na postaji u Sisku.

LITERATURNI IZVORI

1. Učinimo Vidljivim Ekološke Mreže i Zaštićena Područja | (ekolist.org), [pristupljeno 9.3.2022.](#)
2. K. Bule, Mikroplastika u morskom okolišu Jadrana (srce.hr) ,303. str. , pristupljeno 24.01.2022.
3. Radovan, A. M. (2019). *Mikroplastika - nevidljiva prijetnja zdravlju i okolišu* (Završni rad). Preuzeto s <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:130:017553>, pristupljeno 09.03.2022.
4. <https://www.google.hr/maps/> , pristupljeno (9.3.2022).
5. The GLOBE Program 2021, An Accessible MICROPLASTICS MONITORING Protocol , pristupljeno 4.3.2022.
6. Pravilnik o zdravstvenoj ispravnosti vode za piće, NN 46/07
7. Blair Crawford C, Quinn B. Microplastic Pollutants [Internet]. 1st izd. Elsevier; 2017. Dostupno na: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/C20150043155> , pristupljeno 25.04.2022.
8. Welden N. Microplastics: Emerging Contaminants Requiring Multilevel Management [Internet]. 2. izd. Waste. Elsevier Inc.; 2019. 405–424 str. Dostupno na: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/B9780128150603000219>, pristupljeno 25.04.2022.
9. Benić G., 2015., Plovidbeno tehničke značajke rijeke Save, 9. str. , pristupljeno 11.3.2022 [Sveučilište u Zagrebu \(core.ac.uk\)](#)
10. <https://www.greenpeace.org/croatia/kako-je-plastika-zarazila-svijet/>(pristupljeno 15.01.2022.
11. <https://worldpopulationreview.com/country-rankings/plastic-pollution-by-country> , pristupljeno 20.01.2022.
12. <https://www.unep.org/interactive/beat-plastic-pollution/>, pristupljeno 25.01.2022.
13. Matoničkin I., Pavletić Z., Život naših rijeka, 1972., Školska knjiga, Zagreb
14. Program GLOBE, Priručnik za mjerenja, Istraživanje vode, Matoničkin Kepčija R., Upute za provedbu | Program GLOBE - Hrvatska, pristupljeno 14.01.2022.
15. Slobodna Dalmacija - Katastrofalni podaci iz susjedstva: većina rijeka onečišćena je mikroplastikom, neke od tih rijeka ulijevaju se i u Hrvatsku , pristupljeno 25.01.2022.
16. The GLOBE Program, Hydrosphere Community – Hydrosphere, www.GLOBE.gov 2021.(pristupljeno 9.3.2022.)