

VRSTE MAKRO ODPADKOV OB REKAH PO POPLAVAH 2023 V SAVINJSKO-ŠALEŠKI REGIJI: IZZIVI IN PRILOŽNOSTI

dr. Natalija Špeh

Fakulteta za varstvo okolja

natalija.speh@fvo.si

Ana Marinčič

Razvojna agencija SAŠA

ana.marincic@ra-sasa.si

DOI: https://doi.org/10.3986/9789610510345_11

IZVLEČEK

Vrste makro odpadkov ob rekah po poplavah 2023 v Savinjsko-Šaleški regiji: izzivi in priložnosti

Poplave avgusta 2023 so v Savinjsko-Šaleški regiji naplavile velike količine makro odpadkov. Namen raziskave je bil ovrednotiti obremenjenost Savinje in Pake ter oblikovati podatkovno podlago za ukrepe upravljanja vodotokov in prenovo Območnega razvojnega programa. Aprila 2024 je bil izveden popis osmih lokacij, kjer so bili ocenjeni količina odpadkov (m^3), sestava in delež plastike, tipizacija izvora ter pripravljeni kartografski prikazi. Skupaj je bilo evidentiranih $39 m^3$ odpadkov ob Savinji in $11 m^3$ ob Paki, pri čemer je uteženi delež plastike znašal 63 % in 89 %. Najpogostejše so bili prisotni gradbeni materiali, folije, kmetijski ostanki ter deli vozil. Statistične analize niso potrdile povezav med količino, površino območij in deležem plastike, a so pokazale žarišča onesnaženja. Rezultati so ključni za krepitev krožnega gospodarstva, vključitev v projekt PLASTIX ter oblikovanje kazalnikov obremenjenosti vodnih teles.

KLJUČNE BESEDE

hidrogeografija, vrste odpadkov, plastika, Območni razvojni program, krožno gospodarstvo, Savinjsko-Šaleška regija

ABSTRACT

Composition of macro litter along rivers after the 2023 floods in the Savinja-Šalek region: Challenges and opportunities

The August 2023 floods deposited significant amounts of macro-litter in the Savinja-Šalek region. The aim of the study was to assess the load on the Savinja and Paka rivers and provide an evidence base for river management and the revision of the regional development programme. In April 2024, eight sites were surveyed, assessing waste volumes (m^3), composition and plastic share, source categories, and GIS mapping. A total of $39 m^3$ was recorded along the Savinja and $11 m^3$ along the Paka, with weighted plastic shares of 63% and 89%. Construction materials, plastic films, agricultural residues and vehicle parts dominated. Statistical tests revealed no significant correlations between volumes, site area and plastic share, but identified pollution hotspots. The findings are essential for advancing circular economy measures, supporting the PLASTIX project, and informing indicators of riverine litter pressures.

KEY WORDS

hydrogeography, types of waste, plastics, regional development programme, circular economy, Savinja-Šalek region

1 Uvod

V skladu z opredelitvijo morskih odpadkov (MARLISCO 2012) so rečni odpadki (RO) vse obstojne, proizvedene ali predelane trdne snovi, ki so zavržene, odložene ali prepuščene rečnemu okolju. Gre za odpadke, ki izvirajo iz človekovih dejavnosti na kopnem in na različne načine končajo v rekah. Med najpogostejše materiale RO sodijo plastika, guma, papir, kovine, les, steklo in tekstil. Ti odpadki lahko plavajo na ali pod gladino vode, se kopičijo na bregovih ali pa ležijo na rečnem dnu.

Evropska zakonodaja, namenjena rečnim odpadkom je precej skromna. Evropska komisija je leta 2016 pripravila priporočila (*Riverine Litter ...* 2016), ki vključujejo sodelovanje držav članic, mednarodnih organizacij in nevladnih organizacij. Zakonodaja Evropske unije (EU) se z rečnimi odpadki ukvarja v okviru širših okoljskih politik, kot so Okvirna direktiva o vodah (2014) in Okvirna direktiva o morski strategiji (2008), ki obravnavata kakovost voda, v povezavi z varstvom morskega okolja. Direktiva o zmanjšanju vpliva nekaterih plastičnih proizvodov na okolje (2019) se nanaša na ravnanje s plastičnimi odpadki, medtem ko Direktiva o odpadkih (2008) spodbuja preprečevanje nastanka odpadkov, recikiranje in ponovno uporabo, kar neposredno vključuje koncept krožnega gospodarstva. Določa cilje varstva okolja, med drugim povečanje recikliranja komunalnih odpadkov na 55 % do 2025, na 60 % do 2030 in na 65 % do 2035.

V Sloveniji se rečni odpadki ne urejajo s posebnimi predpisi. Spadajo pod splošno regulativo Zakona o varstvu okolja (2022) in Uredbe o odpadkih (2022). Občine morajo zagotoviti zbiranje, prevoz in obdelavo odpadkov, posebni predpisi pa urejajo ravnanje z nevarnimi in gradbenimi odpadki (*Resolucija ...* 2020).

Znanstvene raziskave o rečnih odpadkih poudarjajo njihov pomemben vpliv na vodne ekosisteme, kakovost vode in javno zdravje. Študije kažejo, da reke služijo kot glavni prenosniki odpadkov, zlasti plastike, ki pogosto izvira iz urbanih območij, kmetijskega odtekanja in neustreznega ravnanja z odpadki. Pregled različnih študij primerov razkriva, da se kopičenje odpadkov razlikuje glede na regijo, na kar vplivajo dejavniki, kot so raba zemljišč, hidrologija in socialno-ekonomski pogoji. Za ublažitev onesnaženja s plastiko so nujni ciljniji posegi z uporabo daljinskega zaznavanja, biološkega spremljanja vodne biodiverzitete in integriranih strategij upravljanja (*Morritt in sodelavci* 2014; *Lebreton in sodelavci* 2017; *Schmidt, Krauth in Wagner* 2017; *Van Emmerik in Schwarz* 2020).

Raziskovalni vzgibi so izšli iz primanjkljaja podatkov o kakovosti rečnih voda, ki ni značilnost le Savinjsko-Šaleške regije, zlasti o makro odpadkih (MO) in mikro plastiki v/ob površinskih vodah. Ključne ugotovitve v prispevku vključujejo identifikacijo popisanih vrst odpadkov glede na dejavnost izvora. S preučevanjem rečnih odpadkov v vodnem okolju opozarjamo na škodljive učinke za vodne ekosisteme in z njimi povezane dejavnosti, na primer ribolov, rekreacija ter turizem (*Gasperi in sodelavci* 2014; *Castro-Jiménez in sodelavci* 2019; *Bernardini, McConville in Castillo Castillo* 2020; *Hurley in sodelavci* 2023; *Moss in sodelavci* 2021; *Schneider in sodelavci* 2021; *Palmas in sodelavci* 2022; *Tramoy in sodelavci* 2022).

Cilj upravljanja z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči je doseganje dobrega stanja voda in drugih, z vodami povezanih ekosistemov (*ARSO* 2025). V prispevku izpostavljen okoljski vidik aplikativne raziskave vključujemo v strateško načrtovanje (krožnega) gospodarstva in nanj navezujočih se dejavnosti Savinjsko-Šaleške regije. Glavni namen raziskave je aplikativno oceniti obremenjenost rečnih ekosistemov Savinje in Pake z MO po poplavih avgusta 2023 ter ta spoznanja prevesti v uporabne podlage za prenovi Območnega razvojnega programa Savinjsko-Šaleške regije 2021–2027 in za ukrepe upravljanja vodotokov v skladu s cilji krožnega gospodarstva ter umeščanjem v Interreg projekt PLA-STIX (2023–2027). Na ta način želimo zagotoviti zanesljivo podatkovno podlago o količini in sestavi makro odpadkov po poplavih 2023 na Savinji in Paki, ki neposredno usmerja prenovi Območnega razvojnega programa Savinjsko-Šaleške regije 2021–2027 ter ukrepe upravljanja vodotokov v okviru krožnega gospodarstva.

2 Savinjsko-Šaleška regija

Savinjsko-Šaleška regija (SAŠA) obstaja od ustanovitve povezave sedmih zgornje savinjskih in treh šaleških občin. Upravno pripada Savinjski statistični regiji. SAŠA regija se je oblikovala z razvojem regionalnih strategij in projektov, ki so tako povezali 10 občin: Gornji Grad, Ljubno, Luče, Mozirje, Nazarje, Rečica ob Savinji, Solčava, Šoštanj, Šmartno ob Paki in Velenje (slika 1). Predstavlja območno razvojno partnerstvo občin iz Savinjske in Šaleške doline. Gre torej za regijo, za katero se je uveljavil naziv Savinjsko-Šaleška regija oziroma SAŠA regija in se uporablja v gospodarskem, turističnem in razvojno-regionalnem smislu.

Območni svet županov SAŠA je 2019 ustanovil Razvojni svet za usklajevanje projektov in leta 2020 sprejel prvi Območni razvojni program SAŠA 2021–2027 (Območni ... 2020), ki vključuje strateški del (analiza potencialov, cilji) in programski del (ukrepi s časovnim ter finančnim načrtom ter sistemom spremljanja), skladno s 13. členom Zakona o spodbujanju skladnega regionalnega razvoja (2011). Analiza razvojnih potencialov je pokazala ključne razvojne potrebe in prednosti. Eno od prednostnih področij je ustvarjanje nizkoogljične, bolj zelene in povezane SAŠA regije v skladu z dvema ciljema evropske politike, in sicer 2: Bolj zelena, nizkoogljična Evropa in 3: Bolj povezana Evropa.

V prispevku smo se neposredno navezali na dve razvojni prioriteti: 2.4. Ohranjanje kakovosti okolja, ki zajema trajnostno gospodarjenje z vodnimi viri ter 2.5. Prehod na krožno gospodarstvo, ki zajema ravnanje z odpadki kot odziv na pritisk rastočega gospodarstva in potrošnje na omejene vire in nosilno sposobnost okolja (Območni ... 2020).

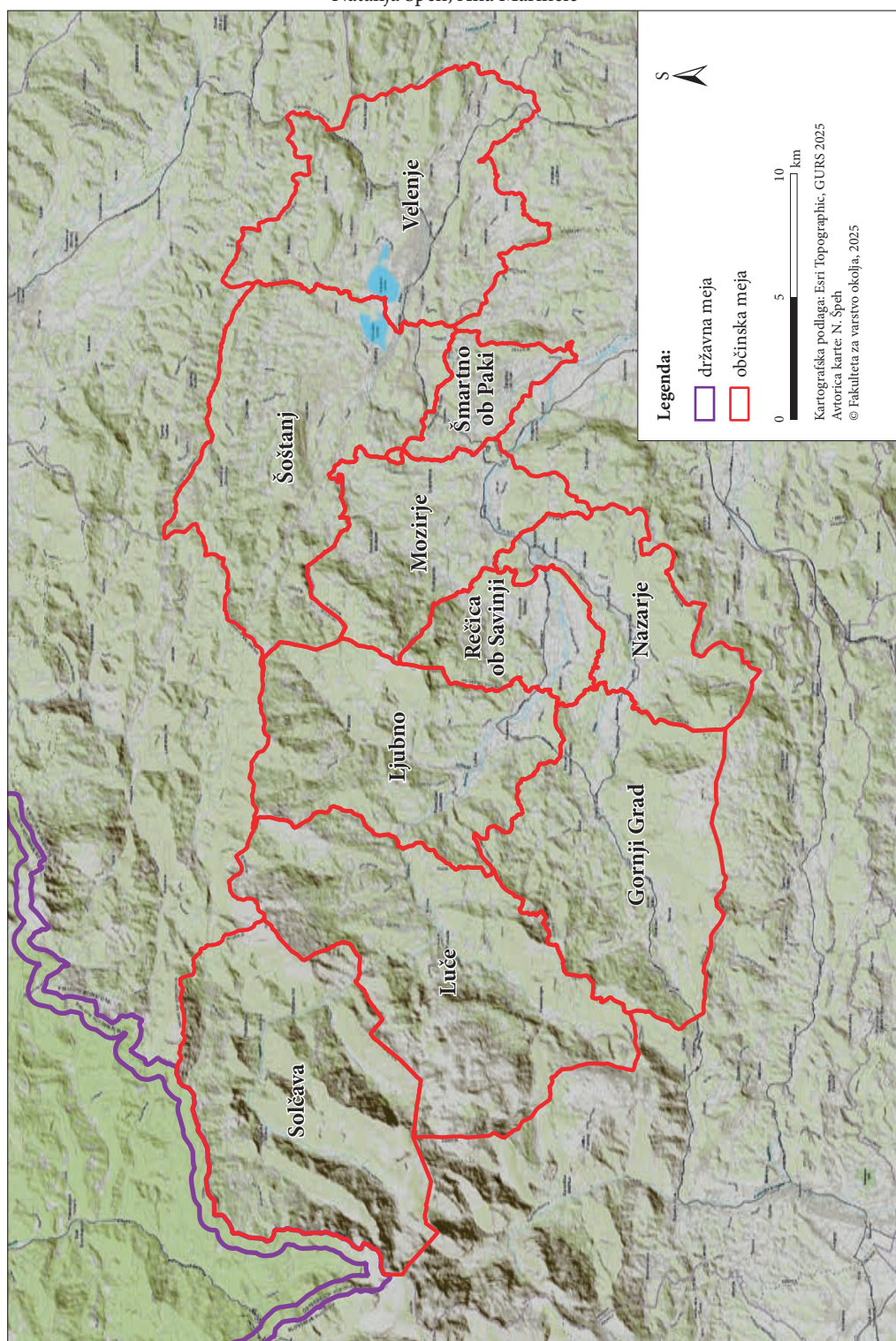
Regija po velikosti obsega 736,6 km² ozemlja, na katerem živi 62.888 prebivalcev (SI STAT 2024). Po številu prebivalcev predstavlja 3,4 % slovenskega prebivalstva in 2,9 % državnega ozemlja. Heterogenost SAŠA regije je izrazita, gledano z družbeno in naravnogeografskega vidika. Njena asimetričnost se tako izraža v vseh kategorijah demografskih kazalnikov, na primer naravni prirast, številom prebivalstva oziroma gostota poselitve, kot v usmeritvah gospodarstva.

3 Metodologija

Za popis makro odpadkov smo na vsaki reki popisali štiri popisna območja (PO): S1–S4 ob Savinji ter P1–P4 ob Paki. Terensko delo smo izvedli v poplavnem obdobju, aprila 2024. Čas popisa smo izbrali glede na domnevno umiritev razmer v porečjih Pake in Savinje, v vmesnem času pa spremljali odlaganje makro odpadkov ob strugah preučevanih rek, kjer jih je istočasno še prinašalo in odnašalo. Količine odpadkov (v m³), delež biomase (naplavljen les, kmetijski odpadki) in delež plastike so bili ocenjeni s prostorninsko enoto 1 m³, brez stiskanja ali tehtanja. Identificirane kategorije odpadkov so bile še gospodinski, gradbeni in drugi odpadki (na primer deli avtomobilov, gume).

Za študijo primera smo uvedli pregledno metodo kazalnikov, ki omogoča primerjanje in poleg naravnogeografskih značilnosti PO vključuje lastnosti odpadkov (vrsta, količina oziroma deleži). Metodologija je zasnovana na naslednjih zaporednih korakih:

1. določitev fizično-geografskih značilnosti PO, pomembnih za razporeditev odpadkov,
2. evidentiranje odpadkov na podlagi različnih kazalnikov (identifikacija in kategorije sestave odpadkov, prisotnost v deležih (%),
3. analiza podatkov: a) ponderiranje – obtežitev deležev RO plastičnega porekla in b) modeliranje – linearen regresijski model smo zaradi nizkega nabora podatkov (osem PO) statistično opisali s Spearmanovo korelacijo za opazovanje povezanosti naravnih značilnosti in lastnosti odpadkov ter
4. grafična predstavitev rezultatov z uporabo geografskih informacijskih sistemov.



Nabor kazalnikov je bil prilagojen na podlagi raziskav makro odpadkov na obalnih območjih Jadrana (Špeh in sodelavci 2021) ter metodološkega pristopa za rečni popis, ki je bil razvit na večjih porečjih (Schneider in sodelavci 2021), saj so se kazalniki že prej pokazali kot koristno orodje za celovito proučevanje MO (Cassatella in Peano 2011; Statistična komisija Združenih narodov 2017). Z izbranimi kazalniki smo identificirali ter ocenili (količinsko in vrstno) pojavljanje odpadkov ob preučevanih rekah:

1. določili popisna območja odpadkov/označitev nahajališč (PO smo poimenovali s šifro ter po naselju, v katerem so se RO odložili);
2. opredelili vrstno sestavo odpadkov: razvrstitev odpadkov glede na dejavnost, kateri so pripadali, in njihova proporcionalna zastopanost v skupni količini na vsakem PO;
3. ocenili skupno količino odpadkov v kubičnih metrih (m^3);
4. ocenili delež odpadkov iz plastičnega materiala: izračun odstotka plastike posamezne vrste odpadkov v celotni sestavi odpadkov (Špeh in Lončarič 2025);
5. povprečni delež plastičnih RO smo izračunali iz obteženih vrednosti za posamezno PO. Za razporeditev v razrede z utežmi smo razvrstili podatke po metodi enakih intervalov.

Vrednosti (značilnosti in prisotnost) odpadkov z deleži (v %), vključno s količino (v m^3), deležem biomase in deležem plastike, so bile ocenjene glede na prisotnost/pogostost pojavljanja.

Glavna metoda dela je bila terenska evidenca rečnih odpadkov (RO), identifikacija PO odlaganja in njihovih značilnosti. Kot osnovno orodje za prikaz prisotnosti RO in njihove sestave smo pripravili obrazec s kazalniki (Špeh in sodelavci 2021):

1. Fizično-geografski kazalniki: 1. koordinate ($X = S$ geografska širina, $Y = V$ geografska dolžina), 2. geomorfološke značilnosti in raba tal, 3. geološke značilnosti, 4. prisotnost in 5. tip vegetacije, 6. dolžina in povprečna širina PO (m^2), 7. izpostavljenost PO odlaganja, 8. bližnje naselje.
2. Kazalniki RO: 9. razporeditev odpadkov, 10. količina RO, 11. vrste RO in 12. njihova zastopanost (deleži v %), 13. delež plastike, 14. dostopnost PO.

Za omogočanje ukrepanja ali sanacije je popis upošteval tudi odpadke naravnega izvora, na primer trstičje, les, kmetijske odpadke.

3. Drugi kazalniki: 15. ocena potencialnega vpliva na dejavnosti (na primer ribolov, turizem), 16. ocena možnosti ukrepanja (sanacija).

Za kartografsko predstavitev raziskovalnih področij smo uporabili programsko opremo QGIS 3.28.1 (QGIS Združenje 2025).

S povezovanjem naravnogeografskih značilnosti nahajališč RO (površina PO) in lastnostmi nakopičenih odpadkov smo z nadgradnjo kazalnikov v nadaljevanju iskali statistično pomembno povezanost med njimi. Za oceno statističnih korelacij med krajinskimi značilnostmi žarišč in kazalniki sestave RO smo uporabili model linearne regresijske analize. Spearmanov koeficient je bil uporabljen kot determinacijski koeficient za količinsko opredelitev moči in smeri teh odnosov, ker povezave med spremenljivkami niso bile linearne, oziroma so bili podatki ene ali obeh spremenljivk statistično nepomembni (tudi majhno število mest vzorčenja) in slučajno, brez trenda razporejeni v raztresenem grafikonu.

Za oceno statistične pomembnosti in omogočanje celovite primerjave opazovanih vrednosti kazalnikov smo uporabili opisno statistiko. Enosmerna analiza variance je bila posebej izbrana za ugotavljanje pomembnih razlik v izbranih kazalnikih med značilnostmi PO. Stopnja p^2 0,05 je bila upoštevana kot prag za statistično značilno. Analize podatkov (linearni trend in izračun vrednosti R^2) so bile izvedene z uporabo programa Excel 2020, Spearmanov korelacijski koeficient pa računat s pomočjo odprtokodnega statističnega paketa JASP (JASP Software 2025), ki zagotavlja zanesljivo modeliranje linearne regresije izbranih podatkov.

4 Rezultati

Vseh osem PO ob Savinji in Paki je izkazovalo visok delež plastičnih RO; ponderirano povprečje je znašalo 63 % za PO S1–4 in 89 % za PO P1–4. Obtežitev je bila opravljena glede na popisano količino RO, katere skupna vrednost za Savinjo je znašala 39 m³ ter 11 m³ za PO reke Pake.

Meje razredov za PO S1–4:

0,1 = 4,0–7,99

0,2 = 8,0–11,99

0,3 = 12,0–15,99

0,4 = 16,0–20

Meje razredov za PO P1–4:

0,1 = 1,00–1,74

0,2 = 1,75–2,49

0,3 = 2,50–3,24

0,4 = 3,25–4,00

Izračun vrednosti ponderiranega povprečnega deleža plastičnih RO za Savinjo (S1–4):

$$(75 \times 0,1) + (75 \times 0,2) + (40 \times 0,1) + (90 \times 0,4) = 8 + 15 + 4 + 36 = 63$$

Izračun vrednosti ponderiranega povprečnega deleža plastičnih RO za Pako (P1–4):

$$(80 \times 0,1) + (80 \times 0,3) + (70 \times 0,3) + (90 \times 0,4) = 8 + 24 + 21 + 36 = 89$$

Obtežili smo tudi deleže za posamezne vrste odpadkov. Z metodo enakih intervalov smo jih računali s pomočjo naslednjih razredov:

0,1 = 0,0 %–19 %;

0,2 = 20 %–39 %;

0,3 = 40 %–59 %;

0,4 = 60 %–79 %;

0,5 = 80 %–100 %.

Ponderirana vrednosti povprečnega deleža je najvišja pri organskih odpadkih za Savinjo (49 %), podobna po višini sta deleža GO (28 %) oz. povprečen delež kategorije D (26 %). Na PO ob Paki je bil največji ponderiran povprečni delež GR – 40 %, sledijo GO z 39 %.

Izračun vrednosti ponderiranega povprečnega deleža posameznih vrst (IO / GO / GR / B / D) RO za Savinjo (S1–4):

$$\text{GO: } (45 \times 0,3) + (35 \times 0,2) + (15 \times 0,1) + (30 \times 0,2) = 13,5 + 7 + 1,5 + 6 = 28$$

$$\text{GR: } (15 \times 0,1) + (10 \times 0,1) + (20 \times 0,2) = 1,5 + 1 + 4 = 6,5$$

$$\text{B: } (40 \times 0,3) + (40 \times 0,3) + (60 \times 0,4) + (10 \times 0,1) = 12 + 12 + 24 + 1 = 49$$

$$\text{D: } (15 \times 0,1) + (5 \times 0,1) + (60 \times 0,4) = 1,5 + 0,5 + 24 = 26$$

Izračun vrednosti ponderiranega povprečnega deleža posameznih vrst (IO / GO / GR / B / D) RO za Pako (P1–4):

$$\text{GO: } (30 \times 0,2) + (50 \times 0,3) + (40 \times 0,3) + (30 \times 0,2) = 6 + 15 + 12 + 6 = 39$$

$$\text{GR: } (50 \times 0,3) + (20 \times 0,2) + (30 \times 0,2) + (50 \times 0,3) = 15 + 4 + 6 + 15 = 40$$

$$\text{B: } (20 \times 0,2) + (30 \times 0,2) + (20 \times 0,2) + (10 \times 0,1) = 4 + 6 + 4 + 1 = 15$$

$$\text{D: } (10 \times 0,1) + (10 \times 0,1) = 1 + 1 = 2$$

Slika 2: Prikaz popisnih območij in delež plastike med evidentiranimi MO. ► str. 176

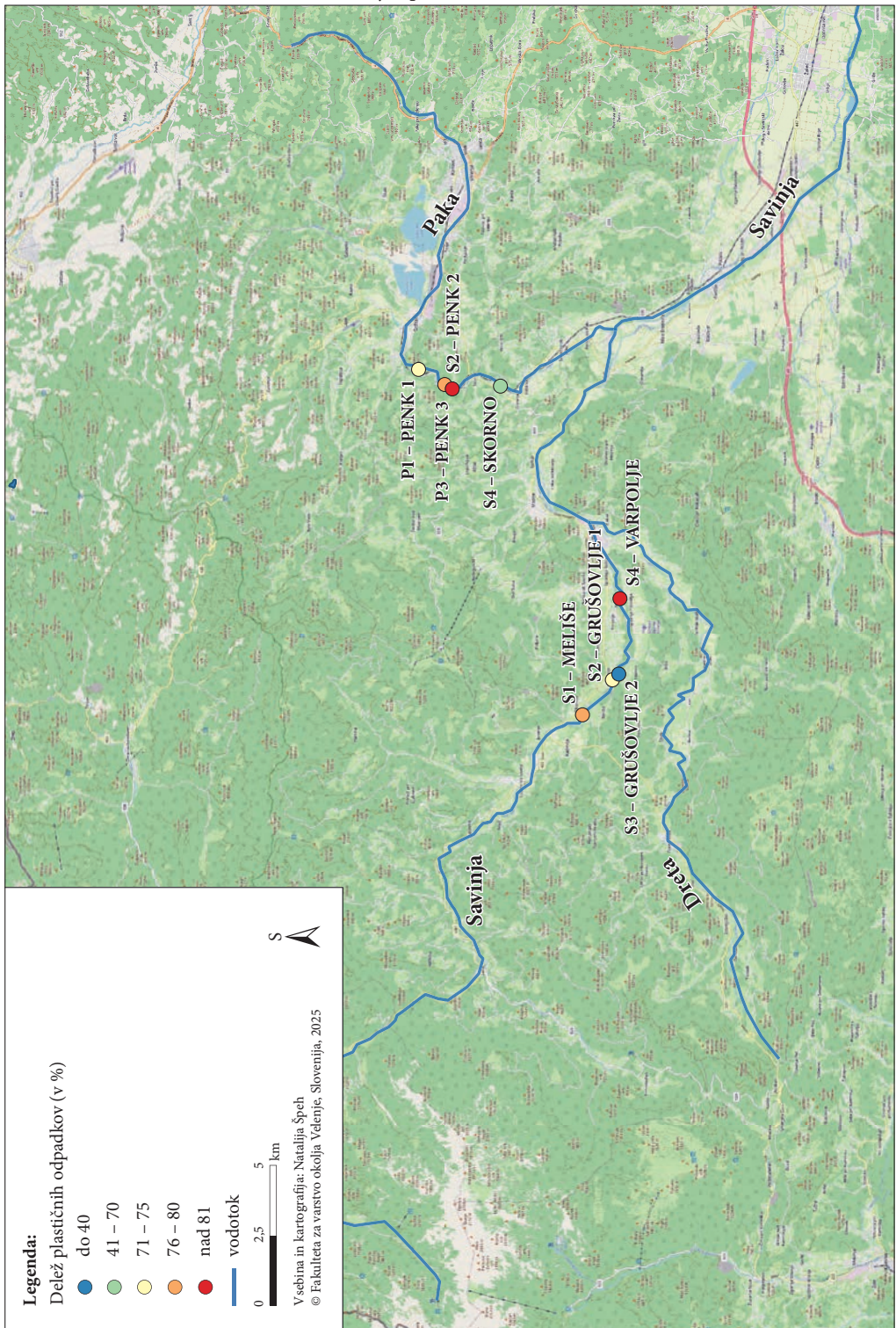
Preglednica 1: Značilnosti popisanih rečnih odpadkov na vodotokih Savinja (PO S1-S4) in Paka (PO P1-P4).

PO	hidromorfološka oznaka	površina PO (km ²)	nadmorska višina	raba tal	količina RO (v m ³)	ponder**	***vrsta odpadkov (v %) GO / GR / B / D	prisotnost (v %) plastike v RO (IO + GO + GR + D)
S1	aluvialna ravnica, terasa	3,4	510	travnik, pribrežni gozd*	5	0,1	45/15/40/0	80
S2	pribežni pas	4,8	370	pribežni gozd*	10	0,2	35/10/40/15	75
S3	pribežni pas	4,8	338	pribežni gozd*	4	0,1	15/20/60/5	40
S4	aluvialna ravnica, terasa	2,9	320	pribežni gozd *	20	0,4	30/0/10/60	90
	skupaj/ponderiran povprečni delež (%)				39		28/6,5/49/26	63
P1	pribežni pas	4,4	452	travnik	1	0,1	30/50/20/0	75
P2	aluvialna ravnica, terasa	2,2	350	travnik	3	0,3	50/20/30/0	80
P3	pribežni pas	1,2	348	Zaraščeno (pribežno grmovje)	4	0,4	40/30/20/10	90
P4	pribežni pas	2,3	305	Zaraščeno (pribežno grmovje)	3	0,3	30/50/10/10	70
	skupaj/ponderiran povprečni delež (%)				11		39/40/15/2	89

* gmajna, nekda v skupnostni uporabi kot pašnik

** obtežitev kazalnika skupna količina RO:

*** gospodinski odpadki (GO); plastične steklenice in vrečke, steklo, pločevinke, tekstil, pohištvo, gradbeni odpadki (GR); (cevi, folije, azbest), organski odpadki (kmetijski, naplavljen les) (B), drugo (ostanki avtomobila, priklole, gume) (D).



Tematska karta (slika 2) in preglednica 2 prikazujeta lastnosti PO oziroma se navezuje na sestavo rečnih odpadkov. Slika 2 kaže slučajnost deleža plastičnih RO dolvodno na obeh vodotokih; najmanjši delež smo zabeležili na PO S3 (40 %) oziroma P4 (70 %). Podatki v preglednici 2 prikazujejo tudi deleže različnih vrst popisanih odpadkov (v % in ponderiranih deležih) glede na njihovo vrsto/izvor/dejavnost.

4.1 Količina popisanih odpadkov

Terenski pregled PO je pokazal skoraj štirikrat večjo količino RO ob Savinji (39 m^3) s ponderirano povprečno vrednostjo $10,9 \text{ m}^3$ na PO, ki je bila presežena na enem PO (S4). Ob Paki, kjer smo evidentirali skupaj 11 m^3 RO, je bila vrednost ponderiranega povprečja $3,5 \text{ m}^3$ prav tako enkrat presežena (P3).

Izračun vrednosti ponderirane povprečne količine RO za Savinjo (S1–4):
 $(4 \times 0,1) + (10 \times 0,2) + (5 \times 0,1) + (20 \times 0,4) = 0,4 + 2 + 0,5 + 8 = 10,9$

Obtežitev razredov za PO Savinje (S1–4):

0,1 = 4,0–7,99

0,2 = 8,0–11,99

0,3 = 12,0–15,99

0,44 = 16,0–20

Izračun vrednosti ponderirane povprečne količine RO za Pake (P1–4):
 $(1 \times 0,1) + (3 \times 0,3) + (4 \times 0,4) + (3 \times 0,3) = 0,1 + 0,9 + 1,6 + 0,9 = 3,5$

Obtežitev razredov za PO Pake (P1–4):

0,1 = 1,00–1,74

0,2 = 1,75–2,49

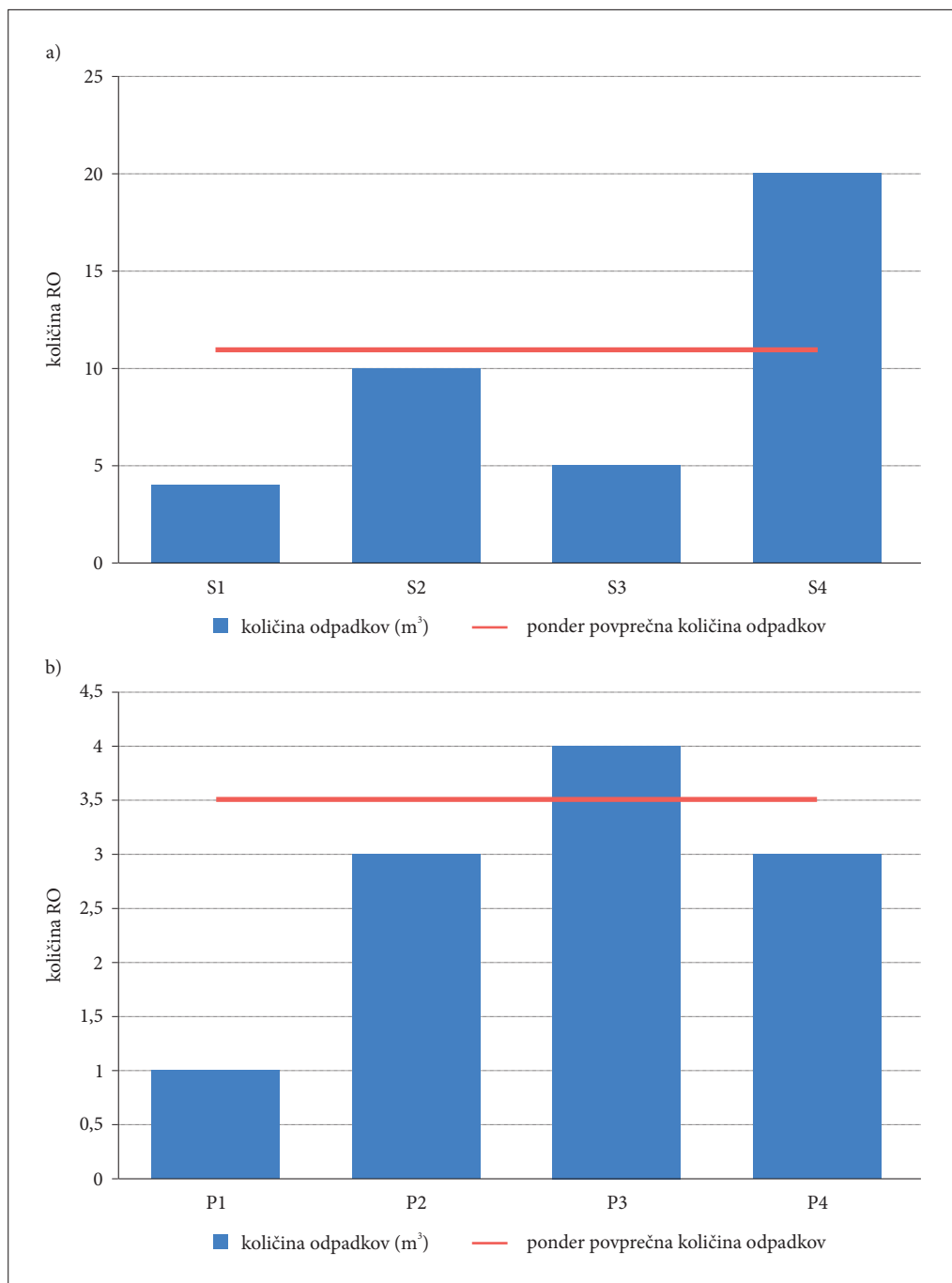
0,3 = 2,50–3,24

0,4 = 3,25–4,00

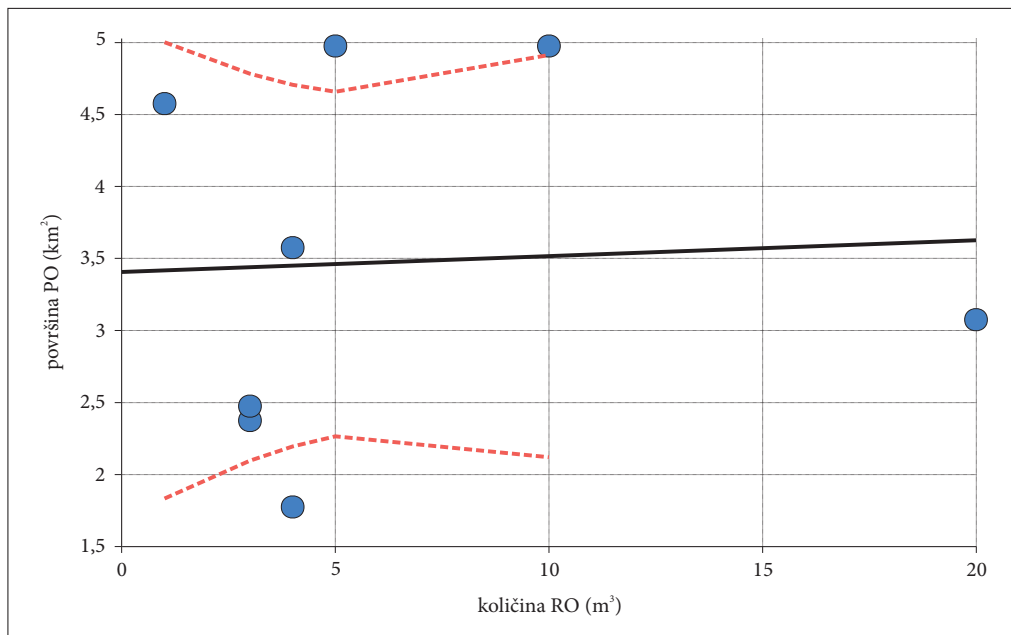
4.2 Povezanost (odvisnost) kazalnikov

Med kazalnikoma površina in količina odpadkov PO se je pokazala statistično nepomembna povezanost ($R^2 = 0,003$), ki smo jo preverili s Spearmanovim koeficientom (0,315), ki prav tako nakazuje na šibko korelacijo med preučevanima kazalnikoma (slika 4: $p = 0,447$; samo 45 % podatkov o količini RO je povezanih s površino PO). Modra črtkana linija kaže mejo oziroma obseg 95 % intervala zaupanja (slika 4, slika 5).

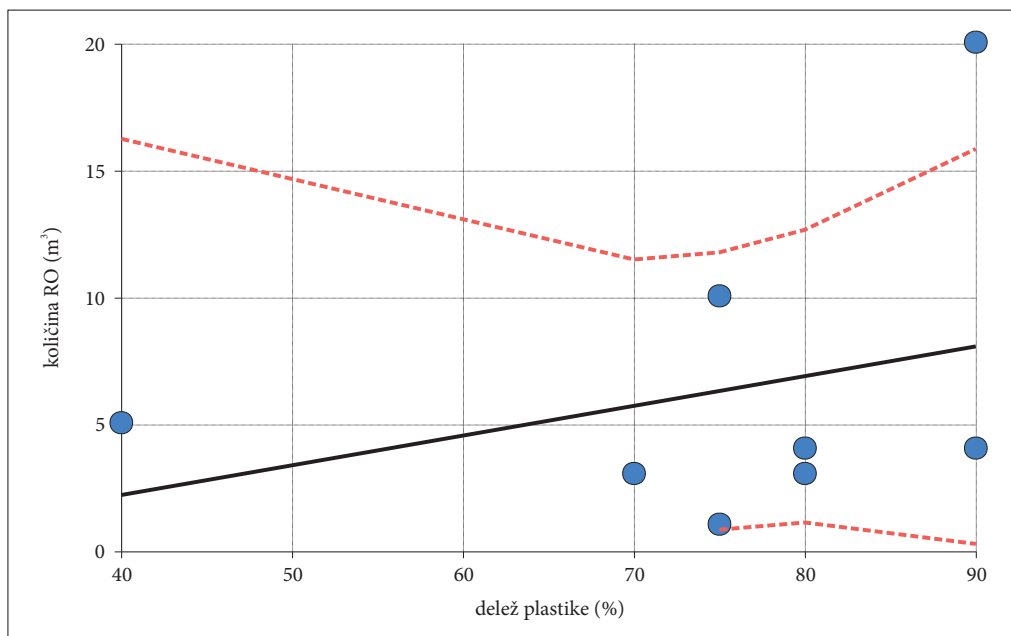
Povezanost kazalnikov količina RO in delež plastike po PO podobno kaže (slika 5) statistično nepomembnost ($R^2 = 0,09$), ki smo jo dodatno preverili s Spearmanovim koeficientom korelacije (0,227); p-vrednost pove, da bi ničelno hipotezo (H_0) o odvisnosti deleža plastičnih RO glede na njihovo količino na posameznem PO lahko zagovarjali za 58,9 % zbranih podatkov.



Slika 3: Prikaz količin popisanih RO s ponderirano povprečno vrednostjo za popisna območja: a) ob Savinji in b) ob Paki.



Slika 4: Linearni regresijski model povezanosti med kazalnikoma površina in količina RO na PO.



Slika 5: Linearni regresijski model povezanosti med kazalnikoma količina in delež plastičnih rečnih odpadkov.

5 Sklepi

Naravnogeografske značilnosti popisnih območij in na njih naplavljenih rečnih odpadkov ob Savinji in Paki po evidentiranju aprila 2024 lahko strnemo:

1. Nanosi rečnih odpadkov so se zadržali na zatravljenih aluvialnih ravninah, oziroma terasah s pribrežnim gozdom (S1, S4, P2) ter na pribrežnem pasu (gozd, grmovje) na PO S2, S3, P1, P3 in P4.
2. Popisali smo skupaj 39 m³ ob reki Savinji in 11 m³ ob Paki. Na obeh vodotokih je po eno PO prese-galo uteženo vrednost za povprečno količino RO/PO.
3. Utežena povprečna vrednost deleža plastičnih odpadkov je znašala 63 % ob Savinji in 89 % ob Paki.
4. Najvišji uteženi povprečni delež smo izračunali za Savinjo pri B (49 %) ter za D ob Paki (40 %).
5. Linearni regresijski model pokaže na statistično nepomembne povezave med kazalniki a) površi-na PO ter količina odpadkov in b) delež plastičnih RO ter količina odpadkov ob 95 % intervalu zaupanja; oba izračuna Spearmanovega koeficienta korelacije sta močno presegala prag statistične značilnosti ($p=0,05$); za a) primer je znašala p vrednost 0,447, za b) izračun pa je bila vrednost $p=0,589$.

Lahko sklenemo, da naši podatki močno nihajo ter da v nobenem primeru ugotavljanja statistične pomembnosti ne podpirajo hipoteze o povezanosti oziroma odvisnosti preučevanih kazalnikov. Deleži prisotnih makro plastičnih RO pa opravičujejo namen raziskave, oziroma nakazujejo potrebo po nadgradnji reševanja problematike RO.

6 Priporočila z razpravo

Kljub statistično nepomembnim povezavam rezultatov evidentiranja rečnih odpadkov v SAŠA regi-ji predstavlja aplikativna raziskava aktualen pogled in oceno stanja vodnega ekosistema ob Paki in Savinji. Neposredno se navezuje na reformo krožnega gospodarstva in ravnanja z odpadki, ki sta med osred-njimi razvojnimi področji SAŠA regije in EU. Njen kratkoročen strateški cilj je namreč prestrukturiranje premogovniško-energetske usmeritve in njej podrejenih dejavnosti z diverzifikacijo gospodarstva in delovne sile.

Uresnili smo cilj in namero o novo pridobljenih značilnostih RO s popisom MP v vodnem oko-lju. Rezultati bodo vključeni v nadgradnjo temeljnega razvojnega dokumenta ORP SAŠA 2021–2027 (2020), zlasti z gospodarskega in okoljskega vidika, ki ga EU v Direktivi o zmanjšanju vpliva nekate-rih plastičnih proizvodov na okolje (Direktiva ... 2019) priznava kot zelo pomembno. Izsledki študije primera bodo vsebinsko vključeni v poročanje o predhodnem delu na PLASTIX projektu ter predsta-vljeni sodelujočim deležnikom, kot krovni cilj pa v prenovi ORP: 1. za oceno stanja regionalnih pokrajinskih (vodnih) virov, 2. v podporo medsektorskemu sodelovanju, oziroma 3. za celostno (vključujoče) načr-tovanje regionalnega gospodarskega razvoja.

Regionalni deležniki morajo še naprej oblikovati skupno strategijo za razvoj gospodarskih prilož-nosti, upoštevaje ranljivost vodnih virov, pri čemer je treba načrtovati gospodarsko in socialno dodano vrednost. Marca 2025 je bil Območni razvojni svet SAŠA že seznanjen z namero o nadgrad-nji Območnega razvojnega programa Savinjsko-Šaleške regije 2021–2027. Nove smernice in nadgradnja ukrepov ORP na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda in krožnega gospodarstva se bodo nanašale na vse pomembne deležnike, katerih delo vključuje plastične materiale. Obravnavale bodo ravnanje s plastičnimi materiali po konceptu krožnega gospodarstva. Načrtovan je trajnostni paket pod-pornih dejavnosti, kot so usposabljanje in svetovanje za uveljavljene družbe, seznam pripravljenih tehnologij, ki jih je mogoče uvesti, vse na podlagi izmenjave znanja in najboljših praks, ki nastajajo v okvi-ru med regionalnega sodelovanja v INTERREG projektu (PLASTIX 2025). V partnersko projektno skupino z vodilnim partnerjem, Baltskim inštitutom iz Finske, se Fakulteta za varstvo okolja povezuje z Italijani, Nizozemci, Španci in Švedi. Raziskava RO je porodila idejo o posodobitvi nabora Kazalcev okolja (ARSO 2025) s kazalnikom za vrednotenje obremenjenosti (površinskih) vodnih teles z MO.

7 Viri in literatura

- ARSO 2025. Kazalci okolja. Medmrežje: <https://kazalci.arso.gov.si/sl/teme/vode?page=2> (24. 2. 2025).
- Bernardini, G., McConville, A., Castillo Castillo, A. 2020: Macro-plastic pollution in the tidal Thames: An analysis of composition and trends for the optimization of data collection. *Marine Policy* 119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104064>
- Cassatella, C., Peano, A. 2011: *Landscape Indicators: Assessing and Monitoring Landscape Quality*. Springer Netherlands. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0366-7>
- Castro-Jiménez, J., González-Fernández, D., Fornier, M., Schmidt, N., Sempéré, R. 2019: Macro-litter in surface waters from the Rhone River: Plastic pollution and loading to the NW Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin* 146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.05.067>
- Direktiva o odpadkih. Uradni list Evropske unije 2008/98. Evropska komisija, Generalni direktorat za okolje.
- Direktiva o zmanjšanju vpliva nekaterih plastičnih proizvodov na okolje. Uradni list Evropske unije 2019/904. Evropska komisija, Generalni direktorat za okolje.
- Gasperi, J., Dris, R., Bonin, T., Rocher, V., Tassin, B. 2014: Assessment of floating plastic debris in surface water along the Seine River. *Environmental Pollution* 195. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.09.001>
- Hurley, R., Braaten, H. F. V., Nizzetto, L., Steindal, E. H., Lin, Y., Claye, F., Van Emmerik, T., Buenaventura, N. T., Eidsvoll, D. P., Akelsrud, A., Norling, M., Adam, H. N., Olsen, M. 2023: Measuring riverine macroplastic: Methods, harmonisation, and quality control. *Water Research* 235. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119902>
- Lebreton, L. C. M., Van Der Zwet, J., Damsteeg, J.-W., Slat, B., Andrady, A., Reisser, J. 2017: River plastic emissions to the world's oceans. *Nature Communications* 8-1. DOI: <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- MARLISCO 2012: EU projekt FP7-SiS-2011-1.0-1, MARine Litter in European Seas: Social Awareness and CO-Responsibility. Medmrežje: <https://www.marlisco.eu/about-project.en.html> (12. 4. 2025).
- Morritt, D., Stefanoudis, P. V., Pearce, D., Crimmen, O. A., Clark, P. F. 2014: Plastic in the Thames: A river runs through it. *Marine Pollution Bulletin* 78-1/2. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.10.035>
- Moss, K., Allen, D., González-Fernández, D., Allen, S. 2021: Filling in the knowledge gap: Observing MacroPlastic litter in South Africa's rivers. *Marine Pollution Bulletin* 162. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111876>
- Območni razvojni program SAŠA regije 2021–2027. 2020. Medmrežje: <http://ra-sasa.si/obmocni-razvojni-program-sasa/> (30. 3. 2025).
- Okvirna direktiva EU o vodah. 2014. Evropska komisija, Generalni direktorat za okolje. Medmrežje: <https://data.europa.eu/doi/10.2779/51919> (30. 3. 2025).
- Okvirna direktiva o morski strategiji. Uradni list Evropske unije 2008/56. Evropska komisija, Generalni direktorat za okolje. Medmrežje: <http://data.europa.eu/eli/dir/2008/56/oj> (30. 3. 2025).
- Palmas, F., Cau, A., Podda, C., Musu, A., Serra, M., Pusceddu, A., Sabatini, A. 2022: Rivers of waste: Anthropogenic litter in intermittent Sardinian rivers, Italy (Central Mediterranean). *Environmental Pollution* 302. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119073>
- PLASTIX 2023–2027 2025: Interreg Europe projekt. Medmrežje: <https://www.interregeurope.eu/plastix> (12. 4. 2025).
- QGIS Združenje 2025: QGIS Geographic Information System QGIS. QGIS. Medmrežje: <http://www.qgis.org> (21. 2. 2025).
- Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja za obdobje 2020–2030. Ministrstvo za okolje in prostor. Ljubljana, 2020.

- Riverine litter monitoring: Options and recommendations 2016: MSFD GES TG marine litter thematic report. Publications Office. Medmrežje: <https://data.europa.eu/doi/10.2788/461233> (20. 1. 2025).
- Schmidt, C., Krauth, T., Wagner, S. 2017: Export of Plastic Debris by Rivers into the Sea. *Environmental Science and Technology* 51-21. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02368>
- Schneider, F., Kunz, A., Hu, C.-S., Yen, N., Lin, H.-T. 2021: Rapid-Survey Methodology to Assess Litter Volumes along Large River Systems. A Case Study of the Tamsui River in Taiwan. *Sustainability* 13-16. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13168765>
- SI STAT 2024. Prebivalstvo. Medmrežje: <https://pxweb.stat.si/sistat/sl/Podrocja/Index/100/prebivalstvo> (1. 9. 2025).
- Strategija EU za plastiko v krožnem gospodarstvu. Uradni list Evropske unije 2018/2035. Medmrežje: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52018DC0028> (23. 2. 2025).
- Statistična komisija Združenih narodov 2017: IAEG-SDGs, Medagencijska in strokovna skupina za kazalnike ciljev trajnostnega razvoja. Medmrežje: <https://unstats.un.org/sdgs/iaeg-sdgs/> (23. 2. 2025).
- Špeh, N., Lončarić, R. 2025: Marine Macro-Plastics Litter Features and Their Relation to the Geographical Settings of the Selected Adriatic Islands, Croatia (2018–2023). *Coasts*, 5-2. DOI: <https://doi.org/10.3390/coasts5020013>
- Špeh, N., Lončarić, R., Breznik, K., Surić, M. 2021: Burden of the Coastal Area with Solid Waste in Kornati National Park (Croatia). *Hidden Geographies*. Springer International Publishing. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-74590-5_7
- Tramoy, R., Blin, E., Poitou, I., Noûs, C., Tassin, B., Gasperi, J. 2022: Riverine litter in a small urban river in Marseille, France: Plastic load and management challenges. *Waste Management* 140. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2022.01.015>
- JASP Software 2025. Univerza v Amsterdamu, Amsterdam, Nizozemska. Medmrežje: <https://jasp-stats.org/> (21. 2. 2025).
- Uredba o odpadkih. Uradni list RS 77/2022. Ljubljana.
- Van Emmerik, T., Schwarz, A. 2020: Plastic debris in rivers. *WIREs Water* 7-1. DOI: <https://doi.org/10.1002/wat2.1398>
- Zakon o spodbujanju skladnega regionalnega razvoja (ZSRR-2). Uradni list RS 20/2011. Ljubljana.
- Zakon o varstvu okolja (ZVO-2). Uradni list RS 44/2022. Ljubljana.