



POROČILO O VZORČENJU MAKRO IN MIKROPLASTIKE NA OBMOČJU PARKA ŠKOCJANSKE JAME

Avtorji: Grego, M., Trdan Š., Sreš K.

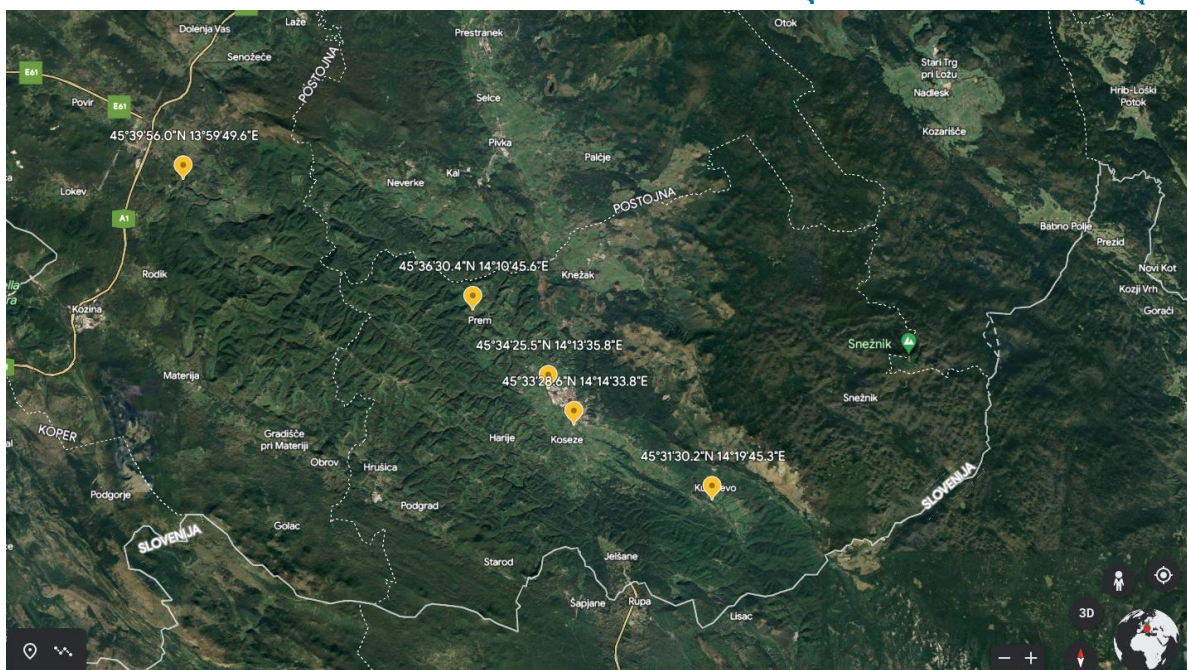
POVZETEK

Delo se osredotoča na raziskovanje onesnaženosti rečnih brežin z odpadki in rečne vode z mikroplastiko na območju parka Škocjanske jame (PŠJ) v okviru projekta skupnostne znanosti Pirati plastike - dajmo, Evropa (<https://www.plastic-pirates.eu/sl>), v katerem sodelujejo osnovnošolci in srednješolci in znanstveno raziskovalni inštituti. V projektu je v letu 2022 in 2023 sodelovalo pet šol oziroma 103 učenci iz PŠJ, ki so vzorčile reko Reko na različnih lokacijah. Dve osnovni šoli sta vzorčenje izvedli v letu 2022, tri osnovne šole pa v letu 2023.

	Šola	GPS (Lat)	GPS (Lon)
1	OŠ dr. Bogomirja Magajne Divača	45.665561	13.997110
2	OŠ Pregarje	45.573755	14.226613
3	OŠ Antona Žnideršiča	45.557948	14.242729
4	OŠ Podgora Kuteževo	45.525058	14.329238
5	OŠ Košana	45.608439	14.179299

Po našem vedenju delo predstavlja prvo analizo mikroplastike v reki Reki. Ugotovljeno je bilo, da je le en vzorec vseboval mikroplastiko (velikosti od 1 do 5 mm), in sicer zadnji v dolvodni smeri (Kuteževo, Trpčane). Iz podatkov iz leta 2021, kjer je sodelovalo 100 šol z geografsko pokritostjo po vsej Sloveniji, je kar 50 % zbranih vzorcev vsebovalo mikroplastične delce velikosti od 1 do 5 mm. Od takratnih 53 vzorčenih vodotokov jih je bilo več kot 60 % onesnaženih z mikroplastiko. Najdeni so bili različni plastični materiali in različne oblike delcev. Ugotovljena so bila najbolj verjetna žarišča onesnaženja z mikroplastiko, ki so morda najbolj korelirana z gostoto prebivalstva.

Način dela in rezultati projekta Pirati plastike podajajo možnosti spremljanja stanja onesnaženosti rečnih ekosistemov z uporabo skupnostne znanosti, angl. citizen science. Znanstveniki javnih raziskovalnih organizacij smo preverili in potrdili podatke o makroodpadkih na podlagi poslanih foto gradiv ter analizirali vzorce rečnih voda za prisotnost mikroplastike in tako pridobili kvalitetne podatke o onesnaženosti slovenskih rek s plastiko in mikroplastiko.



Razporeditev vzorčnih lokacij na reki Reki (vir: GoogleEarth).

METODOLOGIJA ZA ŠOLE

Metode dela Piratov plastike so bile predstavljene mentorjem iz PŠJ na spletnem webinarju dne 19. 9. 2022. Podlaga za samostojno delo sta tudi dve gradivi, [Učno gradivo in delovni list za učitelje](#) ter [Projektna knjižica](#), ki smo jih skupaj z mrežami za vzorčenje mikroplastike (velikost očesc = 1mm) poslali šolam. Uspešno je vzorčilo in rezultate prek spletnega obrazca na [spletno mesto](#) naložilo 5 osnovnih šol iz PŠJ. Z upoštevanjem varstva osebnih podatkov in v soglasju z udeleženci, so se fotografije z imenom šole/organizacije in datumom naložile na [zemljevid projekta Pirati plastike](#).

KONCENTRACIJE MAKROODPADKOV V SLOVENSkih REKAH

Z Okvirno direktivo o morskem strategiji (2008/56/ES) so bili odpadki prvič sistemsko prepoznani kot pomemben dejavnik ekološkega stanja morskega okolja. Odpadki so v ODMS določeni kot eden izmed 11 Deskriptorjev dobrega okoljskega stanja s ciljem zmanjševanja količin odpadkov v morskem okolju na nacionalnem, evropskem in mednarodnem nivoju (Regional Sea Conventions), katerih podpisnica je tudi Republika Slovenija (Barcelonska Konvencija). Za učinkovito in ustrezno načrtovanje programa ukrepov v okviru ODMS so nujno potrebni zanesljivi in kontinuirni podatki in informacije o vnosu odpadkov v morsko okolje z rekami. Pri oblikovanju in razumevanju širše slike okoljske problematike onesnaževanja vodnih okolij z odpadki je nujno potrebno razumeti časovno in prostorsko razporeditev odpadkov, njihove lastnosti, količine ter vrstno in materialno sestavo odpadkov, ki pa jih je zaradi pomanjkanja podatkov zelo težko pridobiti, še težje razumeti.

Slovenija velja za zelo bogato državo z vodnimi viri, pravzaprav je skoraj celotna površina Republike Slovenije prepredena z najrazličnejšimi vodnimi oblikami, od izvirov, potokov, do rek, jezer in seveda tudi morja. Vodotoki v RS pripadajo dvema povodjema in sicer jadranskemu in črnorskemu povodju, pri čemer večina vodotokov v Sloveniji pripada črnorskemu povodju.

Vsekakor pa je reka Reka zelo zanimiva predvsem z vidika hidromorfologije, saj teče pod površjem skozi podzemne kanjone, na njenem površju pa se vije mimo Ilirske Bistrice in po severnem robu Brkinov. V zadnjem delu površinskega toka se vreže v ozek kanjon in na njegovem zahodnem koncu ponikne v Škocjanske jame. Del vode reke Reke pride ponovno na površje po 35 km podzemnega toka v izvirih reke

Timave. S tega vidika so podatki o onesnaženosti reke izrednega pomena, saj zaradi narave vodotoka lahko enostavno vstopijo tudi v druge/različne in še bolj občutljive ekosisteme in/ali podzemne vode.

Na območju parka Škocjanske jame (PŠJ) se je v projektu skupnostne znanosti Pirati plastike- dajmo, Evropa že pridobivalo podatke, vsekakor pa premalo za razumevanje tovrstne problematike. Z udeležbo dodatnih petih osnovnih šol (5 podatkovnih nizov), smo znanstveniki v RS pridobili še dodatne informacije, glede stanja onesnaženosti reke Reke z antropogenimi odpadki.

REZULTATI

SKUPINA A – MATERIALNA SESTAVA ODPADKOV IN OCENITEV GOSTOTE ODPADKOV

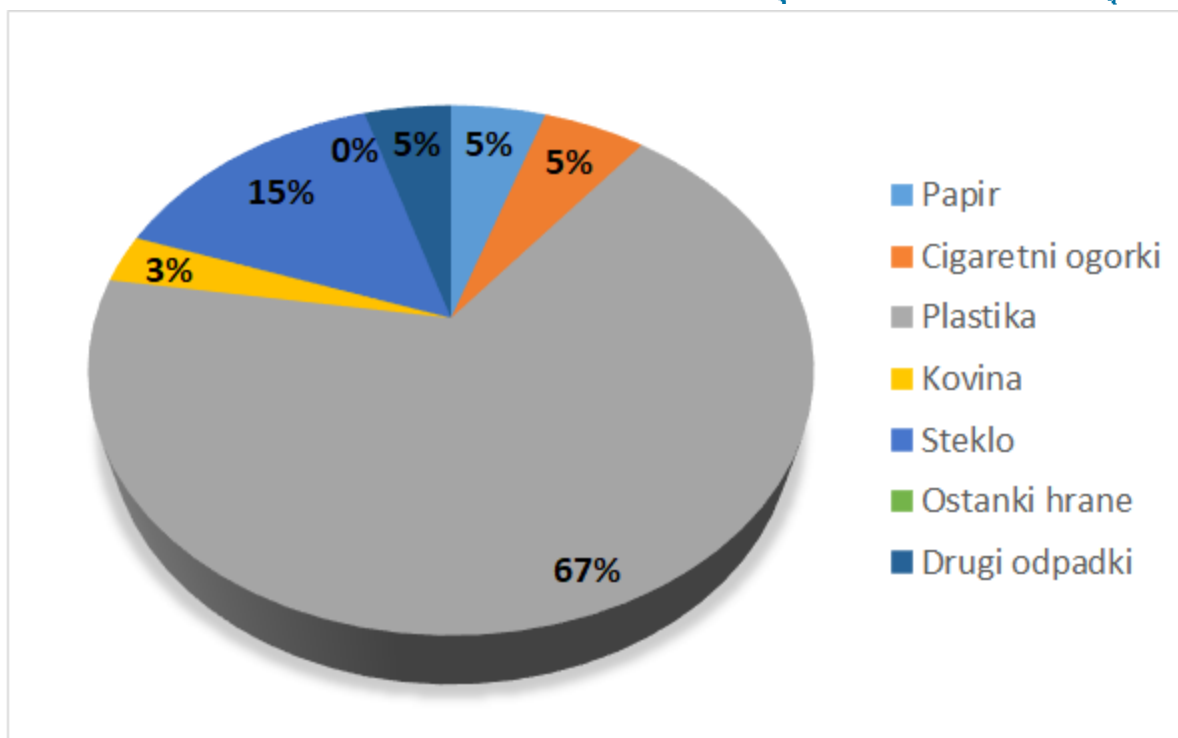
Namen uporabljene metodologije je bilo pridobiti podatke o količinah gostoti odpadkov na m² (gostota odpadkov) in razvrstitev odpadkov glede na materialno sestavo, ki vsebuje 6 kategorij: papir, cigaretni ogorki, plastika, kovina, steklo, ostanki hrane, drugi odpadki. V ta namen je bilo se izbrano mesto vzorčenja na rečni brežini, ki je merilo približno 50 metrov v dolžino (vzdolž reke) in 20 metrov v širino (od reke prečno na brežino). To mesto se je bilo navidezno razdeljeno v tri območja, ki ponazarjajo tri enako široke pasove rečne brežine; . Ta območja se poimenuje »Območje A«, ki predstavlja dno brežine (območje v rednem stiku z vodo), »Območje B«, ki predstavlja vrh brežine (območje, ki je občasno v stiku z vodo) in »Območje C«, ki predstavlja zaledje reke (območje, ki ni v stiku z vodo). Območja od A do C so potekala vzporedno z reko, transekti od 1 do 3 pa potekajo prečno na reko. Podrobnejša navodila so na strani 16. projektne knjižice.



Prikaz območij (A, B in C), transektov (1, 2, 3) in posameznih točk vzorčenja

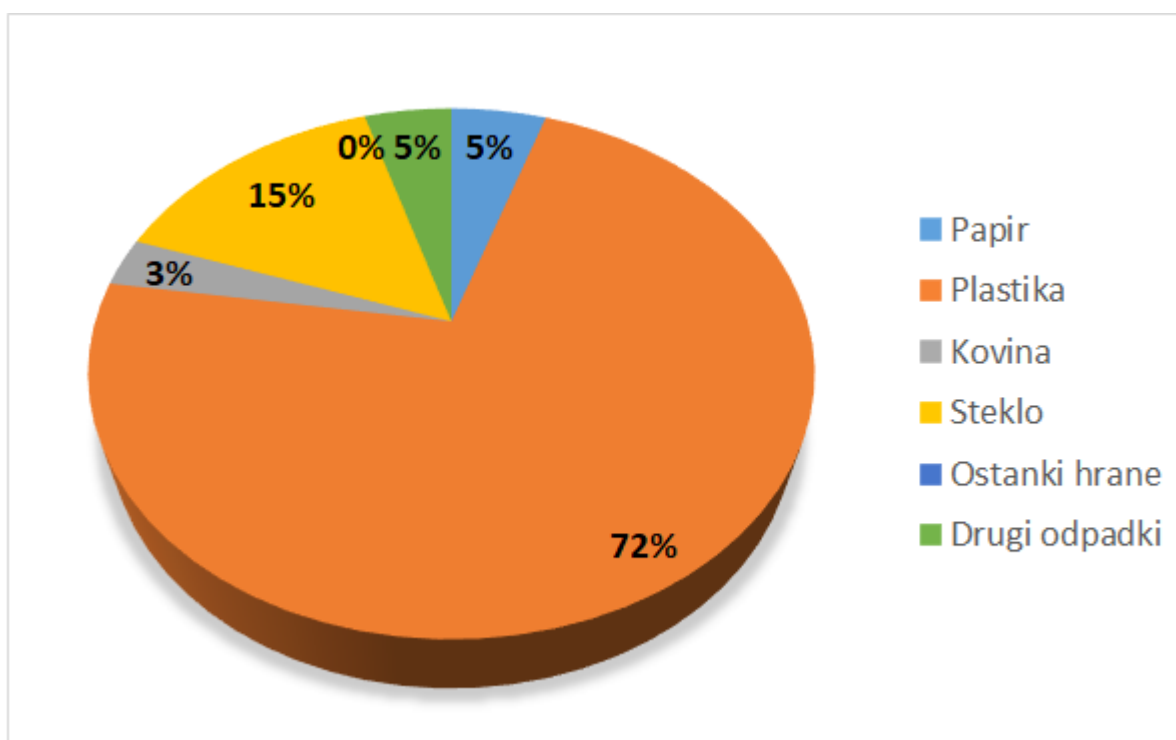
V vsakem krogu, ki meri 7 m² so učenci pobrali vse odpadke večje od 2,5 cm (vključno s cigaretnimi ogorki) in jih zložili na belo blago ali podlago. Ob zložene odpadke so priložili tudi oštevilčen listek za lažjo identifikacijo in preveritev podatkov s fotografij. Posebno pozornost je bilo potrebno nameniti vidnosti odpadkov na fotografijah, kar pomeni, da je bilo potrebno odpadke zložiti na način, da se med seboj ne prekrivajo in da je bilo mogoče razločiti podlago od listka s podatki vzorčne točke.

Po poročanih podatkih je bilo v skupinah A izvedenih 5 vzorčenj na skupni površini 315,0 m². Po materialni sestavi odpadkov na brežinah so po številu pričakovano prevladovali odpadki iz plastičnih materialov. Ti so predstavljali 67 % vseh najdenih odpadkov. Steklo je predstavljalo 15 % vseh najdenih odpadkov, 5 % so predstavljali cigaretni ogorki, papir in drugi odpadki ter 3 % odpadki iz kovine.



Delež odpadkov po materialni sestavi odpadkov na rečnih brežinah skupine A

Ker se je v projektu pričakovalo pogosto pojavljanje cigaretnih ogorkov, se jih je v sklopu analiziranja podatkov ločeno spremljajo. Po združitvi cigaretnih ogorkov, ki so iz različnih polimernih materialov, v kategorijo plastika se delež plastike na rečnih brežinah še poveča. Plastika v tem primeru predstavlja 72 % vseh najdenih odpadkov. Ostali deleži ostanejo enaki. Skupno število zbranih in odstranjenih odpadkov v skupinah A je bilo 3.362 kosov odpadkov različne materialne sestave, od tega je bilo pozitivno verificiranih 3.140 kosov odpadkov.



Delež odpadkov po skupni materialni sestavi (plastika in cigaretni ogorki združeni) odpadkov na rečnih brežinah – skupine A

Izmed 45 vzorčnih točk skupine A (5 šol x 9 vzorčnih točk) je bilo uspešno verificiranih in preverjenih 41 vzorčnih točk. Tri točke so bile zavrjene zaradi manjkajočih fotografij (so se izgubile med delovnim procesom).

Glede na pridobljene rezultate – deleži glede na materialno sestavo, so rezultati projekta primerljivi z rezultati drugih znanstveno raziskovalnih publikacij (Fleet s sod. 2021).

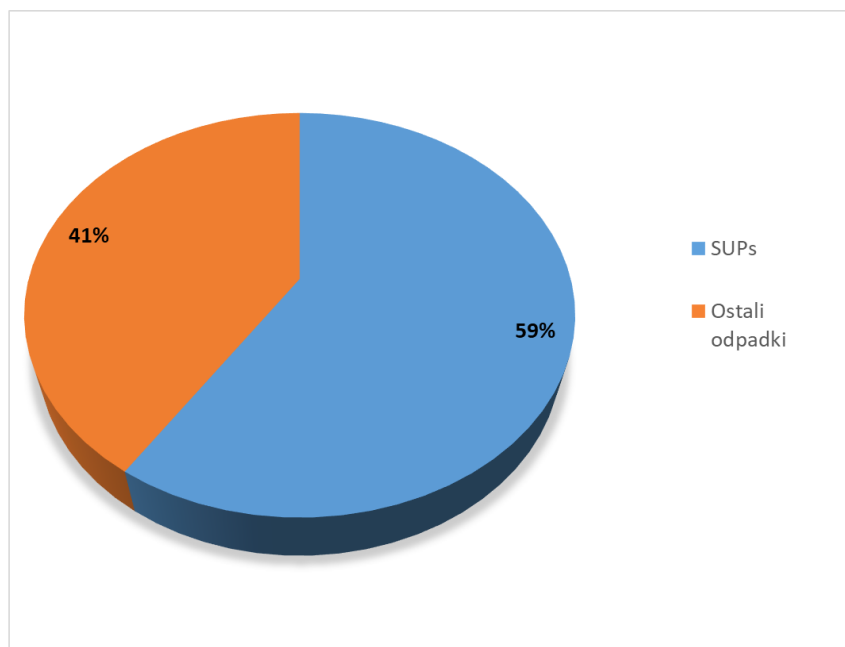
SKUPINA B – KVANTIFIKACIJA VRSTNE SESTAVE ODPADKOV

Namen metodologije, ki jo je uporabila skupina B, je bilo pridobiti podatke o številu in vrstni sestavi makro odpadkov na rečnih brežinah. Odpadke so učenci pobirali ob reki v pasu širine 20 m in hkrati merili dolžino pasu. Razvrščanje odpadkov je potekalo na platnu, t.i. sortirni postaji, kjer so odpadke razvrščali v 25 kategorij. Po štetju odpadkov glede na vrstno sestavo so odpadke ločeno po materialni sestavi tudi stehali.

Kategorije odpadkov po metodi Pirati plastike za skupino B

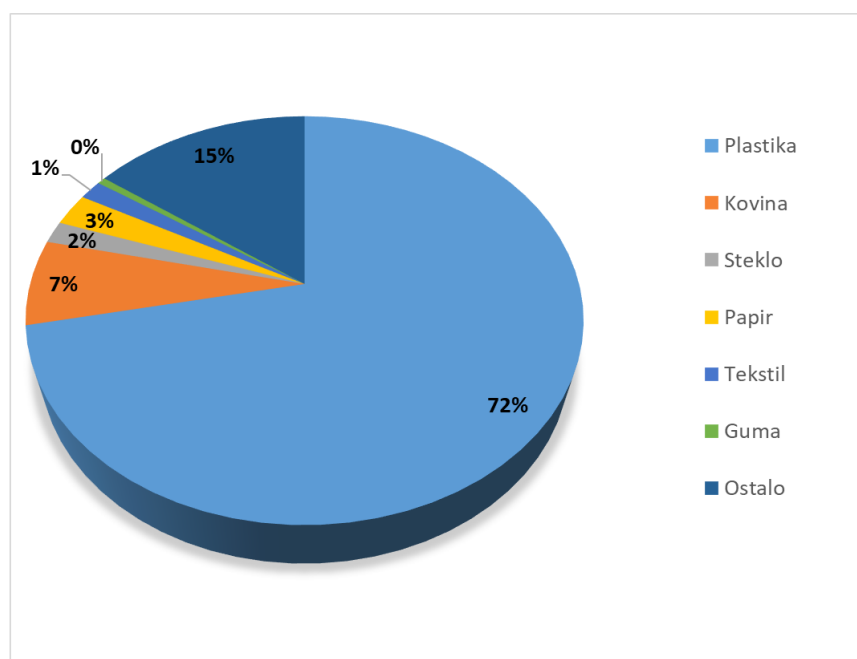
Vrste odpadkov
Plastične vrečke
Plastenke
Plastični zamaški plastenk/steklenic
Embalaža za hrano za seboj in embalaža hitre prehrane, vključno s kavnimi lončki za enkratno uporabo in njihovimi pokrovčki
Plastični pribor ali plastični krožniki (tudi plastične palčke za mešanje kave in plastične slamice)
Plastična embalaža sladkarij, piškotov, čipsa itd.
Stiropor
Vatirane palčke s plastičnimi držali
Vlažilni robčki, tamponi in higienski vložki
Koščki plastike
Drugi neopredeljeni plastični predmeti
Pločevinke pijač
Zamaški steklenic
Alu folija
Drugi neopredeljeni kovinski predmeti
Steklenice
Koščki stekla
Drugi neopredeljeni stekleni predmeti
Cigaretni ogorki
Papir
Tekstilni izdelki
Baloni
Guma
Drugi neopredeljeni odpadki
Lokalni odpadki

Vse osnovne šole so izvedle vzorčenje odpadkov v skupini B. Odpadki so bili pobrani na skupni dolžini 430,0 metrov, pri čemer je bila povprečna dolžina transektu 106 metrov. V povprečju se je v območju vzorčenja skupin B nahajalo 2,50 odpadka na dolžinski meter oziroma 250 odpadkov na 100 dolžinskih metrov. Onesnaženost slovenskih rek je primerljiva z onesnaženostjo slovenske obale, kjer je bilo v letu 2020 2,71 odpadka na dolžinski meter oziroma 271 odpadkov na 100 dolžinskih metrov (IZVRS, 2022). Pri primerjavi števila plastičnih odpadkov za enkratno uporabo, vključno s cigaretami ogorki (SUP) in ostalimi odpadki je opaziti, da prevladujejo plastični odpadki za enkratno uporabo (59 %). Preostali odpadki so predstavljali 41 % vseh najdenih odpadkov.



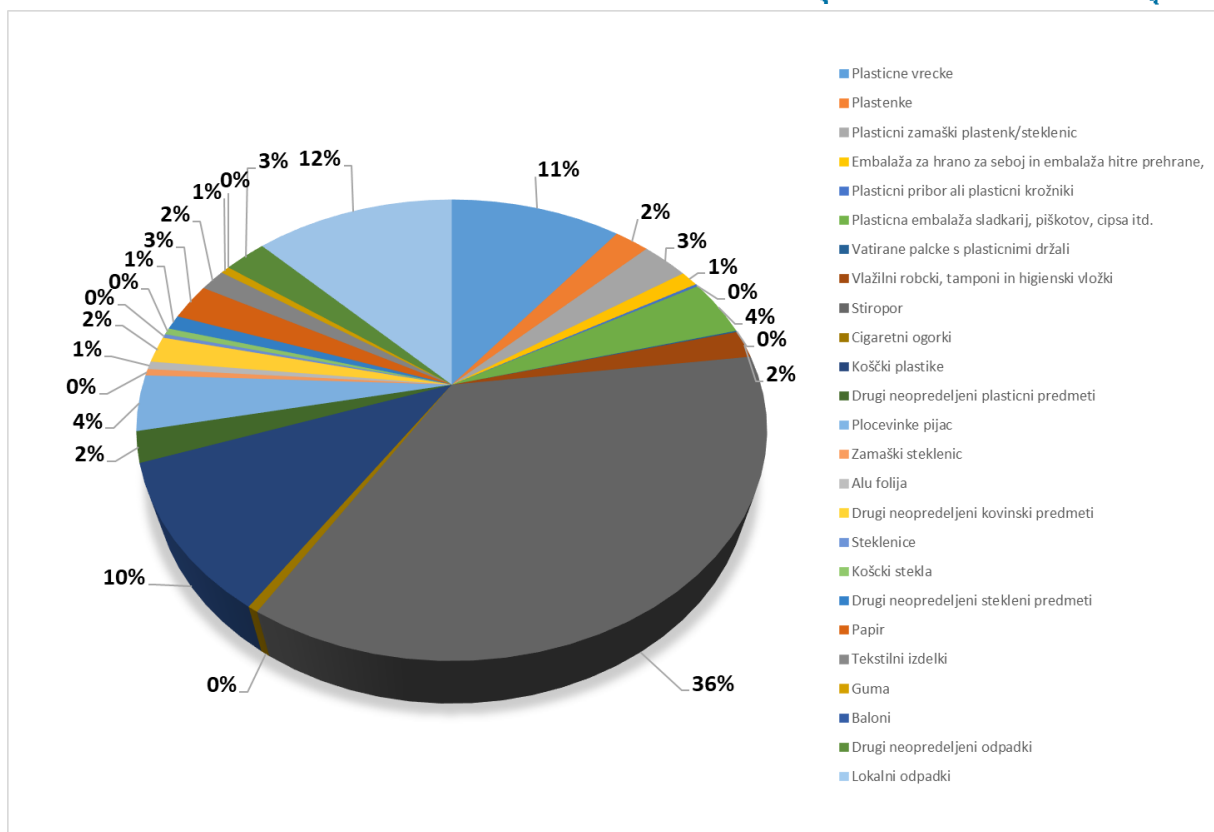
Delež odpadkov iz plastike za enkratno uporabo in ostalih odpadkov – skupine B

Po materialni sestavi so prevladovali odpadki iz plastike, ki so predstavljali 72 % vseh najdenih odpadkov. Manj pogosto najdeni odpadki so bili iz kovin (7 %), papirja (3 %) in stekla (2 %). Ostali odpadki so predstavljali 15 % vseh najdenih odpadkov, odpadki iz tekstila pa 2 %. Najmanj odpadkov je bilo iz kategorije guma (manj kot 1 %).



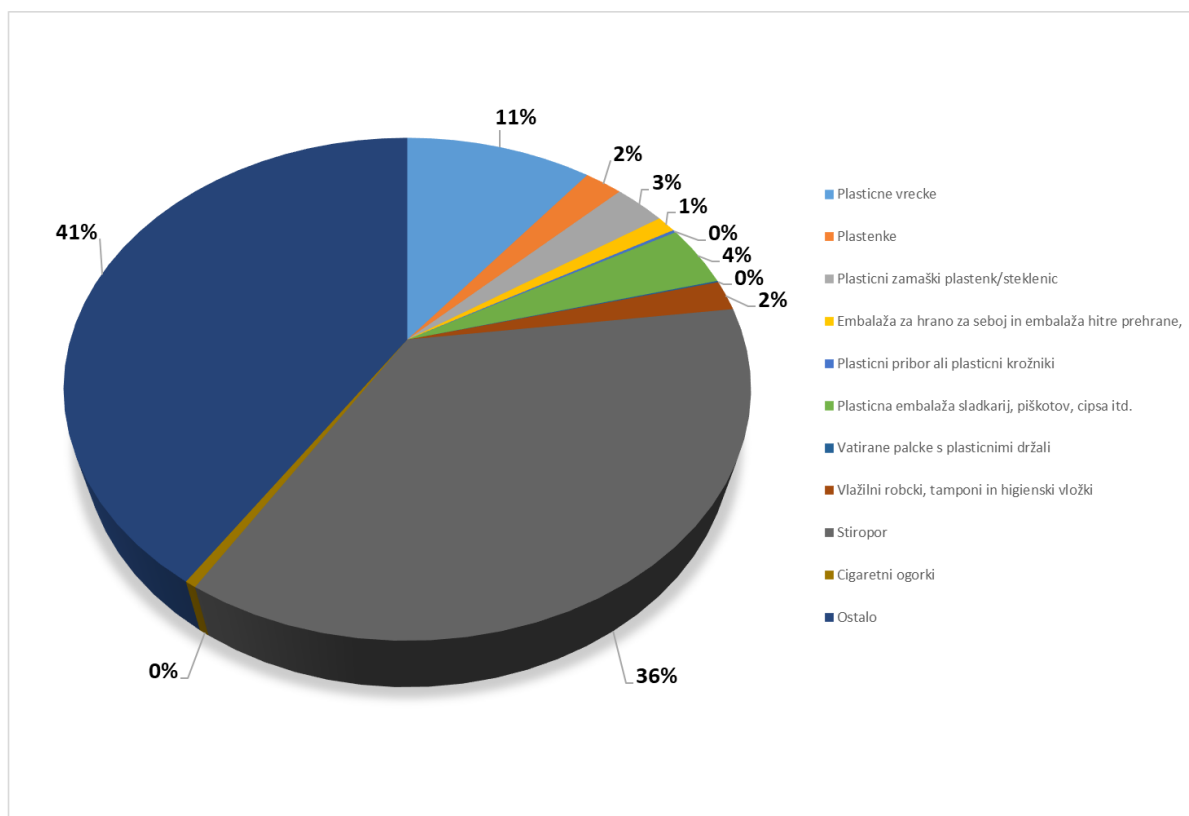
Delež števila odpadkov po materialni sestavi – skupine B

Po vrstni sestavi so po številu odpadkov prevladovali plastični izdelki. Med njimi so bili najpogostejši koščki stiroporja (386 koščkov), kar predstavlja 36 % vseh odpadkov. Med pogosto najdenimi odpadki so bili lokalni odpadki (12 %), plastične vrečke vključno s koščki (11 %) in koščki plastike (10 %). Med najpogostejšimi odpadki, ki niso iz kategorije plastike, so bili lokalni odpadki, pločevinke pijač in odpadki iz papirja. Preostali odpadki (plastični zamaški, plastična embalaža sladkarij, platenke, itd.) so bili najdeni v manjših količinah in sicer 1 – 4 % vseh najdenih odpadkov na rečnih brežinah reke Reke.



Vrstna sestava vseh zbranih odpadkov – skupine B

Bolj natančna razdelitev deleža števila odpadkov iz plastike za enkratno uporabo (SUP) prikaže, da 36 % plastičnih odpadkov za enkratno uporabo predstavljajo koščki stiroporja (36 %). Med najpogostejšimi odpadki iz plastike za enkratno uporabo so tudi plastične vrečke, plastična embalaža sladkarij, plastični zamaški, vlažilni robčki in platenke. Delež plastičnih odpadkov za enkratno uporabo predstavlja kar 59 % vseh zbranih odpadkov. Ostali odpadki, ki niso bili iz plastike za enkratno uporabo, so predstavljali 41 % vseh najdenih odpadkov.



Prikaz razdelitve SUP odpadkov (59 %) v primerjavi z ostalimi odpadki (41 %) – skupine B

SKUPINA C – PLAVAJOČI MAKRO ODPADKI

Namen aktivnosti skupine C je bilo pridobiti podatke o številu plavajočih makro odpadkov v določenem časovnem obdobju. Za izvedbo te aktivnosti je potrebno zagotoviti predvsem ustrezno točko opazovanja (most, bry, pomol itd.). Priporočljivo je, da se spremljanje plavajočih makro odpadkov izvaja v bližini skupine vzorčevalcev, ki opravljajo vzorčenje mikroplastike na površini rek (z uporabo mreže). Plavajoče odpadke se spremlja vsaj 30 min in manj od 60 min. V popisni list se vnese začetni in končni čas opazovanja. Če je tok reke dovolj počasen se lahko plavajoče odpadke tudi fotografira. Na točki opazovanja je potrebno zabeležiti GPS koordinate in oceniti širino reke ter širino opazovanega pasu. Širino reke se lahko določi tudi iz GPS koordinat na eni in na drugi strani reke, obe vrednosti se zapiše v popisni list (Slika 4). Za izmero se priporoča spletno aplikacijo Google Earth/Google maps, lahko pa tudi Atlas okolja in Atlas voda.

Tri šole so spremljale plavajoče odpadke 60 minut, dve šoli pa 30 oziroma 34 minut. V vseh štirih vizualnih opazovanjih ni bilo zabeleženih plavajočih odpadkov. Širina opazovanega dela rek se je gibala med 18m in 2m. Ker so bila vzorčenja izvedena v različnih časovnih obdobjih, se posledično razlikujejo tudi pretoki reke Reke in sicer se vrednosti pretokov gibljejo med 0,15 m/s do 1,12 m/s.

ANALIZA MIKROPLASTIKE V VODI

Plastiko v okolju lahko razvrstimo glede na njeno velikost. Makroplastika so delci, večji od 25 mm, mezoplastika je velika od 5 do 25 mm, mikroplastika (MP) je manjša od 5 mm, vsi delci, manjši od 1 μm , pa veljajo za nanoplastiko. Plastični delci manjših dimenzij so bodisi proizvedeni namensko kot primarna mikroplastika, v obliki peletov za nadaljnjo proizvodnjo plastičnih izdelkov ali granul za uporabo v kozmetiki in čistilnih sredstvih ali pa so posledica razgradnje večje plastike v okolju in jih imenujemo sekundarna mikroplastika. Mikroplastično onesnaženje sladkih voda izvira iz antropogenih virov, kot so gospodinjstva, promet ali industrijske dejavnosti. Glavne poti prenosa v vodna telesa so odpadne vode iz gospodinjstev in industrije, izpusti iz čistilnih naprav, atmosferska depozicija, odtekanje padavinske vode, kmetijski izpusti ali razpadanje plastičnih odpadkov, ki so bili neustrezno odvrženi v okolje. Mikroplastiko v rekah najdemo v različnih oblikah, ki jih razvrščamo med fragmente, filme, vlakna, pene, pelete in granule. Fragmenti so plastični delci, ki nastanejo pri drobljenju večjih plastičnih predmetov, pogosto so različnih barv in so poleg vlaken med najpogostejšimi delci v sladkih vodah. Sintetična vlakna preidejo v vodo s pranjem tekstila. Večina jih je sicer iz gospodinjstev odpadnih voda odstranjena v čistilnih napravah, vlakna pa so lahko prisotna tudi v ozračju, od koder se odložijo v vodna telesa. Filmi so večinoma prozorni, tanki in prožni. Peleti so primarna mikroplastika, proizvedena kot surovina za nadaljnjo predelavo v večje plastične proizvode, in so običajno nepravilnih, okroglih oblik, veliki okrog 5 mm. Granule so manjše od peletov, s premerom približno 1 mm in kroglaste oblike. To so običajno mikrokroglice iz kozmetičnih ali čistilnih sredstev. Pene so navadno delci polistirenske pene, ki jo poznamo kot izolacijski in embalažni material, in so večinoma bele ali rumene barve, mehke in nepravilnih ali okroglih oblik. Mikrodelci plastike so izdelani iz različnih sintetičnih polimernih materialov, med katerimi so najpogostejši polietilen (PE), polistiren (PS), polipropilen (PP), polietilentereftalat (PET), polivinilacetat (PVA) in polivinilklorid (PVC).

Vzorčenje mikroplastike je bilo delo skupine C. Podrobna navodila so opisana v [Projektne knjižici](#) na str. 22-23. Mreža za vzorčenje mikroplastike, ki smo jo poslali na šole, je imela velikost očesa 1 mm in površino odprtine 35×11 cm, pri čemer je bilo ocenjeno, da je bilo med vzorčenjem v vodo potopljenih približno 35×9 cm (0,0315 m²). Nekatere materiale so morali udeleženci zagotoviti sami, kot so daljša vrv in prazne plastenke (ali druge plovce) za namestitvev na mreže za vzorčenje v vodotoku, štoparica ali pametni telefon za merjenje časa, 20 m dolg merilni trak ali vrv za določitev 20 m dolgega odseka vzdolž toka, tri palice podobne velikosti, ki so jih lahko nabrali na mestu vzorčenja.

Izbrane šole so vzorčile reke in potoke, zabeležile koordinate GPS in fotografirale mesto vzorčenja. Hitrost rečnega toka je bila izmerjena z merilnim trakom za določitev 20-metrskega (ali manj) odseka vzdolž vodotoka. Mesto, kjer so merili hitrost toka, naj bi bilo enako mestu, kjer je postavljena mreža za mikroplastiko, saj se hitrost razlikuje po širini struge. Čas, v katerem je palica prepotovala odsek, je bilo treba izmeriti trikrat zapored. Hitrost rečnega toka (f_v) je bila izračunana po enačbi: prepotovana razdalja (m)/povprečna vrednost meritev časa (s).

Skupina C je na mrežo pritrdila plastenke, da je ostala na gladini, jo vrgla v potok in jo tam pustila 60 minut oziroma za čas, ki so ga zabeležili. Mrežo je bilo mogoče pritrditi na most, drevo ali na drugo primerno mesto na obrežju. Po vzorčenju so mrežo in njeno vsebino posušili, jo skrbno zložili, in jo v priloženi ovojnici poslali nazaj na Morsko biološko postajo Piran NIB.

Vsebina je bila iz mreže izprana na sito z 0,5 mm očesi z demineralizirano vodo MiliQ. Odstranjeni so bili večji deli organskih snovi in večji plastični kosi, ki so bili zbrani ločeno. Večje vzorce, ki so vsebovali več

organskih snovi, smo po delih izpirali iz mreže v več petrijevk. Vzorke smo pregledali pod secirnim mikroskopom (Leica EZ4, 8x - 35x povečava) in s pinceto izločili vse delce, ki smo jih vizualno prepoznali kot plastiko (enaka debelina po dolžini, prozorna ali svetla barva, nelomljiva itd.). Izvzeti delci so bili nato fotografirani in izmerjeni z Olympus SZX16 (7x - 115x) in programsko opremo cellSens. Določili smo vrsto (fragment, film, pena, pelet ali granula) in barvo delca. Zaradi velike možnosti kontaminacije vzorca z vlakni, ki se prenašajo po zraku, ali z oblačil med vzorčenjem, ravnanjem z mrežo ali sortiranjem, so bila vlakna, najdena v vzorcih, izključena iz analiz.



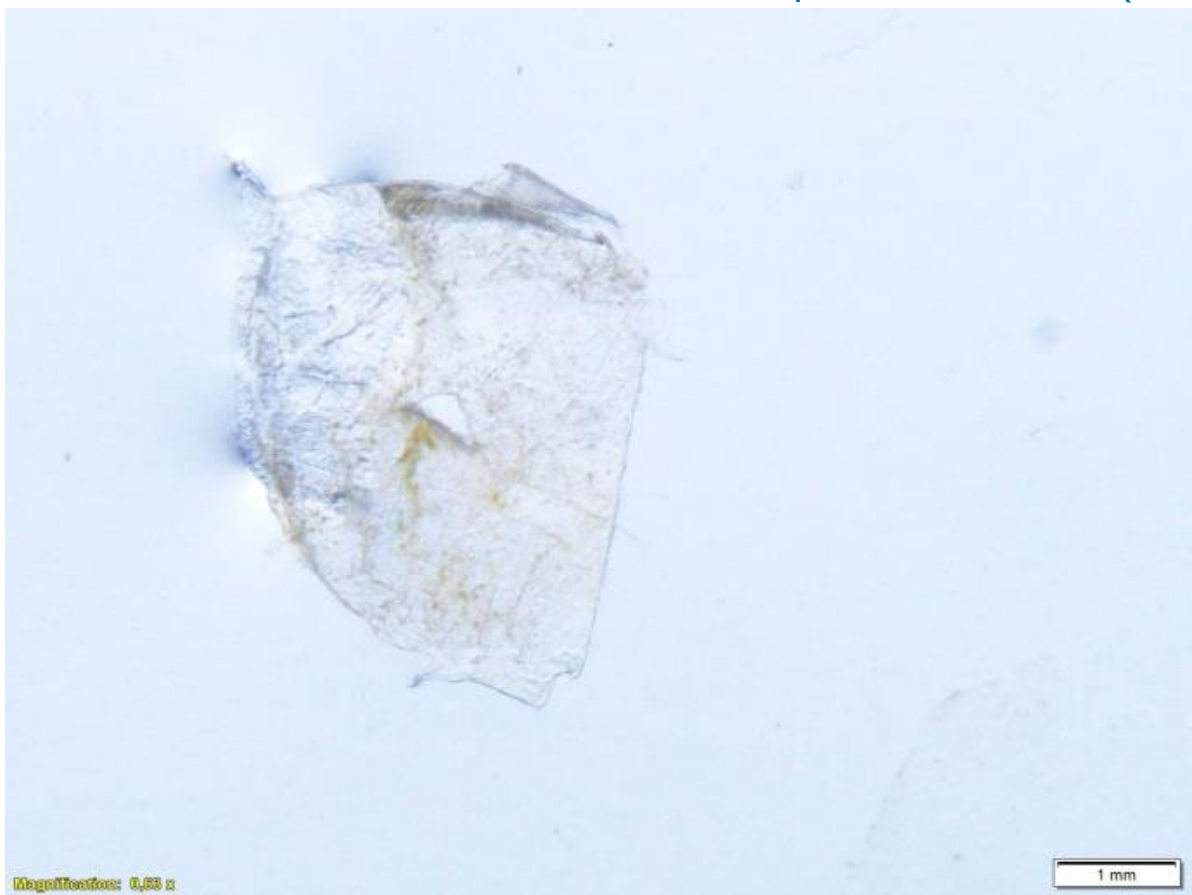
Delo v laboratoriju NIB: od leve proti desni: spiranje mreže, vzorec na situ 0.5mm, sortiranje vzorca pod lupo.

Po fotografiranju so bili vsi delci analizirani z infrardečim spektrometrom s Fourierovo transformacijo (ATR-FTIR) za identifikacijo vrste plastičnega materiala. Dobljeni spektri so bili s pomočjo programa PerkinElmer primerjani s standardnimi spektri materialov, na podlagi katerih je bila določena sestava delcev.

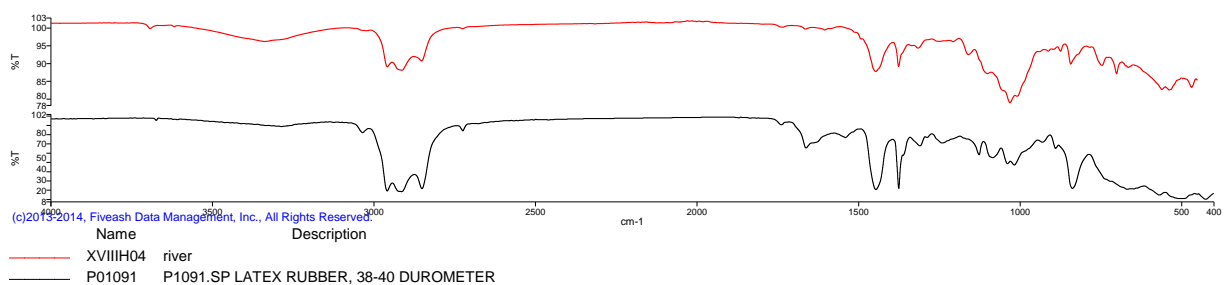
Število večjih delcev mikroplastike na 1 m³ je bilo izračunano z naslednjo formulo (noa = površina odprtine mreže, potopljene v reko = 0,0315 m², t = čas vzorčenja): število plastičnih delcev v mreži/(fv*noa*t).

Opravljenih je bilo 5 vzorčenj na reki Reki v obdobju med 10. oktobrom 2022 in 17. marcem 2023. Skupaj je bila mikroplastika najdena le v enem vzorcu, mezoplastika, ki je sicer ne upoštevamo pri izračunih plastike pa v dveh. Mikroplastika je bila najdena v zadnjem vzorcu v dolvodni smeri, na lokaciji Kuteževo, Trpčane (koordinate 45.525058 S, 14.329238 V; OŠ Podgora Kuteževo), in sicer film iz sintetične gume velikosti 4.8 mm. Glede na poročane hitrosti tokov smo izračunali, da je bilo v vzorcu najdeno 0.015 delcev mikroplastike/m³. Na isti lokaciji je bil najden tudi delec mezoplastike, polietilenski film velikosti 7.8 mm. V vzorcu reke Reke (Doljna Bitnja, most v vasi, koordinate 45.608432 S, 14.179326 V, OŠ Košana) je bil najden en delec mezoplastike, film kopolimera etilen vinil acetat velikosti 17.8 mm

Leta 2021 je bilo 96 vzorčenj opravljenih na 53 vodotokih, večinoma v porečjih Drave in Save, ter nekaj vodotokov, ki spadajo v porečje Mure in nekaj vodotokov ki se izlivajo v Jadransko morje. V 51 % vzorcev je bila prisotna mikroplastika. V 62 % (33) vodotokov je bila mikroplastika najdena v vsaj enem vzorcu. Kljub temu, da smo mikroplastiko potrdili le v enem (20 %) vzorcu reke Reke, smo mezoplastiko potrdili v istem, ter še v enem (skupaj 40 %) vzorcev, zato se reka Reka uvršča v z mikroplastiko onesnažene vodotoke.

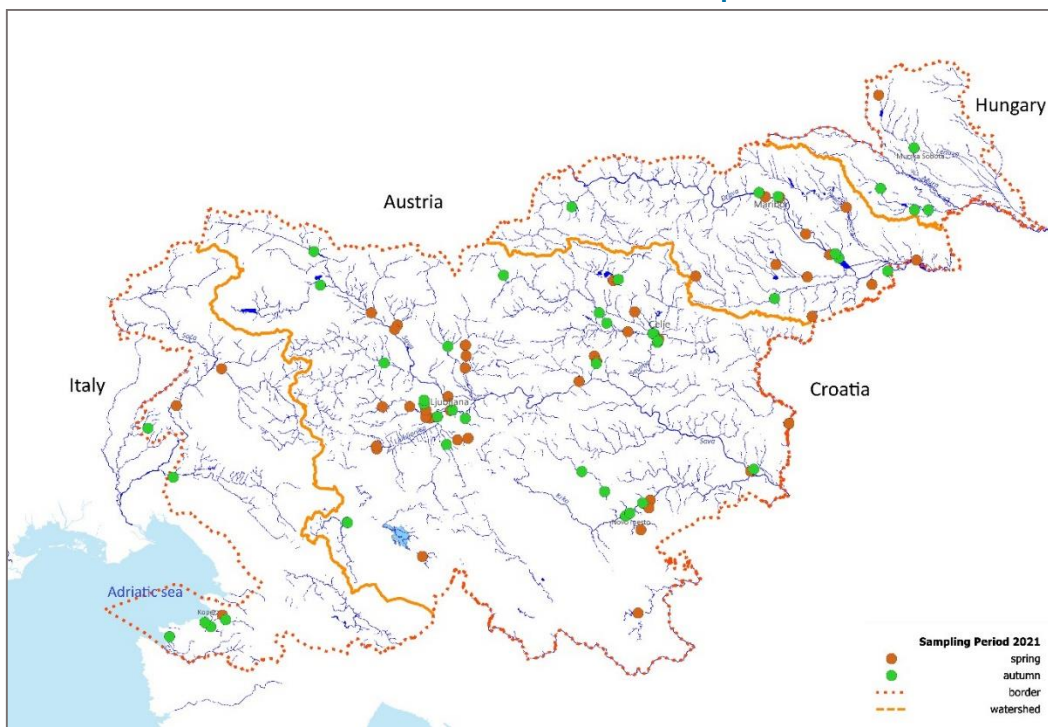


Delec mikroplastike iz reke Reke pri Kuteževem, Trpčane

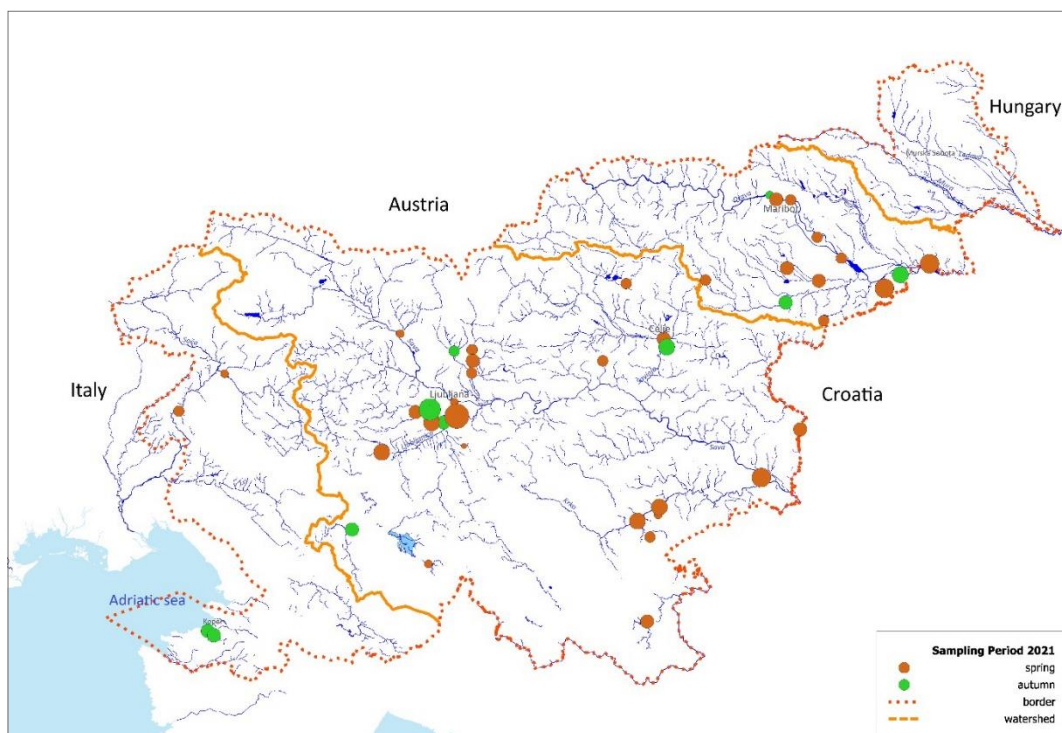


FTIR spekter delca mikroplastike iz reke Reke (Kuteževo, Trpčane), sintetična guma

Na zemljevidu so prikazana mesta vzorčenja, kjer je bila najdena mikroplastika v letu 2021, velikosti krogov pa so glede na koncentracijo delcev/m³. Rang je bil izračunan po formuli $x = \text{INT}(\ln(\text{delci}/\text{m}^3) * 1000 + 1)$. Največji krogi se nahajajo v okolici glavnega in največjega mesta Ljubljane ter na zadnjih lokacijah v spodnjem toku povodij Save in Drave pred mejo s Hrvaško.



Vzorčenja v obeh obdobjih leta 2021 v Sloveniji. Oranžna črta označuje mejo med različnimi porečji/povodji: od leve proti desni: Jadransko povodje, porečje Save, porečje Drave in porečje Mure.



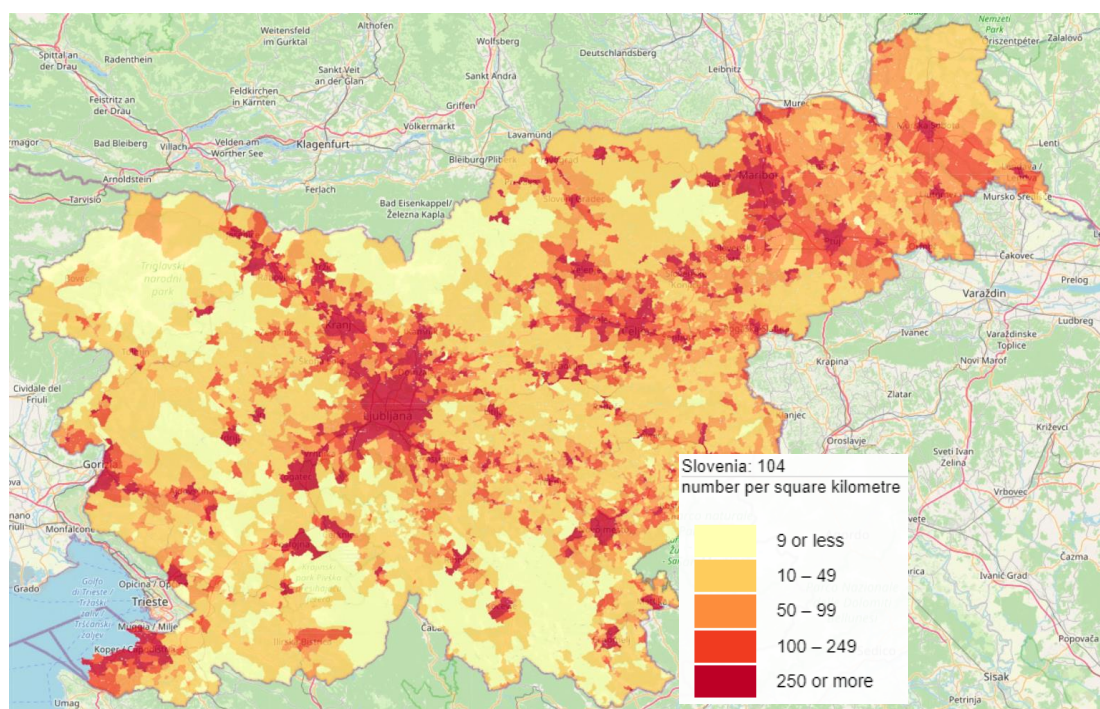
Z mikroplastiko onesnaženi potoki in reke z različnim obsegom onesnaženja.

Ugotovili smo, da je več kot polovica slovenskih rek onesnaženih z mikroplastiko (na zemljevidu prikaz vzorčnih mest z mikroplastiko, rang 1: število delcev je manjše od 0.01 delca/m³, rang 13: število delcev je večje od 1,2 delca/m³).

Onesnaženost vseh opazovanih slovenskih vodotokov iz leta 2021 z mikroplastiko je okoli 0,005 delca/m³ (mediana). Najpogostejši material v 2021 je bil polistiren, druga najpogostejša plastika v pa je bila poliamid ali polietilen.

Kategorije plastičnih materialov

- Polistiren (PS)
- Polietilen (PE)
- Polipropilen (PP)
- Polivinilklorid (PVC)
- Polietilen tereftalat (PET)
- Poliamid (PA)
- Sintetična guma
- Poliakrilat
- Akrlatni kopolimer
- Poliestri (razen PET)
- Poliuretan
- Epoksidna smola
- Kopolimeri
- Drugi



Gostota poselitve v Sloveniji (število prebivalcev/km²) (STAGE, dostop 27. 2. 2022)

Med opazovanjem pod binokularnim mikroskopom je bilo ugotovljeno, da so bili nekateri delci prekriti z biofilmi, kar je vplivalo tudi na analizo FTIR. Stopnja prekritosti z biofilmi se je med vzorci razlikovala in

je lahko povezana z različnimi dejavniki, kot so dolžina časa, za katerega je bil delec v vodi, hidrodinamični pogoji, velikost delcev in večja vsebnost organskih snovi v vodi.

Večina vzorcev v letu 2021 je bila odvzetih v bližini območij, kjer je gostota prebivalstva največja, saj je tam večina šol. Rezultati iz leta 2021 so pokazali, da so bile točke z najvišjimi koncentracijami mikroplastike v Sloveniji (Slika 24) na območju glavnega mesta Ljubljane (3,6 delca/m³ v Ljubljani in 2,6 delca/m³ v Pržancu) in okoliških območij (npr. Vrhnika in Domžale), ki sestavljajo največjo regijo z gostoto prebivalstva 250 prebivalcev/km² ali več. Poleg tega so bile nekatere najvišje koncentracije zabeležene tudi na zadnji lokaciji v spodnjem toku reke Save (0,71 delca/m³ na akumulacijskem jezeru med Krškim in Brežicami, kjer je razširitev rečne struge pred hidroelektrarno) in na Dravi v Ormožu (0,40 delca/m³), ki je tik pred izlivom Drave na hrvaško ozemlje. Obe lokaciji se nahajata navzdol po toku, za tem ko reki tečeta skozi najgosteje naseljeni območji (Ljubljana oziroma Maribor).

Po drugi strani pa je bil na vzorčevalnih mestih v porečju Save gorvodno od Ljubljane le en od šestih vzorcev, ki je vseboval mikroplastiko, in sicer na vzorčevalnem mestu v središču mesta Kranj z gostoto prebivalstva 250 prebivalcev/km² ali več.

Če primerjamo spodnje tokove Drave, Krke, Ljubljanice in Save ter vsebnost mikroplastike v njih, so bile najvišje koncentracije za vse štiri reke opažene v spomladanskih vzorcih na mestih, ki so najbolj oddaljena od izvira. V Savinji je bila najvišja koncentracija v jesenskem vzorčenju prav tako ugotovljena na vzorčevalnem mestu, ki je bilo najbolj oddaljeno od izvira. To nakazuje, da se mikroplastika kopiči v rečni vodi, koncentracija pa se povečuje navzdol po toku, zlasti ko reka in njeni pritoki tečejo skozi gosteje poseljena območja.

VIRI

GREGO, Mateja (avtor, vodja projekta), TRDAN, Štefan, ROBIČ, Uroš, SREŠ, Katja, JAMŠEK, Jena, COLJA, Špela, ŠIŠKO, Milijan, BAJT, Oliver, KRANJC, Jaka, KOVAČ VIRŠEK, Manca. Pirati plastike - dajmo Evropi: mladi skupnostni znanstveniki z misijo pridobivanja podatkov in širjenja znanja o onesnaženosti rek s plastiko in mikroplastiko : CRP projekt V1-2040 : zaključno poročilo. Piran: Nacionalni inštitut za biologijo, Morska biološka postaja, 2022. 45 str., ilustr., zvd. Poročila, 201 a

COLJA, Špela. Microplastic pollution of Slovenian rivers researched with citizen science approach: master thesis.

Fleet, D., Vlachogianni, Th. and Hanke, G., 2021. A Joint List of Litter Categories for Marine Macrolitter Monitoring. EUR 30348 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2021, ISBN 978-92-76-21445-8, doi:10.2760/127473, JRC121708