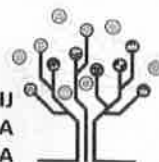




Sveučilište u Zagrebu
GEOTEHNIČKI FAKULTET

Hallerova aleja 7 | HR - 42000 Varaždin
telefon: +385 (0)42 408 900 | e-pošta: ured.dekana@gfv.unizg.hr
OIB: 16146181375 | mrežna stranica: www.gfv.unizg.hr

STUDIJ
INŽENJERSTVA
OKOLIŠA



**Nalaz i mišljenje vještaka zaštite okoliša za lokaciju k.č.
13944/1 k.o. Varaždin i okolice**

Varaždin, rujan 2026.



IZRAĐIVAČ: SVEUČILIŠTE U ZAGREBU, GEOTEHNIČKI FAKULTET
Hallerova aleja 7, 42 000 Varaždin

NARUČITELJ: Državno odvjetništvo, Ured za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta (Broj: Kis-US-12/2025 od 9. veljače 2026.)

VRSTA DOKUMENTA: Nalaz i mišljenje vještaka zaštite okoliša za lokaciju k.č. 13944/1 k.o. Varaždin

ZADATAK: Vještačenje zaštite okoliša

BROJ DOKUMENTA: Klasa: 303-01/25-01/22
Urbroj: 2186-73-12-26-49

Datum: 01. rujna 2026.

Sadržaj

1	Uvod.....	1
1.1	Povod izrade nalaza i mišljenja vještaka.....	1
1.2	Opis lokacije i problematike onečišćenja	2
1.3	Metodološki pristup u provedbi vještačenja	6
1.3.1	Uzorkovanje otpada.....	6
1.3.2	Mjerenje radioaktivnosti	11
1.3.3	Analize uzoraka.....	11
1.3.4	Utvrđivanje opasnih svojstava otpada	18
1.3.5	Geodetsko snimanje lokacije.....	25
1.3.6	Druge relevantne informacije i podaci	26
2	Opis stanja na lokaciji Varaždin	27
2.1	Prostorno – planska dokumentacija.....	27
2.2	Determinacija otpada	33
2.2.1	Rezultati analize testa procjeđivanja.....	33
2.2.2	Rezultati analize – granulometrija, pepeo, vlažnost, udio metala i gustoća čvrstih čestica 36	
2.2.3	Rezultati mikroskopiranja	47
2.2.4	H svojstvo.....	52
2.2.5	Fizikalno-kemijska svojstva i toksičnost.....	53
2.2.6	PAH i ogrijevna vrijednost	55
2.2.7	Rezultati sortiranja	56
2.2.8	Rezultati mikrobiološke analize otpada.....	75
2.2.9	Mjerenje radioaktivnosti	75
2.3	Geološke i hidrogeološke karakteristike lokacije	75
2.4	Karakterizacija tla	79
2.5	Prirodna obilježja lokacije.....	81
2.5.1	Ekološka mreža Natura 2000.....	82
2.5.2	Flora	85
2.5.3	Fauna	86
2.6	Kvaliteta zraka.....	87
2.7	Kvaliteta vode na izvorštima 2020.-2025.	90
2.7.1	Vodocrpilište Bartolovec	90
3	Utjecaj otpada na sastavnice okoliša.....	100

3.1	Metodologija.....	100
3.1.1	Metodologija provedbe vještačenja utjecaja na okoliš.....	100
3.1.2	Razgraničenje procjene stanja i utjecaja	101
3.1.3	Ograničenja procjene i primjena stručne prosudbe.....	101
3.2	Karakterizacija otpada	102
3.2.1	Fizikalna i strukturna svojstva zakopanog otpada.....	102
3.2.2	Sastav otpada.....	105
3.2.3	Test procjeđivanja i mobilnost metala	106
3.2.4	Sadržaj teških metala u otpadu	107
3.2.5	Mikrobiološka analiza otpada.....	109
3.2.6	Interpretacija rezultata mikroskopiranja otpada	109
3.2.7	Izračun HP14 – ekotoksičnost.....	120
3.2.8	HP9-infektivnost	121
3.2.9	Količine otpada odloženog na lokaciji	123
3.2.10	Zaključna ocjena karakteristika otpada	124
3.3	Utjecaj na tlo.....	125
3.3.1	Sjeverna lokacija – utjecaj na tlo	125
3.3.1	Južna lokacija – utjecaj na tlo	127
3.4	Utjecaj na floru i faunu	129
3.5	Utjecaj na zrak	130
3.6	Utjecaj na podzemne vode	131
3.7	Mikroplastika	134
3.8	Kumulativni utjecaj	136
3.9	Utjecaj na zdravlje ljudi	139
4	Nalaz i mišljenje vještaka	141
4.1	Utvrđene činjenice.....	141
4.2	Sažeti prikaz nalaza	143
4.2.1	Karakteristike otpada i lokacije	147
4.2.2	Otpad kao osnovni izvor utjecaja	148
5	Zaključak i mišljenje	151
5.1	Opseg, vrsta, sastav, svojstva i količina otpada.....	151
5.2	Promjene u okolišu	151
5.3	Opseg, trajnost i reverzibilnost štete	152
5.4	Prekoračenja regulatornih vrijednosti.....	153

5.5	Razina opasnosti i vjerojatnost nastanka štete	153
5.6	Zaključak	154
6	Popis literature	156
7	Popis slika	158
8	Popis tablica	161

1 Uvod

1.1 Povod izrade nalaza i mišljenja vještaka

Geotehnički fakultet Sveučilišta u Zagrebu u predmetu Ureda za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta broj Kis-US-12/2025 protiv _____ zbog kaznenih djela iz članka 328. stavka 1. Kaznenog zakona, provodio je vještačenja iz područja zaštite okoliša, geotehnike i hidrogeologije te je tijekom pojedinih dokaznih radnji pružao stručnu pomoć policijskim službenicima, a sve temeljem naloga Ureda za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta broj Kis-US-12/2025.

Temeljem Naloga suca istrage Županijskog suda u Varaždinu posl.broj _____ od 9. veljače 2026. provedena je pretraga na katastarskoj čestici k.č. 13944/1 k.o. Varaždin dana 10. veljače 2026.

Ovaj nalaz i mišljenje daje se temeljem naloga Ureda za suzbijanje korupcije i organiziranog kriminaliteta broj Kis-US-12/2025 od 9. veljače 2026., kojim je Geotehničkom fakultetu, radi davanja nalaza i mišljenja u ovom predmetu, povjereno vještačenje zaštite okoliša u odnosu na sljedeće zadatke:

1. Temeljem sadržaja dokumentacije i podataka iz spisa predmeta, rezultata pretrage provedene temelje naloga Županijskog suda u Varaždinu te rezultata analiza uzoraka utvrditi sve promjene u okolišu na odnosu na nekretninu u Varaždinu, oznake k.č. 13944/1 k.o. Varaždin, te po potrebi i u odnosu na druge okolne nekretnine, posebice oštećenja tla, vode, zraka, podzemlja, biološke raznolikosti, uključujući divlje vrste biljaka, životinja i gljiva i drugih elemenata okoliša, sve uslijed nepropisno zbrinutog otpada na način da se utvrdi opseg, trajnost i reverzibilnost štete, zatim opseg, vrta sastav, svojstva i količina otpada, kao o prekoračenja propisanih regulatornih pragova, vrijednosti ii / ili parametara, te podredno razina opasnosti, odnosno vjerojatnost nastanka štete za okoliš,, biološku raznolikost i zdravlje ljudi
2. Očitovati se na sve druge činjenice i okolnosti na koje se naiđe tijekom vještačenja koje su u svezi s predmetnom inkriminacijom,
3. Pružiti stručnu pomoć policijskim službenicima Ravnateljstva policije, Uprave kriminalističke policije i policijskim istražiteljima prilikom izuzimanja uzoraka otpada, tla i drugih tvari tijekom provođenja dokazne radnje pretrage na nekretnini navedenoj u podtočki 1, točke III tog naloga u svrhu ispravnog prikupljanja i skladištenja uzoraka radi daljnje kemijsko-fizikalne, toksikološke i druge analize te vještačenja,
4. Provesti geodetsko snimanje te analizu uzoraka izuzetih tijekom pretrage na nekretnini navedenoj u podtočki 1. točke tog naloga, sortiranjem granulometrijskom analizom, određivanjem gustoće, mjerenjima te drugim radnjama, radi utvrđivanja ključnog

broja uzoraka otpada, kategorizacije otpada, mogućeg načina zbrinjavanja i dr. sve u svrhe zadataka ovog vještačenja,

Glede službenih radnji na lokaciji u Varaždinu provedeno je sljedeće:

- po nalogu Županijskog suda u Varaždinu br. ! od 09.02.2026. Zapisnik o pretrazi doma i drugih prostora Uprave kriminalističke policije, Služba općeg kriminaliteta, broj: ! od 10. veljače 2026. o pretrazi u krugu poslovno-gospodarskog objekta na adresi u Varaždinu, Podravska 19 i 21.
- Kriminalističko-tehničko izvješće Uprave kriminalističke policije, Sektora općeg kriminaliteta i međunarodne policijske suradnje, Službe općeg kriminaliteta, klasa: , broj evidencijskog upisnika: od 10. veljače 2026. u svezi pretrage dvorišnog i vanjskog poslovnog prostora na kčbr. 13944/1 k.o. Varaždin u Varaždinu, Podravska 19 i 21.
- Zavod Štampar i Geotehnički fakultet vještačili (analizirali) uzorke oznaka: R1.1, R2.1, R2.2, R2.3, R2.4, R3.1, R4.1, R4.2, R4.3, R4.4, R5.1, R5.2, R5.3, R5.4, R6.1, R6.2, R6.3, R7.3 (ukupno 18 uzoraka – uzeti su u duplikatima, a za Zavod za javno zdravstvo Andrija Štampar je nadodana oznaka AŠ) temeljem:
 - Naloga Ureda broj Kis-US-12/2025 od 19. veljače 2026. godine za provođenje fizikalno -tehničkog vještačenja nad materijalom (uzorci otpada) (Geotehnički fakultet)
 - Naloga Ureda broj Kis-US-12/2025 od 19. veljače 2026. godine za provođenje kemijsko – fizikalnog i mikrobiološkog vještačenja nad materijalom (uzorci otpada) (NZIZ Andrija Štampar)

1.2 Opis lokacije i problematike onečišćenja

Lokacija koja je bila predmet vještačenja nalazi se u Varaždinu, Varaždinska županija, k.č. 13944/1 k.o. Varaždin (Podravska ulica 19). Lokacija je smještena je u industrijskom okruženju na području bivše tvornice Florijan Bobić – tvornice za proizvodnju stolica¹. Tvornica je završila s radom 2015. godine.

Najbliže kuće nalaze se na oko 650 m jugozapadno od lokacije. U neposrednoj blizini lokacije nalazi se i rijeka Drava koja je u najbližoj točki udaljena od lokacije oko 500 m sjeveroistočno. Pristup je omogućen s asfaltirane ceste (Podravska ulica).

Cjelokupna lokacija na kojoj se nalazi otpad koji je predmet ovog vještačenja je ograđena.

¹ poduzeće je 1991. postalo Mundus Holding, a nakon pretvorbe 1992. nosilo je ime Mundus d.d.



Slika 1. Lokacija nelegalno odloženog otpada s udaljenostima



Slika 2. Uža slika lokacije (sjeverne i južne) na ortofoto prikazu

Na lokaciji su utvrđene dvije lokacije nelegalno odloženog otpada koji su bili predmet ovog vještačenja i to lokacija sjeverno i južno.

Lokacija sjeverno predstavlja odloženi otpad koji je smješten iznad razine tla (u obliku humka). Područje odloženog otpada je nepravilni oblika. Geodetskim snimanjem utvrđeno je da je površina zauzeta otpadom iznosi 1.702,95 m². Lokacija je obrasla travom i visokim raslinjem.



Slika 3. Sjeverna lokacija odloženog otpada na ortofoto prikazu sa označenim točkama uzorkovanja

Na udaljenosti od oko 150 m od sjeverne lokacije nalazi se druga, **južna lokacija** nelegalno odloženog otpada koji je zakopan u tlu. Odloženi otpad nije vidljiv na površini koja je u razini okolnog tla.



Slika 4. Južna lokacija odloženog otpada na ortofoto prikazu sa označenim točkama uzorkovanja

1.3 Metodološki pristup u provedbi vještačenja

Za razliku od prethodnih vještačenja (Gospić i Benkovac) na ovoj lokaciji nisu provedeni neinvazivni istražni radovi jer se znalo kolika je dubina (samo nasipavanje) sjeverne lokacije, dok je južna lokacija nastala zbog izlivanja tekućeg otpada. Za potrebe ovog vještačenja provedene su aktivnosti navedene u nastavku.

1.3.1 Uzorkovanje otpada

U spisu predmeta nalazi se zapisnik o provedenim radnjama u kojima je evidentiran način, dinamika i lokacija uzorkovanja pojedinačne vrste otpada i to u Zapisniku o pretrazi doma i drugih prostora MUP-a, Ravnateljstva policije, Uprave kriminalističke policije, Službe općeg kriminaliteta, broj: _____ i u krugu poslovno-gospodarskog objekta na adresi u

Varaždinu, Podravska 19 i 21. od 10. veljače 2026. s kriminalističko-tehničkim izvješćem Broj: _____

, broj evidencijskog upisnika _____ od 10.2.2026. godine. U nastavku se daje detaljan opis provedbe uzorkovanja. Kao osnova za provedbu vještačenja uzeti su uzorci otpada na više lokacija platoa. Uzeto je ukupno 22 uzorka od čega 18 u duplikatu. Uzorci R6.4, uzorak R7.1, R7.2, R7.3 i uzorak R8.1 uzeti su samo jednokratno (R7.3. uzet je za Geotehnički fakultet dok su ostali uzorci poslani u NZJZ Andrija Štampar).

Uzorci zakopanog otpada na obje lokacije (sjeverna i južna) na kojem je otpad zakopan uzeti su pomoću radnog stroja bagera. Uzeti uzorci stavljeni su u čvrste plastične vrećice svaki zasebno i označeni, te zatvoreni i transportirani do analitičkog mjesta.

Na sjevernoj lokaciji istražnih iskopa odabrane su tako da obuhvate prostorno različite dijelove tijela otpada i različite dubinske slojeve. Uzorci su uzimani sukcesivno po dubini, od gornjih dijelova tijela otpada do kontaktne zone s prirodnim podlogom. Takav raspored omogućuje procjenu horizontalne i vertikalne promjenjivosti sastava otpada. S obzirom na izrazitu heterogenost otpada, rezultati pojedinačnih uzoraka prvenstveno predstavljaju stanje na mjestu i dubini uzorkovanja, dok se zajednički obrazac utvrđen u više iskopa koristi za opis tijela otpada u cjelini. Radnim strojem na svakoj se lokaciji sukcesivno kopalo do kontakta s prirodnim podlogom, pri čemu su uzorci uzimani na prethodno evidentiranim dubinama.

U sklopu vještačenja na južnoj lokaciji, udaljenoj približno 150 m od glavnog platoa, izveden je istražni iskop radnim strojem bagerom do dubine od 80 cm te su uzeti uzorci R7 i R8.

Svi uzorci pakirani su u čvrste plastične omote odvojeno i označeni. Većina primarnih uzoraka podijeljena je u dva odgovarajuća dijela, od kojih je jedan dostavljen Geotehničkom fakultetu, a drugi Nastavnom zavodu za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“.

Na obje lokacije pri uzorkovanju odloženog otpada kod donjih slojeva nije bio vidljiv temeljni brtveni sloj.



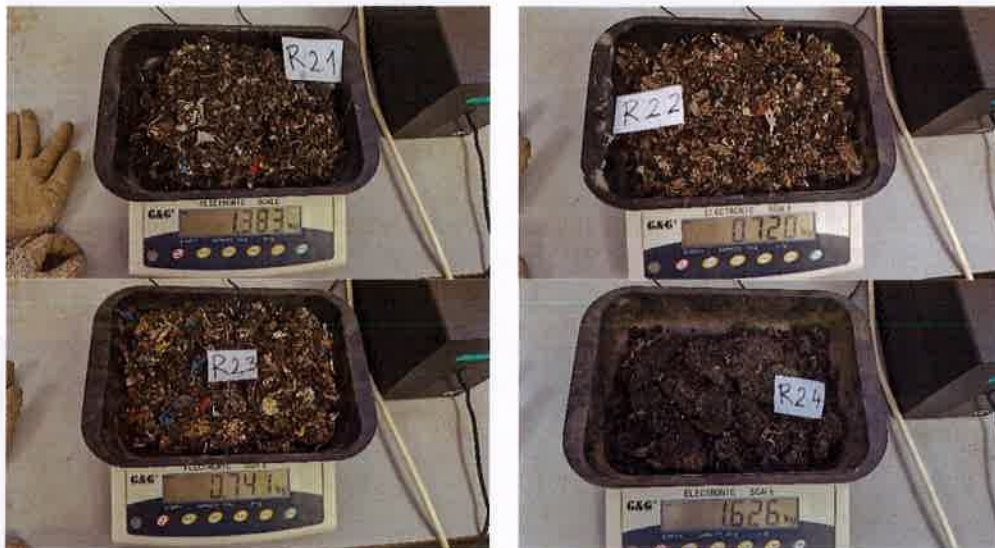
Slika 5. Zaprímljeni uzorci



Slika 6. Uzorci spremni za analizu



Slika 7. Uzorak iz iskopa R1



Slika 8. Uzorci iz iskopa R2



Slika 9. Uzorak iz iskopa R3



Slika 10.



Uzorci iz iskopa R4



Slika 11.



Uzorci iz iskopa R5



Slika 12. Uzorci iz iskopa R6



Slika 13. Uzorci iz iskopa R7

Tablica 1. Karakteristike uzimanja pojedinih uzoraka

	Oznaka iskopa	Oznaka uzorka ²	Broj uzetih uzoraka	Dubina na kojoj je uzorak uzet (cm)	Koordinate N	Koordinate E	Dostavljeno laboratoriju
Sjeverna	R1	R1.1	1	50	46°18.637'	016°21.743'	AŠ+GFV ³
	R2	R2.1	4	40	46°18.644'	016°21.747'	AŠ+GFV
		R2.2		100			AŠ+GFV

² Točne lokacije uzimanja uzoraka ucrtane su na slici 2

³ oznaka „GFV i AŠ“ označava da je primarni uzorak nakon uzorkovanja podijeljen na dva dijela i dostavljen u dvije ustanove. Ne radi se o dva potpuno neovisna terenska uzorka, osim ako je za pojedinu oznaku u kriminalističko-tehničkom zapisniku navedeno drukčije

		R2.3		160			AŠ+GFV
		R2.4		180			AŠ+GFV
	R3	R3.1	1	10	46°18.637'	016°21.755'	AŠ+GFV
	R4	R4.1	4	50	46°18.634'	016°21.735'	AŠ+GFV
		R4.2		120			AŠ+GFV
		R4.3		250			AŠ+GFV
		R4.4		300			AŠ+GFV
	R5	R5.1	4	70	46°18.628'	016°21.731'	AŠ+GFV
		R5.2		200			AŠ+GFV
		R5.3		200			AŠ+GFV
		R5.4		360			AŠ+GFV
	R6	R6.1	4	50	46°18.629'	016°21.742'	AŠ+GFV
		R6.2		120			AŠ+GFV
		R6.3		210			AŠ+GFV
		R6.4		290			AŠ
Južna lokacija	R7	R7.1	3	80	46°18.544'	016°21.712'	AŠ
		R7.2		40			AŠ
		R7.3		40			GFV
	R8	R8.1	1	30	46°18.533'	016°21.706'	AŠ

1.3.2 Mjerenje radioaktivnosti

Na svim uzorcima dostavljenim na Geotehnički fakultet provedeno je mjerenje radioaktivnosti. Radijacija je mjerena Geigerovim brojačem Gamma Scout GS2 uređajem s mjernim rasponom od 0,01 do 5000 $\mu\text{Sv/h}$ i točnošću mjerenja $\pm 5\%$.

1.3.3 Analize uzoraka

U sklopu vještačenja uzeta su ukupno 22 primarna uzorka. Od toga je 18 uzoraka podijeljeno na odgovarajuće dijelove za analize na Geotehničkom fakultetu i u Nastavnom zavodu za javno zdravstvo „Dr. Andrija Štampar“, dok su uzorci R6.4, R7.1, R7.2, R7.3 i R8.1 analizirani samo u jednoj od navedenih ustanova, kako je prikazano u Tablici 2.

Dodatno napravljeno je 6 kompozitnih uzorka (Uzorak R 1-2-3 – prvi, drugi i treći iskop; Uzorak R 4-5-6 - četvrti, peti i šesti iskop; Uzorak R 7-8 – sedmi i osmi iskop, zatim R4 kompozit, R5 kompozit, R6 kompozit) za potrebe određivanja H opasnih svojstava otpad i ogrijevne vrijednosti i mikrobioloških svojstava otpada.

Analize uzoraka proveo je Nastavni zavod za javno zdravstvo Andrija Štampar, a dio analiza proveo je Geotehnički fakultet.

Na temelju dostavljenih izvora, u nastavku je tablica koja prikazuje vrste analiza provedenih na pojedinačnim uzorcima i skupinama uzoraka (kompozitima) s lokacije Varaždin.

Nad prikupljenim uzorcima na Geotehničkom fakultetu utvrđivani su sljedeći parametri:

- Vlažnost u zatečenom stanju
- Udio organske tvari
- Gustoća čvrstih čestica otpada
- Granulometrijski sastav
- Gustoća suhih uzoraka u rahlom stanju
- Gustoća suhih uzoraka u zbijenom stanju
- Udio metala
- Fizikalni sastav – ručno sortiranje
- Prisutnost mikroplastike – mikroskopiranje

Ostali izmjereni parametri navedeni u ovom vještačenju izmjereni su od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Andrija Štampar.

Dodatno, prikazani su i rezultati analize Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Andrija Štampar uzeti prilikom inspekcijskog pregleda 30.4.2024. godine.

Tablica 2. Popis vrsta provedenih ispitivanja

Oznaka	Test procj ediv anja	Ogrij evna vrijed nost	PAH	Tlo	Vlažn ost	Gustoća čvrstih čestica	Granul ometrij a	Prosijav anje	Sortira nje	Mikroskopi ranje	Udi o met ala	Udio organ ske tvari	Mjerenje radioaktiv nosti	Mikrobiol ogija	H svojstva, ekotoksi čnost
R 1.1	da	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 2.1	da	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 2.2	da	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 2.3	da	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 2.4	da	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 3.1	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 4.1	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 4.2	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 4.3	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 4.4	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 5.1	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 5.2	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 5.3	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 5.4	da	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 6.1	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 6.2	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 6.3	da	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	da	da	da	da	ne	ne
R 6.4	da	ne	da	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Ins. Nalaz.30. 4.2024.	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne
Sjeverna lokacija															
Juž na	R 7.1	da	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
	R 7.2	da	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne

	R 7.3	ne	ne	ne	ne	ne	da	da	da	da	da	ne	da	da	ne	ne
	R 8.1	da	da	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne
Sje r	kompozit	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	da
	kompozit	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	da
	kompozit	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	da
Sje na	Kompozit	ne	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne
	Kompozit	ne	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne
	kompozit	ne	da	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	ne	da	ne

Vlažnost u zatečenom stanju

Udio vlage u materijalu određen je gravimetrijskom metodom sušenja do konstantne mase. Reprezentativni uzorak najprije se izvaže, a zatim se suši u sušioniku pri temperaturi od $(105 \pm 5) ^\circ\text{C}$ do postizanja konstantne mase. Nakon sušenja uzorak se ohladi u eksikatoru i ponovno važe. Omjer mase isparene vode i ukupne mase uzorka prije sušenja definira maseni udio vode u uzorku u odnosu na ukupnu masu uzorka. Postupak se provodi sukladno relevantnoj normi za tlo, kao npr. ASTM D2216.

Organski udio

Postupak određivanja udjela organske tvari prilagođen je normi ASTM D2974, standardnom metodom za određivanje sadržaja vlage, pepela i organske tvari u tresetu i drugim organskim tlima. Zbog veličine uzoraka, uzorci su prosijani kroz sito od 16 mm te se zatim se uzorkovala prosijana sitnica. Uzorci su podvrgnuti postupku žarenja u mufolnoj peći na temperaturi od $440 ^\circ\text{C}$ sve dok dva sukcesivna mjerenja mase nisu pokazala konstantnu masu (cca 3 sata).

Gustoća čvrstih čestica otpada

Gustoća čvrstih čestica otpada određena je primjenom modificiranog plinskog piknometra. Metoda plinskog piknometra prilagođena je prema normi ASTM International, 2020. Standard Test Methods for Determining the Water (Moisture) Content, Ash Content, And Organic Material of Peat and Other Organic Soils (D2974–20e1). ASTM International, West Conshohocken, PA. Plinski piknometar koristi se za određivanje gustoće čvrstih čestica na temelju mjerenja volumena istisnutog plina. Uređaj radi na principu Boyle–Mariotteovog zakona, pri čemu se uzorak smješta u mjernu komoru poznatog volumena, a zatim se u sustav uvodi zrak (u idealnom slučaju inertni plin). Zrak prodire u sve dostupne pore između čestica, ali ne ulazi u zatvorene pore, čime omogućuje precizno određivanje stvarnog volumena čvrste faze. Mjerenjem promjene tlaka u referentnoj i mjernoj komori izračunava se volumen uzorka, a gustoća čvrstih čestica dobiva se kao omjer mase uzorka i izmjerene volumena. Točnost korištenog plinskog piknometra iznosila je $\pm 3\%$, što se smatralo prihvatljivom točnošću (Petrović i sur., 2022a, 2022b).

Granulometrijski sastav

Postupak analize veličine čestica otpada prilagođen je ASTM D 422 normi za analizu granulometrijskog sastava tla. Uzorci su prosijani kroz niz sita s otvorima veličina: 16; 8; 4; 2; 1 i 0,5 mm. Dobivena granulometrijska krivulja uobičajeno se prikazuje u polulogaritamskom mjerilu.

Gustoća suhih uzoraka u rahlom stanju

Ispitivanje minimalne nasipne gustoće otpada prilagođeno je metodi „A” norme ASTM D-4254. Kako je definirano u navedenoj normi, minimalna nasipna gustoća predstavlja najrahlije stanje nekohezivnog materijala koje se može postići standardiziranim laboratorijskim postupkom. Uzorci su se nasipavali u kalup poznatog volumena pomoću ručne lopatice. Prije početka ispitivanja, volumen kalupa utvrđen je metodom izravnog mjerenja promjera i visine kalupa pomičnom mjerkom. Gustoća uzoraka u rahlom stanju određena je kao omjer odgovarajuće mase uzorka nasipanog u rastresitom stanju u kalup poznatog volumena.

Gustoća suhih uzoraka u zbijenom stanju

Ispitivanje maksimalne nasipne gustoće provedeno je po vlastitoj metodi. Suhi uzorci su se zbijali statički utegom mase 23,86 kg što predstavlja vertikalno naprezanje na uzorak od 12,84 kN/m². Uz prosječnu zapreminsku težinu otpada u najrahlijem stanju od 1,8 kN/m³, ovim naprezanjem simulirala se zbijenost otpada na dubini od 7 metara. Maksimalna nasipna gustoća predstavlja najzbijenije stanje nekohezivnog materijala koje se može postići standardiziranim laboratorijskim postupkom zbijanja. Prije početka ispitivanja, volumen kalupa utvrđen je metodom izravnog mjerenja promjera i visine kalupa pomičnom mjerkom. Gustoća uzoraka u zbijenom stanju određena je kao omjer odgovarajuće mase uzorka u zbijenom stanju i odgovarajućeg volumena uzorka utvrđenog mjerenjem pomičnom mjerkom.

Udio metala

Udio magnetskih metala u uzorcima utvrđivan je prelaskom snažnog magneta iznad površine razasrtog uzorka otpada. Količina čestica privučenih na magnet uslijed djelovanja magnetskog polja (ukoliko ih bude) će se izvagati te izračunati maseni udio magnetskih čestica u ispitivanim uzorcima.

Sastav otpada

Metodologija utvrđivanja sastava otpada prilagođena je vrsti uzorka te su primijenjena dva pristupa i to ručno sortiranje i mikroskopiranje otpada.

Sortiranje otpada provedeno je prema standardiziranom postupku frakcioniranja na temelju veličine i materijalnog sastava. Cjelokupni početni uzorak najprije je prosijan kroz sito nominalnog otvora 16 mm, čime je odvojena sitna frakcija (<16 mm) od krupnije frakcije (>16 mm). Sav materijal koji je zaostao na situ činio je radni uzorak za daljnju analitičku podjelu.

Prosijavanje je provedeno kako bi se lakše evidentirali krupniji materijali karakteristični za određenu vrstu otpada. Iako su u frakciji <16 mm lokalno vidljivi fragmenti različitih materijala, sortiranje sitnice nije provedeno budući je primarna namjena ove frakcije bila utvrđivanje prisutnosti mikroplastike (<5mm) mikroskopiranjem. Frakcioniranje zaostalog materijala provedeno je ručnim sortiranjem uz pomoć vizualne identifikacije prema makroskopskim morfološkim obilježjima. Materijal je razvrstan u sljedeće kategorije:

- plastika (tvrdi polimeri, kruti fragmenti, obojeni komadi)

- papir (papir, karton)
- folija (tanki polimerni listići i ambalažni filmovi)
- guma (elastični i spužvasti fragmenti elastomera)
- tekstil (tkanine, netkani materijali, sintetska i celulozna vlakna)
- građevinski otpad (keramika, cigla, beton, mort)
- kamen (prirodni mineralni agregati, šljunak)
- staklo (lomljeni fragmenti prozirnog i pigmentiranog stakla)
- metal (kompaktni metalni fragmenti, lim, žica)
- drvo (celulozni fragmenti, komadi obrađenog ili prirodnog drveta)

Nakon sortiranja, svaka frakcija je kvantificirana vaganjem. Mjerenje mase provedeno je na vagi G&G E15KY-1 preciznosti 1 gram, a mase pojedinih frakcija zabilježene su u radnu tablicu za potrebe daljnje obrade podataka. Podaci o masama korišteni su za izračun relativne zastupljenosti pojedinih kategorija otpada te za interpretaciju kompozicije ukupnog uzorka.

Mikroskopska analiza

Mikroskopska analiza provedena je radi utvrđivanja prisutnosti čestica čija su morfološka i optička obilježja sukladna plastičnim česticama manjima od 5 mm. Analizom nije određivana kemijska vrsta polimera, pa se identifikacija temelji na kombinaciji mikroskopskih morfoloških obilježja i makroskopskog pregleda materijala.

Za analizu je korišten mikroskop Olympus SZX7, opremljen integriranom digitalnom kamerom Olympus EP50, koja omogućuje snimanje mikroskopskih slika visoke rezolucije.

Iz svakog uzorka otpada izdvojen je manji reprezentativni poduzorak, čija je veličina bila prilagođena objektnoj pločici i radnom području mikroskopa. Poduzorci su mikroskopirani pri povećanjima prilagođenima morfologiji materijala, pri čemu je mjerilo 500 μm korišteno kao referentna skala u analizama mikroplastike i mineralnih agregata.

Za svaki uzorak izrađene su mikrofotografije snimljene kamerom Olympus EP50. Mikroskopski pregled uključivao je:

- opažanje geometrije čestica (rubovi, lom, oblik)
- klasifikaciju površinske teksture (glatka, hrapava, porozna)
- identifikaciju boje i optičkih svojstava
- detekciju eventualnih vlaknastih struktura
- procjenu prisutnosti mineralnih i drugih inkluzija
- usporedbu opažanja s tipičnim morfološkim obilježjima poznatih polimera i prirodnih materijala

Zaključci o prirodi materijala (npr. plastika, papir, tekstil, staklo, mineralni agregat, drvo) doneseni su na temelju morfološke analize mikroskopskih slika u kombinaciji s makroskopskim opažanjem uzoraka.

S obzirom na to da nije provedena spektroskopska identifikacija vrste polimera, rezultati se tumače kao morfološka identifikacija čestica obilježja sukladnih mikroplastici. Za

makroskopski prepoznatljive plastične fragmente podrijetlo je dodatno potvrđeno njihovim kontinuitetom s većim plastičnim dijelovima prisutnima u uzorku utvrđenim sortiranjem.

1.3.4 Utvrđivanje opasnih svojstava otpada

1.3.4.1 Opasna H svojstva otpada

Prema Direktivi 2008/98/EZ od 19. studenoga 2008. o otpadu definira se u čl. 3 st. 1 i st. 2

1. „otpad” znači svaka tvar ili predmet koji posjednik odbacuje ili namjerava ili mora odbaciti;
2. „opasan otpad” znači otpad koji posjeduje **jedno ili više** opasnih svojstava navedenih u Prilogu III.;

Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23) usklađen je s Direktivom 2008/98/EZ.

Provedbenom **Uredbom Komisije (EU) br. 1357/2014** zamjenjuje se Prilog III Direktive 2008/98/EZ i preciziraju kriteriji za 15 opasnih svojstava (HP1-HP15) koja otpad mogu učiniti opasnim (Tablica 3). Uredba je izravno primjenjiva i odnosi se na kriterije klasifikacije otpada kao opasnog na temelju sadržaja opasnih tvari i njihove klasifikacije po kemijskim kriterijima.

Tablica 3. Opasna svojstva otpada (H1–H15 / HP1–HP15) s primjerima spojeva i aktivnosti

Oznaka	Naziv opasnog svojstva	Što se gleda	Kriteriji za utvrđivanje	Primjeri spojeva / aktivnosti	Nalaz
HP1	Eksplzivno	Potencijal eksplozije	Tvari klasificirane kao H200–H204, H240–H241 (CLP)	TNT, nitroglicerina, amonijev nitrat visoke čistoće, organski peroksidi	Nema indikacija
HP2	Oksidirajuće	Poticanje izgaranja	H270–H272 (CLP)	Kalijev permanganat, natrijev klorat, nitrati	Nema indikacija
HP3	Zapaljivo	Zapaljivost	Fizikalna svojstva (FP < 60 °C) i/ili H220–H226, H228, H250–H252, H260–H261	Benzin, toluen, aceton, uljni muljevi	Nema indikacija
HP4	Nadražujuće	Iritacija kože, očiju, dišnog sustava	H315, H319, H335 iznad pragova (CLP)	Cement, vapno, alkalni materijali	Nema utvrđenih tvari iznad pragova
HP5	Štetno	Toksični učinci na organe / aspiracija	H304, H335, H336, H370–H373 (CLP)	Uljni otpadi, otapala, dizelski muljevi	Nema utvrđenih tvari iznad pragova
HP6	Toksično	Akutna toksičnost	H300–H302, H310–H312, H330–H332 (LD ₅₀ / LC ₅₀)	Živa, cijanidi, pesticidi	Nema indikacija
HP7	Karcinogeno	Potencijal izazivanja raka	H350, H351 iznad pragova	PAH (benzo[a]piren), Cr(VI), arsen	Nema dokaza
HP8	Korozivno	Razaranje tkiva	H314 ≥ 5% ili pH ≤ 2 ili ≥ 11.5 (indikativno)	H ₂ SO ₄ , HCl, NaOH	Nema indikacija
HP9	Infektivno	Prisutnost patogena	Medicinski / sanitarni kriteriji	Medicinski i biološki otpad	Nađeni patogeni mikroorganizmi (E. coli i S. aureus)

HP10	Reprotoksično	Utjecaj na plodnost i fetus	H360 ili H361 iznad pragova (0,3% / 3% ovisno o klasi)	Olovo, ftalati	Nema utvrđenih tvari iznad pragova
HP11	Mutageno	Genetska oštećenja	H340, H341 iznad pragova	Cr(VI), epoksidni spojevi	Nema utvrđenih tvari iznad pragova
HP12	Otpušta toksične plinove	Reakcije s vodom/kiselinama	EUH029, EUH031, EUH032	Sulfidi (H ₂ S), cijanidi (HCN)	Nema indikacija
HP13	Senzibilizirajuće	Alergijske reakcije	H317, H334 iznad pragova	Izocijanati, nikal	Nema utvrđenih tvari iznad pragova
HP14	Ekotoksično	Toksičnost za vodeni okoliš	H400–H413 + zbrajanje prema Uredbi (EU) 2017/997 ili ekotoks testovi (npr. <i>Daphnia magna</i>)	Cu, Zn, Ni, Pb, pesticidi	Prisutni elementi, ali nije dokazana klasifikacija iznad pragova / potrebno dodatno vrednovanje
HP15	Naknadna opasnost	Sekundarna opasna svojstva	EUH001, EUH019, EUH044 ili dokaz nastanka opasnih eluata	Reaktivni pepeo, nestabilni otpadi	Potencijal postoji, procjenjuje se zasebno

1.3.4.2 Metoda utvrđivanja H14 – ekotoksičnost

HP14 je svojstvo otpada ekotoksično i znači da otpad sadrži tvari koje mogu uzrokovati štetne učinke na ekosustave, prvenstveno vodeni okoliš, u koncentracijama koje su same po sebi opasne, neovisno o lokaciji ili načinu odlaganja (to je svojstvo otpada).

Karakterizacija ekotoksičnosti za neki materijal (otpad) ima jasno značenje za okoliš. Ekotoksičnost može biti kratkoročna (akutno) i dugoročna (kronično). Procjena ovog svojstva važna je jer određuje može li otpad uzrokovati negativne posljedice u slučaju kontakta s okolišem, primjerice putem procjednih voda.

Akutna (kratkoročna) ekotoksičnost znači da otpad može u vrlo kratkom vremenu, u slučaju da dođe u kontakt s vodom, ispire se s oborinama ili dospije u kanalizaciju ili recipijent, uzrokovati uginuće vodenih organizama, gubitak biološke aktivnosti i poremećaj hranidbenog lanca (planktoni, alge, beskrležnjaci (*Daphnia magna*), ribe.

Kronična (dugoročna) ekotoksičnost znači da otpad može uzrokovati dugotrajne, kumulativne i teško reverzibilne učinke, čak i ako ne ubija odmah. Ovo uključuje bioakumulaciju (nakupljanje u organizmima povećanje koncentracije kroz hranidbeni lanac, smanjenje reprodukcije), promjenu biljne ili životinjske zajednice, onečišćenje sedimenta i/ili tla. (Rand et al 1995, Alloway 2013, Salomons, 1984)

Procjena opasnog svojstva **HP14 – ekotoksičnost** u europskom sustavu klasifikacije otpada primarno se temelji na **kemijskoj procjeni sastava otpada i regulatornom izračunu ekotoksičnosti**.

Ekotoksikološki biotestovi, poput testa s *Daphnia magna*, mogu se koristiti kao **dopunski alat za procjenu potencijalnog biološkog učinka eluata**, osobito kada kemijski sastav otpada nije potpuno poznat, kada je izrazito heterogen ili kada je potrebno dodatno procijeniti utjecaj smjese tvari.

Ekotoksikološki biotestovi (*Daphnia magna*) mjere stvarni biološki učinak eluata na organizam dok se kod računskog pristupa (izračun HP14) obavlja klasifikacija otpada prema kemijskom sastavu i CLP klasifikaciji (CLP-Classification, labeling and packaging).

Kemijska analiza određuje ukupnu koncentraciju tvari koje su potencijalno toksične, dok biotest mjeri biodostupnu frakciju, odnosno dio tvari koji je stvarno dostupan organizmima u okolišu.

Primjena ekotoksikoloških testova ima nekoliko važnih prednosti u procjeni ekotoksičnosti otpada. Za razliku od kemijskog izračuna koji promatra pojedinačne tvari, biotestovi omogućuju procjenu ukupnog biološkog učinka cijele smjese. Time je moguće detektirati sinergijske ili antagonističke interakcije između različitih spojeva koje se ne mogu predvidjeti samo na temelju koncentracija pojedinačnih tvari. Osim toga, biotestovi procjenjuju biodostupnost tvari, odnosno dio tvari koji je stvarno dostupan organizmima u okolišu. Kemijska analiza najčešće određuje ukupnu koncentraciju tvari, dok biotest registrira učinak samo onih tvari koje su dostupne organizmima. Ova razlika posebno je važna kod metala i organskih kontaminanata koji mogu biti vezani u matrici otpada i time smanjiti njihovu dostupnost organizmima. Dodatna prednost biotestova je mogućnost procjene učinka neidentificiranih tvari koje nisu obuhvaćene kemijskom analizom, ali mogu imati značajan utjecaj na organizme.

Posebno je važna činjenica da se potencijalni utjecaj otpada na okoliš u praksi najčešće manifestira kroz procjedne vode, odnosno eluate koji nastaju kontaktom otpada s vodom. Testiranje eluata omogućuje procjenu potencijalnog utjecaja takvih procjednih voda na vodene ekosustave. Na taj način biotestovi omogućuju realističniju procjenu potencijalnog utjecaja otpada na okoliš u odnosu na procjenu temeljenu isključivo na ukupnom kemijskom sastavu otpada.

U praksi se stoga često primjenjuje integrirani pristup koji kombinira obje metode. Ekotoksikološki biotestovi omogućuju procjenu stvarnog biološkog učinka otpada na organizme i ekosustave, dok kemijski izračun osigurava regulatornu klasifikaciju otpada u skladu s europskim zakonodavstvom.

Tablica 4. Usporedni prikaz ekotoksikološkog biotesta i kemijskog izračuna za definiranje ekotoksičnosti

Kriterij	Ekotoksikološki biotest (npr. test s <i>Daphnia magna</i>)	Kemijski izračun prema CLP klasifikaciji
Osnovni princip	Mjeri stvarni biološki učinak eluata otpada na organizam	Procjenjuje ekotoksičnost na temelju koncentracija opasnih tvari u otpadu
Regulativna osnova	OECD i ISO ekotoksikološki standardi	Commission Regulation (EU) 2017/997
Vrsta procjene	Integrirani učinak cijele smjese	Zbroj pojedinačnih doprinosa identificiranih tvari
Biodostupnost tvari	Uključena u rezultat testa	Nije izravno uključena
Sinergijski učinci	Detektira ih	Ne uzima ih u obzir

Nepoznate tvari	Učinak se registrira kroz biološki odgovor	Nije moguće procijeniti
Fizikalno-kemijski utjecaji (pH, salinitet)	Mogu utjecati na rezultat	Ne uzima ih u obzir
Reproducibilnost	Ovisi o biološkim uvjetima testa	Visoka reproduktivnost
Zakonodavni okvir	Dopunska metoda	Primarna metoda u EU zakonodavstvu

Za izračun H14 važno je uzeti u obzir Uredbu (EC) br. 1272/2008 ("CLP regulacija" – Classification, labeling and packaging - sustav Europske unije za razvrstavanje, označavanje i pakiranje kemikalija).

CLP uredba ne primjenjuje se izravno za otpad, ali se koristi za klasifikaciju opasnih svojstava otpada, jer se kriteriji za HP svojstva otpada u Uredbi 1357/2014 temelje na klasifikacijskim pravilima CLP-a (npr. H315, H318, EUH028 i sl.).

CLP uredba određuje:

1. je li neka tvar ili smjesa opasna
2. kojoj vrsti opasnosti pripada (npr. zapaljivo, toksično, karcinogeno, ekotoksično)
3. kako se ta opasnost komunicira (H-oznake, piktogrami, signalne riječi)

Otpad se ne razvrstava direktno prema CLP-u, ali se HP svojstva otpada određuju na temelju CLP klasifikacije tvari koje se u otpadu nalaze (primjeri dati u tablici 5).

Prilikom procjene opasnog svojstva HP14 razmatrani su različiti mogući kemijski oblici bakra, cinka i olova. Budući da provedenim analizama nije određena vrsta metalnog spoja, nije moguće sa sigurnošću utvrditi u kojem su kemijskom obliku pojedini metali prisutni u otpadu. Za bakar i cink kao potencijalno relevantni spojevi razmatrani su bakrov oksid (CuO) i cinkov oksid (ZnO). Navedeni spojevi predstavljaju česte oblike pojavljivanja bakra i cinka u čvrstim otpadima, osobito u metalnim frakcijama, oksidiranim materijalima, pepelima, sitnim česticama nastalim trošenjem i obradom metala te drugim antropogenim materijalima. Stoga se CuO i ZnO mogu smatrati stručnom i regulatorno prihvaćenom pretpostavkom u slučajevima kada stvarni kemijski oblik metala nije poznat. Njihova primjena u procjeni HP14 ne predstavlja dokaz da su metali u otpadu prisutni upravo u tim oblicima, već konzervativan i regulatorno prihvatljiv pristup procjeni ekotoksičnog svojstva temeljem raspoloživih analitičkih podataka.

Stoga se izračun HP14 provodi korištenjem navedenih reprezentativnih spojeva sukladno regulatornim pravilima za klasifikaciju otpada te dobiveni rezultat predstavlja regulatornu procjenu HP14 svojstva temeljenu na konzervativnom scenariju prisutnosti navedenih spojeva.

Kod olova su razmatrani olovni oksid (PbO) i olovni karbonat (PbCO₃).

Tablica 5. Pojavni oblici Cu, Zn i Pb i njihova svojstva

Metal	Spoj (reprezentativni oblik)	Tipična ekotoksičnost (CLP)	Mobilnost / topivost u vodi	Pojavnost u otpadu / okolišu	Relevantnost za HP14	U kojem scenariju se koristi	Obrazloženje
Cu	CuSO ₄ (bakrov sulfat)	vrlo visoka; H400/H410	vrlo topiv visoka mobilnost Cu ²⁺	kemijska industrija, biocidi, zaštita drva, galvanizacija	vrlo visoka	Najgori scenarij	predstavlja vrlo mobilan i ekotoksičan oblik bakra; koristi se kao konzervativna pretpostavka
Cu	CuCl ₂ (bakrov klorid)	vrlo visoka; H400/H410	vrlo topiv visoka mobilnost	galvanizacija, kloridni procesi, kemijska obrada metala	vrlo visoka	Najgori scenarij	topiv kloridni oblik; maksimalni potencijal oslobađanja Cu ²⁺
Cu	CuO (bakrov oksid)	visoka; često H410	umjereno topiv srednja mobilnost	pepeli, metalurški otpad, oksidni procesi, EE otpad, metalne frakcije	visoka	Realni scenarij	čest oblik bakra u čvrstim industrijskim otpadima
Cu	Cu u mineralnoj matrici (silikati, karbonati)	niska ili bez klasifikacije	vrlo slaba mobilnost	tlo, stabilizirani otpad	ograničena	Najbolji scenarij	pretpostavlja vezanje bakra u stabilnoj mineralnoj fazi
Zn	ZnSO ₄ (cinkov sulfat)	vrlo visoka; H400/H410	vrlo topiv visoka mobilnost Zn ²⁺	galvanizacija, kemijska industrija,	vrlo visoka	Najgori scenarij	mobilan i vrlo ekotoksičan oblik cinka
Zn	ZnCl ₂ (cinkov klorid)	vrlo visoka; H400/H410	vrlo topiv vrlo mobilan	metalna obrada, galvanizacija	vrlo visoka	Najgori scenarij	kloridni oblik s vrlo visokom topljivošću
Zn	ZnO (cinkov oksid)	visoka; često H410	umjerena topivost	spalionički pepeo, metalurški otpad, EE otpad, frakcije kablova, sitna prašina od industrijskih procesa	visoka	Realni scenarij	čest oblik Zn u industrijskim čvrstim otpadima
Zn	Zn u silikatima/karbonatima	niska	vrlo slaba mobilnost	mineralna matrica otpada, stariji otpad	ograničena	Najbolji scenarij	pretpostavlja stabilno vezan Zn

Pb	PbO (olovni oksid)	srednja do visoka; H410/H411	niska do umjerena topivost	metalurški otpad i otpadne baterije, frakcije od EE opreme	srednja	Najgori scenarij	koristi se za konzervativnu procjenu
Pb	PbCl₂ (olovni klorid)	srednja do visoka; H410/H411	umjerena topivost	kloridni industrijski procesi	srednja	Najgori scenarij	mobilniji oblik olova nego karbonati
Pb	PbCO₃ (olovni karbonat)	kronična ekotoksičnost; H411	slabo topiv	tlo, korozijski produkti olova, produkt reakcije karbonatnog medija i olova, stariji otpad	srednja	Realni scenarij	tipičan okolišni oblik olova
Pb	PbSO₄ (olovni sulfat)	kronična ekotoksičnost; H411	vrlo slabo topiv	baterijski i mineralni otpadi	srednja	Realni slučaj	stabilan ali kronično toksičan oblik
Pb	Pb u stabilnoj mineralnoj matrici	vrlo niska	minimalna mobilnost	stabilizirani otpad, mineralne frakcije	ograničena	Najbolji slučaj	pretpostavlja vrlo nisku bioraspoloživost

Temeljem raspoloživih analitičkih podataka, karakteristika otpada i stručne procjene mogućih oblika pojavljivanja metala u čvrstim otpadima, za potrebe regulatornog izračuna HP14 razmatrani su sljedeći reprezentativni spojevi sa pripadajućim CLP:

- **CuO (bakrov oksid) - H410**
- **ZnO (cinkov oksid) - H410**
- **PbCO₃ (olovni karbonat) - H411⁴**
- **PbO (olovni oksid) – H410**
- **Pb u stabilnoj mineralnoj matrici - bez relevantne H4xx klasifikacije za račun HP14, pa ne doprinosi računu.**

To znači da se HP14 račun radi s ovim pravilima:

- CuO = H410, cut-off⁵ 0,1 %, ponder 100
- ZnO = H410, cut-off 0,1 %, ponder 100
- PbCO₃ = H411, cut-off 1,0 %, ponder 10
- PbO = H410, cut.off 0,1% ponder 100

Formula prema kojoj se računa HP14:

$$100 \times \Sigma c(H410) + 10 \times \Sigma c(H411) + \Sigma c(H412) \geq 25\%$$

S tim da je izmjerene koncentracije potrebno pretvoriti u postotke prema formuli:

$$\% = \frac{\text{mg/kg}}{10\,000}$$

Za potrebe ovog vještačenja za kompozitne uzorke kompozit R 1,2 i 3, kompozit E 4, 5 i 6 i kompozit iskopa R 7 i 8 utvrđeno je HP14 svojstvo.

1.3.4.3 Metodologija akutne toksičnosti (inhibicija pokretljivosti *Daphnia magna*)

Metoda određivanja ekotoksičnosti pomoću organizma *Daphnia magna* temelji se na standardiziranom ekotoksikološkom testu kojim se procjenjuje akutni toksični učinak uzorka na vodene organizme. *Daphnia magna* je planktonski slatkovodni račić koji se često koristi u ekotoksikologiji zbog svoje visoke osjetljivosti na promjene u kemijskom sastavu vode te zbog dobre reproducibilnosti laboratorijskih ispitivanja.

⁴ Konzervativan pristup

⁵ Minimalnu koncentraciju tvari u otpadu ispod koje se ta tvar ne uzima u obzir u izračunu opasnog svojstva. Ako je koncentracija neke tvari u otpadu manja od cut-off vrijednosti, ta se tvar ignorira u računu HP svojstva, iako sama po sebi može imati opasnu CLP klasifikaciju, ovako se računa kako bi se izbjeglo da neka tvar u tragovima automatski utječe na označavanje nekog otpada opasnim.

Metoda je standardizirana međunarodnim protokolima kao što su OECD Test Guideline 202 i ISO 6341. U postupku ispitivanja najprije se priprema eluat uzorka, odnosno vodeni ekstrakt dobiven postupkom izluživanja otpada u laboratorijskim uvjetima, čime se simulira moguće otpuštanje topljivih tvari iz otpada u okoliš.

Mlade jedinke *Daphnia magna* izlažu se različitim koncentracijama eluata tijekom standardnog razdoblja od 48 sati. Tijekom testa prati se imobilizacija organizama, odnosno gubitak sposobnosti aktivnog kretanja, koji predstavlja pokazatelj toksičnog učinka uzorka.

Na temelju rezultata određuje se EC50 vrijednost (Effective Concentration 50) (u rezultatima označena kao LID-D), odnosno koncentracija uzorka koja uzrokuje imobilizaciju 50 % testnih jedinki. Rezultat testa obično se izražava kao EC50 vrijednost ili kroz razrede toksičnosti, koji omogućuju jednostavniju interpretaciju rezultata. U takvom sustavu klasifikacije vrijednosti se mogu interpretirati na sljedeći način:

- 1 – bez toksičnog učinka (vrlo niska ili neznatna toksičnost)
- 2 – slaba toksičnost
- 3 – umjerena toksičnost
- 4 – izražena toksičnost
- 5 – vrlo visoka toksičnost

Niže EC50 vrijednosti i viši razredi toksičnosti ukazuju na veći toksični učinak uzorka na testne organizme. Metoda omogućuje procjenu ukupnog biološkog učinka uzorka jer organizmi reagiraju na sve prisutne tvari i njihove međusobne interakcije.

1.3.4.4 Određivanje opasnog svojstva HP9

Opasno svojstvo HP 9 određuje se na temelju prisutnosti živih mikroorganizama ili njihovih toksina za koje se zna ili se opravdano smatra da mogu uzrokovati bolest ljudi ili drugih živih organizama. Za HP 9 nisu propisane jedinstvene granične koncentracije ni računski postupak, nego se karakterizacija provodi primjenom pristupa težine dokaza, uzimajući u obzir podrijetlo i sastav otpada, rezultate mikrobioloških ispitivanja te poznati patogeni potencijal utvrđenih mikroorganizama.

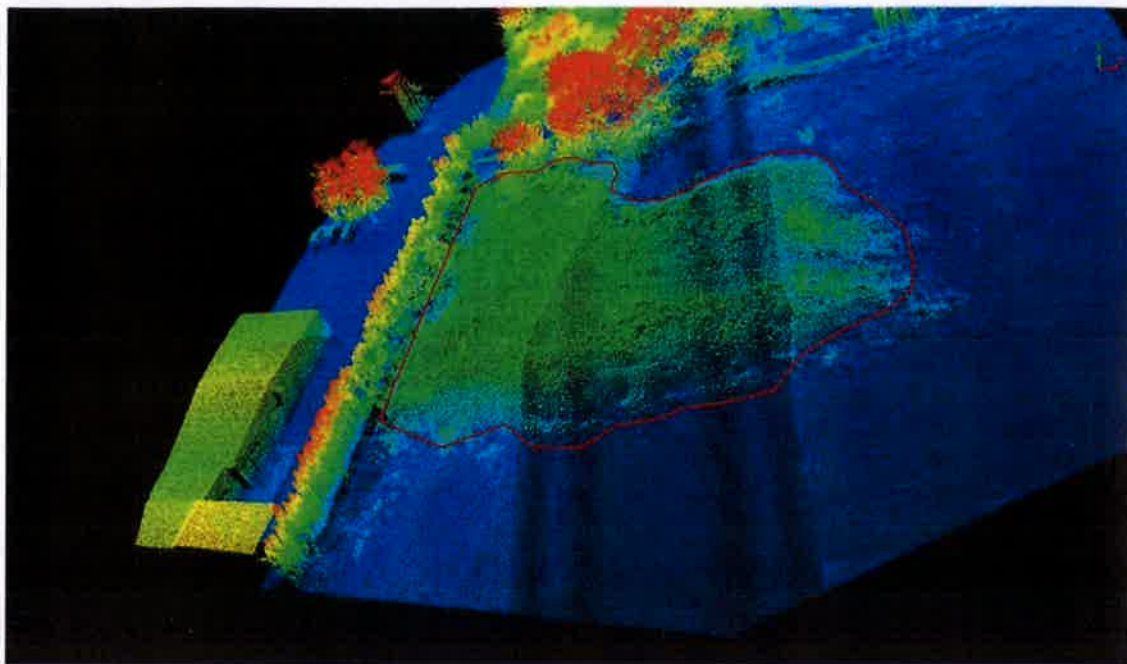
Mikrobiološko ispitivanje provodi se odgovarajućim kultivacijskim i identifikacijskim metodama kojima se potvrđuje prisutnost živih mikroorganizama i određuje njihov rod odnosno vrsta. Ako su ispitivanjem utvrđene samo bakterijske vrste ili sojevi, bez dodatnog dokazivanja gena virulencije, toksina, patotipa ili infektivne doze, karakterizacija HP 9 temelji se na procjeni predstavljaju li utvrđeni izolati mikroorganizme s poznatim ili opravdano pretpostavljenim potencijalom izazivanja bolesti.

1.3.5 Geodetsko snimanje lokacije

Za potrebe ovog vještačenja napravljeno je geodetsko snimanje sjeverne lokacije Geodetsko LiDAR snimanje i procjena volumena materijala na lokaciji Varaždin, Sveučilište Sjever 2026.

Geodetskim snimanjem utvrđeno je da je površina zauzeta otpadom iznosi 1.702,95 m², dok je volumen otpada 3.649,96 m³ (Sveučilište Sjever, 2026⁶).

⁶ Geodetsko LiDAR snimanje i procjena volumena materijala na lokaciji Varaždin, Sveučilište Sjever 2026.



Slika 14. Oblak točaka s prikazanim područjima obračuna volumena (Sveučilište Sjever, 2026)

Južna lokacija predstavlja otpad zakopan u zemlju, stoga geodetsko snimanje nije opravdano.

1.3.6 Druge relevantne informacije i podaci

Za potrebe vještačenja prikupljeni su podaci Zavoda za zaštitu okoliša i prirode o lokaciji, dodatni podaci o lokaciji prikupljeni su i s Bioportala (<https://bioportal.hr/>), službenih internetskih stranica Grada Varaždina (<https://varazdin.hr/>).

Ortofoto podloge koje su korištene u izradi vještačenja uzete su sa Informacijskog sustava prostornog uređenja (<https://ispu.mgipu.hr/>) i iz spisa.

Korišteni su podaci Hrvatskog geološkog instituta <https://www.hgi-cgs.hr/>.

U okviru predmetnog vještačenja nisu ugrađeni piezometri niti su uzeti uzorci podzemne vode neposredno ispod i nizvodno od tijela otpada. Zbog toga ovim vještačenjem nije izravno utvrđivana kvaliteta lokalne podzemne vode na predmetnoj lokaciji već su korišteni podaci službenog monitoringa za vodocrpilišta od tvrtke Varkom d.o.o propisanog zakonom.

2 Opis stanja na lokaciji Varaždin

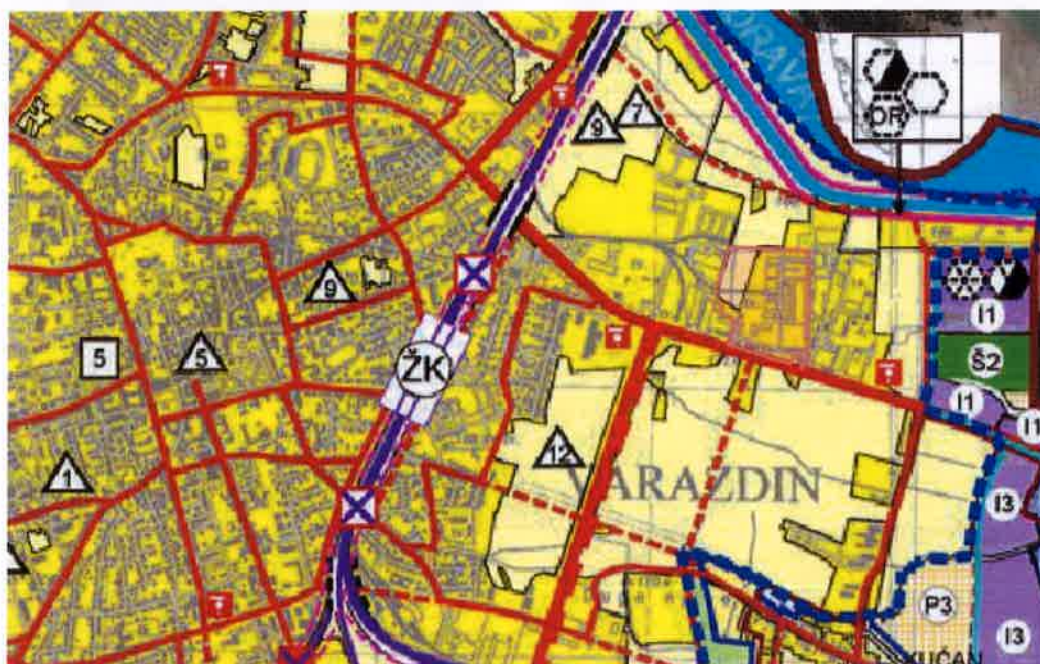
2.1 Prostorno – planska dokumentacija

Za lokaciju vrijede slijedeća prostorno planska dokumentacija:

- Generalni urbanistički plan grada Varaždina (Službeni vjesnik Grada Varaždina broj 01/07, 06/08, 3/12, 7/16, 5/19, 7/19-pročišćeni tekst i 9/22) Na snazi od: 02.08.2022.
- II. izmjene i dopune plana Prostorni plan uređenja Grada Varaždina (Službeni vjesnik Grada Varaždina broj 2/05, 13/14 i 9/22) Na snazi od: 02.08.2022.
- IV. izmjene i dopune plana Prostorni plan Varaždinske županije Službeni vjesnik Varaždinske županije broj 08/00, 29/06, 16/09, 96/21, 20/24, 34/24-pročišćeni tekst, 29/25 i 85/25-pročišćeni tekst) Na snazi od: 29.03.2025

Uvidom u PPUG Varaždin, na karti 1. Korištenja i namjene prostora vidljivo je da predmetna lokacija predstavlja izgrađeno i neizgrađeno građevinsko područje naselja, dok je na karti 3. Uvjeti korištenja i zaštite područja, 3.2. Područje posebnih ograničenja u korištenju predmetna lokacija smještena dijelom u području indundacijskog pojasa rijeke Drave (gdje je odložen otpad). Na kartografskom prikazu 4.10. Građevinsko područje naselja Varaždin unutar granica GUP-a, predmetna čestica nalazi se u području stambene namjene – neizgrađeni i neuređeni dio građevinskog područja.

Prema GUP Grada Varaždina: kartografski prikaz 4.3.a Uvjeti korištenja i zaštite prostora – oblici korištenja, čestica se nalazi u proizvodno poslovnoj namjeni.



1. KORIŠTENJE I NAMJENA PROSTORA

1.1. PROSTORI ZA RAZVOJ I UREĐENJE

TUMAČ PLANSKOG ZNAKOVLJA	
	GRANICA ŽUPANIJE
	GRANICA GRADA VARAŽDINA
	GRANICA NASELJA
	GRANICA GUP-a GRADA VARAŽDINA
GRAĐEVINSKA PODRUČJA NASELJA	
	GRAĐEVINSKO PODRUČJE NASELJA
	GROBLJE unutar građevinskog područja naselja
IZDVOJENI DIO GRAĐEVINSKOG PODRUČJA NASELJA	
	POSREDAVAČKA NAMJENA N1 - vešeraj i posredništvo
	DRUŠTVENO-POSLOVNA NAMJENA
	PARKOVI I ZAŠTITNO ZELENILO
IZDVOJENA GRAĐEVINSKA PODRUČJA IZVAN NASELJA	
	GOSPODARSKA NAMJENA - PROIZVODNA I1 - prehrambena proizvodnja, I2 - prehrambena-uslužna, I3 - prehrambena-uslužna-turistička
	GOSPODARSKA NAMJENA - FARMA
	SKLONIŠTE ZA NAPUŠTENE ŽIVOTINJE
	POSREDAVAČKA NAMJENA N2 - posredništvo i vešeraj, N3 - posredništvo i vešeraj, N4 - posredništvo i vešeraj
	SPORTSKO-REKREACIJSKA NAMJENA R1 - sportski centar, R2 - golf, R3 - nogomet i drugi sportovi, R4 - nogomet, R5 - rekreacija u prirodi, R6 - rekreacija u prirodi
	PARKOVI I ZAŠTITNO ZELENILO
	PERIVOLJ JAVNOVEĆ
	UGOSTITELJSKO-TURISTIČKA NAMJENA T1 - hotel, T2 - turističko naselje, T3 - odmor i kamp

Slika 15. Urtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina – kartografski prikaz 1. Korištenje i namjena prostora

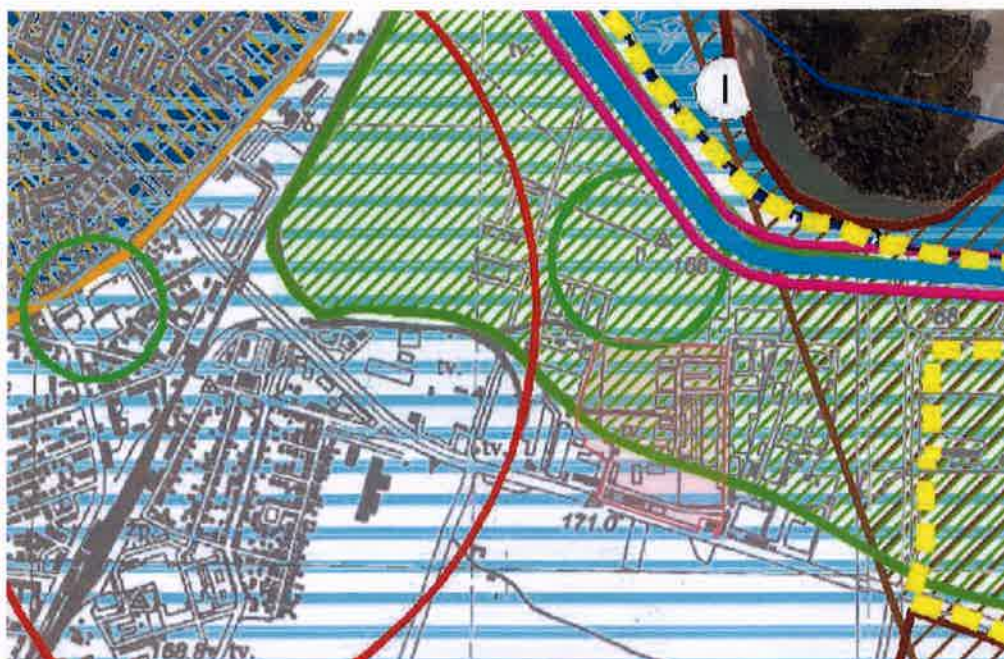


2. INFRASTRUKTURNI SUSTAVI I MREŽE
2.2. VODNOGOSPODARSKI SUSTAV

2.2.2. ODVODNJA OTPADNIH VODA
I GOSPODARENJE OTPADOM

TUMAČ PLANSKOG ZNAKOVLJA	
	GRANICA ŽUPANIJE
	GRANICA GRADA VARAŽDINA
	GRANICA NASELJA
	GRANICA GUP-a GRADA VARAŽDINA
ODVODNJA OTPADNIH VODA	
POSTOJEĆE PLANIRANO	
	UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA M - mehanički, B - biološki
	ISPUST PROČIŠĆENIH OTPADNIH VODA
	CRPNA STANICA
	GLAVNI ODVODNI KANAL (KOLEKTOR)
	OSTALI ODVODNI KANALI
	TLAČNI KANAL
	KIŠNI PRELJEV
GOSPODARENJE OTPADOM	
	KRATKOTRAJNO SKLADIŠTENJE OTPADA K - komunalni i neopasni proizvodni otpad - OK, mermer otpad - oi
	PRETOVARNA STANICA
GRADJEVINE ZA OBRADU OTPADA	
	GRADJEVINE ZA RAZVRSTAVANJE, MEHANIČKU OBRADU I PAKIRANJE KOMUNALNOG I NEOPASNOG PROIZVODNOG OTPADA
	SANACIJA LOKACIJA NA KOJIMA JE BILO POSTUPANJE S OTPADOM
	GOSPODARENJE GRADEVINSKIM OTPADOM
	RECIKLAŽNO DVORIŠTE ZA GRADEVINSKI OTPAD
	RECIKLAŽNO DVORIŠTE

Slika 16. Ucrtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina –
kartografski prikaz 2.2. Vodnogospodarski sustavi, 2.2.2. Odvodnja otpadnih voda
i gospodarenje otpadom



UREĐENJE VODOTOKA I VODA - REGULACIJSKI I ZAŠTITNI SUSTAV

POSTOJEĆE PLANIRANO



KANAL/NASIP (OBALOUTVRDE, ZAŠTITNI ZIDOWI)



VODENE POVRŠINE I REGULACIJA VODOTOKA



INUNDACIJSKI POJAS RIJEKE DRAVE



ZAŠTITNI KORIDOR VODOTOKA
(Plitvica - 32,0 m, Lateralni kanal Piškornica - 16,0 m)



VODODJELNICA



BRANJENO PODRUČJE (PROCJENA RIZIKA OD VELIKIH NESREĆA)



UGROŽENO PODRUČJE (PROCJENA RIZIKA OD VELIKIH NESREĆA)

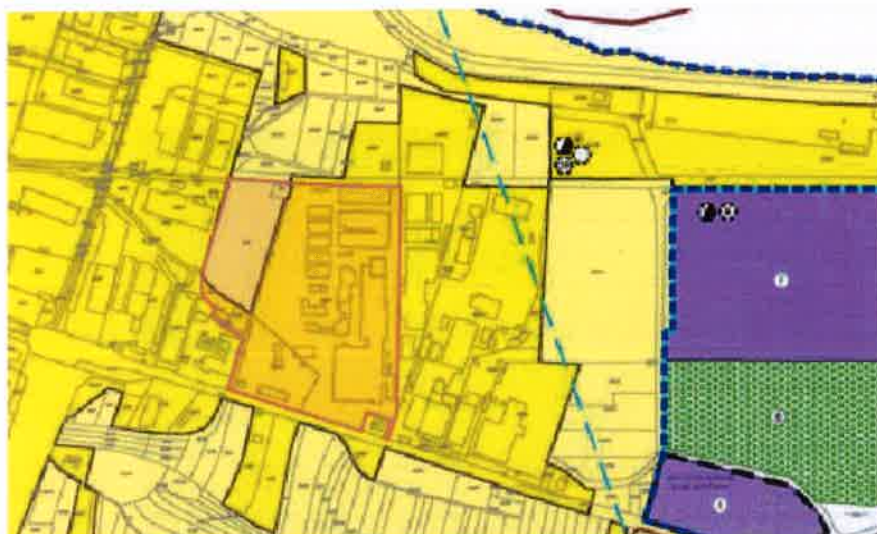


UGROŽENO PODRUČJE U SLUČAJU RUŠENJA SUSTAVA HE
(PROCJENA RIZIKA OD VELIKIH NESREĆA)



RETENCIJA ZA OBRANU OD POPLAVA

Slika 17. Ucrtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina – kartografski prikaz 3. Uvjeti korištenja i zaštite prostora, 3.2. Područja posebnih ograničenja u korištenju

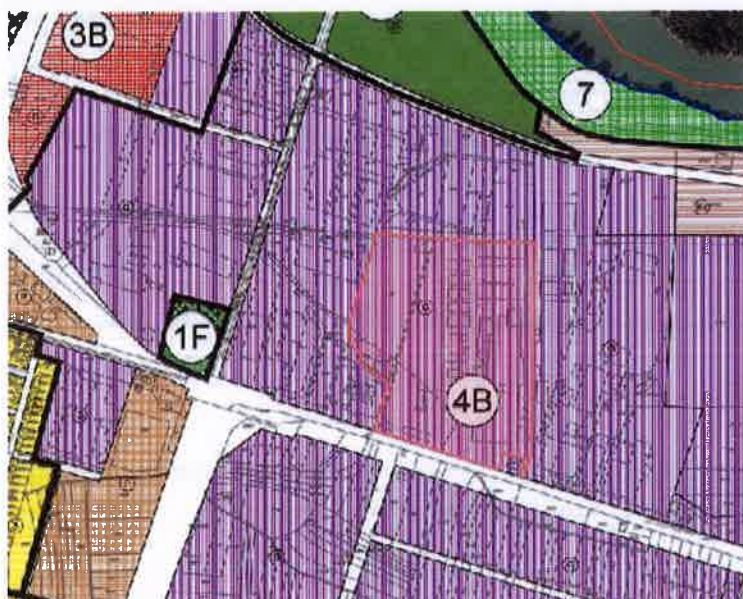


TUMAČ

-  GRANICA GRADA VARAŽDINA
-  GRANICA NASELJA
-  GRANICA GUP-a VARAŽDINA
- RAZVOJ I UREĐENJE POVRŠINA**
-  GRAĐEVINSKO PODRUČJE NASELJA
-  IZDVOJENI DIO GRAĐEVINSKOG PODRUČJA NASELJA
-  IZDVOJENA GRAĐEVINSKA PODRUČJA IZVAN NASELJA
-  STAMBENA NAMJENA - natkrpaćeni i neukrpaćeni dio građevinskih područja definiran je tačkama 12 i 5. Odredbi za provedbu Plana
-  JAVNA I DRUŠTVENA NAMJENA
-  D3 - dječja ustanova, D4 - škola, D7 - vjerska, D8 - vatrogasno društvo
-  SPOMENIK
-  RADNO STAMBENA NAMJENA
-  DRUŠTVENA I SPORTSKA NAMJENA
-  POSLOVNA NAMJENA
-  SPORTSKO-RECREATIVNA NAMJENA
-  H2 - javna i privatna, H3 - poslovna i druga isprava, H5 - ribnjak
-  POSEBNA NAMJENA
-  H1 - vojna 7, H2 - trgovačka brigada Puna, H3 - vojna vježbališta Marinka, H5 - vježbalište Veliki Prnjavor
-  GOSPODARSKA NAMJENA - PROIZVODNA
-  H1 - prehrambeno-proizvodna, H3 - proizvodnja uslužne turističke
-  GOSPODARSKA NAMJENA - FARMA
-  TURISTIČKA NAMJENA
-  H3 - autokamp i kamp
-  POVRŠINE INFRASTRUKTURNIH SUSTAVA
-  JAVNE ZELENE POVRŠINE
-  ŠUMA

-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN
-  AERODROM VARAŽDIN

Slika 18. Ucrtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina – kartografski prikaz 4.10. Građevinsko područje naselja Varaždin unutar granica GUP-a



NAMJENA I KORIŠTENJE PROSTORA

TUMAČ PLANSKOG ZNAKOVILJA

GRANICA OUP-a

RAZVOJ I UREĐENJE NASELJA

KORIDOR PROMETNICA

MOGUĆI KORIDOR PROMETNICA

STAMBENA NAMJENA

MJEŠOVITA NAMJENA

JAVNA I DRUŠTVENA NAMJENA

POSLOVNA NAMJENA

POSLOVNA NAMJENA U PERIVOLJOM ZELENLU

POSLOVNO TURISTIČKA NAMJENA

POSLOVNA NAMJENA U PERIVOLJOM ZELENLU

PROJEKCIJSKO POSLOVNA NAMJENA

GOSPODARSKA KOMUNALNA NAMJENA

KOMUNALNO - SERVISNA NAMJENA

UGOSTITELJSKO TURISTIČKA NAMJENA

POVRŠINE INFRASTRUKTURNIH GUSTAVA

SPORTSKO REKREACIJSKA NAMJENA

JAVNE ZELENE POVRŠINE - uređeni površini

21 - ne bježeći i površine

3. PREOBRAZBA, REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA PRETEŽNO UZORADENIH PREDJELA

3A PROMJENA NAMJENE I REKONSTRUKCIJA, TE NOVA GRADNJA

3B ODRŽAVANJE, REKONSTRUKCIJA I NOVA GRADNJA U PODRUČJU
SA RAZLIČITIM NAMJENAMA I TIPOLOGIJAMA GRADNJE

4. PRETEŽNO NEDOVRŠENI PREDJELI SA NOVOM GRADNjom I NOVA GRADNJA

4A NOVA GRADNJA, PRETEŽNO STAMBENE I KOMPATIBILNE NAMJENE

4A1 GRADNJA POD POSEBNIM UVJETIMA

4B ODRŽAVANJE POSTOJEĆE, DOGRADNJA, REKONSTRUKCIJA I
NOVA GRADNJA, PRETEŽNO GOSPODARSKE I KOMPATIBILNE NAMJENE

4C NOVE REGULACIJE NA NEIZGRADENOM PROSTORU

4D IZGRADNJA I UREĐENJE PROSTORA SPORTSKO-REKREACIJSKE NAMJENE

5. ZAŠTITA, ODRŽAVANJE I UREĐENJE DIJELOVA PRIRODE I OSTALIH ZELENIH POVRŠINA

5A ODRŽAVANJE I UREĐENJE DRAVEKE PAK ŠUME

5B ODRŽAVANJE I UREĐENJE PRIRODNOG I KULTIVIRANOG KRAJOLIKA
S GRADNjom JAVNIH GARDIJA

Slika 19. U crtano na izvodu iz Generalnom urbanističkom planu Grada
Varaždina: kartografski prikaz 4.3.a Uvjeti korištenja i zaštite prostora – oblici
korištenja

2.2 Determinacija otpada

Za potrebe izrade ovog vještačenja uzeti su uzorci na čestici k.č. 13944/1 k.o. Varaždin na području nelegalno odloženog otpada (sjeverna i južna lokacija) kako je prethodno navedeno te je napravljen test procjeđivanja, analiza sastava krute faze (ukupni sadržaj metala) te analiza prisutnosti patogenih mikroorganizama. Ove analize napravio je Nastavni zavod za javno zdravstvo Andrija Štampar.

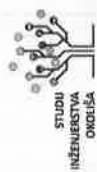
Na Geotehničkom fakultetu napravljeno je sortiranje otpada, određivanje vlažnosti, suhe gustoće otpada u najrahljijem i najzbijenijem stanju, gustoće čvrstih čestica otpada, udio metala, granulometrijski sastav i mikroskopiranje otpada, utvrđivanje radioaktivnosti.

2.2.1 Rezultati analize testa procjeđivanja

U nastavku dan je prikaz rezultata testa procjeđivanja za uzorke uzorkovane tijekom pretraga 10.2.2026. i inspekcijskog pregleda lokacije i uzetog uzorka 30.4.2024. godine

Tablica 6. Rezultati analize testa procjeđivanja za uzorke uzete tijekom pretrage

Naziv uzorka	Analitički broj	Koordinate (E / N)	Suha tvar %	pH	Kloridi mg kg ⁻¹ s.t.	Sulfati mg kg ⁻¹ s.t.	Fluorid mg kg ⁻¹ s.t.	TDS mg kg ⁻¹ s.t.	DOC mg kg ⁻¹ s.t.	Cd mg kg ⁻¹ s.t.	Cu mg kg ⁻¹ s.t.	Hg mg kg ⁻¹ s.t.	Ni mg kg ⁻¹ s.t.	Ba mg kg ⁻¹ s.t.	Cr mg kg ⁻¹ s.t.	Mo mg kg ⁻¹ s.t.	Pb mg kg ⁻¹ s.t.	Sb mg kg ⁻¹ s.t.	Se mg kg ⁻¹ s.t.	Zn mg kg ⁻¹ s.t.	As mg kg ⁻¹ s.t.
R 1.1 AŠ	058 00332/26	N 46°18.644' E 16°21.747'	70,2	8,3	34	340	<2,00	2340	179	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,080	<0,050	<5,0	<0,20
R 2.1 AŠ	058 00333/26	N 46°18.637' E 16°21.743'	58,1	7,9	25	57	<2,00	2380	542	<0,3	<5	<0,002	<5	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 2.2 AŠ	058 00334/26	N 46°18.637' E 16°21.743'	53,2	8,1	37	550	<2,00	5880	847	<0,3	5	0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 2.3 AŠ	058 00335/26	N 46°18.637' E 16°21.743'	54,6	8,1	57	260	<2,00	3620	585	<0,3	6	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 2.4 AŠ	058 00336/26	N 46°18.637' E 16°21.743'	91,9	7,9	120	650	<2,00	4000	537	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 3.1 AŠ	058 00337/26	N 46°18.637' E 16°21.755'	87,1	7,9	24	29	<2,00	1140	406	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 4.1 AŠ	058 00338/26	N 46°18.634' E 16°21.735'	62,4	8,0	25	350	<2,00	3560	573	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 4.2 AŠ	058 00339/26	N 46°18.634' E 16°21.735'	51,6	8,2	800	2100	<2,00	18320	3070	<0,3	53	0,002	<2	<10	1,1	<1,0	<2,0	0,17	<0,050	9,5	<0,20
R 4.3 AŠ	058 00340/26	N 46°18.634' E 16°21.735'	48,2	8,2	930	1400	2,16	11310	822	<0,3	5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,080	<0,050	<5,0	<0,20
R 4.4 AŠ	058 00341/26	N 46°18.634' E 16°21.735'	71,7	8,2	400	1700	<2,00	6520	820	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,30	<0,050	<5,0	<0,20
R 5.1 AŠ	058 00342/26	N 46°18.628' E 16°21.731'	46,9	7,9	27	550	<2,00	2960	980	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,080	<0,050	<5,0	<0,20
R 5.2 AŠ	058 00343/26	N 46°18.628' E 16°21.731'	59,1	7,9	910	79	<2,00	9980	823	<0,3	9	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,090	<0,050	41	<0,20
R 5.3 AŠ	058 00344/26	N 46°18.628' E 16°21.731'	57,3	8,7	1800	640	4,51	18820	4030	<0,3	43	<0,002	<2	<10	1,3	<1,0	<2,0	0,30	<0,050	<5,0	1,0
R 5.4 AŠ	058 00345/26	N 46°18.628' E 16°21.731'	81,6	7,8	67	42	3,67	3240	151	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	0,20
R 6.1 AŠ	058 00346/26	N 46°18.629' E 16°21.742'	59,8	8,0	69	800	<2,00	6520	1610	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 6.2 AŠ	058 00347/26	N 46°18.629' E 16°21.742'	43,2	7,9	590	3700	<2,00	21900	3890	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,33	<0,050	<5,0	<0,20
R 6.3 AŠ	058 00348/26	N 46°18.629' E 16°21.742'	62,5	9,3	1400	320	5,96	25920	3690	<0,3	7	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,30	<0,050	21	<0,20
R 6.4 AŠ	058 00349/26	N 46°18.629' E 16°21.742'	72,3	8,5	370	540	6,73	9120	1880	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	<0,20
Insp. nalaz	058 00540/24		91,5	8,0	1800	1100	<2,00	18720	1330	<0,3	6,3	0,003	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0		0,27	7	0,27
R 7.1 AŠ	058 00350/26	N 46°18.544' E 16°21.712'	77,0	8,0	50	720	2,37	3410	112	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,090	<0,050	<5,0	<0,20
R 7.2 AŠ	058 00351/26	N 46°18.544' E 16°21.712'	80,8	8,2	43	650	5,54	3000	404	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	<0,070	<0,050	<5,0	<0,20
R 8.1 AŠ	058 00352/26	N 46°18.533' E 16°21.706'	56,5	8,5	45	180	<2,00	4280	357	<0,3	<5	<0,002	<2	<10	<1,0	<1,0	<2,0	0,25	<0,050	<5,0	<0,20
Južna lokacija			-	-	800	1.000	10	4.000	500	0,04	2	0,01	0,4	20	0,5	0,5	0,5	0,06	0,1	4	0,5
Sjeverna lokacija			-	-	15.000	20.000	150	60.000	800	1	50	0,2	10	100	10	10	10	0,7	0,5	50	2



			MDK Opasni*	-	-	25.000	50.000	500	100.000	1.000	5	100	2	40	300	70	30	50	5	7	200	25
--	--	--	-------------	---	---	--------	--------	-----	---------	-------	---	-----	---	----	-----	----	----	----	---	---	-----	----

2.2.2 Rezultati analize – granulometrija, pepeo, vlažnost, udio metala i gustoća čvrstih čestica

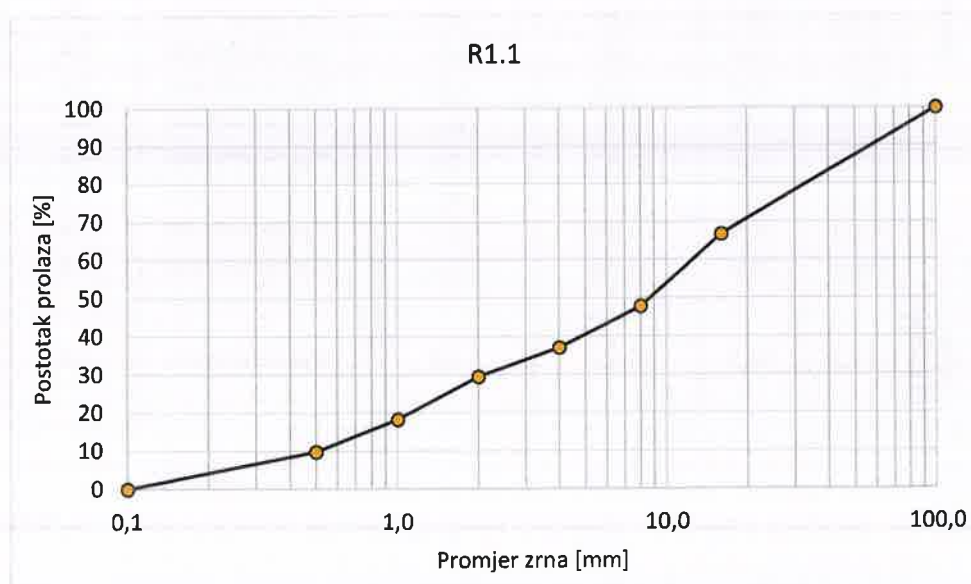
Tablica 7. Vlažnost, gustoća čvrstih čestica, udio organske tvari, udio metala, granulometrija

	Oznaka uzorka	Vlažnost	Gustoća čvrstih čestica	Udio organske tvari izgubljen žarenjem (440 °C)	Udio metala	Prosijano
		[%]	[g/cm ³]	[%]	[%]	DA/NE
Sjeverna lokacija	R 1.1	13,3	2,74	15,1	7	DA
	R 2.1	24,5	2,29	21,4	Nije detektirano	DA
	R 2.2	36,3	1,33	50,8	Nije detektirano	DA
	R 2.3	34,9	1,33	30,1	Nije detektirano	DA
	R 2.4	15,5	1,95	36,9	Nije detektirano	DA
	R 3.1	13,7	1,87	67,8	Nije detektirano	DA
	R 4.1	34,6	1,71	40,8	Nije detektirano	DA
	R 4.2	33,0	1,54	31,6	Nije detektirano	DA
	R 4.3	28,9	2,31	28,7	Nije detektirano	DA
	R 4.4	18,7	2,47	27,1	Nije detektirano	DA
	R 5.1.	36,2	1,07	47,5	Nije detektirano	DA
	R 5.2	25,4	1,04	92,9	Nije detektirano	DA
	R 5.3	17,6	2,27	16,9	Nije detektirano	DA
	R 5.4	15,3	2,51	5,5	Nije detektirano	DA
	R 6.1	44,0	1,22	38,2	Nije detektirano	DA
	R 6.2	50,5	1,39	36,7	Nije detektirano	DA
	R 6.3	28,6	1,08	85,6	Nije detektirano	DA
Južna lokacija	R 7.3	95,3	2,75	4,8	Nije detektirano	DA

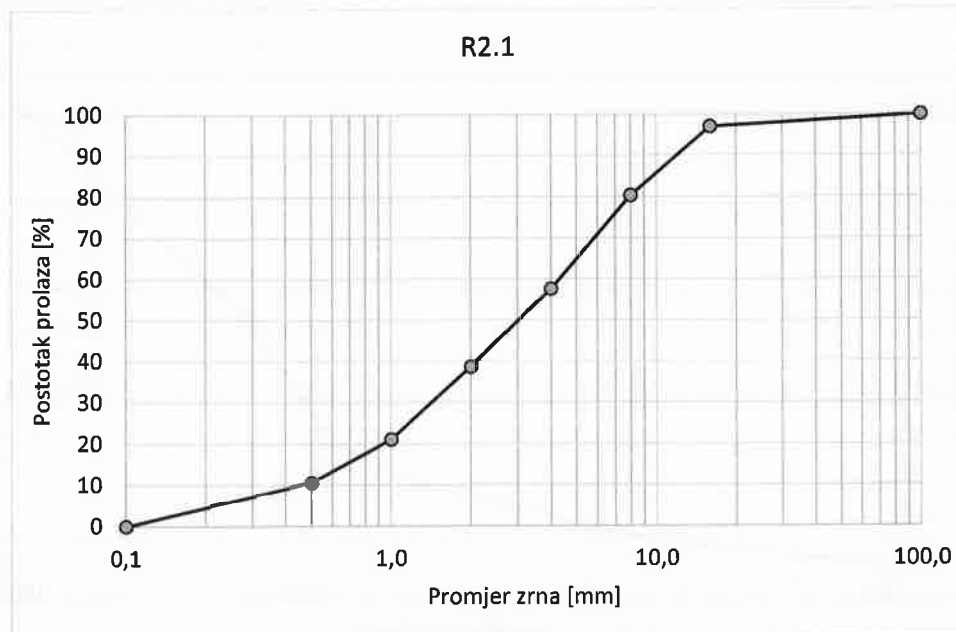
Tablica 8. Gustoća u rahlom i zbijenom stanju (plavim je označen uzorak tla/sličan tlu)

		Gustoća rahlog uzorka (kg/ m ³)	Gustoća uzorka nakon "zbijanja" (kg/ m ³)
Sjeverna lokacija	R1.1	889,45	1000,37
	R2.1	371,54	591,61
	R2.2	125,73	300,54
	R2.3	126,44	297,55
	R2.4	843,31	928,29
	R3.1	734,64	808,41

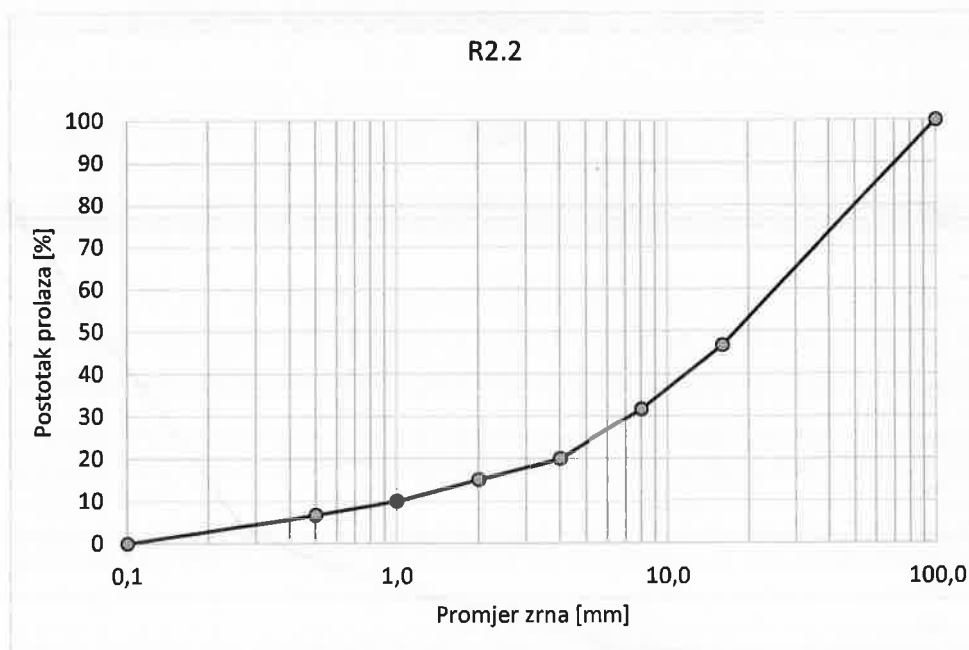
	R4.1	99,24	224,80
	R4.2	139,86	305,48
	R4.3	674,65	752,41
	R4.4	771,44	861,75
	R5.1	107,72	284,21
	R5.2	204,13	312,40
	R5.3	330,57	411,19
	R5.4	1053,75	1119,71
	R6.1	168,46	345,42
	R6.2	220,38	421,34
	R6.3	149,39	229,82
Južna lokacija	R7.3	1136,31	1189,47
	Prosjeak	452,61	576,93
	Prosjeak bez zemlje	301,73	439,07



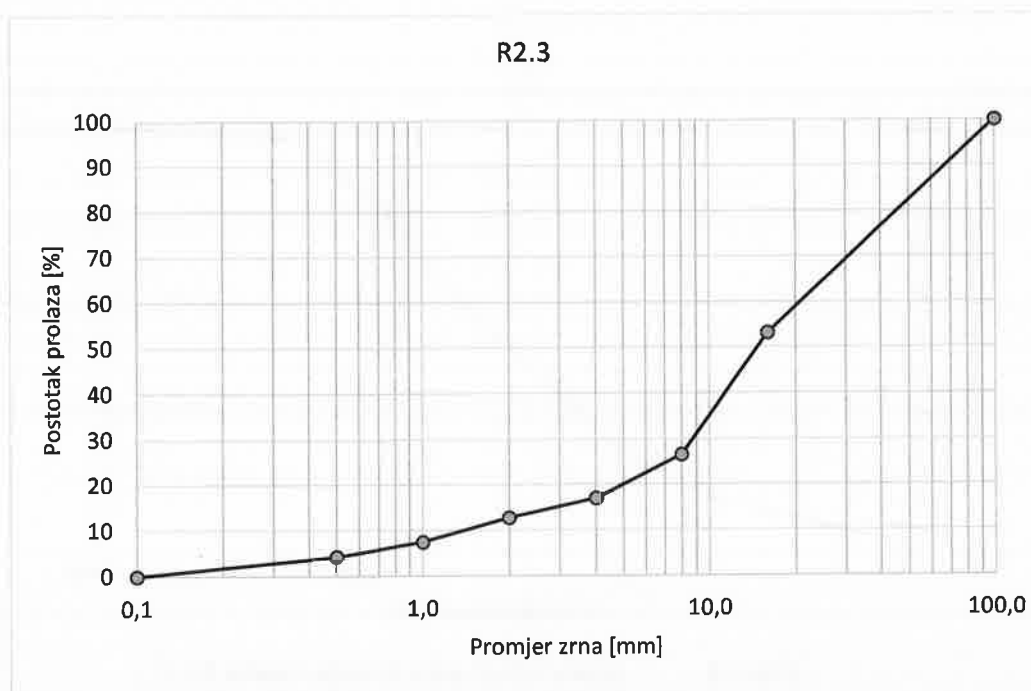
Slika 20. Granulometrijska krivulja uzorka R1.1



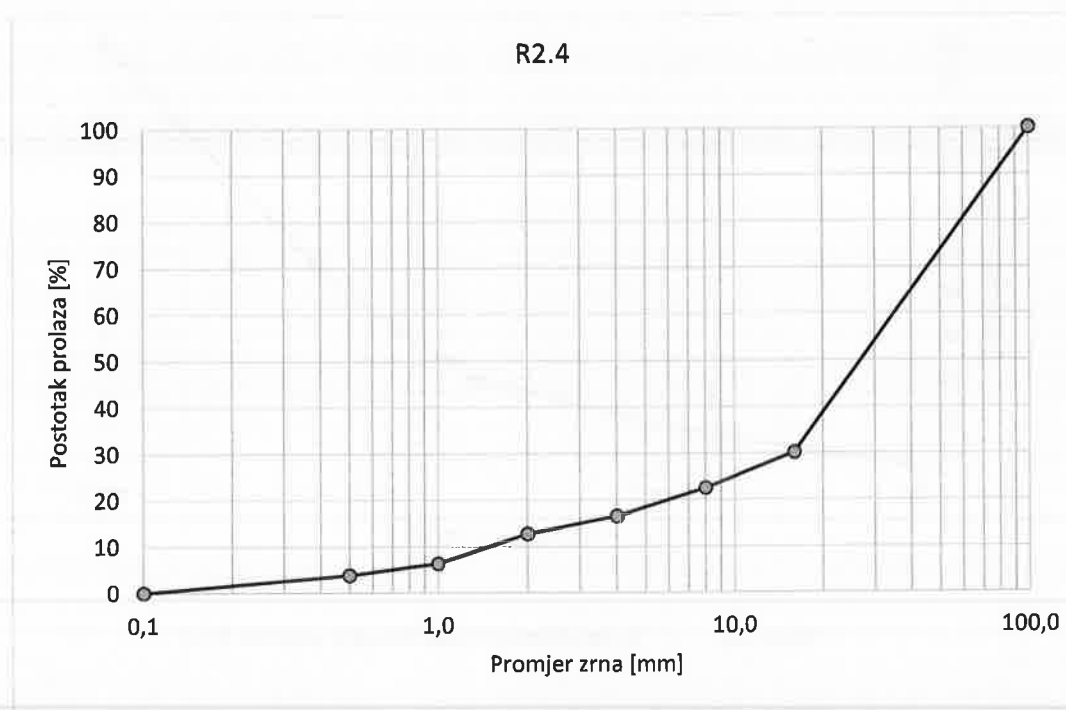
Slika 21. Granulometrijska krivulja uzorka R2.1



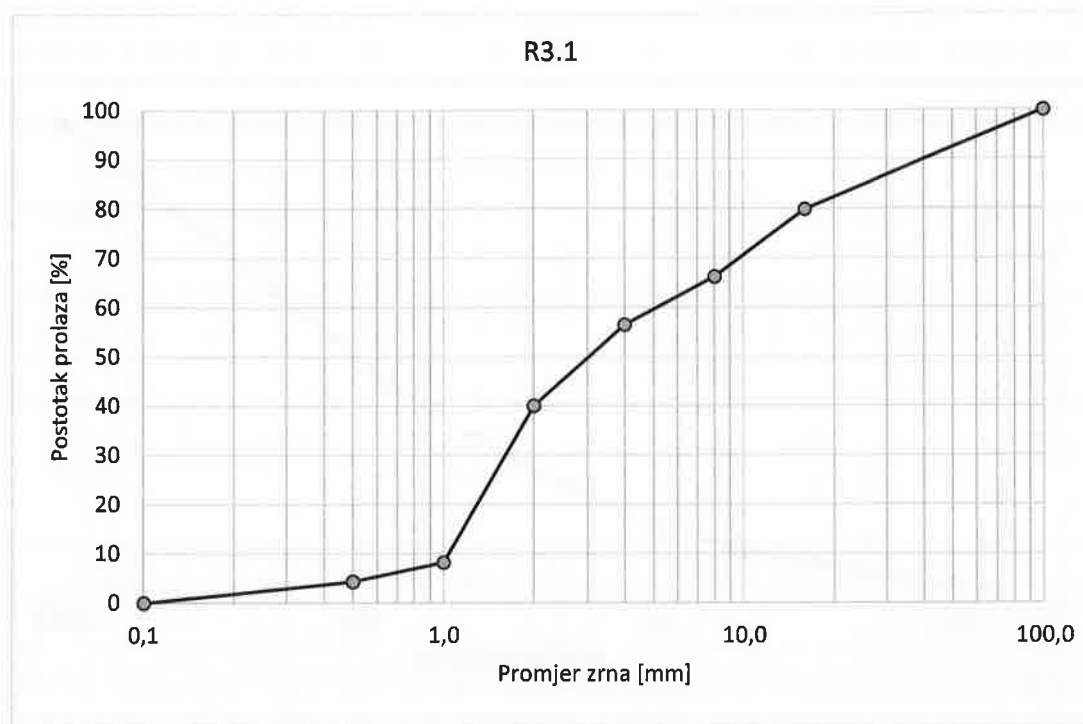
Slika 22. Granulometrijska krivulja uzorka R2.2



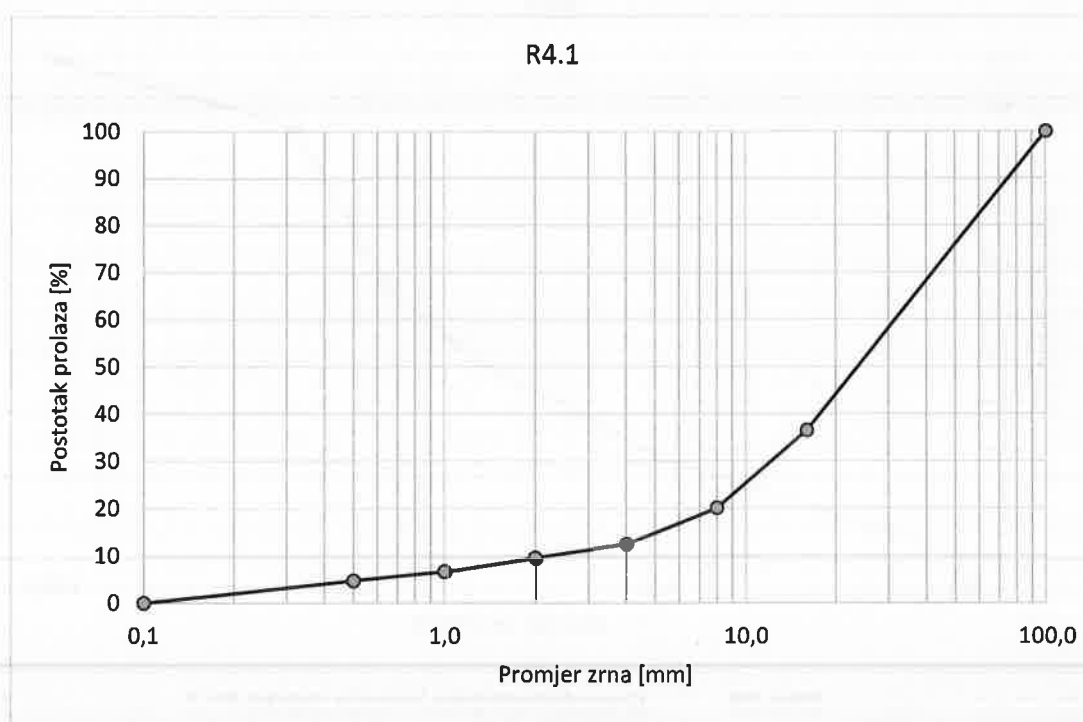
Slika 23. Granulometrijska krivulja uzorka R2.3



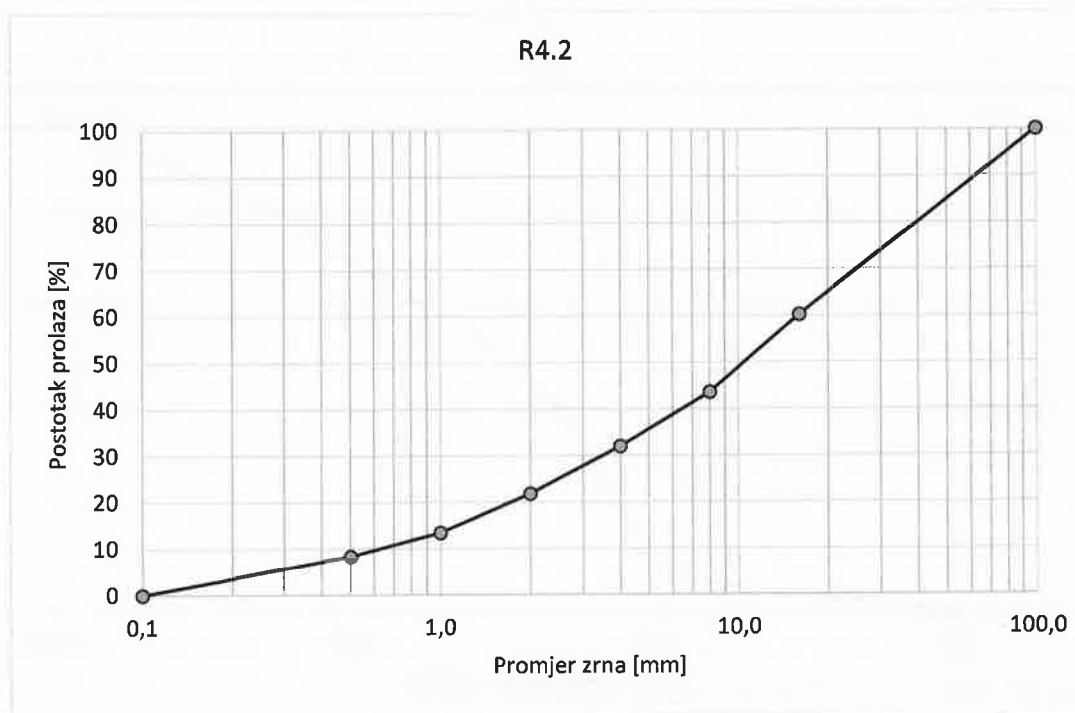
Slika 24. Granulometrijska krivulja uzorka R2.4



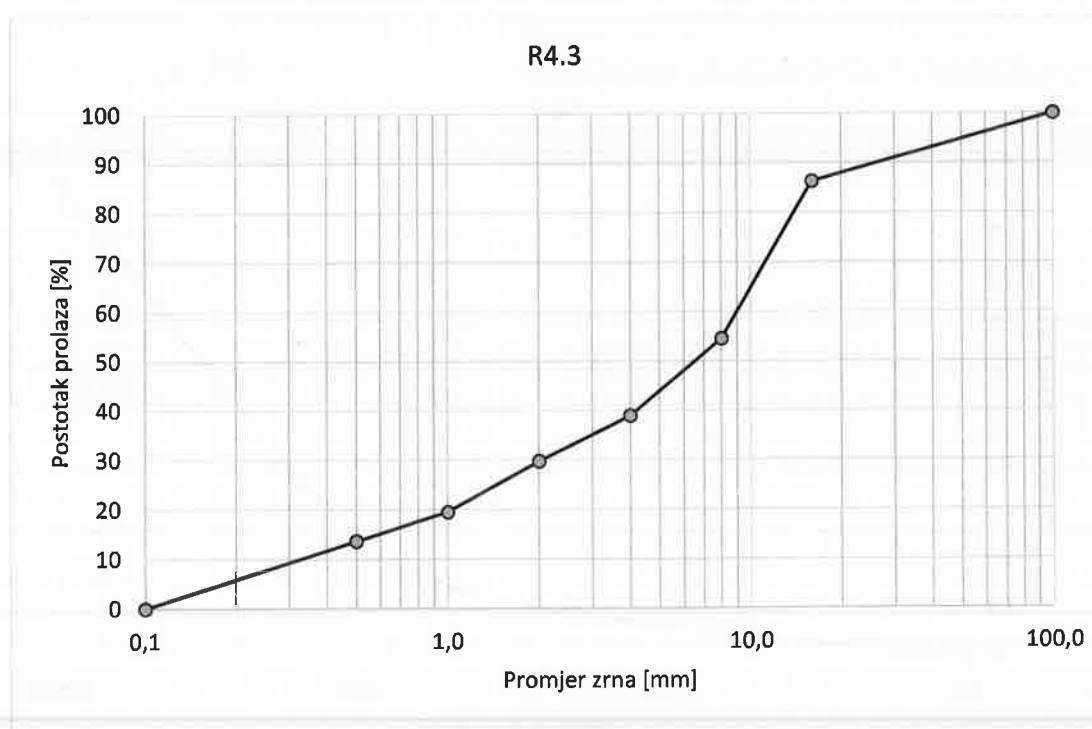
Slika 25. Granulometrijska krivulja uzorka R3.1



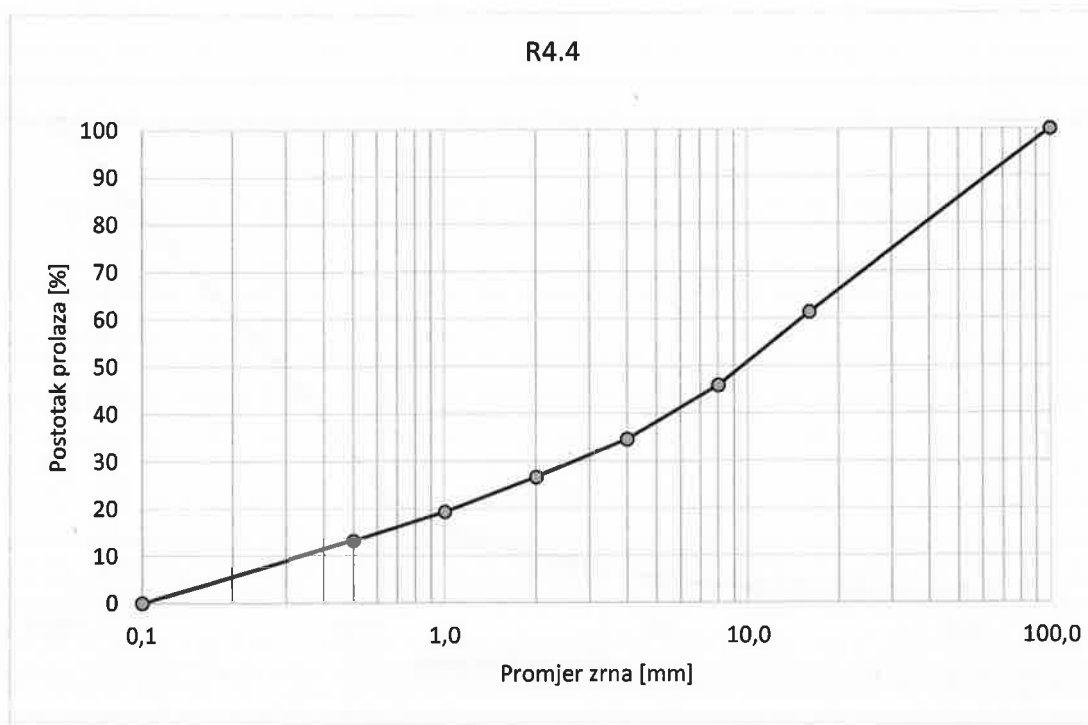
Slika 26. Granulometrijska krivulja uzorka R4.1



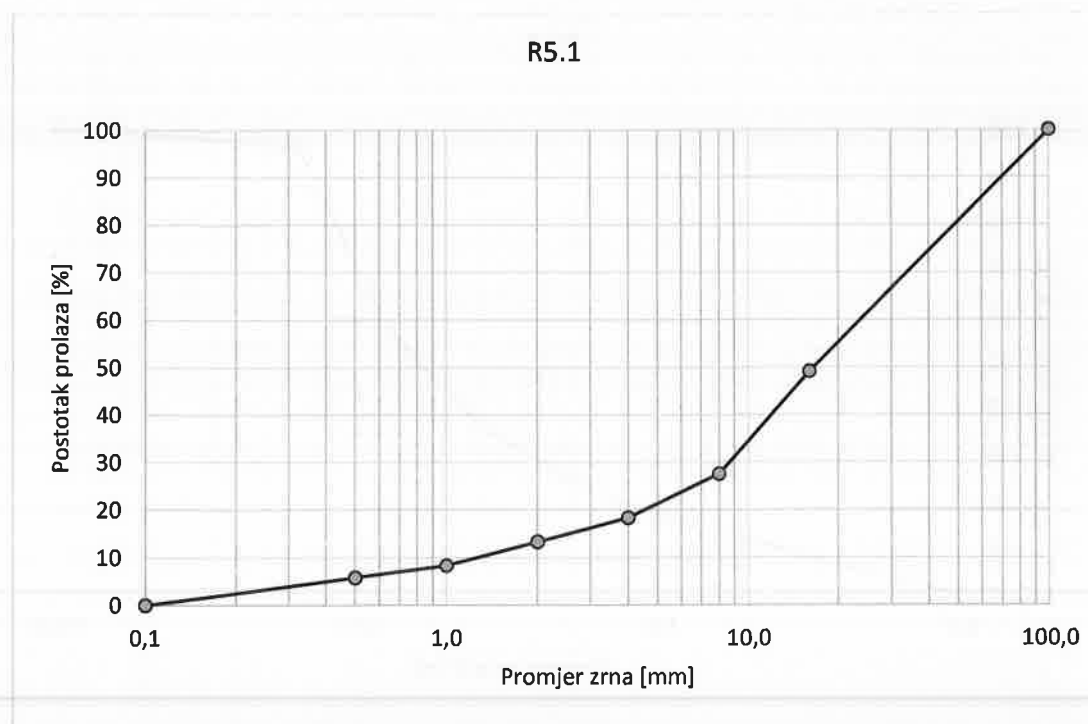
Slika 27. Granulometrijska krivulja uzorka R4.2



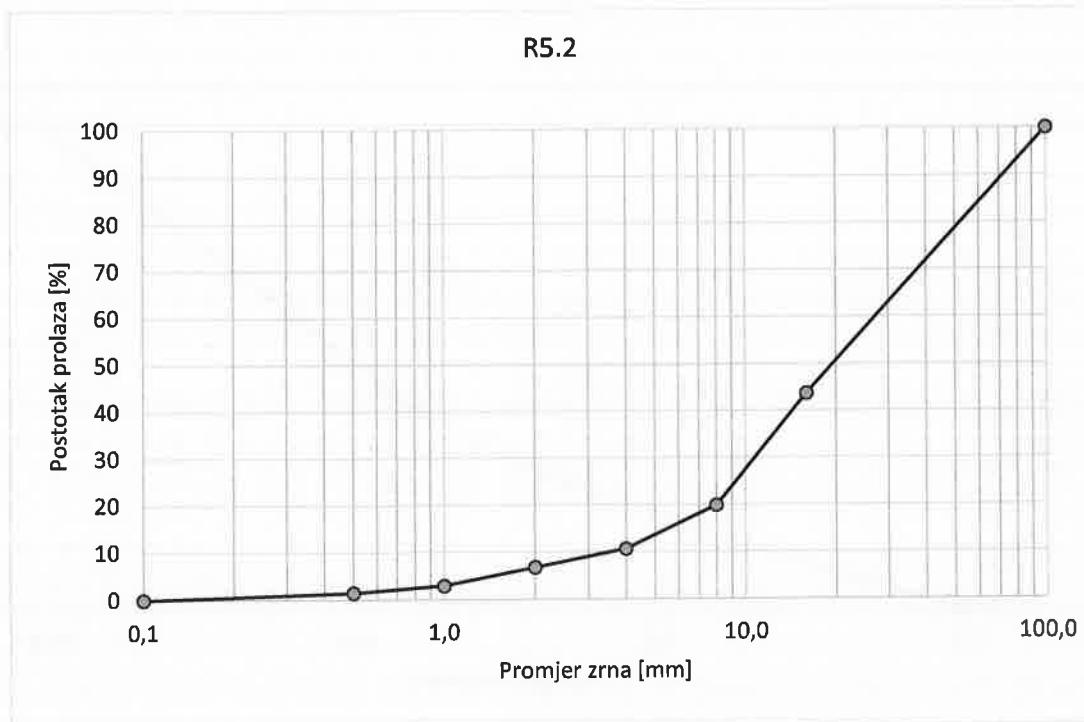
Slika 28. Granulometrijska krivulja uzorka R4.3



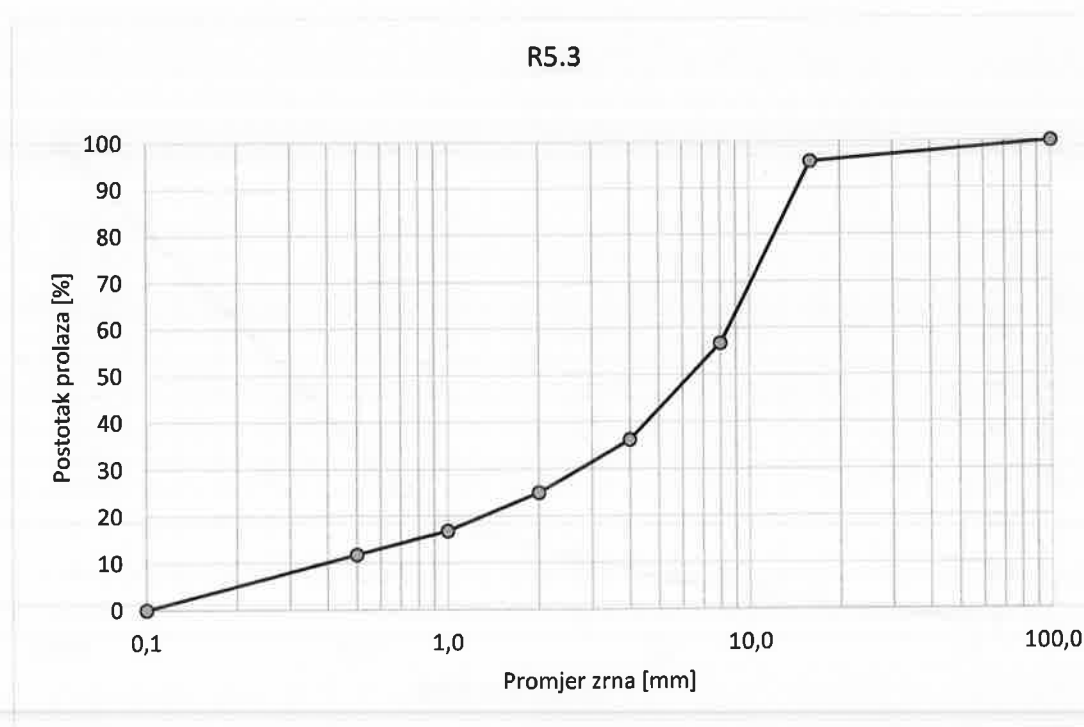
Slika 29. Granulometrijska krivulja uzorka R4.4



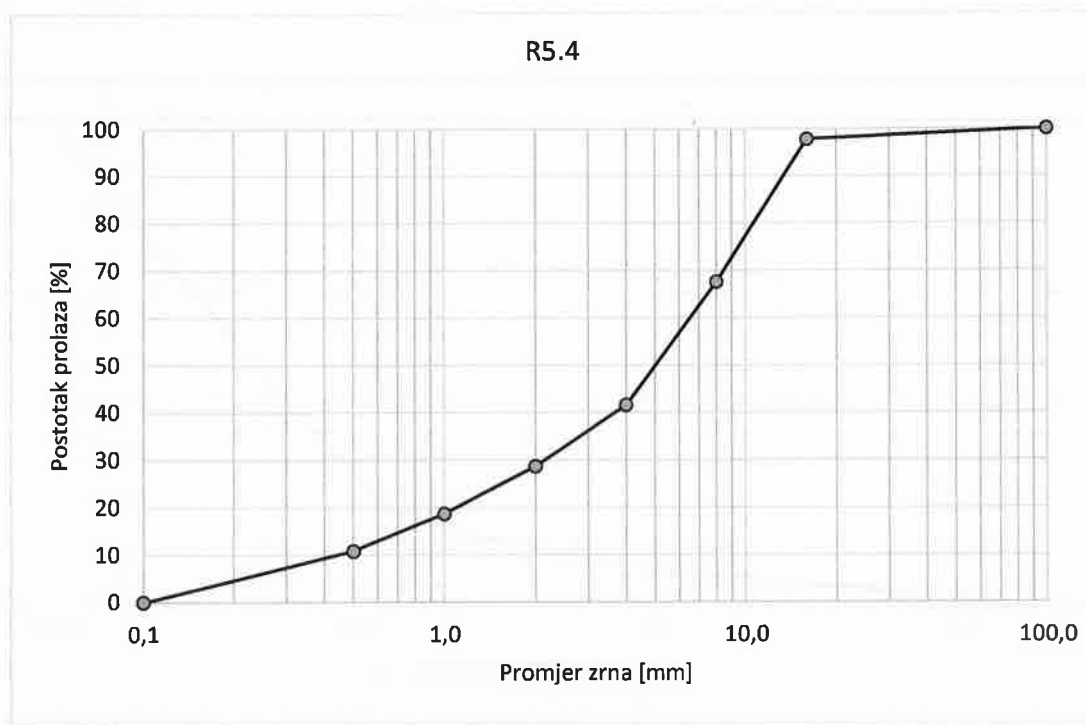
Slika 30. Granulometrijska krivulja uzorka R5.1



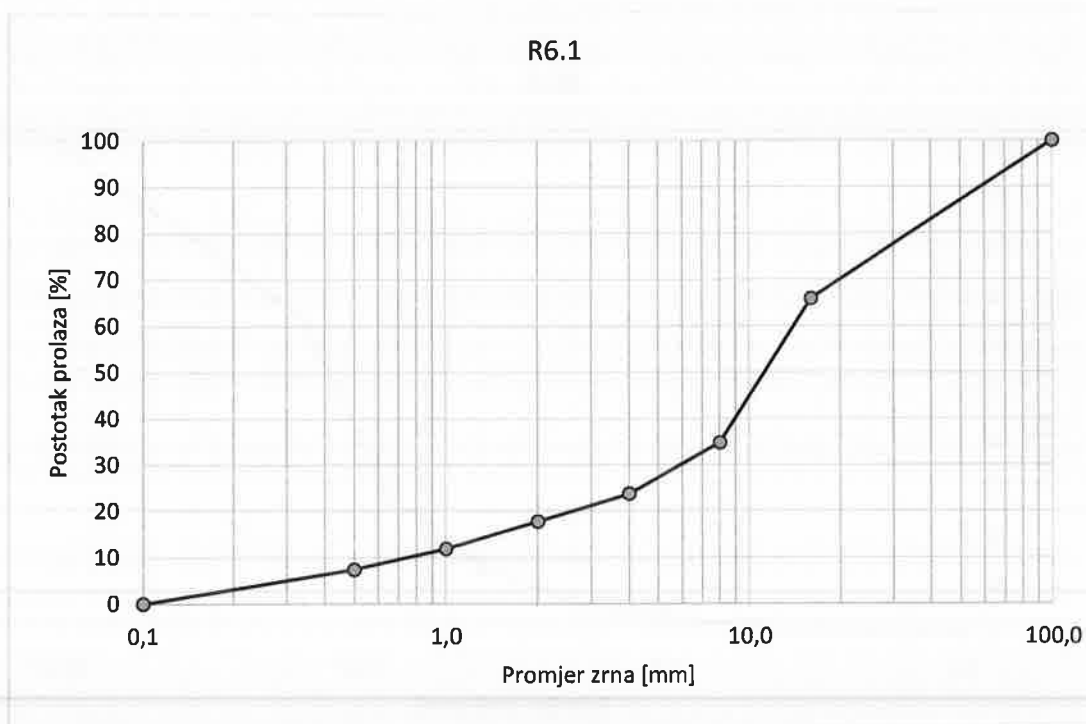
Slika 31. Granulometrijska krivulja uzorka R5.2



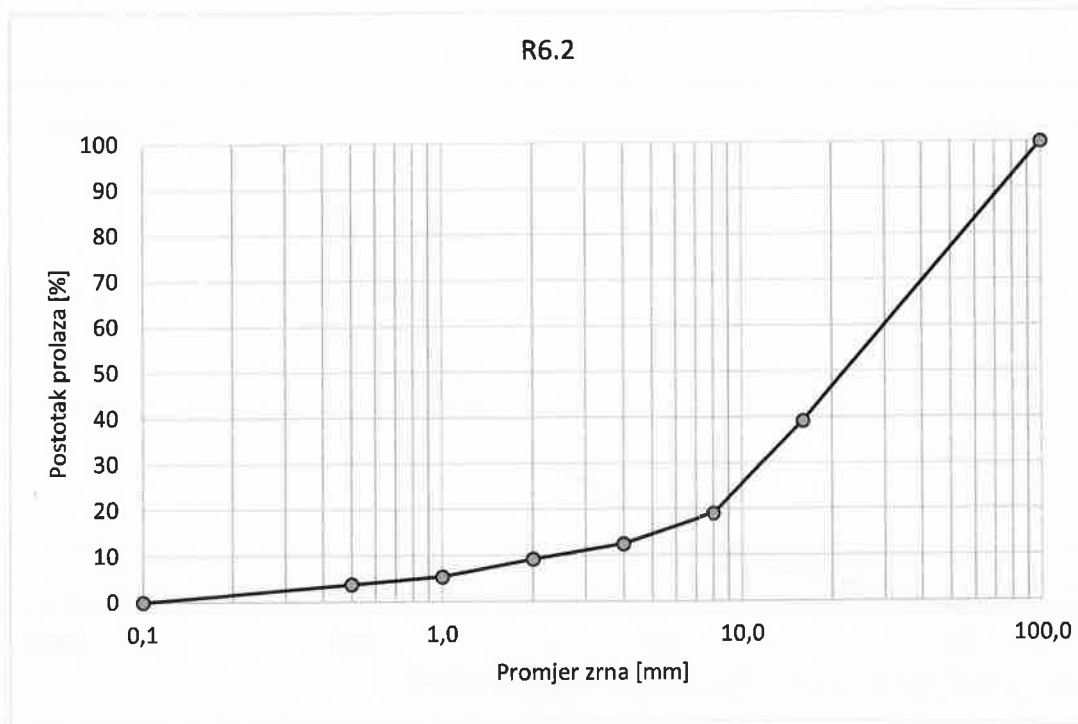
Slika 32. Granulometrijska krivulja uzorka R5.3



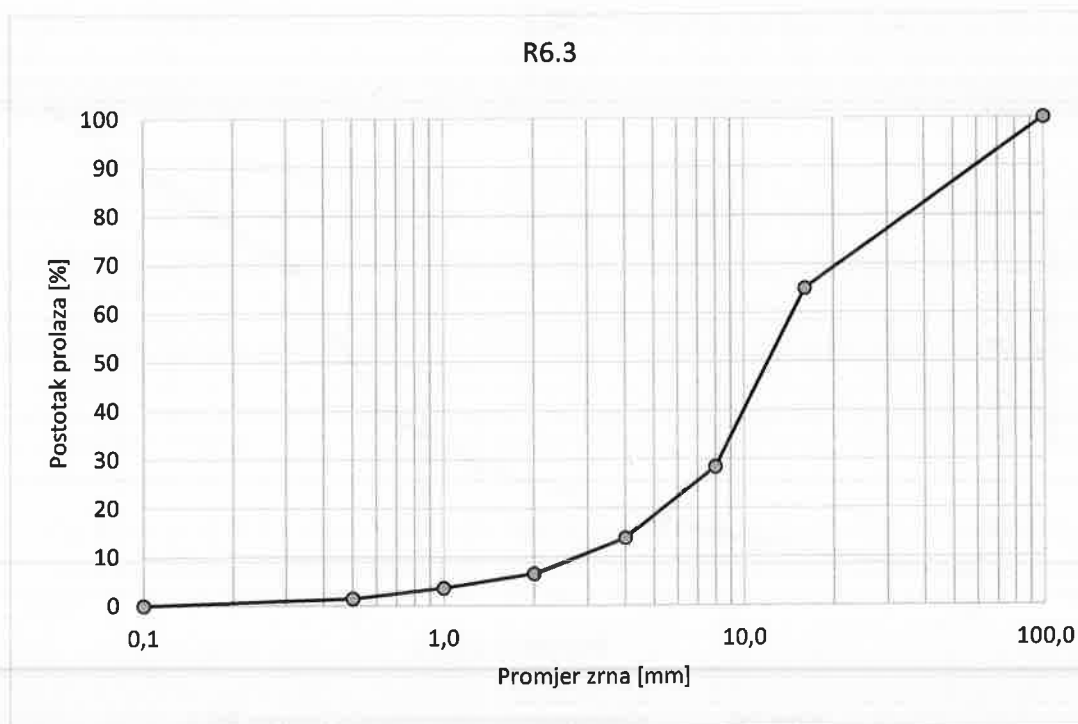
Slika 33. Granulometrijska krivulja uzorka R5.4



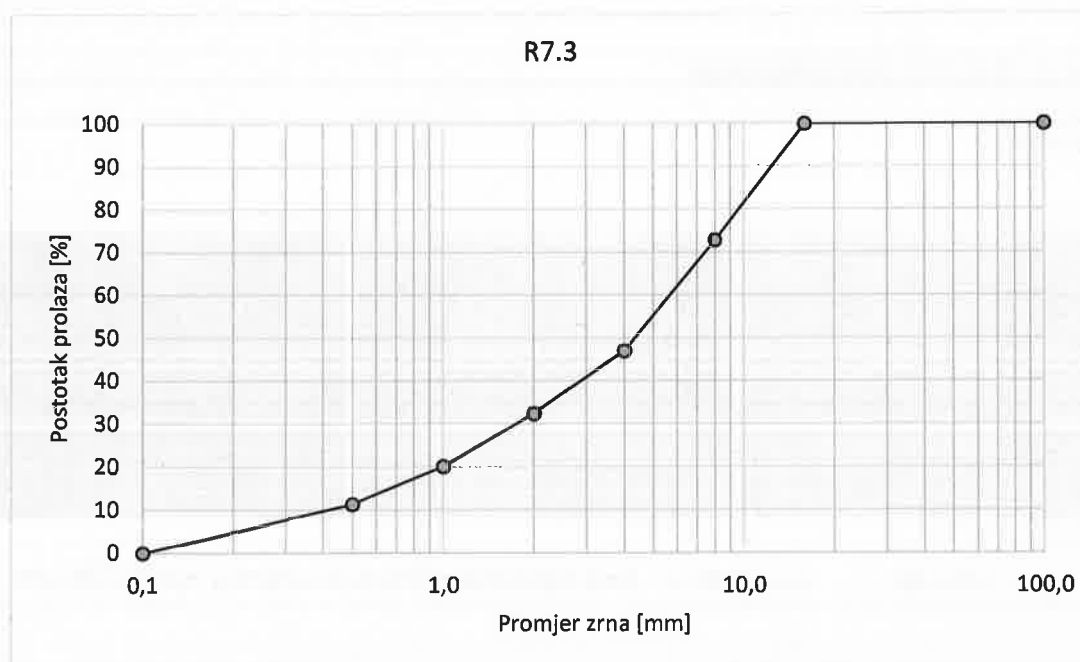
Slika 34. Granulometrijska krivulja uzorka R6.1



Slika 35. Granulometrijska krivulja uzorka R6.2



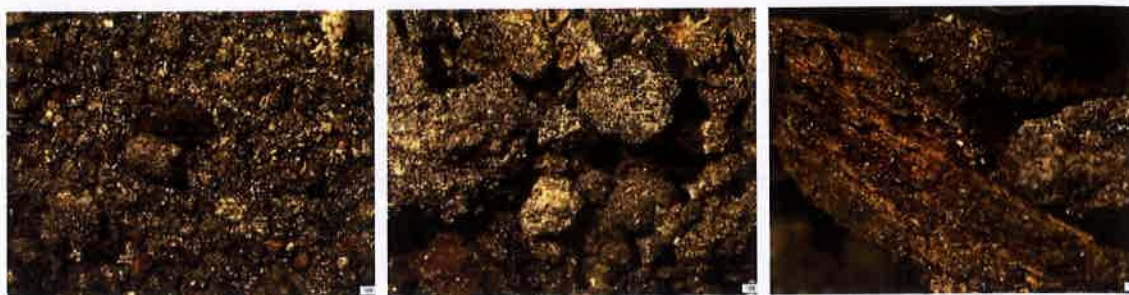
Slika 36. Granulometrijska krivulja uzorka R6.3



Slika 37. Granulometrijska krivulja uzorka R7.3

2.2.3 Rezultati mikroskopiranja

Uzorak R1.1



Slika 38. Uzorak R1.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.1



Slika 39. Uzorak R2.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.2



Slika 40. Uzorak R2.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.3



Slika 41. Uzorak R2.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.4



Slika R2.4 Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R3.1



Slika 42. Uzorak R3.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R4.1



Slika 43. Uzorak R4.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R4.2



Slika 44. Uzorak R4.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R4.3



Slika 45. Uzorak R4.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R4.4



Slika 46. Uzorak R4.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R5.1



Uzorak R5.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R5.2



Uzorak R5.2- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R5.3



Uzorak R5.3- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm

Uzorak R5.4



Slika 47. Uzorak R5.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm
Slika 48.

Uzorak R6.1



Slika 49. Uzorak R6.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm

Uzorak R6.2



Slika 50. Uzorak R6.2- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R6.3



Slika 51. Uzorak R6.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R7.3



Slika 52. Uzorak R7.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

2.2.4 H svojstvo

Za potrebe određivanja H opasnih svojstava otpada napravljena su tri kompozitna uzorka (Sjeverna lokacija - uzorak R 1-2-3 – prvi, drugi i treći iskop; Uzorak R 4-5-6 - četvrti, peti i šesti iskop; Južna lokacija uzorak R 7-8 – sedmi i osmi iskop).

2.2.5 Fizikalno-kemijska svojstva i toksičnost

Tablica 9. Rezultati ispitivanja sastava krute faze (metali) (mg kg^{-1}) (sjeverna lokacija)

Parametar	Jed.	R1-2-3	R4-5-6	R1.1 ⁷	R2.1	R2.2	R2.3	R2.4 ⁸	R5.4 ⁹	R6.4 ¹⁰	R7-8 ¹¹
Aluminij	mg/kg	15300	20400	–	–	–	–	–	–	–	25100
Antimon	mg/kg	17,2	5,30	8,58	5,51	28,3	11,8	7,59	2,43	3,42	9,46
Arsen	mg/kg	6,16	10,0	10,6	8,81	2,0	2,56	5,87	15,5	26,8	12,8
Bakar	mg/kg	160	212	253	181	1760	1630	150	52	127	215
Barij	mg/kg	330	241	–	–	–	–	–	–	–	393
Berilij	mg/kg	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	<1
Bor	mg/kg	50,6	62,4	–	–	–	–	–	–	–	65,4
Cink	mg/kg	492	321	3370	297	415	511	852	147	79,7	194
Kadmij	mg/kg	<1	<1	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	1,5	2,0	<1
Kalcij	mg/kg	39800	37100	–	–	–	–	–	–	–	43400
Kobalt	mg/kg	4,15	3,67	28	20	16	23	26	23	25	4,16
Krom	mg/kg	127	116	223	117	92	75	92	50	76	164
Magnezij	mg/kg	6510	5750	–	–	–	–	–	–	–	7480
Molibden	mg/kg	1,90	2,43	9,03	2,95	2,20	2,12	2,56	0,65	6,46	4,32
Natrij	mg/kg	1320	1750	–	–	–	–	–	–	–	1740
Olovo	mg/kg	107	53,5	113	99,1	139	302	179	44,7	48,7	91,7
Selen	mg/kg	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	<1
Srebro	mg/kg	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	<1
Talij	mg/kg	<1	<1	–	–	–	–	–	–	–	<1
Vanadij	mg/kg	24,2	35,3	–	–	–	–	–	–	–	45,1
Živa	mg/kg	0,34	0,33	<0,1	0,716	0,93	1,53	<0,1	0,201	0,114	0,15
Stroncij	mg/kg	43,2	33,6	–	–	–	–	–	–	–	44,1
Litij	mg/kg	20,4	15,4	–	–	–	–	–	–	–	21
Nikal	mg/kg	–	–	340	54	44	43	88	51	127	–
Suha tvar	%	–	–	70,2	58,1	53,2	54,6	91,9	81,6	75,3	–
pH (1 M KCl)	–	–	–	7,1	6,9	7,1	7,2	7,1	6,9	7,3	–

⁷ Tlo

⁸ Tlo

⁹ Tlo

¹⁰ Tlo

¹¹ Južna lokacija

Tablica 10. Pojedinačne i ukupne vrijednosti PAH-ova u suhoj tvari

Parametar	Sjeverna lokacija		Južna lokacija
	Uzorak R 1-2-3	Uzorak R 4-5-6	Uzorak R 7-8
Ukupni PAH	0,81	0,86	< 0,10
Naftalen	< 0,01	0,12	< 0,01
Acenaften	0,53	0,43	< 0,01
Fluoren	< 0,01	0,02	< 0,01
Fenantren	0,05	0,05	0,01
Antracen	< 0,01	0,02	< 0,01
Fluoranten	0,07	0,06	0,01
Piren	0,07	0,07	0,01
Benzo(a)antracen	0,01	0,01	< 0,01
Krizen	0,01	0,02	< 0,01
Benzo(b)fluoranten	0,04	0,03	0,01
Benzo(k)fluoranten	0,01	0,01	< 0,01
Benzo(a)piren	0,01	0,01	< 0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	0,01	0,01	< 0,01
Ostali PAH (Dibenz, Benzo(g,h,i))	< 0,01	< 0,01	< 0,01

Tablica 11. Pesticidi i ostali organski parametri (mg kg⁻¹)

Parametar	Granična vrijednost (sva 3 uzorka)
Mineralna ulja	< 200
BTEX (Benzene, Toluene, Ethylbenzene, Xylene)	< 1
Poliklorirani bifenili (PCB) (Ukupno)	< 1
PCB pojedinačni (28, 52, 101, 118, 138, 153, 180)	< 0,2
Aldrin, Dieldrin, Endrin, Isodrin	< 0,05
DDT (ukupno)	< 0,1
HCH (alfa, beta, delta, gama-Lindan)	< 0,05
Heptaklor, HCB, Metoksiklor	< 0,05

2.2.6 PAH i ogrijevna vrijednost

U nastavku se nalazi usporedna tablica s rezultatima laboratorijskih analiza za šest uzoraka tla dostavljenih na ispitivanje policijskim putem u veljači 2026. godine. Analize su provedene u Nastavnom zavodu za javno zdravstvo "Dr. Andrija Štampar", a fokusirane su na **policikličke aromatske ugljikovodike (PAH)**.

Tablica 12. Usporedna tablica rezultata ispitivanja za PAH-ove

Parametar (jedinica: mg/kg s.t.)	Sjeverna lokacija			Južna lokacija		
	R 2.4	R 5.4	R 6.4	R 7.1	R 7.2	R 8.1
Ukupni PAH (MDK ≤ 2)	<0,10	<0,10	<0,10	0,15	<0,10	<0,10
Naftalen	<0,01	0,01	<0,01	0,02	0,01	0,01
Acenaften	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fenantren	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Antracen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoranten	<0,01	<0,01	<0,01	0,03	0,01	<0,01
Piren	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
Benzo(a)antracen	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Krizen	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Benzo(b)fluoranten	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Benzo(k)fluoranten	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(a)piren	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Dibenz(a,h)antracen	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Benzo(g,h,i)perilen	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Indeno(1,2,3-c,d)piren	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
Suha tvar (%)	91,9	81,6	72,3	77,0	80,8	56,5

U nastavku se nalazi usporedna tablica rezultata mjerenja za tri kompozitna uzorka (R 4, R 5 i R 6) prema dostavljenim ispitnim izvještajima.

Tablica 13. Rezultati mjerenja teških metala i ogrijevne vrijednosti (sjeverna lokacija)

Naziv analize	Mjerna jedinica	R 4 kompozit	R 5 kompozit	R 6 kompozit
Kadmij	mg kg ⁻¹	< 3	< 3	< 3
Krom	mg kg ⁻¹	94,3	59,9	69,9
Živa	mg kg ⁻¹	< 0,2	0,29	0,44
Nikal	mg kg ⁻¹	64,6	44,4	84,8
Olovo	mg kg ⁻¹	293	59,9	47,9
Vanadij	mg kg ⁻¹	16,8	40,7	37,9
Poliklorirani bifenili (PCB)	mg kg ⁻¹	< 1	< 1	< 1

Točka paljenja	°C	Nije moguće odrediti	Nije moguće odrediti	Nije moguće odrediti
Sadržaj vode	%	41,2	41,6	53,2
Pepeo (800 °C)	%	31,16	33,52	12,03
Ogrjevna vrijednost - gornja	MJ kg ⁻¹ s.t.	12,56	13,10	15,34
Ogrjevna vrijednost - donja	MJ kg ⁻¹ s.t.	11,02	11,53	13,56
Klor	%	< 0,005	< 0,005	0,071
Sumpor	%	< 0,002	< 0,002	0,051

Tablica 14. Usporedba suhe tvari i testova na vodenim organizmima.

Parametar	Uzorak R 1-2-3 (sjeverna lokacija)	Uzorak R 4-5-6 (sjeverna lokacija)	Uzorak R 7-8 (južna lokacija)
Suha tvar (105°C) (%)	75,6	67,3	74,0
Inhibicija pokretljivosti Daphnia magna (LID)	1	1	1

- LID--D: Jedinica za akutnu toksičnost koja označava najniže razrjeđenje eluata pri kojem nema štetnog učinka na ispitne organizme (Daphnia magna).

2.2.7 Rezultati sortiranja

U tablici u nastavku dan je pregled sastava uzoraka otpada na temelju ručnog sortiranja:

Tablica 15. Rezultati sortiranja uzoraka iz sjeverne lokacije i rezultati sortiranja uzorka R7.3 – južna lokacija

Naziv uzorka	Sitnica <16 mm	Papir	Plastika	Folija	Guma	Tekstil	Građevinski otpad	Kamen/glina	Staklo	Metal	Metal (Ferozni)	Drvo	Mulj iz UPOVa	Bakrene žice	Jalovina/ neidentificirano
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
R 1.1	59	0	5	0	0	0	28	0	1	0	7	0	-	1	0
R 2.1	87	0	0	4	0	0	0	5	0	0	0	0	-	-	4
R 2.2	68	0	0	32	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 2.3	75	0	0	22	0	0	0	3	0	0	0	0	-	-	0
R 2.4	28	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	69	-	0
R 3.1	77	0	0	0	0	0	0	22	0	0	0	0	-	-	0
R 4.1	45	0	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 4.2	31	0	0	69	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 4.3	87	0	0	1	0	0	0	12	0	0	0	0	-	-	0
R 4.4	60	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	-	-	0
R 5.1	44	0	0	56	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 5.2	48	0	15	0	13	25	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 5.3	81	0	0	17	0	0	0	2	0	0	0	0	-	-	0
R 5.4	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	100 ¹²
R 6.1	75	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 6.2	47	0	0	53	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 6.3	67	0	14	0	3	16	0	0	0	0	0	0	-	-	0
R 7.3 ¹³	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	100 ¹⁴

¹² Cijeli uzorak je bio veličine manje od 16mm i to jalovina

¹³ Južna lokacija

¹⁴ Sav uzorak je bio manji od 16 i to jalovina

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R.1.1	Uzorkom dominira mješavina sitne, prašinate mineralne tvari, uz prisustvo drva, cigle, betona i fragmenata keramičkih pločica veličine 5 - 50 mm. Utvrđeno je prisustvo Zemljani materijal bakrene žice porijeklom iz (jalovina), strujnog kabela, većeg komada glomazni otpad, 17 01 07 17 05 04 tvrde plastike (PP/PS) te građevinski otpad, 19 12 04 zadržalih željeznih fragmenata ostaci nakon (opleta od kablova, klinovi, obrade EE otpada prozorske šarke). Sastav otpada upućuje na mješavinu jalovine, građevinskog i glomaznog otpada.			

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R.2.1	Uzorak je primarno sastavljen od usitnjene plastične ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 40 mm. Prosijavanjem je utvrđeno da sitna frakcija (< 16 mm) čini 87 % uzorka. U uzorku su u manjem udjelu pronađeni kamen (5 %) te zemlja/jalovina (4 %), porijeklom vjerovatno iz pokrovnog materijala s mjesta odlaganja. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 2.2	Uzorak čini usitnjena plastična ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 0,2 do 4 cm, bez prisustva drugih materijala. Prosijavanjem je utvrđeno da 68 % mase uzorka čine čestice manje od 16 mm. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	
R 2.3	Uzorak je primarno sastavljen od usitnjene plastične ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 40 mm. Prosijavanjem je utvrđeno da sitna frakcija (< 16 mm) čini 75 % uzorka. U uzorku nisu pronađeni drugi materijali, izuzev komada kamena (3 %) porijeklom	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
	vjerovatno iz pokrovnog materijala s mjesta odlaganja. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.			
R 2.4	Vizualnim pregledom uzorka izvjesno je da se radi o uzorku koji sliči mješavini stabiliziranog mulja iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, jalovine i usitnjenih polimernih čestica. Mulj karakterizira elastična struktura koja podsjeća na gumu, karakteristična za mulj koji sadrži aditive za sprječavanje upijanja vode. U uzorku je utvrđeno prisustvo sitnih plastičnih fragmenata (< 1 %) te kamena (3 %).	Mulj od obrade komunalnih otpadnih voda, zemljani materijal (jalovina), plastika i guma	17 05 04 19 08 05 19 12 04	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 3.1	Uzorak čini mješavina zemlje, kamena (22 %) i mehanički usitnjene tvrde plastike crvene boje. Uzorak je prosijan i kompatibilan s utvrđeno je da sitna frakcija (< mehanički 16 mm) čini 77 % uzorka. obrađenim Porijeklo crvene plastike nije plastičnim moguće jednoznačno odrediti, otpadom, ali vizualno se podudara s zemljani materijal plastikom od koje su građeni (jalovina) automobilske farovi.	Otpad	17 05 04 19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 4.1	Uzorak čini usitnjena plastična ambalaža (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 50 mm, bez prisustva drugih materijala. Prosijavanjem je utvrđeno da 45 % mase uzorka čine čestice manje od 16 mm, većinom polimernog porijekla. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 4.2	Uzorak je primarno sastavljen od usitnjene plastične ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 40 mm, bez prisustva drugih materijala. Prosijavanjem je utvrđeno da 45 % mase uzorka čine čestice manje od 16 mm, većinom polimernog porijekla. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 4.3	Uzorak čini heterogena mješavina zemlje, kamena i polimernih materijala. Polimerni materijali prisutni su u obliku mehanički usitnjenih tvrdih fragmenata (HDPE/PP/PS) i folijastih materijala (HDPE/PP vrećice, folije). Uzorak je prosijan te je utvrđeno da sitna frakcija (< 16 mm) čini 87 % mase uzorka.	Mješavina zemljanog materijala (jalovine) građevinskog otpada onečišćena usitnjenim polimernim česticama	17 01 07 17 05 04 19 12 04	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 4.4	Uzorak karakterizira visok udio mineralne komponente (40 %), u obliku komada kamena veličine 10 - 50 mm. Prosjecanjem uzorka utvrđeno je da sitna frakcija (< 16 mm) čini 60 % uzorka. Vizualnim pregledom sitne frakcije utvrđen je pretežno mineralno/organski sastav (zemlja, kamen, organska tvar), uz prisustvo sitnih crvenih polimernih čestica, mogućeg porijekla od mehanički usitnjene plastike automobilskih farova. U uzorku su pronađeni veći fragmenti plastične ambalaže (30 - 60 mm), koji čine manje od 1 % ukupne mase uzorka.	Mješavina zemljanog materijala (jalovine) građevinskog otpada onečišćena usitnjenim polimernim česticama	17 01 07 17 05 04 19 12 04	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 5.1	Uzorak je primarno sastavljen od usitnjene plastične ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 50 mm, bez prisustva drugih materijala. Prosijavanjem je utvrđeno da 44 % mase uzorka čine čestice manje od 16 mm, većinom polimernog porijekla. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 5.2	Uzorak čini mješavina polimerno-tekstilnih vlakana (25 %), gumenih cjevčica (13 %) te plastičnih fragmenata građenih od tvrde plastike (HDPE/PP/PS, 15 %). Sitnozrnata frakcija sadrži komade degradirane plastike, tekstilnih vlakana i tankih folijastih polimera, često formiranih u zbijene nakupine. U uzorku se uočavaju fragmenti rukavica i igala, usitnjeni dijelovi šprica te cjevčice koje se tipično rabe u medicini. Ovaj uzorak prema sadržaju odgovara mehanički obrađenom medicinskom otpadu.	Otpad porijeklom iz medicinskog otpada	19 12 12 i/ili Potencijalno 19 12 11*	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 5.3	Uzorak je primarno sastavljen od usitnjene plastične ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 40 mm. Prosijavanjem je utvrđeno da sitna frakcija (< 16 mm), građena od usitnjenih polimernih čestica, čini 81 % uzorka. U uzorku nisu pronađeni drugi materijali, izuzev komada kamena (2 %) porijeklom vjerojatno iz pokrovnog materijala s mjesta odlaganja. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 5.4	Vizualnim pregledom uzorka može se utvrditi da se radi o mineralnom, zemljanom materijalu (jalovini). Uzorak je prosijan te je utvrđeno da je veličina čestica manja od 16 mm.	Zemljani materijal (jalovina)	17 05 04	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 6.1	Uzorak je primarno sastavljen od usitnjene plastične ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 40 mm, bez prisustva drugih materijala. Prosiijavanjem je utvrđeno da 75 % mase uzorka čine čestice manje od 16 mm, većinom polimernog porijekla. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 6.2	Uzorak građen od usitnjene plastične ambalaže (HDPE/PP vrećice, folije) veličine čestica u rasponu od 2 do 50 mm, bez prisustva drugih materijala. Prosijavanjem je utvrđeno da 47 % mase uzorka čine čestice manje od 16 mm, većinom polimernog porijekla. Sastav uzorka upućuje na mehanički obrađeni otpad od plastične ambalaže.	Otpad kompatibilan s mehanički obrađenim otpadom od plastične ambalaže	19 12 04 19 12 12	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 6.3	Uzorak čini mješavina polimerno-tekstilnih vlakana (16 %), gumenih cjevčica (3 %) te plastičnih fragmenata građenih od tvrde plastike (HDPE/PP/PS, 14 %). Sitnozrnata frakcija sadrži komade degradirane plastike, tekstilnih vlakana i tankih folijastih polimera, često formiranih u zbijene nakupine. U uzorku se uočavaju fragmenti rukavica i igala, usitnjeni dijelovi šprica te cjevčice koje se tipično rabe u medicini. Ovaj uzorak prema sadržaju odgovara mehanički obrađenom i steriliziranom medicinskom otpadu.	Otpad porijeklom iz obrade medicinskog otpada	19 12 12 i/ili Potencijalno 19 12 11*	

Oznaka uzorka	Prošireni opis uzorka	Vrsta otpada (stručna kvalifikacija)	Potencijalni ključni brojevi otpada temeljem sortiranja	Slika uzorka
R 7.3 ¹⁵	Vizualnim pregledom uzorka može se utvrditi da se radi o homogenom, mineralnom, zemljanom materijalu (jalovini). Uzorak je prosijan te je utvrđeno da je veličina čestica manja od 16 mm. U uzorku je pronađen komadić gumene cijevi, karakterističan za obrađeni medicinski otpad.	Zemljani materijal onečišćen medicinskim otpadom	Potencijalno 17 05 03* 17 05 04 19 12 12 i/ili potencijalno 19 12 11*	

¹⁵ Južna lokacija

2.2.8 Rezultati mikrobiološke analize otpada

Na temelju dostavljenih ispitnih izvještaja, u nastavku je usporedna tablica s ključnim mikrobiološkim podacima za svih 6 kompozitnih uzoraka otpada.

Tablica 16. Rezultati mikrobioloških analiza

	Uzorak (Analitički broj)	Izolacija mikroorganizama (aerobni i anaerobni)	Identifikacija bakterijske kulture	Izolirani specifični patogeni
Sjeverna lokacija	R 1-2-3 kompozit (058 00353/26)	Nađeno	<i>Micrococcus luteus</i>	<i>Escherichia coli</i>
	R 4 kompozit (058 00354/26)	Nađeno	Nisu identificirane bakterijske kulture ¹⁶	<i>Staphylococcus aureus</i>
	R 4-5-6 kompozit (058 00378/26)	Nađeno	Nisu identificirane bakterijske kulture	<i>Escherichia coli</i> i <i>Staphylococcus aureus</i> *
	R 5 kompozit (058 00355/26)	Nađeno	<i>Ochrobactrum anthropi</i> (<i>Brucella anthropi</i>)	<i>Staphylococcus aureus</i> i <i>Escherichia coli</i>
	R 6 kompozit (058 00356/26)	Nađeno	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Escherichia coli</i>
	Inspekcijski nalaz 30.4.2024	NA	Nije nađeno	Nije nađeno
Južna lokacija	R 7-8 kompozit (058 00357/26)	Nađeno	Nisu identificirane bakterijske kulture	<i>Escherichia coli</i> i <i>Staphylococcus aureus</i>

2.2.9 Mjerenje radioaktivnosti

Niti na jednom uzorku nisu zabilježene povišene doze radijacije.

2.3 Geološke i hidrogeološke karakteristike lokacije

Geološki opis istraživnog područja je izrađen na osnovi Tumača Osnovne geološke karte M 1:100.000 - listovi Varaždin (ŠIMUNIĆ et al., 1982), Čakovec (MIOČ & MARKOVIĆ, 1998), Nađ Kanjiža (MARKOVIĆ & MIOČ, 1986) i Koprivnica (ŠIMUNIĆ et al., 2014), Tumača Geološke karte Republike Hrvatske M 1:300.000 (HGI, 2009) te Elaborata o zaštitnim zonama izvorišta Varaždin, Bartolovec i Vinokovščak (BAČANI & POSAVEC, 2008).

¹⁶ nije dobivena kultura pogodna za identifikaciju ovom metodom, odnosno nije bilo dominantne vrste koju bi uređaj mogao pouzdano identificirati

Najstarije izdvojene naslage na širem području Varaždinskog vodonosnika su naslage **donjeg trijasa (T_1)**, koje su zastupljene pješčenjacima, šejlovima, laporima, vapnencima i dolomitima. U bazi donjeg trijasa, na prijelazu iz paleozojskih klastita slijedi mnogostruka izmjena tinjčstih pješčenjaka, siltita i šejlova, a ponekad se pojavljuju oolitični vapnenci i lapori koji dolaze kao leće i proslojci unutar klastita. Boja im varira od sivo-žute do crveno-smeđe, a često sadrže i nekarbonatne čestice. U gornjem dijelu donjeg trijasa prevladavaju tamnosivi, pločasti i tankouslojeni vapnenci u koje su ponekad uloženi tanki proslojci šejlova, oolitičnih vapnenaca i u gornjim dijelovima dolomita. Sastav klastičnih naslaga je približno podudaran s kampilskim naslagama koje su izrazito razvijene u području Dalmatinske zagore, Like te u dijelu Petrove gore.

Naslage **srednjeg trijasa (T_2)** zastupljene su dolomitom, koji je masivan, kristalaste strukture i obično bijele boje. Često je brečast i sastoji se od nezaobljenih fragmenata, koji dosežu promjer od nekoliko milimetara do 1 cm. Vezivo je mikrokristalasti dolomit, često s primjesama gline. Radi se o dosta čistom dolomitu u kojem nisu nađeni fosilni ostaci, a taj nedostatak fosilnih ostataka tumači se na način da su to sekundarni dolomiti pa su prilikom dolomitizacije vapnenaca vjerojatno kristalizirani i fosilni ostaci. U normalnom slijedu naslaga debljina im može doseći i 300 m.

Gornji trijas (T_3) izdvojen je na južnim padinama Ivančice, gdje naslage izgrađuju male izolirane glavice, koje predstavljaju ostatke navlaka. Sastoje se od gromadastih ili debelouslojenih sivih sitnozrnatih vapnenaca i dolomita koji se pojavljuju kao slojevi ili leće unutar vapnenačkog kompleksa.

Na području Varaždinskog vodonosnika najveće površine, osim kvartarnih naslaga, zauzimaju **neogenski sedimenti** gdje su zastupljeni svi katovi od donjeg miocena do gornjeg pont. Današnji sjeverni dio Hrvatske predstavljao je tijekom miocena priobalno područje u kojem su se zbog čestih oscilacija morske razine stalno izmjenjivali marinski, brakični i slatkovodni taložni okoliši.

Donjo miocenski kompleks (M_1) većim dijelom sačinjavaju naslage poznate pod nazivom „oligocenske ugljenosne naslage“. Dominantni litološki član su grublji klastiti, pijesci, pješčenjaci, konglomerati i šljunci, a zastupljeni su još i lapor, gline, tufovi i ugljen koji je na širem području eksploatiran na više mjesta, a radi se o sjajnom smeđem ugljenu.

Na to slijede **naslage M_1^2 (eggerburg)** koje su marinskog porijekla. Prevladavaju pijesci, a zastupljeni su još i pješčenjaci, šljunci, pjeskoviti lapori, gline, tufovi i vulkanska breča. Unutar ovih naslaga zastupljene su i raznobojne gline. Debljina ovih naslaga se procjenjuje na 100 do 150 m.

U razdoblju **ottnanga i carpata (M_2^1)** pretežno je kontinuirana marinsko-brakična sedimentacija. Prevladavaju pijesci i pješčenjaci s kojima u izmjeni dolaze lapori, konglomerati, breče, tufovi i gline.

Naslage tortona (badena) (M_2^2) najizrazitiji su transgresivni član neogena i svojim većim dijelom okružuju starije stijene. Karakteriziraju ih marinski sedimenti nastali u različitim okolišima. Bazu ovog kompleksa naslaga izgrađuju konglomerati i breče debljine od nekoliko metara do nekoliko desetaka metara. Konglomerati su mjestimično prisutni, ali samo u višim nivoima tortona. Najzastupljeniji litološki član su biogeni vapnenci, gromadaste do dobro uslojene stijene bijele, svijetlo sive i žućkasto sive boje. Prisutni su i pješčenjaci, žućkaste do smeđaste boje, obično dobro uslojeni, a u izmjeni s njima mjestimično se pojavljuju siltni pijesci i lapori. U višim dijelovima tortona zastupljeni su vapnenački lapori i laporoviti

vapnenci, pretežito žućkaste, smeđaste i sive boje, najčešće se radi o dobro uslojenim, ponekad laminiranim naslagama.

Naslage sarmata ($M_3^{1,2}$) kontinuirano slijede na naslage tortona, a radi se o naslagama taloženim isključivo u brakičnoj sredini. U litološkom sastavu dominiraju pločasti laporoviti i listićavi vapnenci, pjeskoviti vapnenci, vapnenački lapori, glinoviti i bituminizirani lapori. Debljina im je 30-50 m, a mjestimično i blizu 100 m.

Naslage panona ($M_3^{1,2}$) odlikuju se znatnom varijabilnošću litološkog sastava. U nižim nivoima prevladavaju sitnozrnati sedimenti, siltozni do slabo pjeskuljavi lapori, pjeskoviti siltovi i lapori. U višim dijelovima zastupljeni su šljunkoviti pijesci, lapori i gline, pješčenjaci, a česte su i pojave eksploabilnih slojeva ugljena. Debljina ovog kompleksa se procjenjuje na 200 do 300 m.

Sedimenti donjeg pontaa ($Pl_1^{1,2}$) slijede kontinuirano i konkordantno na gornjem pontu. U donjem dijelu izdvojeni su lapori („abichi“ lapori) plavičasto-sive i žućkasto-sive boje, dijelom uslojeni. U višim dijelovima zastupljeni su pretežno dobro uslojevi pjeskuljavi lapori i slabo vezani slititi unutar kojih ima proslojaka pijesaka i pješčenjaka. Debljina ovog kompleksa naslaga se procjenjuje na 200 do 400 m.

Kontinuirano se talože **naslage gornjeg pontaa ($Pl_1^{1,2}$)** u kojima dominiraju rastresiti sedimenti. Zastupljeni su još pješčenjaci, lapori, gline i šljunci, a djelomično i eksploabilni slojevi lignita. Šljunci dolaze kao leće unutar pijesaka, a radi se o sitnozrnatim šljuncima.

Naslage pliokvartara (Pl, Q) su klastični, fluvio-jezerski sedimenti molasnog tipa taloženi diskordantno na starije naslage. Izgrađeni su od pijesaka i šljunaka unutar kojih rjeđe dolaze leće i proslojci glina. Debljina naslaga varira, ali ne prelazi 100 m.

Kvartarne naslage prekrivaju znatne površine istraživanog područja. Izdvojeni su genetski tipovi: les, proluvij, aluvij I. i II. dravske terase, aluvij recentnih tokova, proluvijalni i deluvijalni sedimenti te barski sedimenti.

Naslage lesa (l) su eolski sedimenti taloženi u gornjem pleistocenu. Leže diskordantno na starijim naslagama različite starosti. Čestice su veličine silta, pijeska i gline. Glavni sastojak lake mineralne frakcije je kvarc koji čini preko 60 %, čestice stijena 25 %, kalijski feldspati do 10 % i muskovit. Boja im je žuta do smeđa, a često je prošaran sivim glinovitim prugama. Debljina lesa na površini je do 30 m.

Proluvijalni sedimenti (pr) taloženi su na padinama gorja (Kalnik, Ivančica). Sastoje se od slabo zaobljenih valutica i gromada nezaobljenih stijena koje su povremenim vodenim tokovima snažane u niža područja. Nakon taloženja krupnoklastičnog materijala u nižim dijelovima je taložen pijesak i silt. Kao posljedica toga nalazimo krupnozrnate i slabo vezane breče koje se izmjenjuju s naslagama sitnozrnatog, tinjčastog pijeska i žuto-smeđe pjeskovite gline. Debljina im je 10 do 120 m.

Deluvijalni sedimenti (d) izdvojeni su na padinama blagih brežuljaka, a nastali su pretaložavanjem produkata trošenja matičnih stijena. Uglavnom se sastoje od fragmenata tih stijena u izmjeni sa siltom.

Barski sedimenti (b) nastali su taloženjem u recentnim močvarama, a sastoje se od tamno-sivih i zeleno-sivih glina pomiješanim s organskim ostacima.

Žutosmeđe pjeskovite gline („mramorirani siltovi“, ms) žućkaste su do smeđaste boje, nastajali su kao deluvijalno-proluvijalni nanos, formiran krajem pliocena ili u pleistocenu. Debljina im je rijetko veća od 10 m.

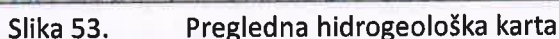
Facijes mrtvaja (am) je osebujan facijes mrtvih korita gdje su taloženi različiti muljevi i gline organskog porijekla. Pojedina stara korita su potpuno odsječena i izolirana od primarnih

tokova, dok pojedina još uvijek imaju slabu vezu s živim tokom. Izgradnjom hidroenergetskih objekata promijenjen je režim podzemnih voda pa su mnog mrtvaje uz rijeku iščezle, suhe su i kultivirane. Debljina im iznosi 1 do 2 m.

Aluvijalne naslage (al) predstavlja aluvij recentnih tokova. Sastav sedimenata je heterogen, od krupnozrnatih sedimenata rijeke Drave do pretežito sitnozrnatih sedimenata ostalih tokova. Krupnozrnati aluvijalni sedimenti rijeke Drave se sastoje od šljunka, pijesaka i šljunkovitog pijeska, dok se sitnozrnati sedimenti ostalih tokova (Krapina, Bednja, Plitvica,...) sastoje od siltnog pijeska, pjeskovitog silta, glinovitog silta, te rjeđe sitnozrnatog šljunka. Ovako velike količine šljunka i pijeska transportirane su tijekom pleistocenskih interglacijala i interstadijala, te u holocenu.

Debljina varaždinskog aluvijalnog vodonosnika je najmanja na području Ormoža. Uz sjeverni rubni rasjed (kod Ormoškog mosta) debljina je 5 m, a prema jugu raste do preko 15 m uz južni rub. Prema istoku debljina vodonosnika postupno raste. Kod HE Varaždin se kreće oko 30 m, kod Nedelišća oko 40 m, sjeverozapadno od grada Varaždina iznosi oko 60 m, jugoistočno od HE Čakovec iznosi 112 m, a južno od Preloga 150 m. Nizvodno od HE Dubrava debljina se smanjuje na 60 m, kod Legrada iznosi 14 m, a kod Đelekovca 12 m (BAČANI & POSAVEC, 2008). U granulometrijskom sastavu vodonosnika dominiraju valutice šljunka s različitim postotkom pijeska. Općenito se može reći da se idući od zapada prema istoku u prosjeku postupno smanjuje veličina zrna, a raste njihova sortiranost. Koeficijent sortiranosti zrna $S = d_{60}/d_{10}$ u najzapadnijim predjelima iznosi preko 100. U području Varaždina dominiraju vrijednosti između 10 i 100. U zapadnim predjelima promjer zrna je najveći i iznosi oko 80 mm. U području Varaždina prevladavaju vrijednosti oko 30 mm (BAČANI & POSAVEC, 2008).

U profilu vodonosnika se na većem dijelu područja pojavljuje proslojak sitnijeg granulometrijskog sastava tj. praha, gline, prašinastog pijeska i mjestimice treseta koji dijeli vodonosnik u dva sloja. Kod Varaždina je taj proslojak na dubini od oko 40 m, kod Bartolovca na oko 52 m dubine kod Vinokovčaka na oko 25 m dubine. U blizini Petrijanca se isklinjuje i izostaje u bušotinama u zapadnim i jugozapadnim predjelima. Očito se radi o značajnom diskontinuitetu uvjeta taloženja (BAČANI & POSAVEC, 2008).



Lokacija ilegalnog odlagališta se nalazi na području II. dravske terase (a_2), uz sam njen sjeverni rub prema naslagama I. dravske terase (a_1). Procijenjena debljina pokrovnih naslaga na lokaciji ilegalnog odlagališta prema Hidropedološkoj karti Republike Hrvatske (VIDAČEK et al., 2004) je do 2 m, ali je njena propusnost osrednja i iznosi od 1,4 do 4,8 m/dan što ne predstavlja značajnu zaštitu vodonosnika koji se nalazi ispod pokrovnih naslaga.

Lokacija predstavlja područje bivše tvornice za proizvodnju stolica Florijan Bobić koja je prestala s radom 2015. godine. Uvidom u spis predmeta USKOK broj Kis-US-12/2025– izvaci iz Google earth pro, vidljivo je da je sjeverna lokacija do 5/2018. godine predstavljala zelenu obraslu površinu, a južna lokacija do 3/2024. godine

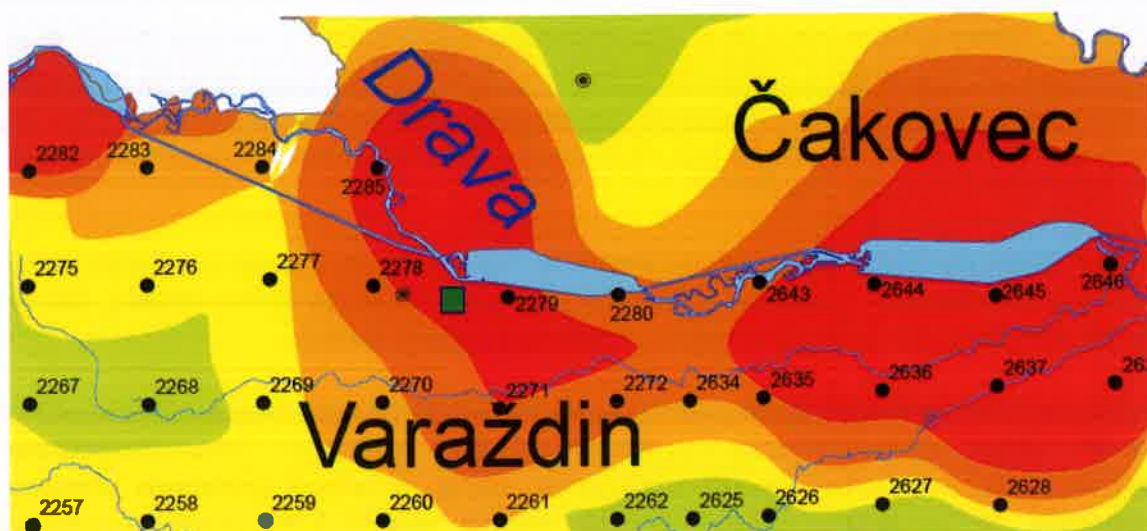
Podaci o sadržaju metala u tlu uzeti su iz Geokemijskog atlasa Republike Hrvatske (2010) . Ovaj dokument sadrži podatke o koncentracijama elemenata u površinskom sloju tla (0-25 cm) prema rasteru 5x5 km. Uzorci su uzimani kao kompozit od 5 uzoraka udaljenih po 10 m od centralne točke. Analizirana je frakcija <0,63 mm jer se pretpostavlja da ona sadrži najveće koncentracije elemenata onečišćenja.

Prema podacima Geokemijskog atlasa Republike Hrvatske, područje zahvata nalazi se na prostoru s umjereno povišenim prirodnim sadržajem pojedinih teških metala, što je karakteristično za šire područje Varaždina i dravsku aluvijalnu ravnicu.

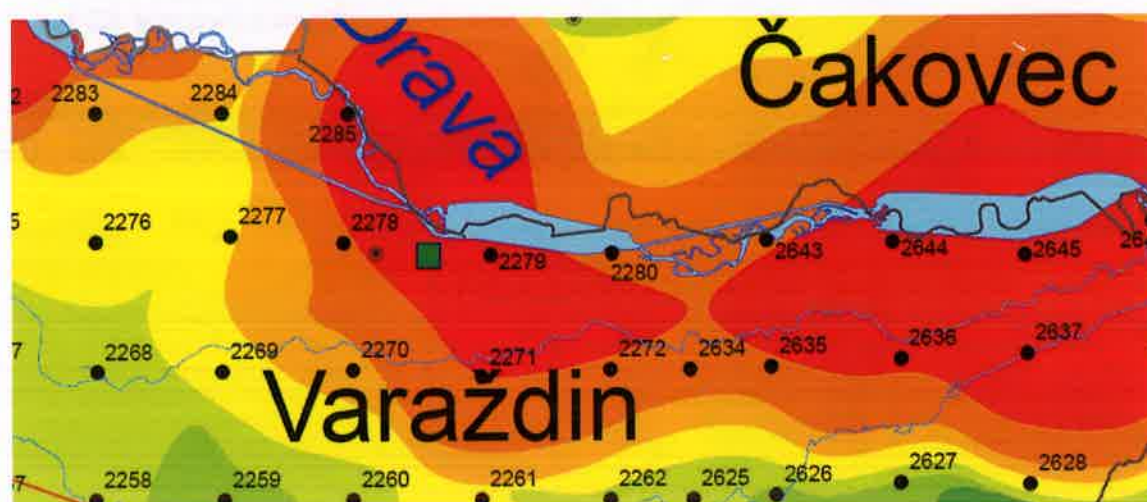
Procijenjeni sadržaj bakra u površinskom sloju tla (0–25 cm) na lokaciji zahvata iznosi približno 30–35 mg/kg, odnosno pripada razredu 20–30/30–40 mg/kg, pri čemu interpolirana vrijednost na samoj lokaciji iznosi približno 32 mg/kg. Vrijednost predstavlja procjenu temeljenu na interpolaciji između najbližih mjernih točaka, a ne izravno izmjerenu koncentraciju. Za olovo vrijednost iznosi na točki 2278 - 61 mg/kg, na točki 2279 - 220mg/kg, za cink na točki 2278 – 133 mg/kg, na točki 2279 – 591 mg/kg, za antimon na točki 2278 – 1,4 mg/kg, na točki 2279 – 0,9 mg/kg.



Slika 54. Slika Cu – na točki 2278 – 30 mg/kg, na točki 2279 - 32 mg/kg



Slika 55. Slika Pb – na točki 2278 61, na točki 2279 - 220mg/kg)



Slika 56. Slika Zn – na točki 2278 – 133 mg/kg, na točki 2279 – 591 mg/kg

Rezultati analize uzoraka tla koje je bilo u kontaktu s otpadom dano je u tablici 9.

2.5 Prirodna obilježja lokacije

Lokacija se nalazi unutar postojećeg gospodarsko-industrijskog područja koje je tijekom dugogodišnjeg korištenja u velikoj mjeri antropogeno izmijenjeno¹⁷. Na čestici su prisutni postojeći industrijski objekti, manipulativne površine, prometnice te neizgrađene travnate površine, dok se uz sjeverni i istočni rub nalaze manje površine drvenaste vegetacije i šumskog ruba.

S obzirom na postojeću namjenu prostora i visok stupanj njegove izgrađenosti, prirodna staništa na samoj lokaciji u velikoj su mjeri reducirana i fragmentirana. Unatoč tome, rubni dijelovi obrasli drvenastom vegetacijom te travnate površine mogu predstavljati pogodna sekundarna staništa za pojedine vrste ptica, sitnih sisavaca, gmazova i beskralježnjaka uobičajene za urbana i prigradska područja.

Šire područje zahvata nalazi se u blizini riječnog koridora rijeke Drave, koji predstavlja jedno od najznačajnijih prirodnih područja sjeverozapadne Hrvatske te je dio ekološke mreže Natura 2000. Područja uz rijeku Dravu odlikuju se velikom raznolikošću vodenih, močvarnih, šumskih i travnjačkih staništa koja omogućuju očuvanje brojnih biljnih i životinjskih vrsta od nacionalnog i europskog značaja. Međutim, sama lokacija zahvata smještena je unutar već formirane gospodarske zone, izvan prirodno očuvanih riječnih staništa, pri čemu između zahvata i riječnog koridora postoje prometna i industrijska infrastruktura te drugi antropogeno izmijenjeni prostori.

Zbog položaja lokacije, analizu prirodnih obilježja potrebno je temeljiti na odnosu zahvata prema područjima ekološke mreže Natura 2000, kartriranim staništima te raspoloživim podacima o rasprostranjenosti flore i faune na predmetnom području i u njegovoj neposrednoj okolini, što je prikazano u nastavku ovog poglavlja.

2.5.1 Ekološka mreža Natura 2000

Lokacija zahvata nalazi se na području Grada Varaždina na k.č. 13944/1 k.o. Varaždin. S obzirom na položaj u sjevernom dijelu Varaždina, u blizini prostora rijeke Drave i pridruženih vodnih i priobalnih staništa, analiziran je odnos zahvata prema područjima ekološke mreže Natura 2000, osobito prema područjima vezanima uz rijeku Dravu i dravske akumulacije.

Na širem području lokacije nalaze se dva područja ekološke mreže od posebnog značaja:

- **HR1000013 POP Dravske akumulacije** – područje očuvanja značajno za ptice (POP), koje obuhvaća područje rijeke Drave od državne granice sa Slovenijom do završetka akumulacijskog jezera Hidroelektrane Dubrava te predstavlja jedno od najznačajnijih područja za očuvanje močvarnih, riječnih i migratornih vrsta ptica u sjeverozapadnoj Hrvatskoj.

¹⁷ Izmijenjeno zbog ljudske aktivnosti

Kategorija za ciljnu vrstu	Znanstveni naziv vrste	Hrvatski naziv vrste	Status vrste (G = gnjezdarica; P = preletnica; Z = zimovalica)		
2	<i>Actitis hypoleucos</i>	mala prutka	G		
1	<i>Alcedo atthis</i>	vodomar	G		
2	<i>Mareca strepera</i> (syn. <i>Anas strepera</i>)	patka kreketaljka	G		
1	<i>Ardea alba</i> (syn. <i>Casmerodius albus</i>)	velika bijela čaplja		P	Z
1	<i>Ciconia nigra</i>	crna roda	G		
1	<i>Circus aeruginosus</i>	eja močvarica	G		
1	<i>Circus cyaneus</i>	eja strmjarica			Z
1	<i>Egretta garzetta</i>	mala bijela čaplja	G	P	
1	<i>Falco columbarius</i>	mali sokol			Z
1	<i>Ixobrychus minutus</i>	čapljica voljak	G	P	
1	<i>Nycticorax nycticorax</i>	gak	G	P	
1	<i>Phalacrocorax pygmaeus</i>	mali vranac			Z
2	<i>Riparia riparia</i>	bregunica	G		
1	<i>Sterna hirundo</i>	crvenokljuna čigra	G		
2	značajne negnježdeće (selidbene) populacije ptica (patka lastarka <i>Anas acuta</i> , kržulja <i>Anas crecca</i> , zviždara <i>Mareca penelope</i> , divlja patka <i>Anas platyrhynchos</i> , patka pupčanica <i>Spatula querquedula</i> , patka kreketaljka <i>Mareca strepera</i> , lisasta guska <i>Anser albifrons</i> , divlja guska <i>Anser anser</i> , guska glogovnjača <i>Anser fabalis</i> , glavata patka <i>Aythya ferina</i> , krunata patka <i>Aythya fuligula</i> , patka batoglavica <i>Bucephala clangula</i> , crvenokljuni labud <i>Cygnus olor</i> , liska <i>Fulica atra</i> , patka gogoljica <i>Netta rufina</i> , kokošica <i>Rallus aquaticus</i>)				

Kategorija za ciljnu vrstu: 1 = međunarodno značajna vrsta za koju su područja izdvojena temeljem članka 4. stavka 1. Direktive 2009/147/EZ; 2=redovite migratorne vrste za koje su područja izdvojena temeljem članka 4. stavka 2. Direktive 2009/147/EZ

Slika 57. Slika Ciljevi očuvanja za HR1000013 Dravske akumulacije

- **HR2001307 POVS Drava – akumulacije** – područje očuvanja značajno za vrste i stanišne tipove (POVS), koje obuhvaća riječni koridor Drave zajedno s akumulacijskim jezerima, poplavnim područjima, riparijskim šumama te staništima brojnih ciljnih biljnih i životinjskih vrsta od interesa za Europsku uniju.

Kategorija za ciljnu vrstu/stanišni tip	Hrvatski naziv vrste/hrvatski naziv staništa	Znanstveni naziv vrste/Šifra stanišnog tipa
1	bolen	<i>Aspius aspius</i>
1	prugasti balavac	<i>Gymnocephalus schraetser</i>
1	veliki vretenac	<i>Zingel zingel</i>
1	dabar	<i>Castor fiber</i>
1	vidra	<i>Lutra lutra</i>
1	Balonijev balavac	<i>Gymnocephalus baloni</i>
1	zlatni vijun	<i>Sabanejewia balcanica</i>
1	bjeloperajna krkuš	<i>Romanogobio vladkovi</i>
1		<i>Cucujus cinnaberinus</i>
1	Aluvijalne šume (<i>Aino-Padion</i> , <i>Ainon incanae</i> , <i>Salicion albae</i>)	91E0*
1	Nizinske košarice (<i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Sanguisorba officinalis</i>)	6510
1	Prirodne eutrofne vode s vegetacijom <i>Hydrocharition</i> ili <i>Magnopotamion</i>	3150
1	Hidrofilni rubovi visokih zeleni uz rijeke i šume (<i>Convolvulion sepi</i> , <i>Filipendulion</i> , <i>Senecion fluvialis</i>)	6430

Kategorija za ciljnu vrstu/stanišni tip: 1 = međunarodno značajna vrsta/stanišni tip za koje su područja izdvojena temeljem članka 4. stavka 1. Direktive 92/43/EEZ

* = prioritetni stanišni tip/prioritetna vrsta

Slika 58. Slika Ciljevi očuvanja za HR2001307 Drava – akumulacije

Prostornom analizom utvrđeno je da se **predmetna katastarska čestica ne nalazi unutar granica područja ekološke mreže Natura 2000**, već neposredno južno od područja **HR2001307 Drava – akumulacije** i **HR1000013 Dravske akumulacije**. Zbog male udaljenosti od riječnog koridora Drave predmetna lokacija nalazi se u neposrednoj blizini vrijednih prirodnih staništa koja predstavljaju staništa brojnih ciljnih vrsta ptica, sisavaca, riba, vodozemaca, gmazova i beskrležnjaka.



Slika 59. Slika Položaj k.č. 13944/1 u odnosu na Natura područja

2.5.2 Flora

Prema službenim podacima Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije, u neposrednoj okolini predmetne lokacije nalaze se zonacije više ciljnih stanišnih tipova područja HR2001307 Drava – akumulacije, koji predstavljaju temeljne prirodne vrijednosti riječnog koridora Drave.

Natura kod	Naziv staništa	Značaj
3150	Prirodne eutrofne vode s vegetacijom sveze Magnopotamion ili Hydrocharition	Vodena staništa akumulacija i rukavaca Drave.

6430	Hidrofilni rubovi visokih zeleni uz rijeke	Vlažna priobalna staništa važna za beskralježnjake i ptice.
6510	Nizinske košanice	Travnjačka staništa velike biološke raznolikosti.
91E0*	Aluvijalne šume crne johe i poljskog jasena	Prioritetni Natura stanišni tip karakterističan za poplavna područja Drave.

Najznačajnije prirodne vrijednosti predstavljaju aluvijalne šume (91E0*) te priobalna i vodena staništa koja omogućuju očuvanje brojnih ciljnih vrsta ptica, sisavaca, riba i beskralježnjaka.

2.5.3 Fauna

Na širem području predmetne lokacije evidentirane su zonacije pogodnih staništa za više ciljnih vrsta područja HR2001307.

Vrsta	Latinski naziv	Ekološki značaj
Dabar	<i>Castor fiber</i>	Inženjerska vrsta riječnih ekosustava.
Vidra	<i>Lutra lutra</i>	Strogo zaštićeni indikator očuvanosti vodotoka.
Bolen	<i>Aspius aspius</i>	Natura vrsta riječnih tokova.
Balonijev balavac	<i>Gymnocephalus baloni</i>	Endemična dunavska riba.
Prugasti balavac	<i>Gymnocephalus schraetzer</i>	Natura vrsta riječnih tokova.
Vlađikov zglavkar	<i>Romanogobio vladykovi</i>	Natura vrsta nizinskih rijeka.
Balkanski vijun	<i>Sabanejewia balcanica</i>	Natura vrsta riječnog dna.
Veliki vretenac / crveni plosnati kornjaš	<i>Cucujus cinnaberinus</i>	Vrsta vezana uz starije poplavne šume.

Analiza faune provedena je korištenjem službenih podataka Ministarstva zaštite okoliša i zelene tranzicije o potencijalnoj rasprostranjenosti pojedinih skupina organizama.

Šire područje lokacije predstavlja dio ekološki vrijednog riječnog koridora Drave te omogućuje pojavu brojnih skupina životinja, uključujući ptice, sisavce, vodozemce, gmazove, slatkovodne ribe, vretenca, leptire i gljive.

Podaci ukazuju na potencijalnu prisutnost vrsta karakterističnih za poplavna područja i nizinske riječne ekosustave, pri čemu se ističu vidra, dabar, barska kornjača, crveni i žuti mukač te brojne vrste riječnih riba i ptica.

Uvidom u službene baze podataka Ministarstva na širem području predmetnog zahvata **nisu zabilježeni podaci o rasprostranjenosti velikih zvijeri.**

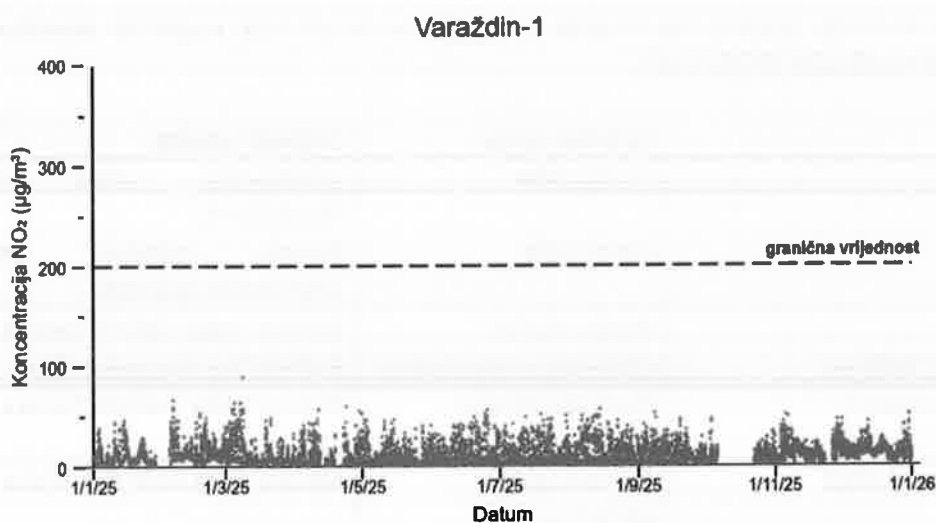
2.6 Kvaliteta zraka

Mjerenja kvalitete zraka na lokaciji nisu provedena. Na području Grada Varaždina djeluje mjerna postaja u sustavu državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka Varaždin-1.

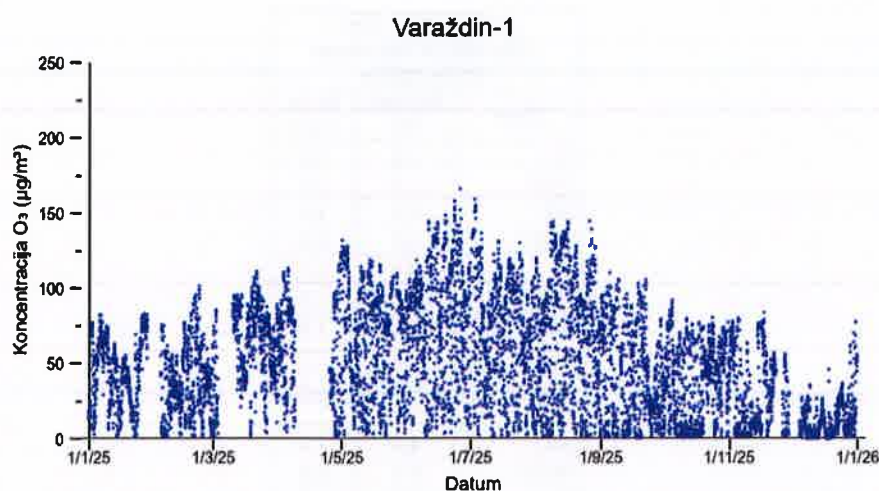
Za procjenu utjecaja na zrak korišteni su podaci iz Izvješća o praćenju kvalitete zraka na postajama državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka (DHMZ).

Na mjernoj postaji ne mjeri se PM10.

Zrak je na mjernoj postaji Varaždin-1 u 2025. godini prema parametrima NO₂ i O₃ bio prve kategorije zraka.



Slika 60. Vremenski niz satnih koncentracija NO₂ na mjernoj postaji Varaždin-1 u 2025. godini



Slika 61. Vremenski niz satnih koncentracija O_3 na mjernoj postaji Varaždin-1 u 2025. godini

Prema prikazima statističkih rezultata podataka mjerenja kvalitete zraka na postaji Varaždin-1 u razdoblju od 2020. - 2024. godine dan je slijedeći sažetak:

NO_2

Prema kategorizaciji kvalitete zraka za NO_2 s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi u navedenom razdoblju, kvaliteta zraka je bila kategorizirana kao I. kategorija.

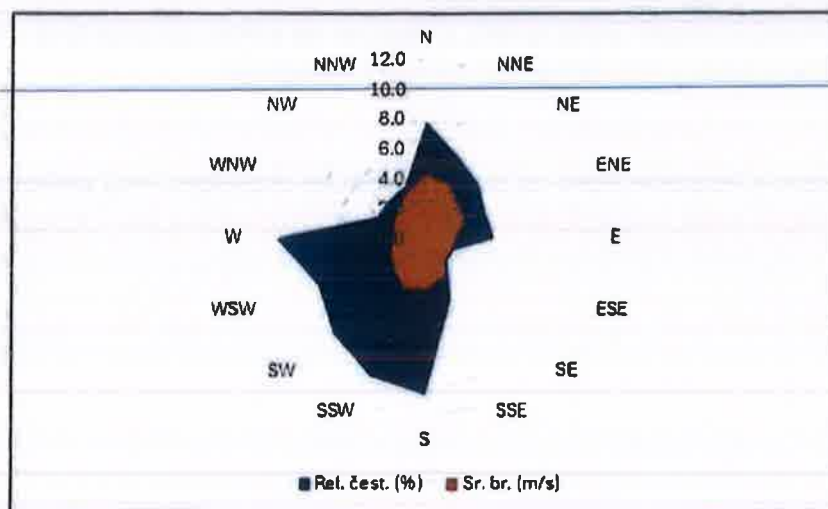
O_3

Prema kategorizaciji kvalitete zraka za O_3 s obzirom na dozvoljeni broj prekoračenja ciljne vrijednosti, kvaliteta zraka u navedenom razdoblju je kategorizirana kao I. kategorija.

GMP VARAŽDIN – višegodišnja ruža vjetra (2020.-2023.)		
Smjer	Rel.čest. (%)	Sr. br. (m/s)
N	7.8	4.2
NNE	5.8	3.9
NE	5.1	3.0
ENE	4.4	2.8
E	4.6	2.0
ESE	2.1	1.9
SE	2.1	1.9
SSE	4.5	2.9
S	10.4	3.4
SSW	9.9	3.7
SW	8.9	3.0
WSW	8.0	2.6
W	10.2	2.2
WNW	3.6	2.4
NW	3.6	2.7
NNW	3.7	3.3
C - tišina	5.3	0.0

Slika 62. Čestine vjetra na lokaciji Varaždin

GMP VARAŽDIN – višegodišnja ruža vjetra (2020.-2023.)



Slika 63. Ruža vjetrova Varaždin

2.7 Kvaliteta vode na izvorištima 2020.-2025.

Sustav javne vodoopskrbe Varaždinske županije temelji se na vodocrpilištima Varaždin, Bartolovec i Vinokovščak te izvorištu Filipići (Belski dol), koja zajedno osiguravaju opskrbu pitkom vodom najvećeg dijela stanovništva županije.

Jedino je vodocrpilište Bartolovec nizvodno od predmetne lokacije vještačenja.



Slika 64. Prikaz vodocrpilišta u širem području lokacije

2.7.1 Vodocrpilište Bartolovec

2020.

U 2020. godini uzorci s vodocrpilišta Bartolovec ocijenjeni su kao „ODGOVARA“. Nisu utvrđena prekoračenja nitrata, metala, pesticida ni mikrobioloških pokazatelja. U jednom prikazanom uzorku nitrati su iznosili oko 2,6 mg/L.

2021.

Kakvoća vode bila je stabilna. Svi uzorci ocijenjeni su kao zdravstveno ispravni. Nisu uočena odstupanja koja bi ukazivala na pogoršanje kakvoće podzemne vode.

2022.

U 2022. godini uzorci s više zdenaca Bartolovca ocijenjeni su kao „ODGOVARA“. Pesticidi i metali bili su ispod propisanih vrijednosti, a mikrobiološki pokazatelji uredni.

2023.

Tijekom 2023. godine voda je bila zdravstveno ispravna. Nisu uočena značajnija odstupanja. Parametri kakvoće vode bili su stabilni, bez prekoračenja MDK.

2024.

U 2024. godini rezultati su pokazali urednu kakvoću vode. Nisu utvrđena prekoračenja nitrata, pesticida, metala ni mikrobioloških pokazatelja. Utvrđeno je u nekoliko mjerenja prekoračenje MDK vrijednosti za Metolaklor ESA i OXA.

2025.

U 2025. godini uzorci s vodocrpilišta Bartolovec ocijenjeni su kao „ODGOVARA“. Primjerice, u jednom uzorku nitrati su iznosili oko 13,7 mg/L, što je ispod MDK. Mikrobiološki pokazatelji bili su uredni.

U nastavku je dan detaljniji prikaz mjerenja na izvorištu Bartolovec:

Tablica 17. Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – fizikalno-kemijski pokazatelji

PARAMETAR	JEDINICA	MDK	ZD-3 (12-2023)	ZD-4 (12-2023)	ZD-5 (02-2024)	ZD-6 (02-2024)	Z2 (02-2024)	ZD-4 (09-2024)	ZP-9 (09-2024)
FIZIKALNO KEMIJSKI POKAZATELJI									
Temperatura	°C	25	12,7	13,1	12,6	12,8	12,4	13,1	12,9
Boja	mg/l Pt/Co skale	20	< 5	<5	<5	<5	<5	<5	< 5
Mutnoća	°NTU	4	0,3	<0,20	<0,20	0,29	0,23	<0,20	0,2
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Okus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Koncentracija vodikovih iona	pH jedinica	6,5 – 9,5	7,3	7,3	7,2	7,2	7,0	7,3	7,3
Električna vodljivost	µS/cm	2.500	425	439	522	454	709	475	486

PARAMETAR	JEDINICA	Z1 (09-2024)	ZP-7 (09-2024)	ZD-3 (05-2024)	ZD-8 (05-2024)	Zp-5 (04-2024)	ZD-8 (09-2025)	ZD-3 (09-2025)
FIZIKALNO KEMIJSKI POKAZATELJI								
Temperatura	°C	14,3	12,6	14,3	16,1	12,7	13,6	13,0

Boja	mg/l Pt/Co skale	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
Mutnoća	°NTU	<0,20	<0,20	0,58	0,22	<0,20	<0,2	<0,2
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Okus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez
Koncentracija vodikovih iona	pH jedinica	7,3	7,2	7,3	7,3	7,3	7,4	7,4
Električna vodljivost	μS/cm	612	643	421	451	548	416	389

PARAMETAR	JEDINICA	B2 (05-2025)	Zd-4 (05-2025)	Zp-9 (03-2025)	Zp-7 (03-2025)	Zp-5 (03-2025)	Z1 (03-2025)	
FIZIKALNO KEMIJSKI POKAZATELJI								
Temperatura	°C	12,6	13,0	12,7	12,7	12,7	12,7	
Boja	mg/l Pt/Co skale	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	
Mutnoća	°NTU	<0,2	0,38	0,20	0,36	<0,20	0,22	
Miris	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	
Okus	bez	bez	bez	bez	bez	bez	bez	
Koncentracija vodikovih iona	pH jedinica	7,1	7,3	7,4	7,3	7,3	7,3	
Električna vodljivost	μS/cm	632	418	461	591	502	561	

Tablica 18. Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – mikrobiološki pokazatelji

PARAMETAR	JEDINICA	MDK	ZD-3 (12-2023)	ZD-4 (12-2023)	ZD-5 (02-2024)	ZD-6 (02-2024)	Z2 (02-2024)	ZD-4 (09-2024)	ZP-9 (09-2024)
MIKROBIOLOŠKI POKAZATELJI									
Broj kolonija (36°C)	broj/1ml	100	0	0	0	0	80	0	0
Broj kolonija (22°C)	broj/1ml	100	0	0	0	0	21	0	0
Ukupni koliformi	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0
Escherichia coli	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0
Enterokoki	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0

PARAMETAR	JEDINICA	Z1 (09-2024)	ZP-7 (09-2024)	ZD-3 (05-2024)	ZD-8 (05-2024)	Zp-5 (04-2024)	ZD-8 (09-2025)	ZD-3 (09-2025)
MIKROBIOLOŠKI POKAZATELJI								
Broj kolonija (36°C)	broj/1ml	0	0	0	0	0	0	0
Broj kolonija (22°C)	broj/1ml	0	0	0	0	0	0	0
Ukupni koliformi	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	0
Escherichia coli	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	0
Enterokoki	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	0

PARAMETAR	JEDINICA	B2 (05-2025)	Zd-4 (05-2025)	Zp-9 (03-2025)	Zp-7 (03-2025)	Zp-5 (03-2025)	Z1 (03-2025)	
MIKROBIOLOŠKI POKAZATELJI								
Broj kolonija (36°C)	broj/1ml	0	10	0	0	0	0	
Broj kolonija (22°C)	broj/1ml	0	8	0	0	0	0	
Ukupni koliformi	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	
Escherichia coli	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	
Enterokoki	broj/100ml	0	0	0	0	0	0	

Tablica 19. Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – kemijski pokazatelji

PARAMETAR	JEDINICA	MDK	ZD-3 (12-2023)	ZD-4 (12-2023)	ZD-5 (02-2024)	ZD-6 (02-2024)	Z2 (02-2024)	ZD-4 (09-2024)	ZP-9 (09-2024)
KEMIJSKI POKAZATELJI									
Amonij	mg/l	0,50	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Nitrati	mg/l	50	2,60	6,74	12,0	4,5	33,0	9,9	6,7
Nitriti	mg/l	0,50	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Kloridi	mg/l	250	2,27	2,63	18,1	3,5	26,9	4,3	16,4
Ukupna tvrdoća	CaCO ₃ mg/l	-	238	260	272	258	370	252	238
Fluoridi	mg/l	1,5	0,112	0,109	0,082	0,077	0,065	0,112	0,146
Kalcij	mg/l	-	71,0	76,8	78,5	74,4	97,5	74,7	71,1
Kalij	mg/l	12	1,46	1,49	4,0	1,47	5,45	1,5	3,2
Natrij	mg/l	200	5,84	5,60	12,2	5,29	14,5	5,1	10,2
Magnezij	mg/l	-	15,3	16,1	17,1	16,0	22,5	15,9	14,6
Sulfati	mg/l	250	4,80	5,80	25,8	6,9	34,9	10,0	27,3
Fosfati	µgP/l	300	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
Ukupne suspenzije	mg/l	10	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Fenoli	µg/l	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Silikati	mg/l	50	17,2	15,4	10,5	16,0	13,4	16,0	10,6
Detergenti - anionski	µg/l	200	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Vodikov sulfid	mg/l	0,050	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Detegenti - neionski	µg/l	200	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Željezo	µg/l	200	14	<10	<10	19	<10	<10	<10
Cink	µg/l	3000	16,1	22,8	<2	6,4	<2	3,6	5,0
Bakar	mg/l	2,0	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

PARAMETAR	JEDINICA	Z1 (09-2024)	ZP-7 (09-2024)	ZD-3 (05-2024)	ZD-8 (05-2024)	Zp-5 (04-2024)	ZD-8 (09-2025)	ZD-3 (09-2025)
KEMIJSKI POKAZATELJI								
Amonij	mg/l	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030
Nitrati	mg/l	17,5	24,1	2,4	13,0	11,6	13,7	2,2
Nitriti	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,010	<0,010	<0,010
Kloridi	mg/l	23,2	23,6	4,0	4,4	17,2	4,5	2,4
Ukupna tvrdoća	CaCO ₃ mg/l	296	315	188	201	222	214	200
Fluoridi	mg/l	0,107	0,124	0,099	0,039	0,090	0,100	0,106
Kalcij	mg/l	87,6	93,1	49,3	54,0	60,6	66,0	60,1
Kalij	mg/l	4,4	4,2	1,3	1,5	4,0	1,3	1,3
Natrij	mg/l	13,6	13,1	6,1	4,7	11,9	4,2	5,3
Magnezij	mg/l	18,7	19,9	15,6	16,1	17,3	11,9	11,8
Sulfati	mg/l	34,2	35,0	4,7	8,0	25,5	8,2	4,1
Fosfati	µgP/l	<25	<25	<25	<25	<25	<25	<25
Ukupne suspenzije	mg/l	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5
Fenoli	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<10	<10
Silikati	mg/l	11,6	11,9	17,1	16,6	10,2	15,9	17,3
Detergenti - anionski	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Vodikov sulfid	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
Detegenti - neionski	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100	<100
Željezo	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<40	<40
Cink	µg/l	<2	<2	399	15,6	<2	5,5	41,1
Bakar	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005

PARAMETAR	JEDINICA	B2 (05-2025)	Zd-4 (05-2025)	Zp-9 (03-2025)	Zp-7 (03-2025)	Zp-5 (03-2025)	Z1 (03-2025)	
KEMIJSKI POKAZATELJI								
Amonij	mg/l	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	<0,030	
Nitrati	mg/l	26,5	5,1	5,7	19,0	9,7	12,9	
Nitriti	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	
Kloridi	mg/l	22,6	2,7	14,2	20,0	16,2	20,4	

Ukupna tvrdoća	CaCO ₃ mg/l	310	221	211	279	236	267	
Fluoridi	mg/l	0,100	0,107	0,098	0,066	0,086	0,079	
Kalcij	mg/l	93,7	66,7	64,0	83,6	70,5	80,0	
Kalij	mg/l	4,86	1,37	3,0	3,9	3,4	4,0	
Natrij	mg/l	14,4	5,12	9,8	12,6	11,2	13,2	
Magnezij	mg/l	18,4	13,1	12,4	17,1	14,5	16,4	
Sulfati	mg/l	30,9	5,5	22,8	28,5	24,1	27,7	
Fosfati	µgP/l	<25	<25	<25	<25	<25	<25	
Ukupne suspenzije	mg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Fenoli	µg/l	<10	<10	<10	<10	<10	<10	
Silikati	mg/l	6,52	7,81	16,7	14,3	12,1	14,1	
Detergenti - anionski	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	
Vodikov sulfid	mg/l	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	
Detegenti – neionski	µg/l	<100	<100	<100	<100	<100	<100	
Željezo	µg/l	<40	<40	<10	<10	<10	<10	
Cink	µg/l	13,5	31,5	6,3	5,2	27,1	7,0	
Bakar	mg/l	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	

Tablica 20. Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – zdravstvena ispravnost

PARAMETAR	JEDINICA	MDK	ZD-3 (12-2023)	ZD-4 (12-2023)	ZD-5 (02-2024)	ZD-6 (02-2024)	Z2 (02-2024)	ZD-4 (09-2024)	ZP-9 (09-2024)
ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST									
Cijanidi	µg/l	50	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Suma tetrakloeten i trikloeten	µg/l	10	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-dikloetan	µg/l	3,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Policiklički aromatski ugljikovodici	µg/l	0,10	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Benzo(a)piren	µg/l	0,010	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Aromatski ugljikovodici - benzen	µg/l	1,0	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

PARAMETAR	JEDINICA	Z1 (09-2024)	ZP-7 (09-2024)	ZD-3 (05-2024)	ZD-8 (05-2024)	Zp-5 (04-2024)	ZD-8 (09-2025)	ZD-3 (09-2025)
ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST								
Cijanidi	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Suma tetrakloeten i trikloeten	µg/l	4,1	6,4	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
1,2-dikloetan	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Policiklički aromatski ugljikovodici	µg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Benzo(a)piren	µg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Aromatski ugljikovodici - benzen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3

PARAMETAR	JEDINICA	B2 (05-2025)	Zd-4 (05-2025)	Zp-9 (03-2025)	Zp-7 (03-2025)	Zp-5 (03-2025)	Z1 (03-2025)	
ZDRAVSTVENA ISPRAVNOST								
Cijanidi	µg/l	<5	<5	<5	<5	<5	<5	
Suma tetrakloeten i trikloeten	µg/l	2,9	<1,0	<1,0	2,1	<1,0	<1,0	
1,2-dikloetan	µg/l	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	
Policiklički aromatski ugljikovodici	µg/l	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	

Benzo(a)piren	µg/l	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	
Aromatski ugljikovodici - benzen	µg/l	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	

Tablica 21. Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – metali i metaloidi

PARAMETAR	JEDINICA	MDK	ZD-3 (12-2023)	ZD-4 (12-2023)	ZD-5 (02-2024)	ZD-6 (02-2024)	Z2 (02-2024)	ZD-4 (09-2024)	ZP-9 (09-2024)
METALI I METALOIDI									
Berilij	µg/l	-	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
Bor	mg/l	1,5	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Aluminij	µg/l	200	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Vanadij	µg/l	5	0,9	0,7	<0,5	0,7	<0,5	0,7	<0,5
Krom	µg/l	50	<2	<2	<2	<2	<2	<1	<1
Mangan	µg/l	50	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Kobalt	µg/l	-	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nikal	µg/l	20	<2	<2	<2	4,7	<2	<2	<2
Arsen	µg/l	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Selen	µg/l	20	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Srebro	µg/l	10	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Kadmij	µg/l	5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Antimon	µg/l	10	<0,21	<0,21	<0,21	<0,27	<0,21	<0,21	<0,21
Barij	µg/l	700	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Živa	µg/l	1	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Olovo	µg/l	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Uranij	µg/l	30	-	1,46	1,43	1,83	2,16	1,91	1,41

PARAMETAR	JEDINICA	Z1 (09-2024)	ZP-7 (09-2024)	ZD-3 (05-2024)	ZD-8 (05-2024)	Zp-5 (04-2024)	ZD-8 (09-2025)	ZD-3 (09-2025)
METALI I METALOIDI								
Berilij	µg/l	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
Bor	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Aluminij	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Vanadij	µg/l	<0,5	<0,5	0,6	0,7	0,5	1,1	1,2
Krom	µg/l	<1	<1	<1	<1	<2	<1	<1
Mangan	µg/l	<2	<2	4,6	2,7	<2	<2	<2
Kobalt	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nikal	µg/l	<2	<2	3,4	<2	<2	<2	<2
Arsen	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Selen	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Srebro	µg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30
Kadmij	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Antimon	µg/l	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21
Barij	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	<50
Živa	µg/l	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6	<0,6
Olovo	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Uranij	µg/l	1,84	2,09	0,925	1,90	1,35	1,92	0,942

PARAMETAR	JEDINICA	B2 (05-2025)	Zd-4 (05-2025)	Zp-9 (03-2025)	Zp-7 (03-2025)	Zp-5 (03-2025)	Z1 (03-2025)	
METALI I METALOIDI								
Berilij	µg/l	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14	
Bor	mg/l	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	
Aluminij	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	
Vanadij	µg/l	0,7	0,9	0,6	<0,5	0,6	0,6	
Krom	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	

Mangan	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Kobalt	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Nikal	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Arsen	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Selen	µg/l	<2	<2	<2	<2	<2	<2	
Srebro	µg/l	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	
Kadmij	µg/l	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
Antimon	µg/l	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	<0,21	
Barij	µg/l	<50	<50	<50	<50	<50	<50	
Živa	µg/l	<0,6	<0,6	<1,0	<0,6	<0,6	<0,6	
Olovo	µg/l	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Uranlj	µg/l	2,20	1,64	1,34	1,94	1,37	1,68	

Tablica 22. Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – pesticidi

PARAMETAR	JEDINICA	MDK	ZD-3 (12-2023)	ZD-4 (12-2023)	ZD-5 (02-2024)	ZD-6 (02-2024)	Z2 (02-2024)	ZD-4 (09-2024)	ZP-9 (09-2024)
PESTICIDI									
Pesticidi ukupni	µg/l	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	<0,05	0,12
Izodrin	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Aldrin	µg/l	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dieldrin	µg/l	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Heptaklor	µg/l	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Heptaklorepoksid-cis	µg/l	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Heptaklorepoksid-trans	µg/l	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dimetoat	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klorfenvinfos	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klorpirifos	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Klorpirifos-metil	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Malation	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ometoat	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Primifos-metil	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Glifosat	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Fosetil	µg/l	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Malaokson	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Atrazln	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01
Simazin	µg/l	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Desetil atrazin	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Deisopropil atrazin	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Desetil terbutilazin	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Desetil deisopropil atrazin	µg/l	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Desetil 2-hidroksi atrazin	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Hidroksi atrazin	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Hidroksi simazin	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Hidroksi terbutilazin	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Metribuzin	µg/l	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Terbutilazin	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Bentazon	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Bromacil	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Desmetil isoproturon	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Dikamba	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dimetenamid-p	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diuron	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,4-D	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,6-diklorobenzamid	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Izoproturon	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Klorotoluron	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Linuron	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
MCPA	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mekoprop	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03

Pendimetalin	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Prosulfokarb	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Azoksistrobin	µg/l	0,1	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Folpet	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mankozeb	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Propineb	µg/l	0,1	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Tebukonazol	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Tiofanat-metil	µg/l	0,1	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Acetoklor	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acetoklor ESA	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Acetoklor OXA	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
S-metolaklor	µg/l	0,1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metolaklor ESA	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	0,07	<0,03	0,07	<0,03	0,05
Metolaklor OXA	µg/l	0,1	<0,03	<0,03	0,16	<0,03	0,11	<0,03	0,06

PARAMETAR	JEDINICA	Z1 (09-2024)	ZP-7 (09-2024)	ZD-3 (05-2024)	ZD-8 (05-2024)	Zp-5 (04-2024)	ZD-8 (09-2025)	ZD-3 (09-2025)
PESTICIDI								
Pesticidi ukupni	µg/l	0,29	0,25	<0,05	<0,05	0,32	<0,05	<0,05
Izodrin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Aldrin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dieldrin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Heptaklor	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Heptaklorepoksidi-cis	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Heptaklorepoksidi-trans	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dimetoat	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klorfenvinfos	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klorpirifos	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Klorpirifos-metil	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Malation	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ometoat	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Pirimifos-metil	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Glifosat	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Fosetil	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Malaokson	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Atrazin	µg/l	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Simazin	µg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Desetil atrazin	µg/l	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Deisopropil atrazin	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Desetil terbutilazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Desetil deisopropil atrazin	µg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Desetil 2-hidroksi atrazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Hidroksi atrazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Hidroksi simazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Hidroksi terbutilazin	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Metribuzin	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Terbutilazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Bentazon	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Bromacil	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Desmetil isoproturon	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Dikamba	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Dimetenamid-p	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Diuron	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,4-D	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
2,6-diklorobenzamid	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Izoproturon	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Klorotoluron	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Linuron	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
MCPA	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mekoprop	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Pendimetalin	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

Prosulfokarb	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Azoksistrobin	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Folpet	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Mankozeb	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Propineb	µg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04
Tebukonazol	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Tiofanat-metil	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Acetoklor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acetoklor ESA	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Acetoklor OXA	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
S-metolaklor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Metolaklor ESA	µg/l	0,12	0,09	<0,03	<0,03	0,12	<0,03	<0,03
Metolaklor OXA	µg/l	0,12	0,12	<0,03	<0,03	0,20	<0,03	<0,03

PARAMETAR	JEDINICA	B2 (05-2025)	Zd-4 (05-2025)	Zp-9 (03-2025)	Zp-7 (03-2025)	Zp-5 (03-2025)	Z1 (03-2025)	
PESTICIDI								
Pesticidi ukupni	µg/l	0,18	<0,05	<0,05	0,13	0,08	0,17	
Izodrin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Aldrin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Dieldrin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Heptaklor	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Heptaklorepoksid-cis	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Heptaklorepoksid-trans	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Dimetoat	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Klorfenvinfos	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Klorpirifos	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Klorpirifos-metil	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Malation	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Ometoat	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Pirimifos-metil	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Glifosat	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Fosetil	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Malaokson	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Atrazin	µg/l	0,04	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	
Simazin	µg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Desetil atrazin	µg/l	0,06	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Deisopropil atrazin	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,03	
Desetil terbutilazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Desetil deisopropil atrazin	µg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Desetil 2-hidroksi atrazin	µg/l	0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Hidroksi atrazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	0,03	<0,03	<0,03	
Hidroksi simazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Hidroksi terbutilazin	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Metribuzin	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	
Terbutilazin	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Bentazon	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Bromacil	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Desmetil isoproturon	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Dikamba	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Dimetenamid-p	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Diuron	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
2,4-D	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
2,6-diklorobenzamid	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Izoproturon	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Klorotoluron	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Linuron	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
MCPA	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Mekoprop	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Pendimetalin	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Prosulfokarb	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Azoksistrobin	µg/l	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	

Folpet	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Mankozeb	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Propineb	µg/l	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	<0,04	
Tebukonazol	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Tiofanat-metil	µg/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	
Acetoklor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Acetoklor ESA	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
Acetoklor OXA	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	
S-metolaklor	µg/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	
Metolaklor ESA	µg/l	0,05	<0,03	<0,03	0,03	0,03	0,05	
Metolaklor OXA	µg/l	<0,03	<0,03	<0,03	0,05	0,04	0,07	

3 Utjecaj otpada na sastavnice okoliša

3.1 Metodologija

3.1.1 Metodologija provedbe vještačenja utjecaja na okoliš

Vještačenje je provedeno temeljem rezultata dobivenih istraživanjem, analizama, stručnim i znanstvenim spoznajama. Ukoliko se razmatra cjelokupan prostor obuhvata vještačenja, vidljivo je da se na lokaciji nalaze različite vrste otpada, u različitim oblicima i mjestima skladištenja i odlaganja, te se isti razlikuju u količinama koje su skladištene/odložene. Stoga je za procjenu potencijalnih utjecaja potrebno uzeti u obzir više faktora. Za potrebe vještačenja i utjecaja na okoliš i prirodu korištena je metodologija te kriteriji po kojima je analiziran svaki segment na predmetnoj lokaciji, a isto je prikazano u nastavku.

A. Opseg utjecaja

- 1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije
- 2 utjecaj rasprostranjen u krugu od 50 - 200 m
- 3 utjecaj rasprostranjen u krugu od 200 - 500 m
- 4 utjecaj rasprostranjen u krugu od 500 do 1000 m
- 5 utjecaj rasprostranjen u krugu većem od 1000 m

B. Mogućnost oporavka (reverzibilnost)

- 1 oporavak nije potreban
- 2 spontani oporavak
- 3 rutinska sanacija (kratkoročna šteta)
- 4 duga sanacija s rezidualnim učincima (srednjoročna šteta)
- 5 nepovratno, sanacija nije moguća (dugotrajna šteta)

C. Intenzitet štetnih/opasnih tvari (parametri koji su propisani za praćenje ili su poznati kao opasni za ljude, okoliš, prirodu)

- 1 - Mali broj predmeta koji sadrže opasne/štetne tvari,
- 2 - Neznatno prekoračenje vrijednosti jednog parametra u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
- 3 - Neznatno prekoračenje vrijednosti 2 i više parametara u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
- 4 - Značajno prekoračenje vrijednosti jednog parametra u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
- 5 - Značajno prekoračenje vrijednosti više parametara u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)

U slučajevima gdje postoje propisane granične vrijednosti ili regulatorni kriteriji, isti su uzeti u obzir pri ocjeni intenziteta. U slučajevima gdje takvi kriteriji ne postoje (npr. mikroplastika, dugoročna akumulacija onečišćivala, heterogenost otpada), primijenjena je **stručna analiza utemeljena na znanstvenoj literaturi i profesionalnom iskustvu vještaka**.

3.1.2 Razgraničenje procjene stanja i utjecaja

U ovom nalazu vještaka jasno se razgraničavaju:

- opis i karakterizacija postojećeg stanja okoliša (poglavlje 2) i
- utjecaj otpada na okoliš i prirodu (poglavlje 3).

Procjena utjecaja nije se temeljila isključivo na trenutnim izmjerenim koncentracijama, već i na:

- prostornoj rasprostranjenosti otpada,
- količinama i volumenu otpada,
- fizikalnim i kemijskim svojstvima otpada,
- mehanizmima migracije onečišćivala,
- vremenskom trajanju izloženosti
- i među utjecaju pojedinih elemenata.

3.1.3 Ograničenja procjene i primjena stručne prosudbe

Uticaj na okoliš u ovom nalazu vještaka temelji se na terenskim i laboratorijskim podacima. Međutim, s obzirom na:

- heterogenost otpada,
- prostornu varijabilnost njegovog rasporeda,

nužno je bilo primijeniti i stručnu prosudbu u interpretaciji rezultata kada je to bilo potrebno.¹⁸

Takva stručna prosudba utemeljena je na:

- konzistentnosti rezultata različitih analiza i njihovoj međusporjedbi,
- ponavljanju određenih obrazaca (npr. prisutnost mobilnih onečišćivala u eluatu),

¹⁸ U mehanici otpada uobičajeno je analize provoditi sukladno standardima za ispitivanje tla budući da odgovarajuće norme za ispitivanje otpada ne postoje. Slijedom navedenog ispitni laboratorij za određivanje određenih parametara, zbog razlika između uzoraka tla i otpada, može prilagoditi normirani postupak prirodi ispitnog uzorka ukoliko se za to ukaže potreba.

- poznatim ponašanjima sličnih materijala i otpada u okolišu,
- znanstveno potvrđenim mehanizmima migracije i akumulacije onečišćivala,
- relevantnoj znanstvenoj literaturi.

U tom kontekstu, ovaj nalaz vještaka daje utjecaj na okoliš usmjerenu na zaštitu okoliša, prirode i zdravlja ljudi, uz istovremeno poštivanje načela razmjernosti i znanstvene utemeljenosti. Pri tumačenju rezultata primijenjen je razmjern pristup. Dokazane promjene jasno su odvojene od mogućih budućih rizika. U slučajevima kada raspoloživi podaci nisu omogućavali jednoznačan zaključak, primijenjena je opreznija formulacija kojom se navodi da određeni utjecaj nije moguće isključiti, ali se ne prikazuje kao dokazano nastala promjena okoliša.

3.2 Karakterizacija otpada

Kako bi se ispravno utvrdio utjecaj odloženog otpada nužno je jasno definirati svojstva, karakteristike i kategorizaciju otpada. Stoga se u nastavku daje karakterizacija otpada temeljem provedenih mjerenja.

3.2.1 Fizikalna i strukturna svojstva zakopanog otpada

3.2.1.1 Sjeverna lokacija

Rezultati fizikalnih ispitivanja uzoraka sa sjeverne lokacije pokazuju da se odloženi materijal sastoji od izrazito heterogenog otpada, kojeg karakterizira značajna varijabilnost vlažnosti, gustoće čvrstih čestica, udjela organske tvari i nasipnih gustoća.

Izmjerene vrijednosti vlažnosti kreću se od 13,3 % u uzorku R1.1 do 50,5 % u uzorku R6.2. Širok raspon vrijednosti ukazuje na neravnomjernu raspodjelu vlage unutar tijela otpada, odnosno na razlike između pojedinih istražnih iskopa i dubinskih slojeva. Povećana vlažnost utječe na nasipnu gustoću, obradivost i stabilnost materijala, a u dijelovima otpada s većim udjelom organskih sastavnica pogoduje nastavku procesa biološke razgradnje. Također smanjuje neto energetska vrijednost materijala zbog energije potrebne za isparavanje vode tijekom eventualnog izgaranja.

Gustoća čvrstih čestica uzoraka sa sjeverne lokacije kreće se od 1,04 g/cm³ u uzorku R5.2 do 2,74 g/cm³ u uzorku R1.1. Takav raspon potvrđuje da se radi o mješavini otpada različitog porijekla, od materijala s izrazito visokim udjelom lakih i organskih sastavnica do materijala u kojem prevladavaju mineralne komponente. Gustoća prirodnih mineralnih tala u pravilu iznosi približno 2,65–2,75 g/cm³, dok su niže vrijednosti karakteristične za materijal koji sadržava veće količine plastike, papira, kartona, drva, tekstila i druge organske tvari.

Na temelju udjela organske tvari i gustoće čvrstih čestica uzorci sa sjeverne lokacije mogu se razdvojiti u nekoliko karakterističnih skupina.

Uzorci R2.2, R2.3, R2.4, R3.1, R4.1, R4.2, R5.1, R5.2, R6.1, R6.2 i R6.3 imaju udio organske tvari od 30,1 % do 92,9 %. Većinu ovih uzoraka istodobno karakteriziraju niže vrijednosti gustoće čvrstih čestica, što potvrđuje značajnu zastupljenost organskih i lakih sastavnica otpada. Posebno se izdvajaju uzorci R5.1, R5.2 i R6.3, u kojima su utvrđene gustoće čvrstih čestica od 1,07, 1,04 i 1,08 g/cm³. Takve vrijednosti, zajedno s udjelima organske tvari od 47,5 %, 92,9 %

i 85,6 %, upućuju na vrlo malu zastupljenost mineralnih sastavnica i prevladavanje lakog organskog materijala. S geotehničkog aspekta takav otpad karakteriziraju veća stišljivost, veći potencijal slijeganja i vremenski ovisno ponašanje povezano s nastavkom razgradnje organskih frakcija.

Uzorci R1.1, R2.1, R4.3, R4.4 i R5.4 imaju niže udjele organske tvari, od 5,5 % do 28,7 %, te veće gustoće čvrstih čestica, od 2,29 do 2,74 g/cm³. Takvi rezultati upućuju na povećanu zastupljenost mineralnih sastavnica. Ovaj materijal u odnosu na uzorke s visokim udjelom organske tvari pokazuje povoljnija geotehnička svojstva, odnosno veću mogućnost zbijanja, manju stišljivost i manji potencijal slijeganja uzrokovanog razgradnjom organskih sastavnica. Uzorak R5.3, s udjelom organske tvari od 16,9 % i gustoćom čvrstih čestica od 2,27 g/cm³, pokazuje prijelazna obilježja. Njegova gustoća upućuje na značajnu mineralnu komponentu, ali i na prisutnost lakših sastavnica otpada, zbog čega ga nije moguće jednoznačno svrstati u izrazito organsku ili izrazito mineralnu skupinu.

Rezultati određivanja gustoće uzoraka u rahlom i zbijenom stanju također potvrđuju izraženu nehomogenost materijala. Uzorci s nižim gustoćama čvrstih čestica i većim udjelima organske tvari u pravilu imaju niže nasipne gustoće i pokazuju veću promjenu volumena nakon zbijanja. Nasuprot tome, mineralniji uzorci imaju veće nasipne gustoće i stabilniju strukturu. Razlike između rahlog i zbijenog stanja potvrđuju da pojedini slojevi otpada imaju značajan potencijal dodatnog zbijanja i slijeganja pod opterećenjem.

Udio metala od 7 % utvrđen je u uzorku R1.1, dok u ostalim analiziranim uzorcima sa sjeverne lokacije magnetični metali primijenjenom metodom nisu detektirani. Rezultat uzorka R1.1 dodatno potvrđuje njegov mješoviti sastav i prisutnost antropogenih sastavnica.

Granulometrijske krivulje uzoraka sa sjeverne lokacije potvrđuju izrazitu heterogenost otpada. U ukupnom skupu uzoraka zastupljen je širok raspon veličina čestica, od sitnih čestica manjih od 1 mm do krupnih komponenti većih od 100 mm. Raspodjela veličina čestica razlikuje se između pojedinih uzoraka, što upućuje na prostornu i dubinsku promjenjivost sastava tijela otpada.

U uzorcima R2.2, R2.4, R4.1, R5.2 i R6.2 izraženija je zastupljenost krupnih frakcija. Udio čestica manjih od 8 mm u ovim uzorcima relativno je nizak, dok se najveći dio materijala nalazi u frakcijama većim od približno 20 mm. Uzorci R4.2, R5.1, R6.1 i R6.3 pokazuju ravnomjerniju raspodjelu veličina čestica. Kod uzoraka R3.1, R4.3 i R5.3 najveći dio materijala koncentriran je u području približno 2–20 mm, zbog čega njihove granulometrijske krivulje pokazuju izraženiji porast u tom rasponu.

Uzorci R1.1 i R4.4 imaju razmjerno ravnomjernu raspodjelu veličina čestica kroz širi granulometrijski raspon, bez naglih promjena nagiba krivulje. Takav oblik krivulje upućuje na uravnoteženiji udio srednje krupnih i krupnih frakcija. Kod uzoraka R2.1, R4.3 i R5.4 izraženiji porast krivulje utvrđen je u području približno 8–20 mm, što upućuje na veći udio srednje krupne frakcije.

Iako granulometrijski sastav većeg broja uzoraka pokazuje krupnozrnati karakter, njihovo ponašanje ne može se poistovjetiti s ponašanjem prirodnih mineralnih agregata jednake granulacije. U uzorcima s većim udjelom organske tvari organska komponenta smanjuje gustoću materijala, povećava poroznost i sposobnost zadržavanja vode te povećava deformabilnost pod opterećenjem. Nastavak razgradnje takvih sastavnica može dodatno utjecati na dugoročnu stabilnost i slijeganje tijela otpada.

Na temelju svih analiziranih pokazatelja može se zaključiti da se na sjevernoj lokaciji nalazi izrazito heterogeno tijelo otpada različitog porijekla i stupnja razgrađenosti. Pojedini slojevi sadržavaju pretežno organske i lake sastavnice te predstavljaju manje stabiliziran i geotehnički osjetljiviji materijal, dok drugi slojevi sadržavaju veći udio mineralnih sastavnica i pokazuju veću gustoću i stabilnost. Utvrđene razlike potvrđuju značajnu horizontalnu i vertikalnu promjenjivost fizikalnih i strukturnih svojstava otpada na sjevernoj lokaciji.

3.2.1.2 Južna lokacija

Na južnoj lokaciji fizikalna i strukturna svojstva na Geotehničkom fakultetu određena su za uzorak R7.3, uzet na dubini od 40 cm. Zbog toga rezultati prvenstveno opisuju materijal na mjestu i dubini uzorkovanja te ih nije moguće bez rezerve primijeniti na cjelokupno tijelo otpada južne lokacije.

U uzorku R7.3 utvrđena je vlažnost od 95,3 %, gustoća čvrstih čestica od 2,75 g/cm³ i udio organske tvari od 4,8 %. U usporedbi s uzorcima sa sjeverne lokacije, radi se o izrazito visokoj vrijednosti vlažnosti. Istodobno, gustoća čvrstih čestica odgovara gustoći mineralnog tla, dok je udio organske tvari vrlo nizak. Kombinacija ovih rezultata pokazuje da se radi o izrazito vlažnom, ali pretežno mineralnom materijalu, a ne o materijalu s visokim udjelom organskih sastavnica. Na temelju raspoloživih rezultata nije moguće jednoznačno utvrditi uzrok tako visoke vlažnosti, ali rezultat upućuje na lokalno vrlo mokar ili vodom zasićen materijal u trenutku uzorkovanja.

Visoka gustoća čvrstih čestica i nizak udio organske tvari upućuju na malu zastupljenost lakih sastavnica poput plastike, papira, kartona, drva i tekstila u analiziranom dijelu uzorka. U odnosu na organski bogate uzorke sa sjeverne lokacije, ovakav materijal u osnovi bi trebao imati manju stišljivost i manji potencijal slijeganja uzrokovanog biološkom razgradnjom. Međutim, iznimno visoka vlažnost može nepovoljno utjecati na njegovu trenutačnu nosivost, obradivost i mogućnost zbijanja.

U uzorku R7.3 magnetski metali nisu detektirani.

Granulometrijska krivulja uzorka R7.3 pokazuje izraženiji porast u području približno 8–20 mm. Gotovo cjelokupni uzorak prolazi kroz sito otvora približno 20 mm, što ukazuje na vrlo malu zastupljenost krupnih komponenti. U odnosu na dio uzoraka sa sjeverne lokacije, kod kojih su prisutne komponente veće od 20 mm, uzorak R7.3 ima sitniji i granulometrijski ujednačeniji sastav.

Veći udio mineralnih čestica i nizak udio organske tvari upućuju na potencijalno povoljnija geotehnička svojstva u odnosu na organski bogate slojeve sa sjeverne lokacije, osobito u pogledu manje biološki uvjetovane stišljivosti i manjeg potencijala naknadnog slijeganja. Ipak, vrlo visoka utvrđena vlažnost predstavlja važan čimbenik koji može privremeno smanjiti stabilnost i nosivost materijala.

Na temelju provedenih ispitivanja može se zaključiti da analizirani materijal s južne lokacije ima pretežno mineralna obilježja, nizak udio organske tvari i vrlo mali udio krupnih čestica, ali je u trenutku uzorkovanja bio izrazito vlažan. Budući da je cjelovita fizikalna i granulometrijska analiza provedena samo na uzorku R7.3, navedeni zaključci odnose se prvenstveno na mjesto i dubinu uzorkovanja te ne omogućuju pouzdanu procjenu prostorne i dubinske heterogenosti cjelokupne južne lokacije.

3.2.2 Sastav otpada

3.2.2.1 Sastav otpada sjeverna lokacija

Rezultati ručnog sortiranja pokazuju da je sastav otpada na sjevernoj lokaciji izrazito heterogen te da se mijenja između pojedinih istražnih iskopa i s dubinom. Pri interpretaciji rezultata posebno je važno uzeti u obzir kontaktne uzorke, odnosno uzorke uzete na granici između tijela otpada i prirodne podloge. Takvi uzorci mogu sadržavati prirodno tlo, sitnu frakciju otpada i materijal izmiješan tijekom odlaganja, prekrivanja i izvođenja istražnog iskopa, pa se ne mogu automatski smatrati čistim prirodnim tlom niti reprezentativnim sastavom glavnog tijela otpada.

U uzorku R1.1, uzetom na dubini od 50 cm, prevladava sitna frakcija manja od 16 mm s udjelom od 59 %, uz 28 % građevinskog otpada, 7 % metala i 5 % plastike. Utvrđeni sastav upućuje na mješavinu zemljanog, građevinskog, glomaznog i dijelom električnog otpada. Budući da je uzorak uzet u kontaktnoj zoni, povećani udio mineralnog materijala povezan je s položajem uzorka, ali prisutnost metala, plastike i građevinskih fragmenata potvrđuje da se ne radi o čistoj prirodnoj podlozi.

U iskopu R2 u uzorcima R2.1–R2.3 prevladava sitna frakcija, uz značajne udjele plastične folije, osobito u uzorcima R2.2 i R2.3. Takav sastav upućuje na slojeve mehanički obrađenog otpada od plastične ambalaže. Kontaktni uzorak R2.4, uzet na dubini od 180 cm, bitno se razlikuje od viših slojeva. U njemu prevladava fina mineralno-organska i muljevita frakcija, koja čini 69 % mase uzorka, dok su tipične otpadne frakcije slabije zastupljene. Njegov sastav potvrđuje prijelaz prema prirodnoj podlozi, ali i prisutnost materijala povezanog s odloženim otpadom u kontaktnoj zoni.

U uzorku R3.1 prevladavaju sitna frakcija i kameno-glinoviti materijal, bez značajnije zastupljenosti drugih sastavnica. U iskopu R4 gornji slojevi R4.1 i R4.2 sadrže vrlo visok udio plastične folije, dok u dubljim uzorcima R4.3 i R4.4 raste udio sitnog i mineralnog materijala. Uzorak R4.4 predstavlja dublji sloj tijela otpada, a ne potvrđeno prirodno tlo, pa njegov mineralniji sastav upućuje na prekrivanje otpada zemljom ili drugim mineralnim materijalom, a ne nužno na završetak tijela otpada.

Sličan obrazac utvrđen je u iskopu R5. U uzorku R5.1 približno su podjednako zastupljene sitna frakcija i folija, dok se R5.2 izdvaja većim udjelom tekstila, plastike i gume. U R5.3 ponovno prevladava sitna frakcija. Završni uzorak R5.4, uzet na dubini od 360 cm, u cijelosti se sastoji od sitnog mineralnog materijala i predstavlja podlogu ispod otpada. Za razliku od R1.1 i R2.4, u njemu nisu sortiranjem utvrđene tipične antropogene sastavnice, pa njegov sastav najjasnije odgovara prirodnoj mineralnoj podlozi.

U iskopu R6 uzorci R6.1 i R6.2 sadrže značajne udjele plastične folije, dok R6.3 sadrži mješavinu sitne frakcije, tekstila, plastike i gume. Ti rezultati potvrđuju postojanje lokalnih zona različitog sastava unutar tijela otpada. Dublji uzorak R6.4 nije bio predmet ručnog sortiranja na Geotehničkom fakultetu, pa se njegov sastav ne može ocijeniti na temelju ove analize.

Ukupno promatrano, na sjevernoj lokaciji nalazi se mješoviti otpad u kojem prevladavaju sitna frakcija i plastični materijali, osobito folije, uz lokalnu prisutnost građevinskog otpada, tekstila, gume, metala i mineralnog materijala. Kontaktni uzorci potvrđuju da prijelaz između otpada i prirodne podloge nije svugdje jednako izražen: R1.1 i R2.4 sadržavaju mješavinu mineralnog materijala i sastavnica povezanih s otpadom, dok R5.4 pokazuje gotovo isključivo mineralni

sastav podloge. Dobiveni rezultati potvrđuju izraženu horizontalnu i vertikalnu slojevitost tijela otpada te upućuju na odlaganje i prekrivanje materijala različitog sastava u više faza.

3.2.2.2 Sastav otpada južna lokacija

Južna lokacija predstavlja izdvojenu mikrolokaciju udaljenu približno 150 m od glavnog tijela otpada. Ručno sortiranje provedeno je na uzorku R7.3, uzetom na dubini od 40 cm.

Cijeli uzorak R7.3 prošao je kroz sito otvora 16 mm i u cijelosti je opisan kao jalovina, odnosno sitni neidentificirani mineralni materijal. U uzorku nisu izdvojene plastika, folija, guma, tekstil, građevinski otpad, metal, drvo ni druge makroskopski prepoznatljive antropogene sastavnice. Sastav uzorka R7.3 stoga se bitno razlikuje od sastava glavnog tijela otpada na sjevernoj lokaciji. Rezultat upućuje na pretežno mineralni materijal, ali se zbog analize samo jednog uzorka zaključak odnosi prvenstveno na mjesto i dubinu uzorkovanja te se ne može bez rezerve primijeniti na cijelu južnu lokaciju.

3.2.3 Test procjeđivanja i mobilnost metala

Test procjeđivanja pokazuje koje se tvari i u kojoj količini mogu izlužiti iz otpada u kontaktu s vodom. Dobivene vrijednosti uspoređene su s kriterijima za prihvata otpada na odlagališta inertnog, neopasnog i opasnog otpada. Pri tome treba razlikovati graničnu vrijednost za odlaganje od mobilnosti tvari: granična vrijednost pokazuje na koju se kategoriju odlagališta otpad može prihvatiti, dok koncentracija u eluatu pokazuje mogućnost da se određena tvar isperi iz otpada i dospije u tlo, procjednu ili podzemnu vodu.

3.2.3.1 Sjeverna lokacija

Vrijednosti pH eluata kreću se od 7,8 do 9,3, što upućuje na neutralne do umjereno alkalne uvjete. Svi uzorci zadovoljavaju kriterije za prihvata na odlagalište neopasnog otpada prema koncentracijama klorida, sulfata i fluorida, iako pojedini uzorci zbog povišenih klorida ili sulfata ne zadovoljavaju strože kriterije za inertni otpad.

Vrijednosti TDS-a kreću se od 1.140 do 25.920 mg/kg suhe tvari. Najviše vrijednosti utvrđene su u uzorcima R4.2, R5.3, R6.2 i R6.3. Povećani TDS znači da se iz materijala u vodu izlužuje veća ukupna količina otopljenih anorganskih i organskih tvari, primjerice soli, iona i drugih topljivih sastavnica. Takva procjedna voda može imati povećanu mineralizaciju i promijenjena fizikalno-kemijska svojstva. Veći broj uzoraka ne zadovoljava kriterij za inertni otpad, ali svi zadovoljavaju kriterij za neopasni otpad. U kontaktnim uzorcima R2.4 i R5.4 izmjereno je 4.000, odnosno 3.240 mg/kg, pa nije utvrđen sustavan porast TDS-a prema prirodnoj podlozi. DOC je parametar s najvećim brojem prekoračenja. Vrijednosti se kreću od 112 do 4.030 mg/kg, a najviše su izmjerene u uzorcima R4.2, R5.3, R6.2 i R6.3. Povećani DOC znači da se iz otpada izlužuje veća količina otopljenih organskih tvari. Takve tvari povećavaju organsko opterećenje procjedne vode, mogu trošiti kisik tijekom razgradnje i stvarati reducirajuće, odnosno anoksične uvjete. Istodobno mogu povećati mobilnost pojedinih metala stvaranjem topljivih kompleksa. Kriterij od 800 mg/kg za prihvata na odlagalište neopasnog otpada prekoračen je u jedanaest uzoraka, a šest uzoraka prekoračuje i vrijednost od 1.000 mg/kg. To

ne znači automatski da je otpad opasan, ali pokazuje potrebu prethodne obrade ili dodatnog vrednovanja.

Mobilnost većine metala relativno je niska. Najizraženija je za bakar, cink i antimon. U uzorku R4.2 izmjereno je 53 mg/kg bakra, čime je blago prekoračen kriterij od 50 mg/kg za neopasni otpad. U dubljim uzorcima koncentracija se ponovno smanjuje, što upućuje na lokalizirani sloj povećane mobilnosti bakra.

Najviša koncentracija cinka iznosi 41 mg/kg u uzorku R5.2, dok najveća koncentracija antimona iznosi 0,33 mg/kg u R6.2. Vrijednosti antimona od 0,30 mg/kg utvrđene su i u R4.4, R5.3 i R6.3. Cink i antimon u pojedinim uzorcima ne zadovoljavaju kriterije za inertni otpad, ali svi zadovoljavaju kriterije za neopasni otpad. Njihova prisutnost u eluatu potvrđuje da se mogu izluživati i prenositi vodom.

Promatranjem rezultata po dubini nije utvrđen jednoznačan porast mobilnosti prema prirodnoj podlozi. Kontaktni uzorci R1.1, R2.4 i R5.4 uglavnom imaju niže vrijednosti od opterećenijih slojeva iznad njih. Rezultati ne potvrđuju sustavnu migraciju prema podlozi, ali pokazuju postojanje lokalnih slojeva iz kojih se mogu izluživati povećane količine otopljenih organskih i anorganskih tvari.

3.2.3.2 Južna lokacija

Uzorci R7 i R8 s južne lokacije pokazuju znatno nižu mobilnost većine analiziranih tvari od najopterećenijih uzoraka sa sjeverne lokacije. Svi parametri zadovoljavaju kriterije za prihvata na odlagalište neopasnog otpada.

U uzorku R8.1 izmjereno je 4.280 mg/kg TDS-a, čime je neznatno prekoračen kriterij od 4.000 mg/kg za inertni otpad. To pokazuje da se iz materijala može izlužiti povećana količina ukupno otopljenih tvari, ali vrijednost je znatno niža od kriterija za neopasni otpad.

U istom uzorku izmjereno je 0,25 mg/kg antimona, što je više od kriterija od 0,06 mg/kg za inertni otpad, ali manje od kriterija od 0,7 mg/kg za neopasni otpad. Antimon je, dakle, mobilan i može se prenositi vodom, ali utvrđena koncentracija ne upućuje na opasan otpad. Ukupno gledano, južna lokacija ne pokazuje isti stupanj mobilnosti i izluživanja kao pojedini opterećeni slojevi sjeverne lokacije. Dio materijala zbog TDS-a i antimona nije inertan, ali svi rezultati zadovoljavaju kriterije za prihvata na odlagalište neopasnog otpada.

3.2.4 Sadržaj teških metala u otpadu

Analiza ukupnog sadržaja metala provedena je radi utvrđivanja kemijskog opterećenja analiziranog materijala. Za razliku od testa procjeđivanja, kojim se određuje količina tvari koja se može izlužiti u kontaktu s vodom, ukupni sadržaj obuhvaća i mobilne i čvrsto vezane oblike metala. Povišena ukupna koncentracija zato potvrđuje prisutnost i antropogeno opterećenje materijala, ali ne znači nužno da će se metal u istoj mjeri izluživati i dospijevati u okoliš.

3.2.4.1 Sjeverna lokacija

Kompozitni uzorci sa sjeverne lokacije potvrđuju kemijsku heterogenost tijela otpada. U kompozitu R1-2-3 utvrđeno je 160 mg/kg bakra, 492 mg/kg cinka, 107 mg/kg olova, 17,2 mg/kg antimona i 127 mg/kg kroma. U kompozitu R4-5-6 izmjereno je 212 mg/kg bakra, 321 mg/kg cinka, 53,5 mg/kg olova, 5,30 mg/kg antimona i 116 mg/kg kroma. Razlike između

kompozita pokazuju da metali nisu ravnomjerno raspoređeni, nego su povezani s pojedinim slojevima i vrstama otpada.

Najizraženije promjene po dubini utvrđene su u iskopu R2. U uzorcima R2.2 i R2.3, uzetima na dubinama od 100 i 160 cm, koncentracije bakra iznose 1.760 odnosno 1.630 mg/kg. U tim su slojevima lokalno povišene i koncentracije cinka, olova, antimona i žive. Budući da u sastavu tih uzoraka prevladavaju sitna frakcija, folije i usitnjeni polimerni materijali, povišene koncentracije metala mogu biti povezane s metalnim česticama, vodičima, pigmentima, aditivima ili ostacima drugih vrsta otpada pomiješanih s obrađenom plastičnom frakcijom.

Kontaktni uzorak R2.4 pokazuje niže koncentracije bakra i žive od slojeva iznad njega, dok su cink, olovo i nikal i dalje povišeni. S obzirom na to da se radi o finoj mineralno-organskoj i muljevitoj matrici, povećane koncentracije mogu biti povezane sa sposobnošću takvog materijala da veže i zadržava metale.

U kontaktnom uzorku R1.1 utvrđeno je 3.370 mg/kg cinka, 340 mg/kg nikla, 253 mg/kg bakra, 223 mg/kg kroma i 113 mg/kg olova. Tijekom sortiranja u istom su uzorku pronađeni građevinski materijal, bakrena žica, tvrda plastika i zahrđali metalni fragmenti, pa se povišene koncentracije mogu povezati s neposrednim kontaktom tla s metalnim, električnim i građevinskim otpadom. Taj uzorak stoga ne predstavlja čistu prirodnu podlogu, nego kontaktnu zonu opterećenu sastavnicama otpada.

U uzorku R5.4, uzetom na dubini od 360 cm, utvrđeno je 52 mg/kg bakra, 147 mg/kg cinka, 44,7 mg/kg olova, 51 mg/kg nikla i 50 mg/kg kroma. Vrijednosti su znatno niže od koncentracija utvrđenih u najopterećenijim slojevima iznad njega i ne upućuju na izraženu akumulaciju metala u podlozi na toj dubini. U dubljem uzorku R6.4 lokalno su povišeni bakar, nikal, krom, arsen i molibden, ali bez istodobnog povećanja cinka i olova, pa nije utvrđen jedinstven obrazac prijenosa metala prema podlozi.

Rezultati kompozitnih uzoraka R4, R5 i R6 također pokazuju lokalne razlike. Kompozit R4 izdvaja se koncentracijom olova od 293 mg/kg, dok je u kompozitu R6 utvrđeno 84,8 mg/kg nikla i 0,44 mg/kg žive. U tim su iskopima pronađeni slojevi obrađene plastične ambalaže, mineralnog materijala onečišćenog polimerima te lokalno materijali povezani sa zdravstvenom ili sanitarnom uporabom. Povišene koncentracije mogu biti povezane s tim antropogenim sastavnicama, ali ih zbog kompozitnog uzorkovanja nije moguće pouzdano vezati uz pojedinu dubinu.

Ukupno promatrano, najveće koncentracije metala na sjevernoj lokaciji utvrđene su u slojevima mehanički obrađenog otpada R2.2 i R2.3 te u kontaktnom uzorku R1.1. Završni uzorak R5.4 i djelomično R6.4 pokazuju niže koncentracije većine karakterističnih metala. Rezultati potvrđuju da je tijelo otpada kemijski heterogeno te da su bakar, cink, olovo, antimon, krom, nikal i lokalno živa najvažniji pokazatelji antropogenog podrijetla i kemijskog opterećenja otpada. Pritom povišeni ukupni sadržaj ne znači automatski i visoku mobilnost, što se mora zasebno procijeniti rezultatima testa procjeđivanja.

3.2.4.2 Južna lokacija

Uzorci R7 i R8 s južne lokacije ne pripadaju glavnom tijelu otpada te su razmatrani zasebno. U kompozitu R7-8 utvrđeno je 215 mg/kg bakra, 194 mg/kg cinka, 91,7 mg/kg olova, 164 mg/kg kroma, 12,8 mg/kg arsena i 9,46 mg/kg antimona.

Utvrđene koncentracije potvrđuju prisutnost metala u analiziranom materijalu i upućuju na lokalni antropogeni utjecaj. Vrijednosti su niže od najviših koncentracija utvrđenih u opterećenim slojevima sjeverne lokacije, osobito u uzorcima R2.2, R2.3 i R1.1.

Na temelju ukupnog sadržaja metala nije moguće zaključiti da se na južnoj lokaciji nalazi isti tip otpada kao na sjevernoj lokaciji. Rezultati potvrđuju lokalno kemijsko opterećenje tla ili mineralnog materijala, ali ne pokazuju isti obrazac ni intenzitet opterećenja kao u glavnom tijelu otpada.

3.2.5 Mikrobiološka analiza otpada

Mikrobiološkim ispitivanjem u svim analiziranim kompozitnim uzorcima potvrđena je prisutnost aerobnih i/ili anaerobnih mikroorganizama. *Escherichia coli* utvrđena je u kompozitima R1-2-3, R4-5-6, R5, R6 i R7-8, dok je *Staphylococcus aureus* utvrđen u kompozitima R4, R4-5-6, R5 i R7-8. U pojedinim uzorcima identificirani su i *Micrococcus luteus*, *Ochrobactrum anthropi* te *Enterobacter cloacae*.

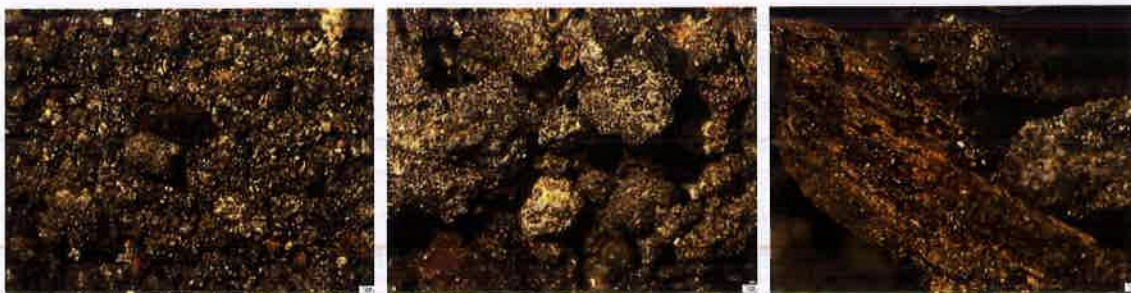
3.2.6 Interpretacija rezultata mikroskopiranja otpada

Uzorak R1.1

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini pretežno mineralna matrica s prisustvom organskog materijala i sekundarne mikroplastike. Mineralna i organska komponenta homogeno su izmiješane, te ih međusobno nije moguće razdvojiti. U uzorku je uočeno prisustvo dispergiranih polimernih čestica različitog podrijetla. Mikroplastika je prisutna uglavnom u rasponu veličina od 100 μm do 1 mm, pretežno u obliku nepravilnih fragmentiranih čestica s oštrim rubovima, nastalih mehaničkom fragmentacijom većih plastičnih predmeta. Površine polimernih čestica karakterizira izražena hrapavost, prisutnost mikropukotina te adherirane mineralne čestice.

Zaključak

Uzorak predstavlja otpad pretežno mineralnog porijekla s prisustvom mehanički usitnjenih polimernih čestica.



Slika 65. Uzorak R1.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.1

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini mješavina primarno mineralne frakcije, uz prisustvo polimernih i organskih čestica. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku nepravilnih fragmenata te sintetskih vlakana nastalih usitnjavanjem većih komada plastike, veličine u rasponu od 100 μm do 5 mm. Površine polimernih čestica pokazuju izraženu hrapavost, mikropukotine i druge adherirane čestice.

Zaključak

Uzorak predstavlja heterogeni, polimerno dominantan otpad, s prisutnošću sekundare mikroplastike u obliku sitnih plastičnih fragmenata tehničkog podrijetla.



Slika 66. Uzorak R2.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.2

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini mješavina mineralne, organske i polimerne frakcije. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku nepravilnih fragmenata tvrde i folijaste plastike, te u obliku sintetskih vlakana koja su često zapetljana u klupka, veličine u rasponu od 100 μm do 5 mm. Površine polimernih čestica pokazuju izraženu hrapavost, mikropukotine i druge adherirane čestice, što ukazuje na intenzivno mehaničko trošenje.

Zaključak

Uzorak predstavlja sitnozrnati heterogeni otpad u čijem sastavu dominiraju folijasti i vlaknasti polimerni fragmenti. S obzirom na red veličina čestica može se ustanoviti da se radi o sekundarnoj mikroplastici.



Slika 67. Uzorak R2.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.3

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini pretežno polimerna mješavina, s prisustvom komada drva i sitne organsko-mineralne komponente. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku nepravilnih fragmenata većinom tvrde plastike, uz prisustvo folijastih komadića te sintetskih vlakana koja su često zapetljana u klupka. Red veličina mikroplastike je 100 μm do 5 mm. Površine polimernih čestica pokazuju izraženu hrapavost, mikropukotine i druge adherirane čestice, što ukazuje na intenzivno mehaničko trošenje većih komada plastike.

Zaključak

Uzorak predstavlja sitnozrnati heterogeni otpad u čijem sastavu dominiraju tvrdi i vlaknasti polimerni fragmenti, nastalih mehaničkim trošenjem većih komada plastike.



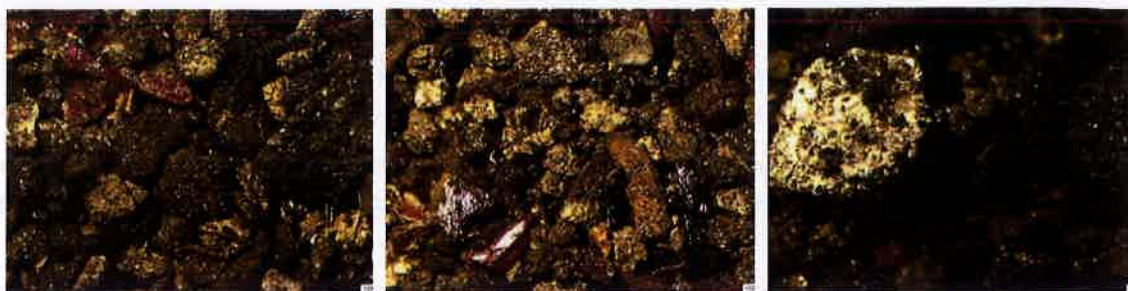
Slika 68. Uzorak R2.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R2.4

Mikroskopskom analizom uzorka (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da se radi o heterogenoj mješavini mineralne, polimerne i organske tvari. Mikroplastika je prisutna u obliku crvenih, oštro lomljenih fragmenata veličine 100-500 μm nastalih mehaničkim usitnjavanjem većih komada plastike. Organska tvar prisutna je u obliku crnih, spužvastih čestica veličine 100-700 μm .

Zaključak

Uzorak predstavlja heterogenu smjesu mehanički usitnjene plastike i organske tvari porijeklom iz pročišćavanja otpadnih voda. Zbog izražene fragmentacije materijala u uzorku je prisutna znatna količina sekundarne mikroplastike.



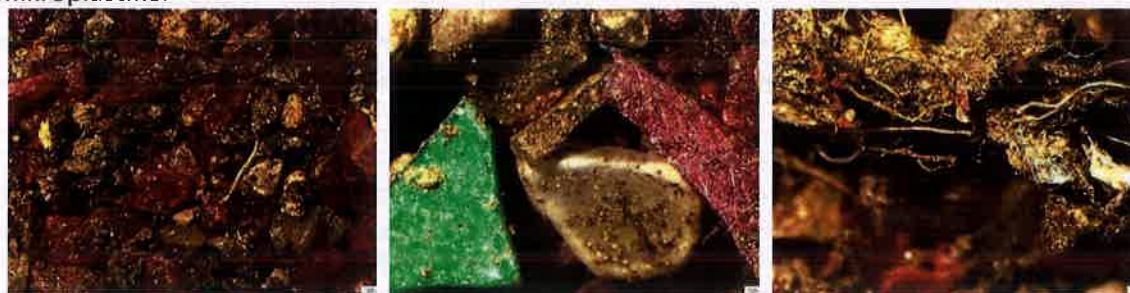
Slika R2.4 Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm

Uzorak R3.1

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 µm) utvrđeno je da uzorak čini heterogena smjesa mineralno-organske tvari i usitnjenih polimernih čestica. Plastična komponenta prisutna je ponajprije kao sekundarna mikroplastika nepravilnih, angularnih oblika, veličina približno 200 do 800 µm, crvene, žute i roze boje, nastala mehaničkom fragmentacijom većih komada plastike. U uzorku su vidljiva sintetska vlakna, često zapletena i s djelomično inkorporiranim sitnijim česticama (< 50 µm). Površine polimernih i tekstilnih čestica karakterizira izražena hrapavost, mikropukotine i sloj slijepljenih finih čestica, što upućuje na intenzivno mehaničko trošenje otpada.

Zaključak

Uzorak predstavlja heterogenu, polimerno dominantnu mješavinu fragmenata plastike, polimernih vlakana i organske/mineralne tvari, sa značajnim udjelom sekundarne mikroplastike.



Slika 69. Uzorak R3.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm

Uzorak R4.1

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 µm) utvrđeno je da uzorak čini heterogena smjesa mineralno-organske tvari i usitnjenih polimernih čestica. Plastična komponenta prisutna je ponajprije kao sekundarna mikroplastika nepravilnih, angularnih oblika, veličina približno 200 do 800 µm, crvene, žute i roze boje, nastala mehaničkom fragmentacijom većih komada plastike. U uzorku su vidljiva sintetska vlakna, često zapletena i s djelomično inkorporiranim

sitnijim česticama ($< 50 \mu\text{m}$). Površine polimernih i tekstilnih čestica karakterizira izražena hrapavost, mikropukotine i sloj slijepljenih finih čestica, što upućuje na intenzivno mehaničko trošenje otpada.

Zaključak

Uzorak predstavlja heterogenu, polimerno dominantnu mješavinu fragmenata plastike, polimernih vlakana i organske/mineralne tvari, sa značajnim udjelom sekundarne mikroplastike.



Slika 70. Uzorak R4.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu $500 \mu\text{m}$

Uzorak R4.2

Mikroskopskom analizom (mjerilo $100 \mu\text{m}$) utvrđeno je da uzorak čini heterogena mješavina polimernih, mineralnih i organskih sitnozrnatih čestica.

Polimerne čestice pojavljuju se uglavnom kao sekundarna mikroplastika u obliku tvrdih i folijastih fragmenata nepravilnih rubova, nastalih mehaničkom fragmentacijom većih komada plastike. U uzorku se primjećuje prisustvo tankih sintetskih vlakana, zapletenih u klupka s inkorporiranim sitnim česticama ($< 60 \mu\text{m}$). Površine polimernih i tekstilnih čestica pokazuju izraženu hrapavost i sloj adheriranih čestica.

Zaključak

Uzorak predstavlja polimerno dominantan otpad sa znatnim udjelom sekundarne mikroplastike u obliku tvrdih i folijastih fragmenata i sintetskih vlakana. Čestice pokazuju izraženu fragmentaciju i tragove trganja, posljedično od mehaničke obrade većih komada otpada.



Slika 71. Uzorak R4.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu $500 \mu\text{m}$

Uzorak R4.3

Mikroskopskom analizom uzorka (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da se radi o heterogenoj mješavini polimernih čestica ukomponiranih u pretežito mineralnu matricu sastavljenu od finih mrvica i prašine.

Plastične komponente prisutne su ponajprije kao sekundarna mikroplastika nepravilnih, angularnih oblika, veličine približno 100 μm do 1,5 mm, nastala mehaničkom fragmentacijom većih plastičnih elemenata. Površine polimernih čestica pokazuju izraženu hrapavost.

Zaključak

Uzorak predstavlja polimerno dominantan otpad sa znatnim udjelom sekundarne mikroplastike i gumenih fragmenata, uz prisustvo mineralnih čestica.



Slika 72. Uzorak R4.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R4.4

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak primarno čini mineralno-organska tvar s prisustvom polimernih materijala. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku tvrdih fragmenata plastike veličine 50 - 600 μm , većinom crvene boje i zaobljenih rubova koji ukazuju na intenzivno mehaničko trošenje. Površine mineralnih i polimernih čestica karakterizira izražena hrapavost te česta pojava adheriranih finih čestica.

Zaključak

Uzorak predstavlja heterogenu smjesa mineralne/organske tvari s prisustvom sekundarne mikroplastike u obliku tvrdih fragmenata plastike crvene boje.



Slika 73. Uzorak R4.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R5.1

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini heterogena mješavina polimernih, mineralnih i organskih čestica.

Polimerne čestice pojavljuju se uglavnom kao sekundarna mikroplastika u obliku tvrdih i folijastih fragmenata nepravilnih rubova, nastalih mehaničkom fragmentacijom većih komada plastike. U uzorku se primjećuje prisustvo tankih sintetskih vlakana, mjestimično zapletenih u klupka. Površine polimernih i tekstilnih čestica pokazuju izraženu hrapavost i sloj adheriranih čestica.

Zaključak

Uzorak predstavlja polimerno dominantan otpad sa znatnim udjelom sekundarne mikroplastike u obliku tvrdih i folijastih fragmenata i sintetskih vlakana. Čestice pokazuju izraženu fragmentaciju i tragove trganja, posljedično od mehaničke obrade većih komada otpada.



Uzorak R5.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R5.2

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini heterogena mješavina mehanički usitnjenih polimernih čestica. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku tvrdih i folijasnih fragmanata plastike, čiji rubovi ukazuju na mehaničku fragmentaciju. U uzorku je vidljivo mnoštvo tankih, međusobno zapetljanih sintetičkih vlakana (1 - 20 μm), porijeklom od mehaničkog usitnjavanja medicinske zaštitne opreme (zaštitna odjela, maske za lice) te zavojnog materijala (gaze i blaznice). Gumeni fragmenti javljaju se kao mekani, svijetli i nepravilni komadi, porijeklom od usitnjavanja gumenih rukavica te gumenih cijevčica. U uzorku je utvrđeno prisustvo stakla u tragovima, u obliku glatkih, sjajnih fragmenata.

Zaključak

Uzorak predstavlja obrađeni medicinski otpad, sastavljen od sintetskih mikrovlakana i fragmentirane plastike/mikroplastike različitih morfologija i boja.



Uzorak R5.2- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R5.3

Mikroskopskom analizom (mjerilo 500 μm) utvrđeno je da uzorak čini heterogena mješavina polimernih i mineralnih čestica. Matrica materijala sastavljena je od mineralnog/organskog materijala u kojem su dispergirani polimerni fragmenti, prisutni u obliku sekundarne mikroplastike nepravilnih oblika, veličine približno 100 do 1000 μm , s izraženim znakovima mehaničke fragmentacije. Površinu većih čestica karakterizira izražena hrapavost i adheriranost finih čestica.

Zaključak

Uzorak predstavlja miješani polimerno-mineralni otpad u kojem je sekundarna mikroplastika prisutna u obliku tvrdih i folijastih fragmenata, dispergiranih unutar fine mineralne matrice. Rubovi plastičnih fragmenata upućuju na mehaničko trošenje i usitnjavanje većih komada plastike.



Uzorak R5.3- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R5.4

Mikroskopska analiza (mjerilo 100 μm) pokazuje da je uzorak sačinjen od fine mineralne matrice, u kojoj su pronađeni polimerni fragmenti. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku tvrdih fragmenata različitih boja, veličine 300-600 μm , s vidljivim tragovima uzrokovanih mehaničkim trošenjem.

Zaključak

Uzorak predstavlja pretežno mineralni materijal sastavljen od zemlje i organske tvari, s prisustvom sekundarne mikroplastike porijeklom iz mehaničke obrade otpada.



Slika 74. Uzorak R5.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R6.1

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini heterogena mješavina polimernih, mineralnih i organskih sitnozrnatih čestica. Polimerne čestice pojavljuju se uglavnom kao sekundarna mikroplastika u obliku tvrdih i folijastih fragmenata nepravilnih rubova, nastalih mehaničkom fragmentacijom većih komada plastike. U uzorku se primjećuje prisustvo tankih sintetskih vlakana, zapletenih u klupka s inkorporiranim sitnim česticama (< 60 μm).

Zaključak

Uzorak predstavlja polimerno dominantan otpad sa znatnim udjelom sekundarne mikroplastike u obliku tvrdih i folijastih fragmenata i sintetskih vlakana. Čestice pokazuju izraženu fragmentaciju i tragove trganja, posljedično od mehaničke obrade većih komada otpada.



Slika 75. Uzorak R6.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R6.2

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini mješavina većinski polimernih čestica, s prisustvom mineralne i organske frakcije. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku nepravilnih fragmenata tvrde i folijaste plastike, te u obliku sintetskih vlakana koja su često zapetljana u klupka, veličine u rasponu od 100 μm do 5 mm. Površine polimernih čestica pokazuju izraženu hrapavost, mikropukotine i druge adherirane čestice, što ukazuje na intenzivno mehaničko trošenje.

Zaključak

Uzorak predstavlja heterogeni otpad u čijem sastavu dominiraju folijasti i vlaknasti polimerni fragmenti. S obzirom na red veličina čestica može se ustanoviti da se radi o sekundarnoj mikroplastici.



Slika 76. Uzorak R6.2- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R6.3

Mikroskopskom analizom (mjerilo 100 μm) utvrđeno je da uzorak čini heterogena mješavina mehanički usitnjenih polimernih čestica. Sekundarna mikroplastika prisutna je u obliku tvrdih i folijasnih fragmanata plastike različitih boja, čiji rubovi jasno upućuju na mehaničku fragmentaciju. U uzorku su vidljiva tanka, međusobno zapetljana sintetička vlakana (1 - 20 μm), porijeklom od mehaničkog usitnjavanja medicinske zaštitne opreme (zaštitna odjela, maske za lice) te zavojnog materijala (gaze i blaznice). Gumeni fragmenti javljaju se kao mekani, svijetli i nepravilni komadi, porijeklom od usitnjavanja gumenih rukavica te gumenih cijevčica.

Zaključak

Uzorak predstavlja obrađeni medicinski otpad, sastavljen od sintetskih mikrovlakana i fragmentirane plastike/mikroplastike različitih morfologija i boja.



Slika 77. Uzorak R6.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

Uzorak R7.3

Mikroskopska analiza (mjerilo 100 μm) pokazuje da uzorak sadrži fino zrnatu matricu sastavljenu od mineralnih čestica. Struktura je izrazito mikroporozna, s brojnim međupornim prostorima koji su rezultat razgradnje organskih komponenti i slabe povezanosti mineralnih čestica. U uzorku nisu pronađeni tragovi polimernih materijala.

Zaključak

Uzorak predstavlja homogeni mineralni materijal sastavljen od zemlje i organske tvari. U uzorku nije pronađena mikroplastika.



Slika 78. Uzorak R7.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm

3.2.7 Izračun HP14 – ekotoksičnost

Za potrebe izračuna razmatrani su:

- bakar kao bakrov(II) oksid, CuO , - H410¹⁹
- cink kao cinkov oksid, ZnO , - H410
- olovo kao olovov(II) oksid, PbO , - H410
- alternativno olovo kao olovov karbonat, PbCO_3 - , H411²⁰.

Primijenjeni su sljedeći pragovi uključivanja i ponderi:

- za tvari razvrstane oznakom H410: granična koncentracija za uključivanje u izračun 0,1 %, uz ponder 100
- za tvari razvrstane oznakom H411: granična koncentracija za uključivanje u izračun 1,0 %, uz ponder 10.

Otpad se razvrstava kao HP14 kada je ispunjen kriterij:

$$100 \times \Sigma c \text{ H410} + 10 \times \Sigma c \text{ H411} + \Sigma c \text{ H412} \geq 25 \%$$

Koncentracije metala u kompozitnim uzorcima utvrđene su u mg/kg suhe tvari, a za potrebe izračuna preračunate su u masene postotke prema odnosu:

$$1 \% = 10.000 \text{ mg/kg}$$

Rezultati analize pokazuju da su u uzorku R 1-2-3 izmjerene koncentracije bakra od 160 mg/kg, cinka od 492 mg/kg i olova od 107 mg/kg. U uzorku R 4-5-6 izmjereno je 212 mg/kg bakra, 321 mg/kg cinka i 53,5 mg/kg olova, dok je u uzorku R 7-8 izmjereno 215 mg/kg bakra, 194 mg/kg cinka i 91,7 mg/kg olova.

Tablica 23. Izmjerene vrijednosti i vrijednosti uzete u proračun za Cu, Zn i Pb za kompozitne uzorke

Uzorak	Pretpostavljeni spoj	Koncentracija (mg/kg)	Koncentracija (%)	Cut-off (%)	Ponder	Vrijednost HP	Ulazi u izračun HP14
R1-2-3	CuO	160	0,0160	0,1	100	1,600	Ne
	ZnO	492	0,0492	0,1	100	4,920	Ne
	PbO	107	0,0107	0,1	100	1,070	Ne
	PbCO_3	107	0,0107	1,0	10	0,107	Ne
R4-5-6	CuO	212	0,0212	0,1	100	2,120	Ne
	ZnO	321	0,0321	0,1	100	3,210	Ne

¹⁹ Aquatic Acute 1 i Aquatic Chronic 1

²⁰ Aquatic Chronic 2

R7-8	PbO	53,5	0,00535	0,1	100	0,535	Ne
	PbCO ₃	53,5	0,00535	1,0	10	0,054	Ne
	CuO	215	0,0215	0,1	100	2,150	Ne
	ZnO	194	0,0194	0,1	100	1,940	Ne
	PbO	91,7	0,00917	0,1	100	0,917	Ne
	PbCO ₃	91,7	0,00917	1,0	10	0,092	Ne

Procjena opasnog svojstva HP14 – ekotoksičnost provedena je za tri kompozitna uzorka otpada (R1-2-3, R4-5-6 i R7-8) na temelju rezultata kemijskih analiza ukupnog sadržaja metala te rezultata ispitivanja ekotoksičnosti primjenom organizma *Daphnia magna*. U skladu s Uredbom (EU) br. 1357/2014 i Uredbom (EU) 2017/997, u izračun su uključeni bakar, cink i olovo kao elementi koji, ovisno o kemijskom obliku, mogu doprinijeti ekotoksičnim svojstvima otpada. Primijenjen je konzervativni pristup prema kojem su bakar i cink razmatrani kao oksidi (CuO i ZnO), a olovo kao olovov(II) oksid (PbO) i olovov karbonat (PbCO₃). Izmjerene koncentracije metala preračunate su iz mg/kg u masene udjele (%) te uspoređene s propisanim graničnim koncentracijama za uključivanje u izračun HP14. Utvrđeno je da niti jedna izmjerena koncentracija ne doseže propisane granične vrijednosti (cut-off), zbog čega se niti jedna od navedenih tvari ne uključuje u sumacijski izračun HP14. Slijedom toga, rezultat izračuna za sva tri kompozitna uzorka iznosi HP14 = 0, odnosno analizirani otpad ne posjeduje opasno svojstvo HP14 (ekotoksičnost). Dodatno, ispitivanje ekotoksičnosti na organizmu *Daphnia magna* pokazalo je rezultat LID = 1 za sva tri kompozitna uzorka, čime je eksperimentalno potvrđeno da analizirani uzorci ne pokazuju akutnu ekotoksičnost u uvjetima provedenog ispitivanja.

3.2.8 HP9-infektivnost

Mikrobiološkim ispitivanjem u svim analiziranim kompozitnim uzorcima potvrđena je prisutnost aerobnih i/ili anaerobnih mikroorganizama. *Escherichia coli* utvrđena je u svim kompozitnim uzorcima, dok je *Staphylococcus aureus* utvrđen u svim uzorcima osim u kompozitu R1-2-3. U pojedinim uzorcima identificirani su i *Micrococcus luteus*, *Ochrobactrum anthropi* te *Enterobacter cloacae*.

Escherichia coli prirodno nastanjuje crijevni sustav ljudi i životinja, a njezina prisutnost u otpadu upućuje na fekalno onečišćenje, kontakt s otpadnim vodama, kanalizacijskim muljem ili materijalima onečišćenima izlučevinama. Njezin nalaz u skladu je s rezultatima sortiranja kojima je u iskopu R2 utvrđen fini mineralno-organski i muljeviti materijal, morfološki usporediv s muljem iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Budući da nisu određeni soj ni virulentnost, nalaz potvrđuje fekalnu i sanitarnu kontaminaciju, ali ne i prisutnost patogenog soja.

Staphylococcus aureus uobičajeno se nalazi na koži i sluznicama ljudi, a njegova prisutnost može biti povezana sa zaštitnom opremom, zavojima, rukavicama, tekstilom i drugim materijalima koji su bili u kontaktu s ljudskim tijelom ili izlučevinama. Nalaz je osobito značajan u kompozitima R4-5-6 i R5. U uzorku R5.2 sortiranjem su utvrđeni tekstil, plastika i guma, dok su mikroskopiranjem pronađena brojna sintetska mikrovlakna, fragmentirana plastika i

mikroplastika te gumeni fragmenti koji morfološki odgovaraju usitnjenom medicinskom zaštitnoj opremi, zavojnom materijalu, rukavicama i medicinskim cjevčicama.

Micrococcus luteus, utvrđen u kompozitu R1-2-3, široko je rasprostranjen u okolišu i na ljudskoj koži. U pravilu je niske patogenosti, ali u osoba oslabljenog imuniteta može djelovati kao oportunistički patogen.

Ochrobactrum anthropi, identificiran u kompozitu R5, pojavljuje se u tlu, vodi, aktivnom mulju i bolničkom okolišu. Njegova prisutnost može biti povezana s muljevitim sastavnicama otpada, ali i s obrađenim medicinskim i zaštitnim materijalima utvrđenima u uzorku R5.2. Smatra se oportunističkim patogenom niske virulentnosti.

Enterobacter cloacae, identificiran u kompozitu R6, prisutan je u vodi, tlu, kanalizaciji te probavnom sustavu ljudi i životinja. Njegov nalaz može upućivati na kontakt otpada s otpadnim vodama, organskim materijalom ili zdravstvenim okolišem. Takvo je tumačenje u skladu s rezultatima uzorka R6.3, u kojem su sortiranjem utvrđeni tekstil, plastika i guma, a mikroskopiranjem sintetska mikrovlakna i mikroplastika morfološki povezuje s usitnjenom zaštitnom opremom, maskama, zavojnim materijalom, rukavicama i medicinskim cjevčicama. Kompozit R7-8 odnosi se na izdvojenu južnu mikrolokaciju i potrebno ga je razmatrati odvojeno od glavnog tijela otpada. Prisutnost *E. coli* i *S. aureus* potvrđuje lokalnu sanitarnu i mikrobiološku kontaminaciju tla, ali ne omogućuje utvrđivanje njezina izvora niti potvrđuje postojanje istog tijela otpada kao na sjevernoj lokaciji. U uzorku R7.3 nisu pronađeni polimerni materijali ni mikroplastika, već je utvrđen pretežno mineralni materijal, pa mikrobiološki nalaz nije moguće povezati s fizički utvrđenim medicinskim otpadom.

Ukupno promatrano, rezultati potvrđuju prisutnost mikrobiološki aktivnih i sanitarno relevantnih sastavnica. Povezanost mikrobioloških nalaza s rezultatima sortiranja i mikroskopiranja najizraženija je u iskopima R5 i R6, u kojima su istodobno utvrđeni *E. coli*, *S. aureus* i oportunistički mikroorganizmi te materijali povezivi s medicinskom i zaštitnom opremom, uključujući sintetska mikrovlakna, fragmentiranu plastiku i mikroplastiku. Nalaz *E. coli* dodatno je u skladu s prisutnošću muljevitog materijala u iskopu R2.

Uvidom u spis predmeta USKOK-a broj Kis-US-12/2025, kaznene prijave Državnog inspektorata (KLASA: URBROJ: od 28. svibnja 2024. godine vidljivo je da je dio otpada koje je zapriman na lokaciju Podravska 21, Varaždin, porijeklom otpad iz medicinskih ustanova (Opća bolnica Zabok i bolnica hrvatskih veterana, Opća bolnica Zadar, te tvrtka koja ima dozvolu za gospodarenje medicinskim otpadom).

U spisu predmeta nalazi se Nalaz i mišljenje vještaka za gospodarenje otpadom po stalnom sudskom vještaku dipl.ing. iz kojeg također proizlazi da je društvo , ostvarivalo poslovnu suradnju s društvom ., Općom bolnicom Zabok i bolnicom hrvatskih veterana te Općom bolnicom Zadar, od kojih su kontinuirano preuzimali otpad nastao obradom infektivnog medicinskog otpada.

Također, iz iskaza svjedoka , odgovornih osoba koji su ispitani od strane Ureda u istrazi broja Kis-US-12/2025, proizlazi da je od 3. rujna 2015. do 16. siječnja 2024. okrivljenom društvu ., uz naknadu, predavala medicinski infektivni otpad.

Na temelju ukupno utvrđenih činjenica postoji **vrlo visoka vjerojatnost da otpad pokazuje opasno svojstvo HP 9 – infektivno**. U svim kompozitnim uzorcima potvrđena je prisutnost *Escherichia coli*, a u gotovo svim i *Staphylococcus aureus*, uz nalaz više oportunističkih mikroorganizama. Istodobno su sortiranjem i mikroskopiranjem, osobito u iskopima R5 i R6, pronađeni materijali morfološki povezivi s medicinskim i sanitarnim otpadom, uključujući zaštitne maske i odijela, rukavice, zavojni materijal, medicinske cjevčice, sintetska mikrovlakna i usitnjenu plastiku. U iskopu R2 utvrđen je i muljeviti materijal usporediv s muljem iz uređaja za pročišćavanje otpadnih voda. Osim analitičkih i fizičkih nalaza, iz dokumentacije u spisu proizlazi da je na lokaciju dovožen otpad iz zdravstvenih ustanova i od pravne osobe ovlaštene za gospodarenje medicinskim otpadom. Time se mikrobiološki nalazi ne pojavljuju izdvojeno, nego su poduprti fizičkim sastavom otpada i dokumentiranim podrijetlom dijela zaprimljenog materijala.

Prema definiciji HP 9, zaraznim se smatra otpad koji sadržava održive mikroorganizme ili njihove toksine za koje se vjeruje ili pouzdano zna da uzrokuju bolesti ljudi ili drugih živih organizama, a njegovo se određivanje provodi prema nacionalnom zakonodavstvu i relevantnim stručnim pravilima. Zakon o zaštiti pučanstva od zaraznih bolesti dodatno nalaže poduzimanje sanitarnih, higijenskih i protuepidemijskih mjera radi sprečavanja prijenosa i širenja zaraznih bolesti. Iako provedenim analizama nisu određeni sojevi, virulentnost ni koncentracije mikroorganizama potrebne za potpuno nedvojbenu potvrdu infektivnog potencijala, zbog podudarnosti mikrobioloških nalaza, prisutnosti materijala mogućeg medicinskog podrijetla i dokumentiranog dovoza medicinskog otpada, **svojstvo HP 9 nije opravdano isključiti; naprotiv, njegova je prisutnost vrlo vjerojatna te bi se s otpadom trebalo postupati kao s potencijalno zaraznim (infektivnim) dok se dodatnim ciljanim ispitivanjima ne dokaže suprotno**.

Prema Pravilniku o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti biološkim štetnostima na radu (NN 129/2020), među mikroorganizmima identificiranim u analiziranom otpadnom materijalu poseban značaj imaju *Staphylococcus aureus* i *Escherichia coli*. *S. aureus* razvrstan je u 2. skupinu bioloških agensa, uz oznaku T, koja označava sposobnost proizvodnje toksina. *Escherichia coli*, uz iznimku nepatogenih sojeva, pripada 2. skupini, dok su sojevi koji proizvode verocitotoksin, primjerice O157:H7 i O103, razvrstani u 3. skupinu uz oznaku T.

Stoga prisutnost ovih bakterija predstavlja identificiranu biološku opasnost, ali sama njihova kvalitativna detekcija nije dovoljna za zaključak da otpadni materijal predstavlja neprihvatljiv zdravstveni rizik. Za procjenu stvarnog rizika potrebno je uzeti u obzir koncentraciju i vijabilnost mikroorganizama, patogeni potencijal izoliranih sojeva, mogućnost stvaranja toksina te intenzitet, trajanje i put izloženosti radnika. **U slučaju rukovanja, obrade ili ugradnje materijala posebno su relevantni izravan kontakt, slučajna ingestija te inhalacija prašine i bioaerosola.**

3.2.9 Količine otpada odloženog na lokaciji

Geodetskim snimanjem utvrđeno je da površina zauzeta otpadom na sjevernoj lokaciji iznosi 1.702,95 m², dok je volumen otpada 3.649,96 m³ (Sveučilište Sjever, 2026²¹). Na uzorcima koji su dostavljeni na Geotehnički fakultet izmjerena je gustoća rahlog uzorka i gustoća otpada nakon zbijanja. Kako je nekoliko dostavljenih uzoraka predstavljalo tlo, odnosno zemlju koja je u kontaktu s otpadom ista je izuzeta iz računanja srednje vrijednosti gustoće. Izmjerena vrijednost gustoće rahlog uzorka je 301,73 kg/m³, a gustoća otpada nakon zbijanja je 439,07 kg/m³. Za potrebe izračuna količina uzeta je srednja vrijednost dvije navedene gustoće, odnosno 370,7 kg/m³. Iz navedenog proizlazi da je računski ukupno odložena masa otpada na lokaciji je **1.351,95 t**. Stvarna masa ovisit će o trenutku mjerenja mase, ovisno o proteku vremena, a obzirom na procese razgradnje koji se događaju unutar tijela odlagališta.

Prema Rješenju o provođenju i proširenju istrage broj Kis-US-12/2025 od 23. ožujka 2026. na južnom dijelu lokacije je odbačeno najmanje 30 tona otpada od muljeva.

3.2.10 Zaključna ocjena karakteristika otpada

3.2.10.1 Sjeverna lokacija

Rezultati svih provedenih analiza pokazuju da se na sjevernoj lokaciji nalazi **izrazito heterogeno i višeslojno tijelo mehanički obrađenog miješanog otpada**, koje je nastalo odlaganjem i prekrivanjem različitih vrsta materijala u više faza. Vlažnost, gustoća i udio organske tvari znatno se razlikuju između pojedinih iskopa i dubina. Organski i polimerno bogati slojevi imaju manju gustoću, veći potencijal biološke razgradnje i slijeganja, dok se prema dubljim dijelovima lokalno povećava udio mineralnog materijala. Kontakt između otpada i prirodne podloge nije posvuda jasno izražen: R1.1 i R2.4 još sadržavaju sastavnice otpada, dok R5.4 najjasnije odgovara mineralnoj podlozi.

Sortiranjem i mikroskopiranjem potvrđeno je da u otpadu prevladavaju sitna frakcija, plastične folije, tvrda plastika i sintetska vlakna, uz lokalnu prisutnost građevinskog i metalnog otpada, tekstila, gume, muljevitog materijala te dijelova medicinske i zaštitne opreme. U gotovo svim analiziranim slojevima pronađene su čestice obilježja sukladnih sekundarnoj mikroplastici, nastale mehaničkim usitnjavanjem većih plastičnih, tekstilnih i gumenih predmeta. Uzorci R5.2 i R6.3 po sastavu odgovaraju obrađenom medicinskom i zaštitnom materijalu.

Ukupni sadržaj metala potvrđuje izraženo antropogeno opterećenje i neujednačenu raspodjelu onečišćujućih tvari. Najviše koncentracije bakra utvrđene su u slojevima R2.2 i R2.3, dok se R1.1 izdvaja vrlo visokim sadržajem cinka, nikla, bakra i kroma. Metali su povezivi s metalnim i električnim dijelovima, pigmentima i aditivima u plastici, građevinskim otpadom te muljevitom matricom. U dubljem uzorku R5.4 koncentracije većine metala niže su, pa nije utvrđen sustavan porast metalnog opterećenja prema podlozi.

Testovi procjeđivanja pokazuju pH eluata od 7,8 do 9,3 što trenutačno ograničava topljivost većine metala, ali je lokalno utvrđena mobilnost bakra, cinka i antimona. TDS doseže 25.920 mg/kg, a DOC 4.030 mg/kg. Povišeni TDS pokazuje da se iz otpada mogu izluživati veće količine soli i drugih topljivih tvari, dok povišeni DOC potvrđuje izluživanje organskih sastavnica koje

²¹ Geodetsko LiDAR snimanje i procjena volumena materijala na lokaciji Varaždin, Sveučilište Sjever 2026.

moгу povećati potrošnju kisika, stvarati anoksične uvjete (bez kisika) i povećati mobilnost metala. Najveći potencijal nastanka opterećene procjedne vode utvrđen je u slojevima R4.2, R5.3, R6.2 i R6.3.

HP 14 – ekotoksičnost nije potvrđen izračunom ni biotestom *Daphnia magna*. Međutim, u svim kompozitnim uzorcima utvrđena je *Escherichia coli*, u većini i *Staphylococcus aureus*, uz nalaz oportunističkih mikroorganizama. Uzimajući u obzir mikrobiološke rezultate, fizički utvrđene medicinske i sanitarne sastavnice te dokumentirano dovoženje otpada iz zdravstvenih ustanova, svojstvo **HP 9 – infektivno** ne može se isključiti, pa se s tim dijelovima otpada treba postupati kao s potencijalno infektivnim.

Zaključno, sjeverna lokacija predstavlja tijelo mehanički obrađenog miješanog otpada, ponajprije iz obrade plastike i drugih miješanih tokova, kojem su pridodani muljeviti, građevinski, metalni te medicinski i sanitarno kontaminirani materijali. Ne radi se o jedinstvenoj vrsti otpada, nego o mješavini više tokova različitih svojstava, pri čemu su medicinske, muljevite i sanitarno kontaminirane frakcije posebno problematične i zahtijevaju zasebno izdvajanje i postupanje.

3.2.10.2 Južna lokacija

Materijal s južne lokacije bitno se razlikuje od glavnog tijela otpada. Uzorak R7.3 izrazito je vlažan, ali pretežno mineralan, s gustoćom čvrstih čestica karakterističnom za tlo i niskim udjelom organske tvari. Granulometrijski je sitan i relativno ujednačen, a sortiranjem nisu utvrđene plastika, folija, tekstil, guma, metal ni druge makroskopski prepoznatljive frakcije otpada. Mikroskopiranjem također nije utvrđena mikroplastika.

Ipak, ukupni sadržaj bakra, cinka, olova, kroma, arsena i antimona potvrđuje lokalni antropogeni utjecaj (ljudska aktivnost). Test procjeđivanja pokazuje nižu mobilnost nego na sjevernoj lokaciji, ali uzorak R8.1 zbog TDS-a od 4.280 mg/kg i antimona od 0,25 mg/kg ne zadovoljava kriterije za inertni otpad. Svi analizirani parametri ipak zadovoljavaju kriterije za prihvrat na odlagalište neopasnog otpada.

U kompozitu R7-8 utvrđeni su *E. coli* i *S. aureus*, što potvrđuje lokalnu sanitarnu kontaminaciju. Prema dokumentaciji, na južnom dijelu odloženo je najmanje 30 tona otpadnih muljeva, pa se visoka vlažnost, prisutnost mikroorganizama i dio kemijskog opterećenja mogu povezati s muljevitim materijalom. Međutim, budući da u R7.3 nisu pronađene fizičke sastavnice medicinskog otpada, za južnu lokaciju nije moguće donijeti jednako čvrstu ocjenu HP 9 kao za sjevernu lokaciju, iako se to svojstvo ne može isključiti.

Zaključno, južna lokacija najvjerojatnije predstavlja odloženi ili s tlom izmiješani otpadni mulj, odnosno vrlo vlažan, fino zrnat mineralni materijal lokalno opterećen metalima i mikroorganizmima. Ne pokazuje sastav glavnog miješanog otpada sa sjeverne lokacije, ali se zbog sanitarnog opterećenja i mobilnosti pojedinih tvari ne može smatrati čistim prirodnim tlom ni inernim materijalom.

3.3 Utjecaj na tlo

3.3.1 Sjeverna lokacija – utjecaj na tlo

Na sjevernoj lokaciji otpad je nasut iznad postojeće površine terena, pa analizirani završni uzorci predstavljaju kontaktnu zonu između tijela otpada i tla. Za orijentacijsku procjenu opterećenja korištene su vrijednosti Geokemijskog atlasa Republike Hrvatske te maksimalno dopuštene količine metala za poljoprivredno zemljište s pH većim od 6. Predmetna lokacija nije poljoprivredno zemljište, pa se navedene MDK vrijednosti ne primjenjuju kao obvezujući kriterij, nego samo radi procjene reda veličine utvrđenih koncentracija. U uzorcima R2.4, R5.4 i R6.4 izmjeren je pH od 7,2, 7,1 i 6,9, dok za R1.1 pH nije određen.

Najizraženije opterećenje utvrđeno je u uzorku R1.1, u kojem je izmjereno 253 mg/kg bakra, 3.370 mg/kg cinka, 340 mg/kg nikla i 223 mg/kg kroma. Navedene vrijednosti višestruko su više od orijentacijskih vrijednosti Geokemijskog atlasa, a prelaze i MDK vrijednosti za poljoprivredno zemljište za bakar, cink, nikal i krom. U R2.4 utvrđeno je 150 mg/kg bakra, 852 mg/kg cinka, 179 mg/kg olova i 88 mg/kg nikla, što također pokazuje izraženo lokalno opterećenje kontaktne zone. U R6.4 povećane su vrijednosti bakra od 127 mg/kg i nikla od 127 mg/kg, dok R5.4 ne pokazuje značajno prekoračenje korištenih orijentacijskih vrijednosti.

Raspodjela metala nije jednaka u svim završnim uzorcima i ne pokazuje sustavan porast opterećenja prema većoj dubini. Najveće koncentracije vezane su uz R1.1 i R2.4, u kojima su utvrđene i sastavnice otpada, odnosno metalni, građevinski, plastični i muljeviti materijal. To upućuje da je promjena kemijskog sastava tla lokalno povezana s neposrednim kontaktom s odloženim otpadom. R5.4, koji najjasnije odgovara prirodnoj mineralnoj podlozi, pokazuje znatno niže koncentracije.

Vrijednosti pH određene u uzorcima R2.4, R5.4 i R6.4 iznose 7,2, 7,1 i 6,9, što ih svrstava u neutralna do blago alkalna tla. Za potrebe orijentacijske usporedbe stoga su korištene maksimalno dopuštene količine metala propisane za poljoprivredno zemljište s pH većim od 6. Za uzorak R1.1 pH nije određen, pa se njegova usporedba s istim razredom može smatrati samo indikativnom.

Takva usporedba pokazuje da se R1.1 izdvaja povećanim sadržajem bakra, cinka, nikla i kroma, R2.4 povećanim sadržajem bakra, cinka, olova i nikla, a R6.4 bakra i nikla. U R5.4 prikazane koncentracije ne prelaze navedene orijentacijske vrijednosti.

Utjecaj drugih antropogenih aktivnosti koje su se odvijale povijesno na lokaciji (proizvodnja stolica) na mikrolokalitetu nije izvjestan obzirom na to da je mikrolokalitet smješten na krajnjem sjevernom uglu lokacije udaljen od bivših proizvodnih pogona.

Tablica 24. Usporedba teških metala s vrijednostima iz Geokemijskog atlasa i Pravilnika

Uzorak/izvor podataka	Položaj / dubina	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Cr (mg/kg)	As (mg/kg)	Mo (mg/kg)
Geokemijski atlas – točka 2278	površinsko tlo, 0–25 cm	30	133	61	–	–	–	–
Geokemijski atlas – točka 2279	površinsko tlo, 0–25 cm	32	591	220	–	–	–	–
MDK za poljoprivredno zemljište, pH > 6		120	200	150	75	120	30	15
R1.1	kontaktna zona, 50 cm	253	3.370	113	340	223	10,6	9,03
R2.4	kontaktna zona, 180 cm	150	852	179	88	92	5,87	2,56
R5.4	završni uzorak / mineralna podloga, 360 cm	52	147	44,7	51	50	15,5	0,65
R6.4	duboki završni/kontaktни uzorak, 290 cm	127	79,7	48,7	127	76	26,8	6,46

Predmetna lokacija nalazi se unutar gospodarsko-industrijskog područja i ne predstavlja poljoprivredno zemljište. Zbog toga se maksimalno dopuštene količine iz Pravilnika o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja ne primjenjuju kao neposredno obvezujuće granične vrijednosti za ocjenu onečišćenja predmetne lokacije. U ovom su nalazu korištene isključivo kao orijentacijski kriterij, radi procjene reda veličine utvrđenih koncentracija i izdvajanja uzoraka u kojima je opterećenje metalima izraženije od vrijednosti koje se smatraju prihvatljivima za tlo namijenjeno poljoprivrednoj proizvodnji. Pravilnik se trenutačno primjenjuje u tekstu NN 71/19, 127/25 i 9/26.

Trenutačna mobilnost metala je ograničena jer neutralan do blago alkalni pH pogoduje njihovu vezanju za mineralnu i organsku matricu. Ipak, dugotrajno zadržavanje otpada, procjeđivanje oborinskih voda te moguće promjene pH, redoks-uvjeta i sadržaja otopljenih organskih tvari mogu povećati njihovu mobilnost.

Ukupno se može zaključiti da je na sjevernoj lokaciji došlo do lokalnog opterećenja i promjene kemijskog sastava tla u kontaktnoj zoni ispod otpada, osobito na mjestima R1.1 i R2.4. Nije potvrđeno ravnomjerno ni dubinsko širenje onečišćenja kroz cijelu podlogu, ali je dokazan neposredan utjecaj otpada na pojedine dijelove tla ispod nasutog tijela.

3.3.1 Južna lokacija – utjecaj na tlo

Na južnoj lokaciji dokumentirano je odlaganje najmanje 30 t otpada od muljeva nepoznatog podrijetla, a istražnim iskopima obuhvaćen je materijal do približno 80 cm dubine. Uzorak R7.3 bio je izrazito vlažan, s 95,3 % vlage, pretežno mineralnog sastava i niskog udjela organske

tvori, što upućuje na tlo izmiješano s vrlo mokrim muljevitim materijalom, a ne na prirodno neopterećenu podlogu.

U kompozitu R7-8 utvrđeno je 215 mg/kg bakra, 194 mg/kg cinka, 91,7 mg/kg olova, 164 mg/kg kroma, 12,8 mg/kg arsena i 9,46 mg/kg antimona. Posebno je bakar višestruko viši od orijentacijskih vrijednosti Geokemijskog atlasa od 30–32 mg/kg i antimon koji se u Geokemijskom atlasu navodi od 0,9–1,4 mg/kg.

U eluatu R8.1 izmjereno je 4.280 mg/kg TDS-a i 0,25 mg/kg antimona, što pokazuje da se dio otopljenih tvari i antimona može izluživati iz materijala. Prisutnost *E. coli* i *S. aureus* dodatno potvrđuje sanitarnu kontaminaciju.

Zaključno, na južnoj lokaciji došlo je do lokalne promjene fizikalnih, kemijskih i mikrobioloških svojstava tla uslijed odlaganja neidentificiranog mulja. Materijal se ne može smatrati čistim prirodnim tlom ni inernim materijalom, ali zbog ograničenog broja uzoraka nije moguće pouzdano odrediti prostorni opseg utjecaja bez dodatnog uzorkovanja tla ispod i oko zone odlaganja.

Komponenta	Opseg utjecaja (A)	Mogućnost oporavka – reverzibilnost (B)	Intenzitet štetnih tvari (C)
	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije	3 rutinska sanacija (kratkoročna šteta)	5 Značajno prekoračenje vrijednosti više parametara u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
Tlo/geološke strukture	Utjecaj je usko rasprostranjen i ograničen na kontaktnu zonu tla neposredno ispod otpada, odnosno na pojedine dijelove same lokacije, bez dokaza o širenju izvan nje.	Utjecaj je reverzibilan provedbom rutinske sanacije, koja obuhvaća uklanjanje otpada i lokalno onečišćenog površinskog odnosno kontaktnog sloja tla te odgovarajuće zbrinjavanje iskopanog materijala.	U kontaktnom tlu, osobito u uzorku R1.1, utvrđena su značajna povećanja više metala, prvenstveno cinka i bakra, ali i nikla i kroma, dok su u R2.4 povišeni cink, olovo i bakar, zbog čega se intenzitet ocjenjuje kao značajno povećanje više štetnih parametara u sastavnici tla u odnosu na geokemijske vrijednosti.

3.4 Utjecaj na floru i faunu

Predmetna lokacija nalazi se unutar postojećeg gospodarsko-industrijskog područja, u kojem su prirodna staništa već znatno izmijenjena i fragmentirana. Na samoj lokaciji prisutne su pretežito travnate površine, ruderalna vegetacija i manji rubovi drvenaste vegetacije, koji mogu predstavljati sekundarna staništa uobičajenih vrsta ptica, sitnih sisavaca, gmazova i beskralježnjaka, ali ne predstavljaju očuvana prirodna staništa visoke vrijednosti.

Lokacija se ne nalazi unutar područja ekološke mreže Natura 2000, ali je smještena južno od područja HR1000013 Dravske akumulacije i HR2001307 Drava – akumulacije. U blizini se nalazi i riječni koridor Drave zaštićen kao Regionalni park Mura–Drava, koji obuhvaća vrijedna vodena, močvarna, travnjačka i poplavna šumska staništa te se u velikoj mjeri preklapa s navedenim područjima ekološke mreže. Između lokacije otpada i očuvanijih riječnih staništa nalaze se industrijska, prometna i druga antropogeno izmijenjena područja.

Odlaganjem otpada došlo je do neposrednog zauzimanja i degradacije tla i vegetacije unutar same lokacije. Prisutnost plastike, tekstila, gume, metala i drugih antropogenih materijala smanjuje pogodnost prostora kao staništa, dok krupni i vlaknasti dijelovi otpada mogu predstavljati fizičku opasnost za životinje zbog mogućeg gutanja, zaplitanja ili ozljeđivanja. Sekundarna mikroplastika utvrđena je u otpadu i u kontaktnim uzorcima tla R1.1, R2.4 i R5.4, što potvrđuje mogućnost njezina zadržavanja u površinskoj i podzemnoj zoni tla te izlaganja tla, vegetacije i organizama koji se hrane na toj lokaciji.

Analizom kontaktnog tla utvrđeno je lokalno opterećenje metalima, osobito u uzorcima R1.1 i R2.4, koje, prema poznatim učincima povišenih koncentracija metala, može predstavljati lokalni pritisak na osjetljivije biljke i organizme tla; izravni biološki učinci na predmetnoj lokaciji nisu ispitivani. U najdubljem uzorku R5.4 opterećenje je znatno manje, a testom procjeđivanja nije potvrđena sustavna migracija mobilnih metala prema prirodnoj podlozi. Zbog toga se utjecaj metala na floru i faunu trenutačno ocjenjuje kao usko lokaliziran, prvenstveno na organizme i vegetaciju neposredno na lokaciji otpada.

Izračunom opasnog svojstva HP14 nije utvrđena ekotoksičnost analiziranih kompozita, a ispitivanje na organizmu *Daphnia magna* pokazalo je $LID = 1$, odnosno nije potvrđena akutna toksičnost eluata za vodene organizme. Rezultati stoga ne upućuju na neposredan akutni toksični učinak otpada na vodenu faunu, ali ne isključuju moguće dugoročne učinke mikroplastike, mobilnih organskih tvari i postupnog ispiranja otpada tijekom duljeg izlaganja oborinama.

Na temelju raspoloživih podataka u ovom trenutku nisu utvrđeni elementi oštećenja ciljnih stanišnih tipova Natura 2000, uključujući vodena i priobalna staništa, nizinske košarice i aluvijalne šume, niti utjecaju na ciljne vrste riječnog koridora, kao što su vidra, dabar, ribe, vodozemci i ptice. Nisu provedena izravna ispitivanja biljaka i životinja jer su vegetacija i tlo na lokaciji slabo razvijeni, pa se zaključak temelji na položaju lokacije, sastavu otpada, rezultatima analiza tla i testovima ekotoksičnosti.

Ukupno se utjecaj na floru i faunu ocjenjuje kao lokaliziran na samu industrijsku lokaciju i njezina sekundarna staništa. Nije dokazan značajan utjecaj na zaštićeno područje Regionalnog parka Mura–Drava ni na ciljeve očuvanja područja Natura 2000. Ipak, zbog blizine ekološki vrijednog riječnog koridora, dugotrajno zadržavanje otpada predstavlja potencijalni rizik od postupnog prijenosa mikroplastike i drugih mobilnih sastavnica u okoliš.

Komponenta	Opseg utjecaja (A)	Mogućnost oporavka – reverzibilnost (B)	Intenzitet štetnih tvari (C)
	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije	2 spontani oporavak	1 Mali broj predmeta koji sadrže opasne/štetne tvari,
Flora i fauna	Utjecaj je ograničen na samu lokaciju odloženog otpada i neposredno okolna sekundarna staništa, bez dokaza o širenju na Regionalni park Mura–Drava ili područja Natura 2000.	Nakon uklanjanja otpada očekuje se spontani oporavak ruderalne vegetacije i ponovno korištenje prostora od strane uobičajenih životinjskih vrsta, bez potrebe za dugotrajnom sanacijom staništa.	Nisu utvrđeni akutna ekotoksičnost, oštećenje zaštićenih vrsta ni značajan utjecaj na ciljeve očuvanja, dok metali u otpadu i mikroplastika predstavljaju lokalni potencijalni rizik.

3.5 Utjecaj na zrak

Na predmetnoj lokaciji nisu provedena neposredna mjerenja kvalitete zraka, pa se doprinos odloženog otpada koncentracijama onečišćujućih tvari ne može kvantitativno utvrditi. Prema podacima državne mjerne postaje Varaždin-1, kvaliteta zraka u razdoblju 2020.–2025. prema parametrima NO_2 i O_3 bila je prve kategorije. Budući da se na postaji ne prati PM_{10} te da podatci predstavljaju opće stanje zraka na području grada, oni se ne mogu neposredno pripisati predmetnoj lokaciji.

Otpad je najvećim dijelom zakopan, a površina lokacije obrasla je visokom travom. Vegetacijski pokrov smanjuje izloženost tla i otpada djelovanju vjetra, zadržava sitne čestice te ograničava raznošenje prašine, lakih frakcija i mikroplastike izvan lokacije. Zbog toga se u postojećem stanju ne očekuje značajnija emisija krutih čestica s površine odlagališnog tijela.

Analizama nisu utvrđene povišene koncentracije lako hlapivih organskih spojeva koje bi upućivale na značajan izvor emisija u zrak. BTEX je bio niži od 1 mg/kg, mineralna ulja niža od 200 mg/kg, a PCB niži od 1 mg/kg. Ukupni sadržaj PAH-ova u kompozitima glavnog tijela otpada iznosio je 0,81 i 0,86 mg/kg, dok su u analiziranim uzorcima tla vrijednosti uglavnom bile niže od 0,10 mg/kg. Navedeni rezultati ne upućuju na izraženo onečišćenje hlapivim i poluhlapivim organskim tvarima koje bi u postojećim uvjetima predstavljale značajan izvor emisija u zrak.

Pojedini slojevi otpada sadrže organsku tvar i dovoljno vlage za nastavak biološke razgradnje, zbog čega je moguće lokalno stvaranje manjih količina plinovitih produkata razgradnje i povremena pojava mirisa. Međutim, tijelo otpada zauzima razmjerno malu površinu od približno 1.703 m², a najveća utvrđena dubina odlaganja iznosi oko 3,6 m, pri čemu dubina nije jednaka na cijeloj lokaciji. S obzirom na ograničenu površinu i debljinu tijela otpada, ne

radi se o odlagalištu veličine i volumena kod kojeg bi se očekivalo stvaranje i nakupljanje većih količina odlagališnih plinova.

S obzirom na to da je otpad zakopan, lokacija obrasla visokom travom, a analizama nisu utvrđene značajne koncentracije hlapivih organskih onečišćujućih tvari, na temelju dostupnih podataka nije utvrđen dokaz značajnog utjecaja predmetnog otpada na kvalitetu zraka. Budući da na samoj lokaciji nisu provedena mjerenja zraka, mogući doprinos lokalnoj pojavi mirisa, prašine ili plinovitih produkata razgradnje nije moguće kvantitativno odrediti. Mogući utjecaj ograničen je na samu lokaciju i odnosi se prvenstveno na potencijalnu pojavu lokalnih mirisa uslijed razgradnje organskih sastavnica.

Komponenta	Opseg utjecaja (A)	Mogućnost oporavka – reverzibilnost (B)	Intenzitet štetnih tvari (C)
	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije	2 spontani oporavak	1 Mali broj predmeta koji sadrže opasne/štetne tvari,
Zrak	Mogući utjecaj na zrak ograničen je na samu lokaciju, bez dokaza o širenju prašine, mirisa ili odlagališnih plinova izvan nje.	Nakon uklanjanja otpada prestaje mogući izvor mirisa i plinovitih produkata razgradnje, pa se očekuje spontani i brzi oporavak bez posebne sanacije zraka.	Nisu utvrđena prekoračenja parametara kvalitete zraka niti značajne koncentracije hlapivih organskih tvari, a mogući utjecaj svodi se na lokalnu i povremenu pojavu mirisa.

3.6 Utjecaj na podzemne vode

Na širem području Varaždina nalaze se tri vodocrpilišta: vodocrpilište Varaždin, vodocrpilište Vinokovšćak i vodocrpilište Bartolovec. Vodocrpilišta Varaždin i Vinkovšćak se nalaze uzvodno od predmetne lokacije i na njima se ne očekuje utjecaj s ilegalnog odlagališta. Vodocrpilište Bartolovec se jedino nalazi nizvodno (oko 6,2 km nizvodno) i iz toga su razloga analizirani podaci o kakvoći sirove vode vodocrpilišta Bartolovec (prije tretiranja vode za potrebe javne vodoopskrbe).

Procjena mogućeg utjecaja na podzemne vode temelji se na hidrogeološkim značajkama lokacije, rezultatima testa procjeđivanja otpada te dostupnim podacima o kakvoći vode na nizvodnom vodocrpilištu Bartolovec.

Povišene vrijednosti TDS-a i DOC-a pokazuju da se iz odloženog materijala, kada dođe u dodir s vodom, mogu ispirati različite otopljene tvari. TDS predstavlja ukupnu količinu otopljenih tvari u vodi, prvenstveno soli i iona, dok DOC predstavlja količinu otopljenih organskih spojeva. Jednostavno rečeno, što su te vrijednosti više, to voda koja prolazi kroz otpad može sa sobom ponijeti više otopljenih sastojaka.

Takav se proces u stvarnim uvjetima najčešće događa za vrijeme i nakon obilnijih oborina. Kišnica prodire kroz odloženi materijal, otapa njegove topljive sastojke i zatim ih prenosi prema tlu i podzemnoj vodi. Zbog toga se u neposrednoj blizini mjesta odlaganja može privremeno povećati količina otopljenih soli u podzemnoj vodi, odnosno njezina mineralizacija. Posljedično raste i električna vodljivost, što je pokazatelj količine otopljenih iona u vodi.

Povišeni DOC znači da voda sadrži više otopljenih organskih tvari. Te tvari mogu služiti kao hrana mikroorganizmima, koji ih razgrađuju i pritom troše kisik otopljen u vodi. Ako je dotok svježe vode slab i podzemna voda se sporo obnavlja, količina kisika može znatno pasti. Tada nastaju uvjeti s vrlo malo kisika (hipoksija), a lokalno i bez kisika (anoksija).

Kada u vodi nema dovoljno kisika, mijenjaju se kemijski uvjeti, odnosno oksidacijsko-redukcijski uvjeti (redoks-uvjeti). U takvim okolnostima pojedini metali i druge onečišćujuće tvari, koji su prije bili vezani za čestice tla ili otpada, mogu postati topljiviji i pokretljiviji. To povećava mogućnost njihova prijenosa podzemnom vodom.

Koliko će takav utjecaj biti izražen i koliko će dugo trajati ovisi o više čimbenika: količini i učestalosti oborina, propusnosti tla i vodonosnika, brzini strujanja podzemne vode te mogućnosti razrjeđenja i prirodnog pročišćavanja. U propusnom vodonosniku s bržim tokom učinak može biti kratkotrajniji zbog razrjeđenja, dok se u slabije protočnim dijelovima može zadržavati dulje.

Kakvoća podzemne vode na vodocrpilištu Bartolovec je prema analizama Zavoda za javno zdravstvo Varaždinske županije vrlo dobra. Analizirana je prema Pravilniku o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju (NN 64/2023; 88/2023) kojim se propisuju maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK) parametara za ljudsku potrošnju. Svi parametri su daleko ispod maksimalno dozvoljenih vrijednosti za pitke vode, osim bakteriološkog sastava na nekim zdencima i bušotinama, pojedinih pesticida te koncentracija nitrata koje su povišene u odnosu na prirodne vrijednosti. Međutim, ovi povišeni parametri nisu uzrokovani odloženim otpadom na lokaciji već prvenstveno utjecajem poljoprivredne proizvodnje koja je na području Varaždinskog vodonosnika vrlo intenzivna. Ostali parametri su uglavnom vrlo niski, a velika većina njih i ispod granice detekcije.

Ilegalno odlagalište otpada na području Varaždina nalazi se na otvorenom vodonosniku s vrlo malo pokrovnih naslaga na predmetnoj lokaciji, što omogućuje direktan prodor potencijalnog onečišćenja u podzemne vode. Iako se prema analizama podzemne vode na vodocrpilištu Bartolovec ne može detektirati utjecaj ilegalnog odlagališta jer tome pridonosi vrlo veliki i produktivan vodonosnik te razrjeđenje potencijalnog onečišćenja, ne može se isključiti lokalni negativan utjecaj ilegalnog odlagališta na podzemne vode. U slučaju dugotrajnog utjecaja odloženog otpada procjeđivanjem, ne može se isključiti utjecaj na vodocrpilište Bartolovec, odnosno nizvodni dio vodonosnika.

Dodatno, područje gdje je odloženi otpad prema važećoj prostorno planskoj dokumentaciji nalazi se u inundacijskoj zoni. Pojam inundacijskog područja definiran je Zakonom o vodama (Narodne novine 66/19, 84/21 i 47/23). Sukladno članku 122. stavku 1., za potrebe upravljanja rizicima od štetnog djelovanja voda na vodotocima i drugim površinskim vodama utvrđuje se

inundacijsko područje, dok je stavkom 2. istoga članka propisano da je u inundacijskom području zabranjeno obavljati radnje kojima se može pogoršati vodni režim i povećati stupanj rizika od štetnog djelovanja voda.

U slučaju plavljenja, poplavne vode mogu doći u neposredan kontakt s odloženim otpadom, isprati topljive organske tvari, metale i mikroorganizme te odnijeti sitne frakcije i mikroplastiku izvan granica lokacije. Lakše sastavnice otpada, osobito plastika, folije, tekstil i drugi fragmenti, mogu se površinskim tokom prenijeti prema okolnom tlu, odvodnim kanalima i rijeci Dravi, čime se povećava područje mogućeg onečišćenja. Nakon povlačenja vode onečišćeni sediment i otpad mogu se taložiti na okolnim površinama i staništima, zbog čega bi sanacija bila složenija, a posljedice prostorno šire nego u postojećim uvjetima. Odnoseni krupniji otpad može lokalno ometati protok vode i pridonijeti začepljenju odvodnih putova te eroziji tla.

Komponenta	Opseg utjecaja (A)	Mogućnost oporavka – reverzibilnost (B)	Intenzitet štetnih tvari (C)
Vode postojeće stanje	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije	3 rutinska sanacija (kratkoročna šteta)	3 Neznatno prekoračenje vrijednosti 2 i više parametara u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
Vode scenarij inundacije	5 utjecaj rasprostranjen u krugu većem od 1000 m	4 duga sanacija s rezidualnim učincima (srednjoročna šteta)	5 Značajno prekoračenje vrijednosti više parametara u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
	U slučaju plavljenja moguć je prijenos topljivih tvari, mikroorganizama, mikroplastike i lakih frakcija otpada s lokacije prema okolnom poplavnom području i rijeci Dravi, udaljenoj oko	Uklanjanjem otpada prestaje utjecaj, međutim, u slučaju raznošenja otpada poplavnim vodama bila bi potrebna dugotrajnija sanacija zahvaćenog tla, nanesenog sedimenta,	U otpadu i eluatu utvrđeno je više relevantnih parametara koji se mogu mobilizirati vodom, uključujući povišeni DOC, lokalno bakar, cink i antimon te mikroorganizme i

	500 m, pa se potencijalni utjecaj može rasprostraniti u krugu od 500 do 1.000 m. Postoji opasnost od širenja neutvrđene duljine koja ovisi o snazi poplavi, i više od 1000 m	obala i odvodnih putova, dok bi sitne frakcije i mikroplastika mogle zaostati u okolišu i nakon uklanjanja vidljivog otpada.	mikroplastiku. U slučaju plavljenja, otapaju se tvari iz otpada, a dolazi i do raznošenja otpada vodom
--	--	--	--

3.7 Mikroplastika

Mikroplastika je definirana kao bilo koja sintetička čvrsta čestica ili polimerna matrica, pravilnog ili nepravilnog oblika, veličine u rasponu od 1 μm do 5 mm, primarnog ili sekundarnog podrijetla, koja je netopiva u vodi (Frias i Nash, 2019). U okviru ovog vještačenja provedeno je mikroskopiranje uzoraka otpada sa svrhom utvrđivanja prisutnosti plastičnih čestica manjih od 5 mm te procjene njihovog okolišnog značaja.

U okolišu mikroplastika predstavlja perzistentni oblik onečišćenja koji se ne razgrađuje u relevantnim vremenskim razmjerima, već se postupno fragmentira na sve sitnije čestice, pri čemu se njezina ukupna količina dugoročno povećava. Zbog male veličine, velike specifične površine i sposobnosti adsorpcije drugih onečišćivala, mikroplastika se danas smatra ne samo fizičkim zagađivačem već i potencijalnim vektorom prijenosa kemijskih tvari u okolišu.

Globalna proizvodnja plastike kontinuirano raste, a znatan udio plastičnih proizvoda nakon završetka uporabnog vijeka završava na odlagalištima otpada. Procjenjuje se da se približno 21–42 % ukupno proizvedene plastike trajno odlaže na odlagalištima, čime ona postaju najveći antropogeni rezervoari plastike u okolišu (Gupta et al., 2025). Iako se odlagališta tradicionalno smatraju konačnim mjestima odlaganja otpada, brojna istraživanja pokazuju da ona predstavljaju dinamične sustave u kojima dolazi do degradacije, fragmentacije i postupnog oslobađanja mikroplastike u okoliš (Wojnowska-Baryła et al., 2022).

Mikroskopskim pregledom u gotovo svim analiziranim uzorcima glavnog tijela otpada identificirane su čestice čija morfološka obilježja odgovaraju sekundarnoj mikroplastici nastaloj fragmentacijom većih plastičnih predmeta. Budući da kemijski sastav čestica nije potvrđen spektroskopskom metodom, zaključak se temelji na njihovoj morfologiji, optičkim svojstvima i povezanosti s makroskopski identificiranim plastičnim i tekstilnim sastavnicama. Pojavljuje se u obliku tvrdih i folijastih fragmenata nepravilnih rubova te sintetskih vlakana, najčešće veličine od približno 50 μm do 5 mm. Hrapave površine, mikropukotine i tragovi trganja upućuju na sekundarno podrijetlo čestica, odnosno njihovo nastajanje fragmentacijom većih materijala.

Posebno se izdvajaju uzorci R5.2 i R6.3, u kojima su uz fragmentiranu plastiku utvrđena brojna sintetska mikrovlakna veličine mikroskopske debljine, dok se duljina pojedinih vlakana kretala u rasponu od nekoliko desetaka mikrometara do nekoliko milimetara, morfološki usporediva s vlaknima koja mogu potjecati od fragmentacije tekstilnih, medicinskih i zaštitnih materijala prisutnih u istim uzorcima (maske, zaštitna odijela, gaze, rukavice i gumene cjevčice). Takav sastav pokazuje da mikroplastika nije nastala samo prirodnim starenjem odloženih predmeta, već je u otpad unesena i kao proizvod njihove prethodne mehaničke obrade.

Mikroplastika je utvrđena u gornjim i srednjim slojevima, ali i u dubljim dijelovima tijela otpada. U uzorku R4.4 na dubini od 300 cm pronađeni su fragmenti veličine približno 50–600 μm , dok je u uzorku R5.4, uzetom na dubini od 360 cm u mineralnom materijalu na kontaktu s podlogom, potvrđena sekundarna mikroplastika veličine 300–600 μm . U kontaktnom uzorku R2.4 na dubini od 180 cm utvrđena je znatna količina fragmenata veličine približno 100–500 μm .

Prisutnost mikroplastike u kontaktnim uzorcima potvrđuje da utjecaj nije ograničen samo na lako prepoznatljive plastične slojeve, već su polimerne čestice prisutne i u mineralnoj i organskoj matrici na dnu otpada. Međutim, zbog načina sukcesivnog odlaganja, miješanja i prekrivanja otpada nije moguće utvrditi jesu li čestice do tih dubina dospjele naknadnim vertikalnim prijenosom ili su bile unesene zajedno s otpadom i pokrovnim materijalom. Rezultati stoga potvrđuju prisutnost mikroplastike u kontaktnoj zoni tla, ali ne omogućuju kvantificiranje brzine ni opsega njezina vertikalnog širenja.

Tijelo otpada najvećim je dijelom zakopano i obraslo visokom travom. Vegetacijski pokrov stabilizira površinu, smanjuje neposredno djelovanje vjetra i površinsko raznošenje lakih plastičnih čestica i vlakana. Zbog toga se u postojećem stanju ne očekuje značajan prijenos mikroplastike zrakom izvan lokacije. Visoka trava također usporava površinsko otjecanje vode i može zadržavati dio čestica na lokaciji, ali ne predstavlja nepropusnu barijeru niti sprječava infiltraciju oborinske vode u tijelo otpada.

Prodorom oborinske vode kroz heterogeni i porozni materijal moguće je postupno premještanje manjih čestica u dublje slojeve i kontaktno tlo. Najsitniji fragmenti i vlakna imaju najveći potencijal prijenosa kroz pore i pukotine, dok se veće čestice pretežito zadržavaju unutar matrice otpada. Podzemna voda i okolno tlo izvan lokacije nisu analizirani na mikroplastiku, pa njezina prisutnost izvan tijela otpada nije dokazana i ne može se kvantitativno procijeniti, ali u slučaju poplave postoji opasnost od daljnjeg nekontroliranog širenja mikroplastike u okoliš.

Mikroplastika zadržana u tlu može biti dostupna organizmima tla i životinjama koje se hrane na lokaciji, dok se na njezine površine mogu vezati organske tvari, metali i mikroorganizmi prisutni u otpadu. Ipak, nisu provedena ispitivanja mikroplastike u biljkama, životinjama ni drugim sastavnicama okoliša, pa nisu utvrđeni izravni biološki učinci ni prijenos kroz hranidbeni lanac.

Na izdvojenoj mikrolokaciji R7, udaljenoj približno 150 m od glavnog tijela otpada, u uzorku R7.3 nije pronađena mikroplastika. Taj rezultat ne dokazuje potpuni izostanak mikroplastike u širem okolišu, ali pokazuje da na analiziranoj izdvojenoj točki nije potvrđeno njezino lateralno širenje iz glavnog tijela otpada.

Ukupno promatrano, predmetno tijelo otpada predstavlja potvrđeni izvor sekundarne mikroplastike unutar odloženog materijala i njegove kontaktne zone s tlom. Trenutačni utjecaj može se dokazati unutar same lokacije, uključujući dublje slojeve i tlo neposredno ispod otpada. Zaraslost visokom travom i zakopanost otpada znatno ograničavaju površinsko i zračno raznošenje, ali ne uklanjaju mogućnost postupnog usitnjavanja polimera i njihova prijenosa procjednim vodama. Na temelju raspoloživih rezultata nije dokazano značajno širenje mikroplastike izvan lokacije, pa se utjecaj ocjenjuje kao lokaliziran, uz potencijal daljnjeg dugoročnog otpuštanja ako otpad ostane na lokaciji.

Komponenta	Opseg utjecaja (A)	Mogućnost oporavka – reverzibilnost (B)	Intenzitet štetnih tvari (C)
Mikroplastika – postojeće stanje	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije	3 rutinska sanacija (kratkoročna šteta)	2 Neznatno prekoračenje vrijednosti jednog parametra u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
Mikroplastika – inundacija	5 utjecaj rasprostranjen u krugu većem od 1000 m	5 nepovratno, sanacija nije moguća (dugotrajna šteta)	4 Značajno prekoračenje vrijednosti jednog parametra u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
	Mikroplastika je potvrđena u različitim dubinama tijela otpada i kontaktnom tlu, ali nije evidentirano njezino širenje izvan same lokacije.	Utjecaj je moguće smanjiti rutinskom sanacijom, odnosno uklanjanjem otpada i lokalno opterećenog kontaktnog sloja tla, dok se mikroplastika prirodnim procesima razgrađuje vrlo sporo, dok u slučaju plavljenja i raznošenja mikroplastike na veće udaljenost sanacija okoliša u smislu uklanjanja mikroplastike više nije moguća	Utvrđena je značajna prisutnost mikroplastike kao jednog štetnog parametra u većem broju uzoraka, uključujući dublje slojeve i tlo na kontaktu s otpadom (mikroplastika nije sastavni dio tla).

3.8 Kumulativni utjecaj

Analiza rezultata terenskih istraživanja, laboratorijskih ispitivanja te hidrogeoloških i okolišnih podataka pokazuje da na predmetnoj lokaciji postoji više mehanizama utjecaja koji djeluju istodobno i međusobno se nadopunjuju. Iako pojedinačno većina utvrđenih pokazatelja ne

upućuje na značajno narušavanje okolišnih sastavnica izvan lokacije, njihovo zajedničko i dugotrajno djelovanje predstavlja kumulativno okolišno opterećenje povezano s nepropisnim odlaganjem otpada.

Na površini od približno 1.703 m² odloženo je oko 3.650 m³, odnosno procijenjenih 1.351,95 t heterogenog, mehanički obrađenog miješanog otpada. U njegovu sastavu prisutne su plastične, tekstilne, gumene, organske, metalne i mineralne frakcije, kao i dijelovi medicinske i zaštitne opreme. Mikroskopskim analizama potvrđena je sekundarna mikroplastika u različitim dubinama tijela otpada i u kontaktnom tlu, dok su mikrobiološkim analizama utvrđeni *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i pojedini oportunistički mikroorganizmi. Time je potvrđeno postojanje dugotrajnog izvora fizičkog, kemijskog i sanitarnog opterećenja okoliša.

Otpad je odložen u neposrednom kontaktu s tlom, bez zaštitnih slojeva i sustava odvodnje. U kontaktnom tlu utvrđene su lokalne promjene kemijskog sastava, osobito povećane koncentracije bakra, cinka, nikla, kroma i olova. Iako je mobilnost većine metala u provedenim testovima procjeđivanja bila ograničena, u pojedinim slojevima utvrđene su visoke vrijednosti DOC-a i TDS-a te lokalno povećana mobilnost bakra, cinka i antimona. Ponavljani kontakt otpada s oborinskom vodom stoga omogućuje postupno ispiranje organskih i anorganskih sastavnica i njihovo premještanje prema kontaktnom tlu i podzemlju.

Posebnu važnost ima činjenica da se lokacija nalazi na otvorenom vodonosniku s vrlo malo pokrovnih naslaga. Takvi hidrogeološki uvjeti omogućuju neposrednu infiltraciju oborinske vode i potencijalno onečišćenih procjednih voda u podzemlje. Na vodocrpilištu Bartolovec, udaljenom približno 6,2 km nizvodno, nije utvrđen utjecaj predmetnog otpada, čemu pridonose velika produktivnost vodonosnika, miješanje i razrjeđenje. Međutim, lokalni utjecaj na podzemnu vodu ispod i nizvodno od lokacije nije moguće isključiti, kao ni mogućnost dugoročnog prijenosa pojedinih mobilnih sastavnica ako otpad ostane na lokaciji.

Kumulativni rizik dodatno povećava položaj otpada unutar inundacijskog područja. U slučaju plavljenja poplavna voda može istodobno zahvatiti različite slojeve otpada, ubrzati ispiranje topljivih organskih tvari, metala i mikroorganizama te odnijeti mikroplastiku, sitne frakcije i lakše dijelove otpada izvan granica lokacije. Takav događaj mogao bi povezati dosad pretežito lokalizirane utjecaje na tlo i podzemlje s površinskim prijenosom prema okolnom poplavnom području, odvodnim putovima i rijeci Dravi, udaljenoj oko 500 m. Nakon povlačenja vode onečišćeni sediment, mikroplastika i sitni otpad mogli bi zaostati na okolnom tlu, obalama i staništima.

Zakopanost otpada i zaraslost površine visokom travom u uobičajenim uvjetima ograničavaju podizanje prašine i zračno raznošenje mikroplastike i lakih frakcija. Vegetacijski pokrov također usporava površinsko otjecanje i može privremeno zadržavati dio čestica. Međutim, vegetacija ne predstavlja nepropusnu zaštitnu barijeru, ne sprječava infiltraciju oborinske vode niti može spriječiti raznošenje otpada tijekom poplavnog događaja.

Kumulativni karakter utjecaja proizlazi iz istodobnog i ponavljano djelovanja više procesa: nastavka fragmentacije plastičnih materijala i stvaranja novih mikroplastičnih čestica, biološke razgradnje organskih sastavnica, ispiranja DOC-a i mobilnih metala, zadržavanja metala i mikroplastike u kontaktnom tlu, infiltracije procjednih voda u otvoreni vodonosnik te mogućeg površinskog raznošenja otpada tijekom inundacije. Svaki pojedini proces trenutačno ima pretežito lokaliziran učinak, ali njihovo dugotrajno zajedničko djelovanje povećava

vjerojatnost širenja onečišćenja i nastanka složenijih posljedica na tlo, podzemne i površinske vode, staništa i organizme.

Na temelju provedene procjene utvrđeno je kumulativno okolišno opterećenje koje se trenutačno najizraženije očituje u tijelu otpada i kontaktnom tlu. Značajan utjecaj na kvalitetu zraka, vodocrpilište Bartolovec, Regionalni park Mura–Drava i područja ekološke mreže nije utvrđen. Međutim, položaj na otvorenom vodonosniku i unutar inundacijske zone, prisutnost mikroplastike, sanitarno relevantnih mikroorganizama, lokalno povišenih metala i mobilnih organskih sastavnica predstavljaju potencijal za postupno povećavanje i prostorno širenje utjecaja ako otpad ostane na lokaciji tijekom duljeg razdoblja.

Komponenta	Opseg utjecaja (A)	Mogućnost oporavka – reverzibilnost (B)	Intenzitet štetnih tvari (C)
Kumulativni utjecaj	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije	3 rutinska sanacija (kratkoročna šteta)	4 Značajno prekoračenje vrijednosti jednog parametra u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
Kumulativni utjecaj inundacija	4 utjecaj rasprostranjen u krugu od 500-do 1000 m	4 duga sanacija s rezidualnim učincima (srednjoročna šteta)	5 Značajno prekoračenje vrijednosti više parametara u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
	U postojećem stanju utjecaj je najvećim dijelom ograničen na tijelo otpada i kontaktno tlo, ali se u slučaju inundacije može proširiti prema okolnom poplavnom području i rijeci Dravi, odnosno u	Uklanjanjem otpada moguće je prekinuti daljnje ispiranje i nastajanje mikroplastike, ali bi u slučaju poplavnog raznošenja bila potrebna dugotrajnija sanacija zahvaćenog tla,	U kontaktnom tlu utvrđena su značajna povećanja više metala, osobito bakra, cinka, nikla, kroma i olova, uz prisutnost mikroplastike, mikrobiološke kontaminacije i mobilnih

	krugu od 500 do 1.000 m. Utjecaj na vodocrpilište Bartolovec i područja udaljena više od 1.000 m nije izvjestan	sedimenta, obala i odvodnih putova. Mikroplastika i sitne kontaminirane čestice mogu zaostati u okolišu i nakon uklanjanja vidljivog otpada.	organskih sastavnica otpada (DOC).
--	---	--	------------------------------------

3.9 Utjecaj na zdravlje ljudi

Procjena utjecaja na zdravlje ljudi temelji se na sastavu i svojstvima otpada, rezultatima kemijskih i mikrobioloških analiza, nalazu mikroplastike te dostupnim podacima o kvaliteti zraka i podzemnih voda. Budući da nisu provedena epidemiološka ispitivanja ni mjerenja osobne izloženosti, nije moguće utvrditi konkretne zdravstvene posljedice, nego se procjenjuju mogući putevi izlaganja.

Lokacija se nalazi u gospodarsko-industrijskom području, ograđena je, a otpad je najvećim dijelom zakopan i obrastao visokom travom. Najbliže stambene kuće udaljene su približno 650 m, zbog čega je izloženost šireg stanovništva u postojećim uvjetima ograničena.

Najveći potencijalni rizik postoji za osobe koje ulaze na lokaciju ili neposredno rukuju otpadom. U pojedinim uzorcima pronađeni su fragmenti rukavica i igala, dijelovi šprica, medicinske cjevčice, staklo i korodirani metalni predmeti, koji mogu uzrokovati posjekotine i ubodne ozljede.

Mikrobiološkim analizama potvrđeni su *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i pojedini oportunistički mikroorganizmi. Rezultati potvrđuju sanitarnu kontaminaciju, a mogući putevi izlaganja uključuju kontakt s kožom i sluznicama, slučajno unošenje u usta te ulazak mikroorganizama kroz ozljedu. Međutim, nisu određeni sojevi, koncentracije ni infektivni potencijal.

U otpadu i kontaktnom tlu utvrđene su povišene koncentracije pojedinih metala te prisutnost sekundarne mikroplastike i sintetskih mikrovlakana. Izlaganje tim tvarima moguće je ponajprije neposrednim kontaktom i slučajnim gutanjem sitnih čestica. Mikroplastika nije analizirana u zraku, vodi za piće, ljudskom organizmu ni prehrambenom lancu, pa izloženost stanovništva nije potvrđena.

Zakopanost otpada i vegetacijski pokrov ograničavaju podizanje i raznošenje prašine, mikroplastike i mikroorganizama. Također, na vodocrpilištu Bartolovec nisu utvrđena odstupanja koja bi se mogla povezati s predmetnim otpadom, pa nije potvrđen put izlaganja putem javne vodoopskrbe. Nije potvrđen ni prijenos onečišćivala putem prehrambenog lanca. Položaj lokacije na otvorenom vodonosniku i u inundacijskom području predstavlja mogući budući put širenja onečišćivala. U slučaju plavljenja moglo bi doći do ispiranja i raznošenja mikroorganizama, metala, mikroplastike i sitnih frakcija otpada na okolne površine, čime bi se povećala mogućnost kontakta ljudi s onečišćenim sedimentom, vodom ili otpadom.

Komponenta	Opseg utjecaja (A)	Mogućnost oporavka – reverzibilnost (B)	Intenzitet štetnih tvari (C)
Zdravlje ljudi Postojeće stanje	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije	3 rutinska sanacija (kratkoročna šteta)	1 usko rasprostranjeni utjecaj samo na dijelu lokacije u krugu od 20-50 m ili unutar same lokacije
Zdravlje ljudi - poplava	4 utjecaj rasprostranjen u krugu od 500 do 1000 m	4 duga sanacija s rezidualnim učincima (srednjoročna šteta)	3 Neznatno prekoračenje vrijednosti 2 i više parametara u sastavnici (propisane propisom, dozvolom ili ne pripadajućeg parametra u sastavnici)
	Potencijalni utjecaj ograničen je na samu lokaciju i osobe koje neposredno dolaze u kontakt s otpadom. Međutim, u slučaju poplave poplavna voda može prenijeti mikroorganizme, metale, mikroplastiku, sitne čestice i otopljene tvari izvan lokacije prema okolnom području;	Uklanjanjem otpada i sanacijom kontaktnog tla uklanja se glavni izvor potencijalne izloženosti. U slučaju poplave, nakon povlačenja vode kontaminirani sediment i mikroplastika mogu zaostati na površinama, pa bi sanacija bila prostorno šira i dugotrajnija.	U sastavnicama kojima je izloženo okolno stanovništvo nisu utvrđena zdravstveno relevantna prekoračenja, U slučaju poplave istodobno bi se mogli širiti različiti štetni čimbenici (mikroorganizmi, metali, mikroplastika i mobilne organske tvari)

4 Nalaz i mišljenje vještaka

4.1 Utvrđene činjenice

1. Predmetne lokacije nelegalno odloženog otpada nalaze se na k.č. 13944/1 k.o. Varaždin, u Podravskoj ulici, unutar gospodarsko-industrijskog područja. Lokacija je ograđena, najbliže kuće udaljene su približno 650 m, a rijeka Drava oko 500 m.
2. Na lokaciji se nalaze dva mikrolokaliteta odloženog otpada:
 1. Sjeverna lokacija - veća lokacija gdje je otpad smješten na površinu tla u obliku humka
 2. Južna lokacija – manja lokacija na udaljenosti od približno 150 m od glavnog tijela otpada (sjeverna lokacija) utvrđena je izdvojena mikrolokacija s lokalnom pojavom crno obojenog materijala odnosno tragova nepoznate tvari u tlu na dubinama od približno 30 do 80 cm. Ta mikrolokacija nije obuhvaćena geodetskim obračunom glavnog tijela otpada.
3. Geodetskim snimanjem utvrđeno je da tijelo otpada sjeverne lokacije zauzima površinu od 1.702,95 m² i ima volumen od 3.649,96 m³, dok za južnu lokaciju vještačenjem nije utvrđen obuhvat površine.
4. Izmjerena vrijednost gustoće rahlog uzorka otpada na sjevernoj lokaciji je 301,73 kg/m³, a gustoća otpada nakon zbijanja je 439,07 kg/m³, srednja vrijednost dvije navedenih gustoća je 370,7 kg/m³. Iz navedenog proizlazi da je računski ukupno odložena masa otpada na lokaciji **1.351,95 t** koji se karakterizira kao heterogen, višeslojni i mehanički obrađeni miješani otpad.
5. Na južnoj lokaciji odloženo je najmanje 30 t muljevitog materijala nepoznatog podrijetla, pretežno mineralnog sastava.
6. Na sjevernoj lokaciji otpad je neravnomjerno nasut na površinu u visini sloja od 10 do 360 cm.
7. Najbliže kuće nalaze se na oko 650 m jugozapadno od lokacije. U neposrednoj blizini lokacije nalazi se i rijeka Drava koja je u najbližoj točki udaljena od lokacije oko 500 m sjeveroistočno.
8. Prema GUP Grada Varaždina: kartografski prikaz 4.3.a Uvjeti korištenja i zaštite prostora – oblici korištenja, čestica se nalazi u proizvodno poslovnoj namjeni.
9. Prema Prostornom planu uređenja Grada Varaždina, dio predmetne lokacije na kojem je odložen otpad nalazi se unutar inundacijskog pojasa rijeke Drave, odnosno

- prostora koji je pod posebnim vodnogospodarskim režimom zbog mogućeg plavljenja i provođenja velikih voda.
10. Lokacija odloženog otpada udaljena je od dva područja ekološke mreže u najbližoj točki 224 i 169 m i to od HR1000013 POP Dravske akumulacije i HR2001307 Drava – akumulacije
 11. U sastavu otpada odloženog na sjevernoj lokaciji dominiraju sitna frakcija nastala usitnjavanjem, plastične folije, tvrda plastika i sintetska vlakna, uz lokalnu prisutnost tekstila, gume, metala, građevinskog otpada, muljevitog materijala te dijelova medicinske i zaštitne opreme.
 12. Sortiranjem su uzorci otpada u najvećoj mjeri karakterizirani ključnim brojem 19 12 04 i 19 12 12, dok su u manjoj mjeri karakterizirani kao 17 01 07 i 17 05 04.
 13. Rezultati fizikalnih svojstava, sadržaja organske tvari i granulometrijskih analiza ukazuju na postojanje značajnih prostornih razlika unutar tijela odlagališta sjeverne lokacije.
 14. Vlažnost otpada sjeverne lokacije kreće se od 13,3 do 50,5 %, a udio organske tvari u pojedinim uzorcima doseže 92,9 %. Gornji i srednji slojevi većinom sadrže lake, organske i polimerne sastavnice, dok prema dnu raste udio mineralnog materijala.
 15. Rezultati testa procjeđivanja pokazuju da većina parametara zadovoljava kriterije za prihvata na odlagalište neopasnog otpada, uz iznimku bakra u uzorku R4.2 i DOC-a u većem broju uzoraka.
 16. Za prihvata otpada na odlagalište neopasnog otpada propisana granična vrijednost DOC-a iznosi 800 mg/kg s.t. Navedeni kriterij prekoračuju, ali ne prelaze graničnu vrijednost od 1.000 mg/kg s.t. za prihvata na odlagalište opasnog otpada, sljedeći uzorci: R2.2 s 847 mg/kg s.t., R4.3 s 822 mg/kg s.t., R4.4 s 820 mg/kg s.t., R5.1 s 980 mg/kg s.t. i R5.2 s 823 mg/kg s.t.
 17. Kriterij za prihvata na odlagalište neopasnog otpada, kao i vrijednost od 1.000 mg/kg s.t. propisanu za prihvata na odlagalište opasnog otpada, prekoračuju uzorci: R4.2 s 3.070 mg/kg s.t., R5.3 s 4.030 mg/kg s.t., R6.1 s 1.610 mg/kg s.t., R6.2 s 3.890 mg/kg s.t., R6.3 s 3.690 mg/kg s.t. i R6.4 s 1.880 mg/kg s.t.
 18. Za bakar je granična vrijednost za prihvata otpada na odlagalište neopasnog otpada 50 mg/kg s.t., a prekoračenje je utvrđeno samo u uzorku R4.2, u kojem je izmjerena vrijednost od 53 mg/kg s.t.
 19. Mobilnost većine analiziranih metala je ograničena i prostorno neujednačena. Nije utvrđen sustavan porast mobilnih metala prema prirodnoj podlozi, nego lokalne zone povećanog potencijala nastanka procjednih voda.

20. Najveće ukupne koncentracije metala utvrđene su u slojevima mehanički obrađenog otpada R2.2 i R2.3 na dubinama od 100 i 160 cm, u kojima je bakar iznosio 1.760 odnosno 1.630 mg/kg, dok su lokalno povišeni i olovo, cink, antimon i živa. Izraženo opterećenje utvrđeno je i u kontaktnom uzorku R1.1, u kojem je izmjereno 3.370 mg/kg cinka, 340 mg/kg nikla, 253 mg/kg bakra, 223 mg/kg kroma i 113 mg/kg olova.
21. U kontaktnom tlu R1.1 i R2.4 potvrđeno je lokalno opterećenje metalima, osobito bakrom i cinkom, dok u uzorku R5.4 na dubini od 360 cm nije utvrđena izražena akumulacija teških metala.
22. Mikrobiološke analize uzoraka potvrdile su prisutnost *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i oportunističkih²² u svim uzorcima (sjeverna i južna lokacija) mikroorganizama, što je u skladu s nalazom muljevutih sastavnica te materijala povezanih sa zdravstvenom i zaštitnom opremom.
23. Analizirani kompozitni uzorci nemaju izračunsko svojstvo HP14 – ekotoksičnost (za sjevernu i južnu lokaciju), a biotestom *Daphnia magna* nije potvrđena akutna ekotoksičnost eluata.
24. Zbog mikrobiološke slike sjeverne lokacije opasno svojstvo HP9 – infektivno ne može se isključiti.
25. Mjerenjima radioaktivnosti nisu utvrđena odstupanja od prirodne pozadinske radioaktivnosti.
26. Morfološkom mikroskopskom analizom u gotovo svim analiziranim slojevima glavnog tijela otpada, uključujući dublje slojeve i kontaktne uzorke, identificirane su čestice obilježja sukladnih sekundarnoj mikroplastici (sjeverna lokacija)
27. U svim uzorcima sjeverne lokacije utvrđena je mikroplastika.
28. U uzorku R7.3 s izdvojene mikrolokacije mikroplastika nije pronađena (južna lokacija).
29. Makrolokacija (grad Varaždin) ima zadovoljavajuću kvalitetu zraka.

4.2 Sažeti prikaz nalaza

²² Patogeni koji uobičajeno ne čine štetu čovjeku

Sastavnica / utjecaj	Scenarij	Utvrđene činjenice	Uzrok / povezanost s odlagalištem	Mehanizam prijenosa	Posljedica u okolišu	Opseg utjecaja (A)	Reverzibilnos t (B)	Intenzitet štetnih tvori (C)
Tlo i geološke strukture	Postojeće stanje	U kontaktnim uzorcima R1.1 i R2.4 utvrđene su povišene koncentracije Cu, Zn, Ni, Cr i Pb; mikroplastika je prisutna i u kontaktnom tlu. U R5.4 nije utvrđena izražena akumulacija metala.	Izravni kontakt heterogenog otpada s površinom tla, bez temeljnog brtvenog sloja.	Miješanje otpada i tla, zadržavanje metala u mineralno-organskoj matrici te postupno ispiranje oborinskom vodom.	Lokalna promjena kemijskog i fizičkog sastava kontaktnog tla, bez dokaza sustavnog dubinskog širenja kroz podlogu.	1	3	5
Flora i fauna	Postojeće stanje	Lokacija je antropogeno izmijenjena; nisu utvrđena oštećenja zaštićenih vrsta ni ciljeva očuvanja Natura 2000. Mikroplastika i metali prisutni su unutar lokacije.	Zauzimanje prostora otpadom te prisutnost plastike, metala, tekstila i drugih antropogenih sastavnica.	Izravan kontakt organizama s otpadom i tлом, gutanje ili zaplitanje te moguća izloženost metalima i mikroplastici.	Degradacija sekundarnih staništa unutar lokacije i lokalni pritisk na organizme tla i vegetaciju.	1	2	1
Zrak	Postojeće stanje	Nisu utvrđene značajne koncentracije hlapljivih organskih spojeva; kvaliteta zraka na području Varaždina je zadovoljavajuća. Otpad je zakopan i obrastao vegetacijom.	Organska razgradnja pojedinih frakcija otpada i moguća emisija prašine s površine.	Lokalno oslobađanje mirisa i manjih količina plinovitih produkata razgradnje; moguće podizanje sitnih čestica.	Moguć lokalni i povremeni miris; nije potvrđeno značajno onečišćenje zraka izvan lokacije.	1	2	1
Podzemne i površinske vode	Postojeće stanje – bez inundacije	U otpadu su utvrđene povišene vrijednosti DOC-a i TDS-a te lokalna mobilnost Cu, Zn i Sb. Na vodocrpilištu Bartolovec nije utvrđen utjecaj povezan s predmetnim otpadom.	Otpad je odložen bez zaštitnih slojeva na otvorenom i vrlo propusnom vodonosniku.	Oborinska voda infiltrira kroz otpad, otapa organske i anorganske sastavnice i prenosi ih prema tlu i podzemnoj vodi.	Moguć lokalni porast mineralizacije, DOC-a i mobilnosti pojedinih metala ispod i neposredno nizvodno od lokacije; udaljeni utjecaj nije potvrđen.	1	3	3

Podzemne i površinske vode	Scenarij inundacije	Lokacija se nalazi u inundacijskom području, a Drava je udaljena oko 500 m. U otpadu postoje mobilne organske tvari, metali, mikroorganizmi, mikroplastika i lake frakcije.	Plavljenje tijela otpada i neposredan kontakt poplavne vode s različitim slojevima otpada.	Istodobno ispiranje otopljenih tvari i površinsko raznošenje sitnih i lakih frakcija poplavnom vodom.	Onečišćenje okolnog tla, sedimenta, odvodnih putova i moguće rijeke Drave; utjecaj se može proširiti i više od 1.000 m, ovisno o poplavnom događaju.	5	4	5
Mikroplastika	Postojeće stanje	Sekundarna mikroplastika potvrđena je u gotovo svim slojevima glavnog tijela otpada i u kontaktnom tlu do dubine 3,6 m; izvan lokacije nije dokazana.	Fragmentacija većih plastičnih, tekstilnih i medicinskih/zaštitnih materijala te djelomično prethodna mehanička obrada otpada.	Daljnje usitnjavanje polimera i postupno premještanje sitnih čestica unutar otpada i kontaktnog tla, uključujući procjedne vode.	Trajno lokalno opterećenje tla mikroplastikom i nastavak stvaranja novih čestica dok otpad ostaje na lokaciji.	1	3	2
Mikroplastika	Scenarij inundacije	U tijelu otpada nalazi se velik broj sitnih plastičnih fragmenata i mikrovlakana koji se mogu mobilizirati vodom.	Poplavna voda zahvaća otpad i fizički odnosi sitne i lake polimerne čestice.	Površinski transport poplavnom vodom i taloženje u tlu, sedimentu, odvodnim kanalima i riječnom okolišu.	Širenje mikroplastike na velike udaljenosti; nakon disperzije potpuno uklanjanje iz okoliša praktično nije moguće.	5	5	4
Zdravlje ljudi	Postojeće stanje	Utvrđeni su oštri medicinski predmeti, <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , oportunistički mikroorganizmi, metali i mikroplastika. Najbliže kuće udaljene su oko 650 m, a izloženost putem vode za piće nije potvrđena.	Neposredna prisutnost sanitarno kontaminiranih i medicinskih frakcija unutar otpada.	Dodir s otpadom i tlom, ozljede oštrim predmetima, kontakt sa sluznicama i slučajno gutanje sitnih čestica.	Potencijalni zdravstveni rizik prvenstveno za osobe koje neposredno ulaze na lokaciju ili rukuju otpadom; značajan utjecaj na okolno stanovništvo nije utvrđen.	1	3	1
Zdravlje ljudi	Scenarij inundacije	Utvrđeni su oštri medicinski predmeti, <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , oportunistički mikroorganizmi,	Nepropisno odloženi heterogeni otpad i sanitarno	Izravni kontakt poplavne vode s tijelom otpada, ispiranje	Moguće širenje kontaminacije na područja izvan lokacije i	4	4	3

		metali i mikroplastika. Najbliže kuće udaljene su oko 650 m, a izloženost putem vode za piće nije potvrđena.	kontaminirane frakcije predstavljaju izvor štetnih tvari i mikroorganizama koji se u slučaju plavljenja mogu mobilizirati i prenijeti izvan granica lokacije.	topljivih tvari i mikroorganizama te površinski transport kontaminiranog sedimenta, mikroplastike i sitnih frakcija otpada prema okolnim površinama i odvodnim	povećanje mogućnosti izlaganja ljudi kontaktom s onečišćenom vodom, tлом ili sedimentom. Nakon povlačenja vode kontaminirani sediment i mikroplastika mogu zaostati na površinama, čime se produljuje potencijalna izloženost. Konkretno zdravstvene posljedice nisu utvrđene.			
Kumulativni utjecaj	Postojeće stanje – bez inundacije	Istodobno su utvrđeni metali u kontaktnom tlu, mikroplastika, mikrobiološka kontaminacija, povišeni DOC i TDS te potencijal stvaranja procjednih voda.	Dugotrajno zadržavanje heterogenog otpada u neposrednom kontaktu s tлом, bez zaštitnih slojeva i odvodnje.	Istodobno djelovanje fragmentacije plastike, biološke razgradnje, ispiranja tvari i infiltracije procjednih voda.	Kumulativno okolišno opterećenje najizraženije unutar tijela otpada i kontaktne zone, uz mogućnost postupnog povećavanja ako otpad ostane na lokaciji.	1	3	4
Kumulativni utjecaj	Scenarij inundacije	Poplava može istodobno mobilizirati otopljene tvari, metale, mikroorganizme, mikroplastiku i lake frakcije otpada.	Položaj tijela otpada unutar inundacijskog područja i izostanak zaštitnih barijera.	Kombinacija ispiranja, površinskog transporta i taloženja onečišćenog sedimenta i otpada izvan lokacije.	Prostorno šire i složenije onečišćenje tla, voda i staništa; potrebna dugotrajnija sanacija, uz moguće rezidualne učinke.	4	4	5

4.2.1 Karakteristike otpada i lokacije

Predmet vještačenja obuhvaća dvije prostorno odvojene lokacije nelegalno odloženog otpada na k.č. 13944/1 k.o. Varaždin, unutar gospodarsko-industrijskog područja u Podravskoj ulici. Lokacija je ograda, najbliže kuće udaljene su približno 650 m, a rijeka Drava oko 500 m. Sjeverna i južna lokacija međusobno su udaljene približno 150 m te se razlikuju prema načinu odlaganja, količini, sastavu i fizikalno-kemijskim svojstvima materijala.

4.2.1.1 Sjeverna lokacija

Sjeverna lokacija predstavlja glavno tijelo otpada, koje je odloženo iznad postojeće površine tla u obliku humka. Geodetskim snimanjem utvrđeno je da zauzima površinu od 1.702,95 m² i volumen od 3.649,96 m³, dok je na temelju izmjerenih gustoća procijenjena ukupna masa otpada od približno 1.351,95 t. Otpad je neravnomjerno nasut u slojevima debljine od približno 10 do 360 cm. Vlažnost, gustoća i udio organske tvari znatno se razlikuju između pojedinih slojeva, što potvrđuje izraženu horizontalnu i vertikalnu heterogenost otpada.

Rezultati fizikalnih analiza, granulometrije, sortiranja i mikroskopiranja pokazuju da se radi o izrazito heterogenom i višeslojnom tijelu mehanički obrađenog miješanog otpada, nastalom sukcesivnim odlaganjem i prekrivanjem različitih vrsta materijala. U sastavu dominiraju sitna frakcija, plastične folije, tvrda plastika i sintetska vlakna, uz lokalnu prisutnost tekstila, gume, metala, građevinskog otpada, muljevitog materijala te dijelova medicinske i zaštitne opreme. Kemijskim analizama utvrđene su povišene koncentracije pojedinih metala, osobito bakra, cinka, olova, nikla, kroma i antimona. Test procjeđivanja pokazuje izraženu mobilnost otopljenih organskih tvari. Graničnu vrijednost DOC-a od 800 mg/kg s.t. za prihvata na odlagalište neopasnog otpada prekoračuje ukupno jedanaest uzoraka, dok uzorci R4.2, R5.3, R6.1, R6.2, R6.3 i R6.4, s vrijednostima od 1.610 do 4.030 mg/kg s.t., prelaze i vrijednost od 1.000 mg/kg s.t. navedenu za prihvata na odlagalište opasnog otpada. Najviša vrijednost DOC-a od 4.030 mg/kg s.t. utvrđena je u R5.3. U R4.2 dodatno je utvrđeno i prekoračenje kriterija za bakar u eluatu, 53 mg/kg s.t. u odnosu na 50 mg/kg s.t.

Vrijednosti TDS-a kreću se od 1.140 do 25.920 mg/kg s.t. i u većem broju uzoraka prelaze kriterije za inertni otpad, čime se potvrđuje značajan potencijal ispiranja ukupno otopljenih tvari. TDS ipak ne prelazi kriterij prihvata za neopasni otpad, pa je DOC odlučujući parametar zbog kojeg dio uzoraka prema kriterijima prihvata prelazi čak i vrijednosti predviđene za odlagalište opasnog otpada.

Slijedom toga, sjeverni materijal se ne može kao cjelina karakterizirati kao otpad prikladan za odlaganje na odlagalište neopasnog otpada. Zbog prekoračenja graničnih vrijednosti DOC-a u više slojeva, uključujući prekoračenja vrijednosti propisane za prihvata na odlagalište opasnog otpada, potrebno ga je pri odabiru načina zbrinjavanja tretirati konzervativno, odnosno kao otpad koji zahtijeva postupanje u režimu opasnog otpada ili dodatnu obradu prije eventualnog odlaganja.

Mikrobiološkim analizama potvrđena je prisutnost *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* i oportunističkih mikroorganizama, a u pojedinim slojevima fizički su utvrđene medicinske i sanitarne sastavnice. Zbog toga se svojstvo HP 9 ne može isključiti za te izdvojene frakcije.

Sekundarna mikroplastika utvrđena je u gotovo svim analiziranim slojevima, uključujući i kontaktnu zonu s tlom.

Ukupno se sjeverna lokacija može definirati kao heterogeni, mehanički obrađeni miješani otpad antropogenog podrijetla, koji nije inertan i lokalno sadržava medicinske, muljevite i sanitarno kontaminirane frakcije koje zahtijevaju zasebno vrednovanje i postupanje.

4.2.1.2 Južna lokacija

Južna lokacija predstavlja izdvojenu mikrolokaciju udaljenu približno 150 m od glavnog tijela otpada. Za razliku od sjeverne lokacije, na kojoj je otpad nasut iznad površine tla, na južnoj lokaciji utvrđen je materijal u tlu na dubinama približno 30–80 cm. Geodetskim snimanjem nije utvrđen cjelokupan površinski ni volumni obuhvat ove lokacije, ali je prema rješenju o provođenju i proširenju istrage od 23. ožujka 2026. na tom području odloženo najmanje 30 t otpada od muljeva.

Materijal južne lokacije svojim se svojstvima bitno razlikuje od glavnog tijela otpada. U uzorku R7.3 utvrđena je izrazito visoka vlažnost od 95,3 %, gustoća čvrstih čestica od 2,75 g/cm³ i samo 4,8 % organske tvari. Radi se o pretežno mineralnom, sitnozrnatom i vrlo vlažnom materijalu, bez značajnije zastupljenosti lakih sastavnica. Sortiranjem nisu utvrđene plastika, folija, tekstil, guma, metal ni druge makroskopski prepoznatljive frakcije otpada, a mikroskopiranjem nije utvrđena mikroplastika.

Unatoč pretežno mineralnom sastavu, u materijalu su utvrđeni metali i mikrobiološko opterećenje. U kompozitu R7-8 potvrđene su povišene koncentracije bakra, kroma i antimona te prisutnost *E. coli* i *S. aureus*. Testom procjeđivanja u R8.1 utvrđeni su TDS od 4.280 mg/kg i antimon od 0,25 mg/kg, zbog čega materijal ne zadovoljava kriterije za inertni otpad, iako svi analizirani parametri zadovoljavaju kriterije za prihvata na odlagalište neopasnog otpada.

Na temelju raspoloživih podataka južna se lokacija može opisati kao zona odloženog odnosno s tlom izmiješanog otpadnog mulja nepoznatog podrijetla, vrlo visoke vlažnosti i pretežno mineralnog sastava, lokalno opterećenog metalima i mikroorganizmima. Materijal se po sastavu jasno razlikuje od miješanog otpada sjeverne lokacije. Zbog nepoznatog podrijetla mulja, ograničenog broja uzoraka i nepoznatog prostornog obuhvata nije moguće preciznije odrediti njegovu vrstu ni sva eventualna opasna svojstva, ali se ne može smatrati čistim prirodnim tlom niti inertnim materijalom.

4.2.2 Otpad kao osnovni izvor utjecaja

4.2.2.1 Sjeverna lokacija

Rezultati provedenog vještačenja potvrđuju da odloženi otpad predstavlja osnovni izvor utvrđenih i mogućih budućih utjecaja na okoliš. Utjecaji proizlaze iz njegove fizičke prisutnosti, heterogenog kemijskog i materijalnog sastava, neposrednog kontakta s tlom te dugotrajnog izlaganja oborinskim i mogućim poplavnim vodama.

Izravnim kontaktom otpada s podlogom nastale su lokalne promjene kemijskog sastava kontaktnog tla. Najizraženije opterećenje utvrđeno je u uzorcima R1.1 i R2.4, osobito za bakar i cink, uz povišene koncentracije nikla, kroma i olova. Rezultati ne potvrđuju sustavno

vertikalno prodiranje metala kroz cijelu prirodnu podlogu, ali potvrđuju lokalno zadržavanje i akumulaciju pojedinih metala neposredno ispod otpada.

Testovi procjeđivanja pokazuju da je mobilnost većine analiziranih metala ograničena. Međutim, visoke vrijednosti DOC-a i TDS-a u pojedinim slojevima te lokalno povećane vrijednosti bakra, cinka i antimona potvrđuju postojanje zona s povećanim potencijalom nastanka procjednih voda.

Oborinska voda koja infiltrira kroz heterogeno i porozno tijelo otpada može postupno ispirati topljive organske (DOC) i anorganske sastavnice te ih prenositi prema kontaktnom tlu i podzemlju.

Osjetljivost lokacije dodatno proizlazi iz njezina položaja na otvorenom vodonosniku s vrlo malo pokrovnih naslaga. Takvi uvjeti omogućuju neposredan prodor procjednih voda u podzemlje. Na vodocrpilištu Bartolovec, udaljenom približno 6,2 km nizvodno, nije utvrđen utjecaj predmetnog otpada, ali zbog produktivnosti vodonosnika i razrjeđenja eventualni lokalni utjecaj neposredno ispod i nizvodno od lokacije nije moguće isključiti.

Prema prostorno-planskoj dokumentaciji tijelo otpada nalazi se u inundacijskom području. U slučaju plavljenja poplavne vode mogu isprati DOC, metale i mikroorganizme te odnijeti mikroplastiku, sitne frakcije i lakše dijelove otpada prema okolnom tlu, odvodnim putovima i rijeci Dravi. Time bi se lokalni utjecaj mogao prostorno proširiti, dok bi nakon povlačenja vode onečišćeni sediment i sitne čestice mogli zaostati na okolnim površinama i staništima.

Mikroplastika predstavlja dugotrajan oblik opterećenja jer se veći polimerni fragmenti nastavljaju usitnjavati, dok se već nastale čestice prirodnim procesima razgrađuju vrlo sporo. Zakopanost otpada i visoka trava ograničavaju njegovo zračno i površinsko raznošenje u postojećim uvjetima, ali ne sprječavaju infiltraciju vode ni premještanje sitnih čestica unutar tijela otpada i kontaktne zone.

Sanitarno kontaminirane frakcije i medicinski predmeti dodatni su izvor lokalnog rizika. Prisutnost igala, dijelova šprica, rukavica, medicinskih cjevčica i održivih mikroorganizama predstavlja neposrednu opasnost prvenstveno za osobe koje pristupaju lokaciji ili rukuju otpadom.

Ukupno promatrano, trenutačno dokazani utjecaj otpada najizraženiji je unutar tijela odlagališta i u njegovoj kontaktnoj zoni s tlom. Nije dokazan značajan utjecaj na kvalitetu zraka, vodocrpilište Bartolovec, zaštićeno područje Regionalnog parka Mura–Drava ili područja ekološke mreže Natura 2000. Ipak, prisutnost mikroplastike, mobilnih organskih sastavnica, lokalno povišenih metala i sanitarne kontaminacije, zajedno s položajem na otvorenom vodonosniku i unutar inundacijskog područja, potvrđuje da otpad predstavlja trajan izvor mogućeg daljnjeg onečišćenja ako ostane na lokaciji.

4.2.2.2 Južna lokacija

Južna lokacija predstavlja zaseban i prostorno ograničen izvor utjecaja. Prema dokumentaciji, na ovom je području odloženo najmanje 30 t otpada od muljeva, a materijal je utvrđen u tlu na dubinama približno 30–80 cm. Analizirani materijal izrazito je vlažan, sitnozrnat i pretežno mineralnog sastava te se bitno razlikuje od otpada sjeverne lokacije.

U materijalu su utvrđene povišene koncentracije pojedinih metala te *E. coli* i *S. aureus*, što potvrđuje lokalnu kemijsku i mikrobiološku promjenu tla. U R8.1 izmjereni su TDS od 4.280

mg/kg i antimon od 0,25 mg/kg, što potvrđuje mogućnost njihova ispiranja u kontaktu s vodom. Mobilnost je ipak niža nego u najopterećenijim slojevima sjeverne lokacije.

Mikroplastika u uzorku R7.3 nije utvrđena niti su pronađene fizičke sastavnice medicinskog otpada. HP14 nije potvrđen, dok se HP9 zbog utvrđene mikrobiološke kontaminacije ne može potpuno isključiti. Postojeći utjecaj južne lokacije stoga je prvenstveno lokaliziran na zonu tla u kojoj je odloženi mulj prisutan ili izmiješan s prirodnim materijalom.

U slučaju inundacije poplavna voda može doći u kontakt s odloženim muljevitim materijalom i povećati ispiranje otopljenih tvari, uključujući TDS, antimon i druge prisutne metale, kao i mikroorganizme. Budući da je materijal vrlo vlažan, sitnozrnat i djelomično izmiješan s tlom, moguće je i odnošenje sitnih čestica i onečišćenog sedimenta na okolne površine.

Za razliku od sjeverne lokacije, na južnoj lokaciji nije potvrđena mikroplastika niti veće količine lakih frakcija otpada, pa se ne očekuje isti mehanizam fizičkog raznošenja plastike i miješanog otpada. Međutim, inundacija može povećati prostorni opseg kemijske i mikrobiološke kontaminacije prijenosom muljevitog materijala, otopljenih tvari i mikroorganizama izvan postojeće zone odlaganja.

5 Zaključak i mišljenje

5.1 Opseg, vrsta, sastav, svojstva i količina otpada

Na predmetnoj lokaciji utvrđena su dva prostorno odvojena područja odlaganja otpada – sjeverna i južna lokacija, koja se razlikuju prema količini, načinu odlaganja, sastavu i svojstvima materijala.

Na sjevernoj lokaciji nalazi se glavno tijelo otpada površine 1.702,95 m² i volumena 3.649,96 m³, s procijenjenom ukupnom masom od približno 1.351,95 t. Otpad je neravnomjerno raspoređen u slojevima debljine do približno 3,6 m. Radi se o izrazito heterogenom i višeslojnom, mehanički obrađenom miješanom otpadu antropogenog podrijetla, u kojem su zastupljene sitne frakcije, plastika, folije, sintetska vlakna, tekstil, guma, metali, građevinski i muljeviti materijal te dijelovi medicinske i zaštitne opreme.

Otpad pokazuje izraženu fizikalnu i kemijsku heterogenost te sadrži povišene koncentracije pojedinih metala i značajne količine mobilnih organskih i anorganskih sastavnica. TDS doseže 25.920 mg/kg, a DOC 4.030 mg/kg, pri čemu povišeni DOC potvrđuje mogućnost izlučivanja organske tvari i povećane potrošnje kisika. HP14 – ekotoksičnost nije potvrđen, ali su utvrđeni *E. coli*, *S. aureus* i oportunistički mikroorganizmi te medicinske i sanitarno kontaminirane frakcije, zbog čega se za te dijelove otpada HP9 – infektivno ne može isključiti.

Na južnoj lokaciji, udaljenoj približno 150 m, prema dokumentaciji je odloženo najmanje 30 t otpada od muljeva, koji je utvrđen u sloju na dubinama približno 30–80 cm. Materijal je izrazito vlažan, sitnozrnat i pretežno mineralnog sastava te se bitno razlikuje od otpada sjeverne lokacije. Lokalno je opterećen metalima i mikroorganizmima; u R8.1 utvrđeni su TDS od 4.280 mg/kg i antimon od 0,25 mg/kg. Mikroplastika u R7.3 nije potvrđena. HP14 nije utvrđen, dok se zbog prisutnosti *E. coli* i *S. aureus* HP9 ne može potpuno isključiti.

5.2 Promjene u okolišu

Provedenim vještačenjem utvrđeno je da su promjene u okolišu trenutačno najizraženije na samim lokacijama odlaganja i u neposrednoj kontaktnoj zoni s tlom, pri čemu je opseg i vrsta promjena različita na sjevernoj i južnoj lokaciji.

Na sjevernoj lokaciji neposrednim kontaktom heterogenog otpada s tlom došlo je do lokalne promjene kemijskog sastava tla. U kontaktnim uzorcima R1.1 i R2.4 utvrđene su povišene koncentracije bakra, cinka, nikla, kroma i olova, dok u R5.4 nije utvrđena izražena akumulacija metala. Time je potvrđen lokalni utjecaj na tlo, ali ne i sustavno dubinsko širenje metalnog onečišćenja kroz prirodnu podlogu.

Dodatnu promjenu predstavlja prisutnost mikroplastike u gotovo svim analiziranim slojevima glavnog tijela otpada i u kontaktnom tlu. U pojedinim slojevima utvrđene su i visoke vrijednosti DOC-a i TDS-a te mobilnost pojedinih metala. Povišeni DOC predstavlja potencijal za povećanu

mikrobiološku potrošnju kisika i razvoj lokalno hipoksičnih ili anoksičnih uvjeta u podzemnoj vodi, uz moguću promjenu mobilnosti metala. Lokalni utjecaj na podzemnu vodu neposredno ispod i nizvodno od lokacije nije moguće isključiti, dok na vodocrpilištu Bartolovec utjecaj predmetnog otpada nije utvrđen.

Na sjevernoj lokaciji utvrđena je i sanitarna kontaminacija te prisutnost medicinskih i zaštitnih materijala. Navedeno predstavlja promjenu stanja unutar tijela otpada i kontaktne zone te lokalni rizik za osobe i organizme koji s njima dolaze u neposredan kontakt. Značajan utjecaj na kvalitetu zraka, okolno stanovništvo, Regionalni park Mura–Drava i područja ekološke mreže Natura 2000 nije utvrđen.

Na južnoj lokaciji promjene su lokalizirane na zonu u kojoj je odloženi muljeviti materijal prisutan ili izmiješan s tлом. Utvrđene su povišene koncentracije pojedinih metala te prisutnost *E. coli* i *S. aureus*, što potvrđuje lokalnu kemijsku i mikrobiološku promjenu tla. U R8.1 utvrđeni TDS i antimon potvrđuju i mogućnost ispiranja pojedinih sastavnica u kontaktu s vodom. Mikroplastika u analiziranom uzorku R7.3 nije utvrđena.

U postojećem stanju, bez inundacije, utvrđene promjene ostaju pretežito lokalne. Međutim, u slučaju plavljenja njihov se karakter može bitno promijeniti. Na sjevernoj lokaciji moguće je istodobno ispiranje DOC-a, metala i mikroorganizama te raznošenje mikroplastike, sitnih frakcija i lakih dijelova otpada prema okolnom poplavnom području i rijeci Dravi.

Na južnoj lokaciji inundacija može povećati prijenos muljevito materijala, otopljenih tvari, metala i mikroorganizama izvan sadašnje zone odlaganja. Nakon povlačenja vode onečišćeni sediment i sitne čestice mogu zaostati na okolnom tlu i staništima.

Slijedom navedenog, dokazano je lokalno fizikalno, kemijsko i mikrobiološko opterećenje okoliša, najizraženije u tlu i kontaktnoj zoni s otpadom, dok značajan utjecaj na udaljenije sastavnice okoliša u postojećem stanju nije potvrđen. Položaj lokacije na otvorenom vodonosniku i unutar inundacijskog područja predstavlja okolnost koja može povećati opseg postojećih promjena ako otpad ostane na lokaciji.

5.3 Opseg, trajnost i reverzibilnost štete

Utvrđene promjene u okolišu u postojećem su stanju najvećim dijelom lokalnog opsega i vezane uz tijelo otpada te neposrednu kontaktnu zonu tla. Na sjevernoj lokaciji potvrđeno je lokalno opterećenje tla metalima i mikroplastikom, dok sustavno širenje onečišćenja izvan lokacije nije dokazano. Na južnoj lokaciji promjene su ograničene na zonu odloženog odnosno s tлом izmiješanog muljevito materijala.

U postojećim uvjetima većina utvrđenih promjena smatra se reverzibilnom uz sanaciju. Uklanjanjem otpada prekida se izvor daljnjeg ispiranja DOC-a, TDS-a, metala i drugih mobilnih sastavnica, dok se lokalno opterećeno tlo može prema potrebi ukloniti. Mikroplastika predstavlja dugotrajniju promjenu jer se vrlo sporo razgrađuje i pojedine čestice mogu zaostati u kontaktnom tlu i nakon uklanjanja glavnog tijela otpada.

U slučaju inundacije opseg i trajanje štete mogu se znatno povećati. Na sjevernoj lokaciji moguće je širenje otopljenih tvari, metala, mikroorganizama, mikroplastike i sitnih frakcija otpada prema okolnom poplavnom području i Dravi, dok bi se na južnoj lokaciji prvenstveno širili muljeviti materijal, otopljene tvari, metali i mikroorganizmi. Takav bi scenarij zahtijevao

prostorno širu i dugotrajniju sanaciju, a posljedice povezane s disperzijom mikroplastike mogle bi biti teško reverzibilne.

Zaključno, u postojećem stanju šteta je pretežito lokalna i uglavnom reverzibilna sanacijom, dok inundacija može značajno povećati njezin opseg, trajanje i složenost sanacije.

5.4 Prekoračenja regulatornih vrijednosti

Provedenim ispitivanjima utvrđena su prekoračenja kriterija za prihvata otpada na pojedine kategorije odlagališta, pri čemu su ona znatno izraženija na sjevernoj lokaciji.

Na sjevernoj lokaciji graničnu vrijednost DOC-a od 800 mg/kg s.t. za prihvata na odlagalište neopasnog otpada prekoračuje ukupno jedanaest uzoraka. Od toga uzorci R2.2, R4.3, R4.4, R5.1 i R5.2 imaju vrijednosti između 820 i 980 mg/kg s.t., dok šest uzoraka – R4.2, R5.3, R6.1, R6.2, R6.3 i R6.4 – prelazi i vrijednost od 1.000 mg/kg s.t. navedenu za prihvata na odlagalište opasnog otpada. Najviši DOC iznosi 4.030 mg/kg s.t. u uzorku R5.3. U R4.2 utvrđeno je i prekoračenje kriterija za bakar, s 53 mg/kg s.t. u odnosu na graničnu vrijednost od 50 mg/kg s.t.

Vrijednosti TDS-a na sjevernoj lokaciji dosežu 25.920 mg/kg s.t. te u većem broju uzoraka prelaze kriterij za inertni otpad, ali ne prelaze kriterij za prihvata na odlagalište neopasnog otpada. Pojedini uzorci također zbog cinka i antimona ne zadovoljavaju kriterije za inertni otpad.

Na južnoj lokaciji svi analizirani parametri zadovoljavaju kriterije za prihvata na odlagalište neopasnog otpada, ali R8.1 ne zadovoljava kriterije za inertni otpad: TDS iznosi 4.280 mg/kg u odnosu na kriterij od 4.000 mg/kg, a antimon 0,25 mg/kg u odnosu na kriterij od 0,06 mg/kg. U kontaktnom tlu utvrđene su i povišene koncentracije pojedinih metala u odnosu na regionalne geokemijske vrijednosti i orijentacijske vrijednosti za poljoprivredno tlo, osobito na sjevernoj lokaciji te za bakar i antimon na južnoj lokaciji. Međutim, budući da predmetna lokacija nije poljoprivredno zemljište, te vrijednosti korištene su orijentacijski, a ne kao izravno primjenjive regulatorne granične vrijednosti. Na južnoj lokaciji utvrđeno je 215 mg/kg bakra i 9,46 mg/kg antimona, što je višestruko iznad regionalnih vrijednosti Geokemijskog atlasa.

Slijedom navedenog, najznačajnija regulatorna odstupanja odnose se na DOC u otpadu sjeverne lokacije, dok južna lokacija prema testu procjeđivanja ne zadovoljava kriterije za inertni otpad, ali zadovoljava kriterije za prihvata na odlagalište neopasnog otpada.

5.5 Razina opasnosti i vjerojatnost nastanka štete

Razina opasnosti u postojećem stanju najveća je unutar samih lokacija odlaganja i njihove neposredne kontaktne zone s tlom. Na sjevernoj lokaciji opasnost proizlazi iz velike količine i heterogenosti otpada, povišenih koncentracija metala, visokih vrijednosti DOC-a i TDS-a, prisutnosti mikroplastike te medicinski i sanitarno kontaminiranih frakcija. Posebno su značajne visoke vrijednosti DOC-a, jer omogućuju nastanak opterećenih procjednih voda, povećanu potrošnju kisika u vodama i razvoj lokalno anoksičnih uvjeta, što može dodatno povećati mobilnost pojedinih metala.

Na južnoj lokaciji razina opasnosti je niža i prostorno ograničenija. Povezana je prvenstveno s odloženim muljevitim materijalom, povišenim koncentracijama pojedinih metala, mobilnim antimonom i mikrobiološkom kontaminacijom. Mikroplastika ondje nije potvrđena, a mobilnost analiziranih tvari manja je nego u najopterećenijim slojevima sjeverne lokacije.

U postojećim uvjetima vjerojatnost nastanka značajnije štete izvan lokacije nije visoka, budući da dosadašnjim istraživanjima nije potvrđeno sustavno širenje metalnog onečišćenja kroz prirodnu podlogu niti utjecaj na vodocrpilište Bartolovec, kvalitetu zraka ili udaljena zaštićena područja. Međutim, mogućnost lokalnog utjecaja na tlo i podzemnu vodu neposredno ispod i nizvodno od lokacije postoji te raste s vremenom zadržavanja otpada i ponavljanim ispiranjem oborinskom vodom.

Znatno nepovoljniji scenarij predstavlja inundacija. U slučaju plavljenja povećava se vjerojatnost istodobnog ispiranja metala, DOC-a, mikroorganizama i drugih topljivih sastavnica te, osobito sa sjeverne lokacije, fizičkog raznošenja mikroplastike i sitnih frakcija otpada. Time bi se lokalni utjecaj mogao proširiti na okolno tlo, sediment, odvodne putove i rijeku Dravu, a posljedice bi bile prostorno šire i teže sanirati.

Slijedom navedenog, razina opasnosti u postojećem stanju ocjenjuje se kao lokalno značajna, ali prostorno ograničena, dok je vjerojatnost nastanka šire okolišne štete u sadašnjim uvjetima umjerena. Dugotrajno zadržavanje otpada, otvoreni vodonosnik i osobito mogućnost inundacije povećavaju vjerojatnost nastanka prostorno šire i složenije štete.

5.6 Zaključak

Provedenim vještačenjem utvrđeno je da se na predmetnoj lokaciji nalaze dvije prostorno i sadržajno različite zone nepropisno odloženog otpada. Sjeverna lokacija predstavlja glavni izvor okolišnog opterećenja, s približno 1.352 t heterogenog, višeslojnog i mehanički obrađenog miješanog otpada, dok je na južnoj lokaciji odloženo najmanje 30 t muljevitog materijala nepoznatog podrijetla, pretežno mineralnog sastava.

Na sjevernoj lokaciji utvrđene su lokalne promjene kemijskog sastava kontaktnog tla, prisutnost mikroplastike u gotovo svim analiziranim slojevima, povećane vrijednosti DOC-a i TDS-a te sanitarna i mikrobiološka kontaminacija. Posebno je značajan DOC, koji u većem broju uzoraka prelazi kriterij za prihvrat na odlagalište neopasnog otpada, a u šest uzoraka i vrijednost navedenu za prihvrat na odlagalište opasnog otpada. Takav materijal ima povećan potencijal stvaranja opterećenih procjednih voda, uz mogućnost povećane potrošnje kisika i razvoja lokalno anoksičnih uvjeta u podzemlju. Na južnoj lokaciji utvrđena je lokalna kemijska i mikrobiološka promjena zone odloženog mulja, uz mobilnost pojedinih otopljenih tvari i antimona, ali bez potvrđene mikroplastike.

Utvrđeni utjecaj u postojećem je stanju najvećim dijelom lokalan i vezan uz tijelo otpada i kontaktnu zonu tla. Nije potvrđeno sustavno širenje metalnog onečišćenja kroz prirodnu podlogu niti značajan utjecaj na kvalitetu zraka, vodocrpilište Bartolovec, Regionalni park Mura–Drava ili područja ekološke mreže Natura 2000. Ipak, s obzirom na to da je otpad odložen bez temeljnog brtvenog sloja, na otvorenom vodonosniku s vrlo malo pokrovnih naslaga, mogućnost lokalnog utjecaja na podzemnu vodu neposredno ispod i nizvodno od lokacije ne može se isključiti.

Većina utvrđenih promjena u postojećem stanju može se uklanjanjem otpada i sanacijom kontaktne zone bitno smanjiti ili ukloniti. Dugotrajniji problem predstavlja mikroplastika, koja se u okolišu razgrađuje vrlo sporo i može djelomično zaostati u tlu i nakon uklanjanja glavnog tijela otpada. Zadržavanjem otpada na lokaciji nastavlja se mogućnost ispiranja organskih i anorganskih sastavnica te postupnog povećavanja kumulativnog okolišnog opterećenja.

Posebno nepovoljan scenarij predstavlja inundacija. U slučaju plavljenja sjeverne lokacije moguće je istodobno ispiranje DOC-a, metala i mikroorganizama te fizičko raznošenje mikroplastike, sitnih i lakih frakcija otpada prema okolnom području i rijeci Dravi. Na južnoj lokaciji moguć je prijenos muljevitog materijala, otopljenih tvari, metala i mikroorganizama izvan sadašnje zone odlaganja. Takav bi događaj povećao prostorni opseg, trajnost i složenost štete te otežao potpunu sanaciju, osobito nakon disperzije mikroplastike i sitnih kontaminiranih čestica.

Slijedom svega navedenog, odloženi otpad predstavlja trajan izvor fizičkog, kemijskog i sanitarnog opterećenja okoliša sve dok ostaje na lokaciji. Njegovim uklanjanjem i odgovarajućom sanacijom zahvaćenog tla moguće je prekinuti glavninu utvrđenih i potencijalnih putova onečišćenja te značajno smanjiti vjerojatnost nastanka prostorno šire i dugotrajnije štete za okoliš i zdravlje ljudi.

6 Popis literature

- VIDAČEK, Ž., BOGUNOVIĆ, M., HUSNJAK, S., SRAKA, M., BENS, A. & PETOŠIĆ, D. (2004): Hidropedološka karta Republike Hrvatske (mjerilo 1:300.000).- Arhiv Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
- Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I., & Canning-Clode, J. (2016). *Microplastics as vector for heavy metal contamination from the marine environment*. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 178, 189–195.
- Filella, M., Belzile, N., & Chen, Y.W. (2002). *Antimony in the environment: a review focused on natural waters*. Earth-Science Reviews, 57, 125–176.
- Frias, J.P.G.L., & Nash, R. (2019). *Microplastics: Finding a consensus on the definition*. Marine Pollution Bulletin, 138, 145–147.
- Gupta, S. et al. (2025). *Landfills as reservoirs and sources of microplastics: current knowledge and future perspectives*.
- Holmes, L.A., Turner, A., & Thompson, R.C. (2012). *Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment*. Environmental Pollution, 160, 42–48.
- Upadhyay, R., & Bajpai, P.K. (2021). *Microplastics generation and release from landfilled plastic waste*.
- Wojnowska-Baryła, I., Kulikowska, D., & Bernat, K. (2022). *Microplastics in landfills: sources, occurrence and environmental fate*. Science of the Total Environment.
- Asadi, M.J., Kermani, M., Jonidi Jafari, A., Kalantary, R.R., Esrafil, A. and Sobhi, H.R. (2025) *Investigating the amount of macro, meso, and microplastics in soil around a landfill in northwest Iran and the effect of prevailing wind on their distribution*. Journal of Environmental Management, 372, 123873.
- BAČANI, A. & POSAVEC, K. (2008): Elaborat o zaštitnim zonama izvorišta Varaždin, Bartolovec i Vinokovščak.- Arhiv Ruarsko-geološko-naftnog fakulteta, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- HGI (2009): Tumač Geološke karte Republike Hrvatske (M 1:300,000).- Arhiv Hrvatskog geološkog instituta, Zagreb.
- MARKOVIĆ, S. & MIOČ, P. (1986): Osnovna geološka karta – list Nađ Kaniža, L 33-58, Mjerilo 1:100.000, Tumač.- Arhiv Hrvatskog geološkog instituta, Zagreb.
- MIOČ, P. & MARKOVIĆ, S. (1998): Osnovna geološka karta – list Čakovec, L 33-57, Mjerilo 1:100.000, Tumač.- Arhiv Hrvatskog geološkog instituta, Zagreb.
- Narodne novine (64/23; 88/23): Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode vode za ljudsku potrošnju.



ŠIMUNIĆ, A., PIKIJA, M. & HEĆIMOVIĆ, I. (1982): Osnovna geološka karta – list Varaždin, L 33-69, Mjerilo 1:100.000, Tumač.- Arhiv Hrvatskog geološkog instituta, Zagreb.

ŠIMUNIĆ, A., HEĆIMOVIĆ, I. & AVANIĆ, R. (1982): Osnovna geološka karta – list Koprivnica, L 33-70, Mjerilo 1:100.000, Tumač.- Arhiv Hrvatskog geološkog instituta, Zagreb.

Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti biološkim štetnostima na radu, NN 129/2020, <https://narodne-novine.nn.hr/eli/sluzbeni/2020/129/2459>

7 Popis slika

Slika 1.	Lokacija nelegalno odloženog otpada s udaljenostima	3
Slika 2.	Uža slika lokacije (sjeverne i južne) na ortofoto prikazu.....	3
Slika 3.	Sjeverna lokacija odloženog otpada na ortofoto prikazu sa označenim točkama uzorkovanja ⁴	
Slika 4.	Južna lokacija odloženog otpada na ortofoto prikazu sa označenim točkama uzorkovanja ⁵	
Slika 5.	Zaprimljeni uzorci	7
Slika 6.	Uzorci spremni za analizu	7
Slika 7.	Uzorak iz iskopa R1.....	8
Slika 8.	Uzorci iz iskopa R2.....	8
Slika 9.	Uzorak iz iskopa R3.....	8
Slika 10.	Uzorci iz iskopa R4.....	9
Slika 11.	Uzorci iz iskopa R5.....	9
Slika 12.	Uzorci iz iskopa R6.....	10
Slika 13.	Uzorci iz iskopa R7.....	10
Slika 14.	Oblak točaka s prikazanim područjima obračuna volumena (Sveučilište Sjever, 2026)	26
Slika 15.	Ucrtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina – kartografski prikaz 1. Korištenje i namjena prostora	28
Slika 16.	Ucrtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina – kartografski prikaz 2.2. Vodnogospodarski sustavi, 2.2.2. Odvodnja otpadnih voda i gospodarenje otpadom	29
Slika 17.	Ucrtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina – kartografski prikaz 3. Uvjeti korištenja i zaštite prostora, 3.2. Područja posebnih ograničenja u korištenju	30
Slika 18.	Ucrtano na izvodu iz Prostornog plana uređenja Grada Varaždina – kartografski prikaz 4.10. Građevinsko područje naselja Varaždin unutar granica GUP-a	31
Slika 19.	Ucrtano na izvodu iz Generalnom urbanističkom planu Grada Varaždina: kartografski prikaz 4.3.a Uvjeti korištenja i zaštite prostora – oblici korištenja	32
Slika 20.	Granulometrijska krivulja uzorka R1.1	37
Slika 21.	Granulometrijska krivulja uzorka R2.1	38
Slika 22.	Granulometrijska krivulja uzorka R2.2	38

Slika 23.	Granulometrijska krivulja uzorka R2.3	39
Slika 24.	Granulometrijska krivulja uzorka R2.4	39
Slika 25.	Granulometrijska krivulja uzorka R3.1	40
Slika 26.	Granulometrijska krivulja uzorka R4.1	40
Slika 27.	Granulometrijska krivulja uzorka R4.2	41
Slika 28.	Granulometrijska krivulja uzorka R4.3	41
Slika 29.	Granulometrijska krivulja uzorka R4.4	42
Slika 30.	Granulometrijska krivulja uzorka R5.1	42
Slika 31.	Granulometrijska krivulja uzorka R5.2	43
Slika 32.	Granulometrijska krivulja uzorka R5.3	43
Slika 33.	Granulometrijska krivulja uzorka R5.4	44
Slika 34.	Granulometrijska krivulja uzorka R6.1	44
Slika 35.	Granulometrijska krivulja uzorka R6.2	45
Slika 36.	Granulometrijska krivulja uzorka R6.3	45
Slika 37.	Granulometrijska krivulja uzorka R7.3	46
Slika 38.	Uzorak R1.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	47
Slika 39.	Uzorak R2.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	47
Slika 40.	Uzorak R2.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	47
Slika 41.	Uzorak R2.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	48
Slika 42.	Uzorak R3.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	48
Slika 43.	Uzorak R4.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	49
Slika 44.	Uzorak R4.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	49
Slika 45.	Uzorak R4.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	49
Slika 46.	Uzorak R4.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	50
Slika 47.	Uzorak R5.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	51
Slika 48.		51
Slika 49.	Uzorak R6.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	51
Slika 50.	Uzorak R6.2- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	52
Slika 51.	Uzorak R6.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	52
Slika 52.	Uzorak R7.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 μm	52
Slika 53.	Pregledna hidrogeološka karta	79
Slika 54.	Slika Cu – na točki 2278 – 30 mg/kg, na točki 2279 - 32 mg/kg	80
Slika 55.	Slika Pb – na točki 2278 61, na točki 2279 - 220mg/kg)	81
Slika 56.	Slika Zn – na točki 2278 – 133 mg/kg, na točki 2279 – 591 mg/kg	81

Slika 57.	Slika Ciljevi očuvanja za HR1000013 Dravske akumulacije	83
Slika 58.	Slika Ciljevi očuvanja za HR2001307 Drava – akumulacije.....	84
Slika 59.	Slika Položaj k.č. 13944/1 u odnosu na Natura područja.....	85
Slika 60. godini	Vremenski niz satnih koncentracija NO ₂ na mjernoj postaji Varaždin-1 u 2025. 87	
Slika 61. godini	Vremenski niz satnih koncentracija O ₃ na mjernoj postaji Varaždin-1 u 2025. 88	
Slika 62.	Čestine vjetra na lokaciji Varaždin	89
Slika 63.	Ruža vjetrova Varaždin.....	89
Slika 64.	Prikaz vodocrpilišta u širem području lokacije.....	90
Slika 65.	Uzorak R1.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	109
Slika 66.	Uzorak R2.1 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	110
Slika 67.	Uzorak R2.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	111
Slika 68.	Uzorak R2.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	111
Slika 69.	Uzorak R3.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	112
Slika 70.	Uzorak R4.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	113
Slika 71.	Uzorak R4.2 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	113
Slika 72.	Uzorak R4.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	114
Slika 73.	Uzorak R4.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	114
Slika 74.	Uzorak R5.4 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	117
Slika 75.	Uzorak R6.1- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	118
Slika 76.	Uzorak R6.2- Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	118
Slika 77.	Uzorak R6.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	119
Slika 78.	Uzorak R7.3 - Slike dobivene mikroskopiranjem u mjerilu 500 µm.....	120

8 Popis tablica

Tablica 1.	Karakteristike uzimanja pojedinih uzoraka	10
Tablica 2.	Popis vrsta provedenih ispitivanja	13
Tablica 3.	Opasna svojstva otpada (H1–H15 / HP1–HP15) s primjerima spojeva i aktivnosti 18	
Tablica 4.	Usporedni prikaz ekotoksikološkog biotesta i kemijskog izračuna za definiranje ekotoksičnosti 20	
Tablica 5.	Pojavni oblici Cu, Zn i Pb i njihova svojstva	22
Tablica 6.	Rezultati analize testa procjeđivanja za uzorke uzete tijekom pretrage	34
Tablica 7.	Vlažnost, gustoća čvrstih čestica, udio organske tvari, udio metala, granulometrija 36	
Tablica 8.	Gustoća u rahlom i zbijenom stanju (plavim je označen uzorak tla/sličan tlu) ...	36
Tablica 9.	Rezultati ispitivanja sastava krute faze (metali) (mg kg^{-1}) (sjeverna lokacija)	53
Tablica 10.	Pojedinačne i ukupne vrijednosti PAH-ova u suhoj tvari.	54
Tablica 11.	Pesticidi i ostali organski parametri (mg kg^{-1}).....	54
Tablica 12.	Usporedna tablica rezultata ispitivanja za PAH-ove	55
Tablica 13.	Rezultati mjerenja teških metala i ogrijevne vrijednosti (sjeverna lokacija) ...	55
Tablica 14.	Usporedba suhe tvari i testova na vodenim organizmima.	56
Tablica 15.	Rezultati sortiranja uzoraka iz sjeverne lokacije i rezultati soritranja uzorka R7.3 – južna lokacija	57
Tablica 16.	Rezultati mikrobioloških analiza.....	75
Tablica 17.	Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – fizikalno-kemijski pokazatelji	91
Tablica 18.	Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – mikrobiološki pokazatelji	92
Tablica 19.	Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – kemijski pokazatelji 92	
Tablica 20.	Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – zdravstvena ispravnost	94
Tablica 21.	Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – metali i metaloidi .	95
Tablica 22.	Prikaz kakvoće sirove vode na vodocrpilištu Bartolovec – pesticidi	96



Tablica 23. Izmjerene vrijednosti i vrijednosti uzete u proračun za Cu, Zn i Pb za kompozitne
uzorke 120

Tablica 24. Usporedba teških metala s vrijednostima iz Geokemijskog atlasa i Pravilnika
127

