



**NASTAVNI ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO ISTARSKE ŽUPANIJE
ISTITUTO FORMATIVO DI SANITÀ PUBBLICA DELLA REGIONE ISTRIANA
SLUŽBA ZA ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU
ODJEL ZA ZAŠTITU I UNAPREĐENJE OKOLIŠA**

**PROGRAM PRAĆENJA EKOLOŠKOG STANJA OKOLIŠA
USLIJED RADA ŽUPANIJSKOG CENTRA ZA GOSPODARENJE
OTPADOM KAŠTIJUN
U 2024. GODINI**



Pula, ožujak 2025.

Naslov: **PROGRAM PRAĆENJA EKOLOŠKOG STANJA OKOLIŠA
USLIJED RADA ŽUPANIJSKOG CENTRA ZA
GOSPODARENJE OTPADOM KAŠTIJUN U 2024. GODINI**

Izvršitelj: **Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije**
- Istituto formativo di sanità pubblica della Regione Istriana
Služba za zdravstvenu ekologiju
Odjel za zaštitu i unapređenje okoliša
Vladimira Nazora 23, 52 100 Pula

Naručitelj: **Istarska županija**
Flanatička 29, 52 100 Pula

Dokument br.: 01/01-433/28-23 od 26.03.2024.

Izrada izvještaja: Vesna Kauzlarić, dipl.ing.biol.
Nina Grbac, dipl.ing.preh.teh.
dr.sc. Ozren Grozdanić, mag.ing.cheming.
Iva Finderle, mag.nutr.
Željko Stipić, dipl.ing.kem.teh.
Toni Šipalo, mag.ing.bioproc.
Goran Crvelin, dipl.sanit.ing. (NZZJZ PGŽ)

Voditelj Odjela za zaštitu i unapređenje okoliša: Voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju:

Vesna Kauzlarić, dipl.ing.biol.

Nina Grbac, dipl.ing.preh.teh.

Sadržaj

1. UVOD	2
2. PRAĆENJE EKOLOŠKIH POKAZATELJA	4
2.1 PRAĆENJE KVALITETE PODZEMNIH VODA	4
2.1.1 ISPITIVANJA U 2024. GODINI.....	7
2.1.2. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2024. GODINE.....	10
2.2 PRAĆENJE KVALITETE TLA.....	12
2.2.1. UVOD	12
2.2.2. ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI.....	12
2.2.3. METODE MJERENJA.....	14
2.2.3.1. UZORKOVANJE	14
2.2.3.2. ODREĐIVANJE pH VRIJEDNOSTI TLA	14
2.2.3.3. ODREĐIVANJE UKUPNOG SADRŽAJA ODABRANIH ELEMENATA.....	14
2.2.3.4. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ODABRANIH POSTOJANIH ORGANSKIH ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI.....	15
2.2.4 REZULTATI I RASPRAVA	16
2.2.4.1 pH VRIJEDNOST TLA I UKUPAN SADRŽAJ ODABRANIH ELEMENATA.....	16
2.2.4.2 ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA.....	18
2.2.5 ZAKLJUČAK	23
2.3 PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA	24
2.3.1. UVOD	24
2.3.2. KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI RAZINA DUŠIKOVA DIOKSIDA U ZRAKU	26
2.3.3 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM _{2,5} U ZRAKU.....	27
2.3.4 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM ₁₀ U ZRAKU.....	28
2.3.5 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI PRAĆENJA RAZINA SPECIFIČNIH PARAMETARA KOD MJERENJA POSEBNE NAMJENE (KVALITETA ŽIVLJENJA - DODIJAVANJE MIRISOM)	29
2.3.6 ZAKLJUČAK	31
2.4 MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA I SADRŽAJA METALA U NJIMA NA PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN ZA 2024. GODINU	32
2.4.1. UVOD	32
2.4.2. POPIS SKRAĆENICA	33
2.4.3 ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI.....	34

2.4.4. METODE MJERENJA.....	35
2.4.5. REZULTATI I RASPRAVA.....	36
2.4.5.1 PM₁₀ frakcija lebdećih čestica*	36
2.4.5.2 Sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica*	40
2.4.7. KATEGORIZACIJA PODRUČJA PREMA STUPNJU ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA.....	44
2.4.8. ZAKLJUČAK.....	45
2.5 OLFAKTOMETRIJSKA MJERENJA NA UTJECAJNOM PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN U 2024. GODINI.....	46
2.5.1 UVOD	46
2.5.2. METODE MJERENJA.....	48
2.5.3 REZULTATI I RASPRAVA.....	51
2.5.4 KONCENTRACIJA MIRISA (OU) I UTJECAJ VJETRA NA PODRUČJU NASELJA OPĆINE MEDULIN, NASELJA VALDEBEK I ŠIKIĆI	54
2.5.6 ZAKLJUČAK.....	60
3. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA	61
LITERATURA	64

1. UVOD

Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije je tijekom 2020. i 2021. godine proveo Program praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun u suradnji s Nastavnim zavodom za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije i Medicinskim fakultetom u Rijeci.

Program je obuhvatio:

- komparativne podatke ispitivanja praćenja stanja podzemnih i otpadnih voda od 2018. do 2021. godine,
- praćenje kvalitete tla u 2021. godini,
- praćenje kvalitete zraka od 2019. do 2021. godine,
- mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala u njima za 2021. godinu,
- olfaktometrijska mjerenja u 2021. godini
- biološki monitoring u 2021. godini

Ustanovljeno je da praćenje ekoloških i humanih bioloških pokazatelja nije pokazalo direktnu poveznicu između okolišnih čimbenika i zdravlja ispitanika s područja ŽCGO Kaštijun i starog odlagališta Kaštijun.

Olfaktometrijska mjerenja pokazala su pojavnost neugodnih mirisa i time narušavanje kvalitete života u naseljima.

Anketiranje ispitanika pokazalo je trenutnu zabrinutost o stanju okoliša u kojem žive i mogućem negativnom utjecaju Kaštijuna na kvalitetu njihovog života.

Prema zaključcima iz provedenog Programa pristupilo se praćenju ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun u 2022. godini. Praćenje ekološkog stanja obuhvaćalo je: praćenje kvalitete podzemnih voda tri puta godišnje, praćenje kvalitete tla dva puta godišnje, praćenje kvalitete zraka tokom cijele godine, mjerenje PM_{2.5} frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala u njima kroz 4 turnusa godišnje te olfaktometrijska mjerenja dva puta tjedno tokom cijele godine. Otpadne vode nisu bile uključene u praćenje, jer je zaključeno da ne predstavljaju ekološku i zdravstvenu prijetnju, iz razloga što se voda ponovno koristi u zatvorenom sustavu ŽCGO Kaštijun.

Tijekom 2022. godine završila je i sanacija starog odlagališta Kaštijun, koji je postao zeleni prostor.

Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun nastavio se u 2023. godini te je obuhvaćao: praćenje kvalitete podzemnih voda tri puta godišnje, praćenje kvalitete tla tri puta godišnje, praćenje kvalitete zraka tokom cijele godine, mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala u njima kroz 4 turnusa godišnje te olfaktometrijska mjerenja dva puta tjedno tokom cijele godine. Mjerenja u 2023. godini i dalje pokazuje narušenu kvalitetu života radi pojavnosti neugodnih mirisa u blizini ŽCGO Kaštijun.

Nastavak Programa slijedio je u 2024. godini te je obuhvaćao ista praćenja kao i u 2023. godini.

2. PRAĆENJE EKOLOŠKIH POKAZATELJA

2.1 PRAĆENJE KVALITETE PODZEMNIH VODA

Praćenje kvalitete podzemnih voda odvijalo se na tri pijezometra (zdenaca za mjerenje razine podzemnih voda) smještenih unutar područja ŽCGO Kaštijun. Pijezometri su označeni oznakama B1, B2 i B3, te su locirani na slijedećim koordinatama (Slika 3.):

- B1 – 44°50'32"N, 13°53'10"E
- B2 - 44°50'16"N, 13°53'20"E
- B3 - 44°50'22"N, 13°53'05"E

Uzorkovanje podzemne vode bilo je moguće isključivo uz upotrebu profesionalnih aparata (pumpi), radi njihove dubine (B1-45,2 m, B2-44,2 m i B3-43 m).

Praćenje stanja podzemnih voda nije zahtjev Rješenja o okolišnoj dozvoli, Ministarstva zaštite okoliša i prirode, od 3. ožujka 2015. godine., već zahtjev ŽCGO Kaštijun kao dodatno praćenje utjecaja na okoliš. Parametri za praćenje stanja podzemnih voda preuzeti su iz Rješenja o okolišnoj dozvoli, tablica 1.4.2. Mjerenja emisija u vode.

Svi parametri ispitivanja navedeni u tablicama 1., 2., 3. i 4. rađeni su prema akreditiranim metodama prema normama HRN EN ISO ili Standard Methods.

Vrednovanje rezultata podzemnih voda iz pijezometara za potrebe Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun izvršeno je prema Uredbi o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023), Tablica 2. Standardi kakvoće podzemnih voda i Tablica 3. Granične vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari (Slika 1. i 2.).

Slika 1. Tablica 2. Standardi kakvoće podzemnih voda

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Standard kakvoće
Podzemne vode, osim mineralnih i geotermalnih voda		
nitriti (NO ₂)*	mg/l	50
aktivne tvari u pesticidima** uključujući njihove relevantne metabolite, produkte razgradnje i reakcij*	µg/l	0,1 pojedinačno 0,5 ukupno***

(Izvor: Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023))

Slika 2. Tablica 3. Granične vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Granična vrijednost
A) Podzemne vode, osim mineralnih i geotermalnih voda		
1. koji se može pojaviti prirodno i/ili kao rezultat ljudske djelatnosti		
arsen (As)*	µg/l	10
kadmij (Cd)	µg/l	5
olovo (Pb)*	µg/l	10
živa (Hg)	µg/l	1
amonij (NH ₄)*	mg/l	0,5
kloridi (Cl)	mg/l	250
sulfati (SO ₄)*	mg/l	250
ortofosfati (P)*	mg/l	0,2
nitriti (NO ₂)	mg/l	0,5
ukupni fosfor (P)*	mg/l	0,35
2. umjetne sintetičke tvari		
suma trikloretilena i tetrakloretilena	µg/l	10
3. koji upućuje na prodore slane vode ili druge prodore		
električna vodljivost	µS/cm	2 500

(Izvor: Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023))

Granične vrijednosti iz tablica 2. i 3. Uredbi o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023) uzete su za procjenu stanja ispitivanih podzemnih voda iz pijezometra.

Slika 3. Lokacije pijezometara B1, B2, i B3



(Izvor: Google Earth, 2022.)

2.1.1 ISPITIVANJA U 2024. GODINI

Ispitivanja podzemnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2024. godini izvedena su od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u mjesecu travnju, kolovozu, rujnu i studenom. Analizirani su uzorci podzemne vode s tri piježometra označenih B1, B2 i B3. Rezultati analize prikazani su u Tablici 4., 5. i 6.

Tablica 1. Rezultati analiza piježometra B1, B2 i B3 u travnju 2024.godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2024.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	14,5	14,0	14,0
temperatura zraka	°C	26,0	26,0	27,0
pH		7,1	6,9	6,8
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	19,0	19,2	19,0
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	1,8	2,3	3,4
KPK - bikromat	mg O ₂ /L	1,20	0,70	1,65
BPK 5	mg O ₂ /L	0,82	<0,50	0,91
Amonij	mg N/L	0,012	0,009	0,514
Nitrit	mg N/L	<0,003	<0,003	<0,003
Dušik - ukupni	mg N/L	15,305	14,924	15,730
Nitrat	mg/L	9,28	11,4	11,2
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,013	0,015	0,016
Fenolni indeks	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0
TOC	mg/L	0,846	2,32	10,4
Masti i ulja	µg/L	<15	33	87
Ugljikovodici (uljni indeks)	µg/L	<15	<15	43
Krom 6 (Cr)	mg/L	<0,011	<0,011	<0,011
Olovo (Pb)	µg/L	<0,3	<0,3	<0,3
Krom-ukupni (Cr)	µg/L	<1,0	<1,0	<1,0
Željezo (Fe)	µg/L	5	13	8
Bakar (Cu)	µg/L	<1	2	12
Cink(Zn)	µg/L	<10	<10	<10
Nikal (Ni)	µg/L	<1	2	11
Kadmij (Cd)	µg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Mangan (Mn)	µg/L	<1	14	181
Arsen (As)	µg/L	<1	<1	<1
Barij (Ba)	µg/L	0,124	0,210	0,105
Živa (Hg)	µg/L	<0,02	0,04	<0,02
Selen (Se)	µg/L	<1	<1	<1
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	<0,00060	<0,00060	<0,00060
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	<0,050	0,142	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID _L	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID _D	1	1	1

Tablica 2. Rezultati analiza pijezometra B2 i B3 u kolovozu i B1 u rujnu 2024.godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2024.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	18,0	15,0	15,0
temperatura zraka	°C	16,0	30,0	32,0
pH		7,3	7,0	7,0
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	21,8	22,3	22,9
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	151	<2	3,9
KPK - bikromat	mg O ₂ /L	1,99	1,60	7,84
BPK 5	mg O ₂ /L	1,3	0,94	5,05
Amonij	mg N/L	0,004	0,010	0,515
Nitrit	mg N/L	<0,003	<0,003	<0,003
Dušik - ukupni	mg N/L	11,6	10,580	8,055
Nitrat	mg/L	11,9	10,2	6,53
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,789	0,024	0,028
Fenolni indeks	mg/L	6,2	<2,0	<2,0
TOC	mg/L	1,18	2,14	9,92
Masti i ulja	µg/L	29	15	21
Ugljikovodici (uljni indeks)	µg/L	15	<15	<15
Krom 6 (Cr)	mg/L	<0,011	<0,011	<0,011
Olovo (Pb)	µg/L	1,38	<0,10	<0,10
Krom-ukupni (Cr)	µg/L	5,19	<0,50	1,87
Željezo (Fe)	µg/L	875,2	2,06	1,90
Bakar (Cu)	µg/L	2,08	2,02	12,6
Cink(Zn)	µg/L	8,93	3,19	5,23
Nikal (Ni)	µg/L	9,08	4,54	15,8
Kadmij (Cd)	µg/L	<0,08	<0,03	<0,03
Mangan (Mn)	µg/L	20,9	36,7	357,1
Arsen (As)	µg/L	1,38	0,33	0,35
Barij (Ba)	µg/L	<12,5	33,0	58,3
Živa (Hg)	µg/L	<0,02	0,28	<0,15
Selen (Se)	µg/L	<1,25	<0,50	<0,50
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	<0,00060	<0,00060	<0,00060
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	0,116	0,219	0,199
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID _L	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID _D	1	1	1

Tablica 3. Rezultati analiza pijezometra B1, B2 i B3 u studenom 2024. godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2024.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	15,0	15,0	15,0
temperatura zraka	°C	14,0	15,0	15,0
pH		7,0	6,9	6,8
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	18,4	19,0	18,9
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2	<2	<2
KPK - bikromat	mg O ₂ /L	1,12	1,63	1,12
BPK 5	mg O ₂ /L	0,81	0,85	0,83
Amonij	mg N/L	<0,002	0,004	0,005
Nitrit	mg N/L	<0,003	<0,003	<0,003
Dušik - ukupni	mg N/L	9,377	9,704	11,265
Nitrat	mg/L	9,28	9,70	9,30
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,032	0,018	0,027
Fenolni indeks	mg/L	<2,0	2,5	5,1
TOC	mg/L	1,46	2,68	9,38
Masti i ulja	µg/L	26	40	44
Ugljikovodici (uljni indeks)	µg/L	<15	<15	<15
Krom 6 (Cr)	mg/L	<0,011	<0,011	<0,011
Olovo (Pb)	µg/L	0,58	0,40	0,25
Krom-ukupni (Cr)	µg/L	0,50	<0,50	0,57
Željezo (Fe)	µg/L	5,23	6,78	14,2
Bakar (Cu)	µg/L	1,78	3,93	12,3
Cink(Zn)	µg/L	7,76	7,77	8,48
Nikal (Ni)	µg/L	2,87	5,23	13,1
Kadmij (Cd)	µg/L	<0,03	0,04	0,04
Mangan (Mn)	µg/L	0,50	46,1	316,3
Arsen (As)	µg/L	<0,10	0,50	0,52
Barij (Ba)	µg/L	24,3	0,046	62,1
Živa (Hg)	µg/L	<0,02	0,23	<0,02
Selen (Se)	µg/L	<0,50	<0,50	<0,50
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	<0,00060	<0,00060	<0,00060
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	0,157	0,089	0,066
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID _L	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID _D	1	1	1

U 2024. godini, prema Uredbi o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023), u provedenim analizama pijezometara u travnju, kolovozu, rujnu i studenom, svi su parametri ispod granične vrijednosti, osim parametra amonija u pijezometru B3 u kolovozu. Amonij je iznad granice za 0,015 mgN/L što se može pripisati antropogenom utjecaju poljoprivrede u okolini ŽCGO Kaštijun.

2.1.2. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2024. GODINE

Kemijsko stanje podzemnih voda odredilo se prema Uredbi o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023), gdje se za osnovne pokazatelje u okviru nadzornog monitoringa podzemnih voda uzimaju: otopljeni kisik, pH vrijednost, električna vodljivost (prodor slane vode), nitrati i amonij, dok su kao pokazatelji standarda kakvoće podzemnih voda nitrati i aktivne tvari u pesticidima, uključujući njihove relevantne metabolite, produkte razgradnje i reakcija.

Pokazatelji specifičnih onečišćujućih tvari u podzemnim vodama, koji se mogu pojaviti prirodno i/ili kao rezultat ljudske djelatnosti (arsen (As), kadmij (Cd), olovo (Pb), živa (Hg), amonij (NH_4^+), kloridi (Cl), sulfati (SO_4^{+}), ortofosfati (P), nitriti (NO_2) i ukupni fosfor (P)), većinom nisu prelazili granične vrijednosti u periodu praćenja od 2018. do 2024. godine.

Prekoračenje graničnih vrijednosti prisutna su jedino za rezultate amonija (Tablica 4.):

- 2019. godina - pet puta veći od propisane granične vrijednosti u piezometru B2
- 2020. godina - devet puta veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3
- 2021. godina - tri puta veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3
- 2022. godina – jedan put veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3
- 2024. godine - jedan put veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3

Tablica 4. Povišeni rezultati amonija u piezometrima B2 i B3 kroz pet godina

	2019.	2020.	2021.	2022.	2024.
Amonij/mgNH₄/L	B2 – 2,42	B3 – 4,65	B3 – 1,45	B3 – 0,663	B3 – 0,515

Povećane vrijednosti amonija kroz petogodišnje praćenje mogu se pripisati antropogenom utjecaju poljoprivrede u okolici, posebice uporabom gnojiva, te procjednim vodama iz odlagališta Kaštijun za vrijeme sanacije.

Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o klasifikaciji voda (NN 137/2008) uzima u obzir nekoliko skupina pokazatelja, koji se odnose na prirodni sastav voda i na antropogeni utjecaj na kakvoću voda. Fizikalno kemijski pokazatelji su pH i elektrovodljivost, kao mjera sadržaja ukupno otopljenih iona. Režimom kisika razmatra se sadržaj otopljenog kisika i zasićenje, te prisustvo tvari koje se mogu oksidirati, odnosno na koje se u prirodnom sustavu može potrošiti

kisik i time smanjiti njegova koncentracija. Kod podzemnih voda moguće su niske koncentracije kisika, koje nisu nužno pokazatelj onečišćenja, pa se sadržaj otopljenog kisika i zasićenje ne uzimaju u obzir kod klasifikacije.

Antropogeni utjecaj određuje se preko ostalih pokazatelja, prije svega hranjivih tvari, koje su spojevi dušika (amonij, nitriti, nitrati i ukupni dušik) i fosfora (fosfati i ukupni fosfor), zatim bakterioloških pokazatelja, sadržaja metala i organskih spojeva.

Parametar koji ukazuje na antropogeni utjecaj na kvalitetu podzemne vode kroz petogodišnje praćenje je amonij, čije su najviše koncentracije zabilježene u pijezometru B2 u 2019. godini i u pijezometru B3 u 2020., 2021., 2022. i 2024. godini. Navedeni pijezometri s prekoračenjima, B2 i B3, ujedno su i najbliži starom odlagalištu Kaštijun (Slika 3.).

Jedino u 2023. godini u pijezometrima nisu zabilježena prekoračenja.

2.2 PRAĆENJE KVALITETE TLA

2.2.1. UVOD

Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije (NZZJŽIŽ) proveo je analizu ukupnog sadržaja metala i sadržaja organskih spojeva u uzorcima iz okoline ŽCGO Kaštijun na datume 06.05.2024., 26.08.2024. i 02.12.2024. Jedan uzorak tla uzet je na udaljenosti od 500 metara zapadno (uzorak 1), jedan na 500 m južno (uzorak 2) i jedan na 700 metara istočno od ograde ŽCGO Kaštijun (uzorak 3). Svi su uzorci uzeti na dubini od 0,1 do 0,20 metara.

Uzorkovanje je provedeno prema normama HRN ISO 18400-102, HRN ISO 18400-104 i HRN ISO 18400-105. Metode za analizu tla razvijene su prilagodbom referentnih normi i stručne literature specifičnim uvjetima laboratorija i opremi u Službi za zdravstvenu ekologiju, Odjelu za zaštitu i unapređenje okoliša NZZJŽIŽ. Metode su validirane i uspješno provjerene i na nepoznatom uzorku tla međulaboratorijskom usporedbom na međunarodnoj razini. Analizirano je 15 metala i 33 organska spoja, a gdje je to bilo moguće, rezultati su vrednovani prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019). U tu svrhu je određena i pH vrijednost tla u 1M otopini KCl, prema normi HRN EN ISO 10390:2005, Kakvoća tla – određivanje pH vrijednosti (ISO 10390:2005).

2.2.2. ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Pravilnikom o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) utvrđuju se tvari koje se smatraju onečišćivačima poljoprivrednog zemljišta i njihove najviše dopuštene količine u tlu u smislu sprječavanja i kontrole onečišćenja zemljišta, a s ciljem da se zemljište zaštiti od onečišćenja i degradacije. Prema predmetnom Pravilniku, poljoprivredno zemljište se smatra onečišćenim kada sadrži više teških metala i potencijalno onečišćujućih elemenata od maksimalno dopuštenih količina (MDK). MDK za elemente izražen kao mg/kg zrakosuhog tla prema izmjerenoj pH vrijednosti tla u 1M otopini KCl, prikazani su u Tablici 9. (članak 4. Pravilnika). MDK organskih onečišćujućih tvari u tlu, izraženi kao mg/kg zrakosuhog tla prikazani su u tablici 10. (članak 5. Pravilnika).

Tablica 5. MDK za elemente u tlu poljoprivrednog zemljišta. Vrijednosti su iskazane u mg/kg zrakosuhog tla.

ELEMENT	MDK u tlima čija je pH<5	MDK u tlima čija je pH između 5 i 6	MDK u tlima čija je pH>6
As	15	25	30
Cd	1	1,5	2
Co	30	50	60
Cr	40	80	120
Cu	60	90	120
Hg	0,5	1,0	1,5
Mo	15	15	15
Ni	30	50	75
Pb	50	100	150
Zn	60	150	200

Tablica 6. MDK za organske onečišćujuće tvari u tlu poljoprivrednog zemljišta. Vrijednosti su iskazane u mg/kg zrakosuhog tla.

PARAMETAR	MDK
suma PAH-ova za lakša i skeletna tla	1
suma PAH-ova za teška tla	2
PCB 28 + PCB 52 + PCB 101 + PCB 118 + PCB 138 + PCB 153 + PCB 180	0,5
DDT + DDD + DDE	0,1
aldrini + dieldrini + endrini	0,1
alfa-HCH+beta-HCH+gama-HCH+delta-HCH	0,5
atrazin	0,01

2.2.3. METODE MJERENJA

2.2.3.1. UZORKOVANJE

Uzorci tla uzeti su na lokaciji 500 m južno, 500 m zapadno i 700 m istočno od ŽCGO Kaštijun (Tablica 11.). Uzorkovanje se sprovelo metalnom sondom za uzimanje uzoraka teških tala na dubini od 0,20 metara. Prosječan uzorak tla od 1 kg sastoji se od izmiješanih pojedinačnih uzoraka ravnomjerno uzetih s određenih lokacija.

Tablica 7. Koordinate mjesta uzorkovanja.

BROJ UZORKA	1	2	3
MJERNA TOČKA	500 m	500 m	700 m
KOORDINATE MJESTA UZORKOVANJA	44°49'56" N 13°53'47" E	44°50'01" N 13°53'08" E	44°50'50" N 13°52'54" E

2.2.3.2. ODREĐIVANJE pH VRIJEDNOSTI TLA

U svrhu procjene onečišćenosti teškim metalima i potencijalno onečišćujućim elementima određena je pH vrijednost tla prema normi HRN EN ISO 10390:2005, Kakvoća tla – Određivanje pH-vrijednosti. U postupku analize korištena je tresilica Kuhner Lab-Shaker LS-X i pH metar Mettler Toledo SevenMulti.

2.2.3.3. ODREĐIVANJE UKUPNOG SADRŽAJA ODABRANIH ELEMENATA

Ukupan sadržaj metala izražen je kao udio pojedinog elementa u uzorku u mg/kg zrakosuhog tla (suhe tvari). Metoda uključuje analizu tehnikama atomske apsorpcijske spektrometrije nakon mikrovalne digestije. Digestija je provedena na uređaju za mikrovalnu digestiju Milestone EthosEasy. Analize su provedene metodama atomske spektrometrije i spektrometrije masâ uz inducirano spregnutu plazmu. U uzorcima uzorkovanim u svibnju 2024. godine je sadržaj arsena (As), kadmija (Cd), kobalta (Co), kroma (Cr), bakra (Cu), molibdena (Mo), nikla (Ni), olova (Pb), antimona (Sb), selena (Se) i vanadija (V) određen elektrotermičkom atomskom apsorpcijskom spektrometrijom (ETAAS) na spektrometru Perkin Elmer PinAAcle 900Z;

sadržaj mangana (Mn), željeza (Fe) i cinka (Zn) određen je atomskom apsorpcijom spektrometrijom s plamenom pobudom (FAAS) na atomskom spektrometru Analytik Jena NovAA 800, a sadržaj žive (Hg) određen je atomskom apsorpcijskom spektrometrijom s tehnikom hladnih para (CV-AAS) na atomskom spektrometru Thermo Solaar M. Ista je tehnika za određivanje Hg korištena i za analizu uzoraka uzorkovanih u kolovožu 2024., dok su ostali metali određeni na spektrometru masâ uz inducirano spregnutu plazmu (ICP-MS) Analytik Jena PlasmaQuant MS Q prema validiranoj metodi koja se provodi prema normi ISO/TS 16965:2013 i nakon uspješne međulaboratorijske usporedbe. Instrument je korišten za analize svih elemenata i u uzorcima iz prosinca 2024. godine. U uzorcima iz prosinca 2024. godine koncentracija Hg određena je metodom atomske fluorescencijske spektrometrije na instrumentu Teledyne M-5000 prema validiranoj metodi koja se provodi prema normi ISO/TS 16727:13/Corr. 13 i nakon uspješne međulaboratorijske usporedbe.

Za sve analize su korištene metode vanjskog standarda, a pri analizama metodom ICP-MS korištena je i metoda unutarnjeg standarda. Provjera digestije i instrumentnih metoda rađena je s certificiranim referentnim materijalom (CRM) tla poznate sljedivosti.

2.2.3.4. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ODABRANIH POSTOJANIH ORGANSKIH ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI

Sadržaj odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari (engl. POPs, *Persistent Organic Pollutants*), određen je metodom opisanom u uvodu (2.2.1). Organske onečišćujuće tvari ekstrahirane su acetonitrilom uz pomoć ekstrakcijskih soli nakon čega se ekstrakt koncentrirao uparavanjem do suhog. Uzorak je nadopunjen *n*-heksanom na odgovarajući volumen prije injektiranja u plinski kromatograf s ECD detektorom (Agilent 6850).

Za analizu su korištene metode vanjskog standarda, dok se stabilnost i iskorištenje analita pratilo kroz cijeli postupak dodatkom internog standarda. Kao kontrolni standard za proces ekstrakcije i analize korišten je certificirani referentni materijal (CRM) tla poznate sljedivosti.

2.2.4 REZULTATI I RASPRAVA

2.2.4.1 pH VRIJEDNOST TLA I UKUPAN SADRŽAJ ODABRANIH ELEMENTATA

Rezultati mjerenja pH vrijednosti tla u 1M otopini KCl prikazani su u Tablici 12. Na temelju dobivenih rezultata, a sukladno Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019), MDK za pojedine elemente su prikazani u Tablici 13.

Tablica 8. Rezultati mjerenja pH vrijednosti u 1M otopini KCl.

DATUM UZORKOVANJA	POZICIJA 1	POZICIJA 2	POZICIJA 3
06.5.2024.	6,1	7,0	6,3
26.08.2024.	6,5	6,9	6,1
02.12.2024.	7,3	6,4	6,1

Tablica 9. MDK za elemente u tlu poljoprivrednog zemljišta čija je pH vrijednost u 1M otopini KCl viša od 6. Vrijednosti su iskazane u mg/kg zrakosuhog tla.

ELEMENT	MDK za pH>6/mgkg ⁻¹
As	30
Cd	2
Co	60
Cr	120
Cu	120
Hg	1,5
Mo	15
Ni	75
Pb	150
Zn	200

U svim uzetim uzorcima su elementi za koje je određen MDK prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) pronađeni iznad granica kvantifikacije izuzev Hg i Mo u uzorcima iz svibnja i prosinca te Mo u uzorku br. 1 iz kolovoza. Uz te elemente, analizirani su udjeli Fe, Mn, Sb, Se i V. Udjeli Se su u svim uzorcima ispod granice kvantifikacije, kao i udjeli Sb u uzorcima uzetim u svibnju 2024. godine.

U svim uzorcima izmjerene vrijednosti pH je bila viša od 6, pa se redovito primjenjuju drugačije najviše vrijednosti MDK propisane Pravilnikom.

Vrijednosti udjela određene analizama ne prelaze MDK. Prosječno najviši postoci vrijednosti MDK dobiveni su za Cr (prosječna vrijednost 61,2 %). Najviši postoci vrijednosti MDK ovog elementa iznose 79,4 %.

Usporedne vrijednosti postotka MDK za svaki element prikazane su u Tablici 10. Vrijednosti za elemente koji nisu nađeni u udjelima višim od granice kvantifikacije nisu prikazane. U slučajevima gdje je dio rezultata ispod granice kvantifikacije, a dio se mogao kvantificirati, za statističku obradu uzeto je pola vrijednosti granice kvantifikacije. Apsolutne vrijednosti udjela pojedinog elementa prikazane su u Tablici 11.

Tablica 10. Postotci vrijednosti MDK za pojedini element u uzorcima (%MDK) i srednja vrijednost dobivenih postotaka (%MDK_{sr.}).

UZORKO- VANJE	SVIBANJ 2024.			KOLOVOZ 2024.			PROSINAC 2024.			x _{sr}
POZICIJA	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
ELEMENT	%MDK / %									
As	27,6	61,3	40,0	11,6	46,7	41,0	26,4	37,8	23,3	35,1
Cd	16,3	15,5	20,7	12,3	14,7	15,4	15,1	13,8	10,2	14,9
Co	19,5	28,5	22,3	11,9	28,0	24,0	25,5	31,8	21,8	23,7
Cr	69,3	74,8	79,4	29,3	66,7	56,3	56,8	74,2	44,3	61,2
Cu	19,5	27,5	23,3	17,6	47,0	56,3	42,9	46,4	35,5	35,1
Hg	-	-	-	2,2	2,2	2,0	-	-	-	1,0
Mo	-	-	-	-	15,0	15,0	-	-	-	5,5
Ni	57,3	74,4	58,0	35,6	88,1	81,7	34,7	54,2	21,8	56,2
Pb	22,5	25,1	20,3	19,0	21,6	21,5	22,5	21,0	16,6	21,1
Zn	26,8	35,1	36,9	19,1	37,8	42,3	49,6	46,0	33,9	36,4

Tablica 11. Udjeli (w) pojedinih elementa u uzorcima u miligramima po kilogramu suhe tvari.

UZORKO- VANJE	SVIBANJ 2024.			KOLOVOZ 2024.			PROSINAC 2024.			W _{sr}
POZICIJA	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
ELEMENT	w/(mg/kg suhe tvari)									
As	8,29	18,4	12	3,48	14,0	12,3	7,92	11,3	6,995	10,5
Cd	0,325	0,309	0,413	0,246	0,294	0,308	0,302	0,275	0,204	0,297
Co	11,70	17,1	13,4	7,12	16,8	14,4	15,3	19,1	13,1	14,2
Cr	83,2	89,7	95,3	35,2	80,0	67,5	68,1	89,1	53,2	73,5
Cu	23,4	33,0	27,9	21,1	56,4	67,5	51,5	55,7	42,6	42,1
Hg	<0,013	<0,013	<0,013	0,033	0,033	0,030	<0,013	<0,013	<0,013	0,020
Fe	27728	38744	29540	23907	30084	28498	26539	36081	25304	29603
Mn	605	856,0	670,0	367	822,0	734,0	710	814	513	677
Mo	<3,33	<3,33	<3,33	<0,350	0,958	0,810	<0,350	<0,350	<0,350	0,411
Ni	43,0	55,8	43,5	26,7	66,1	61,3	26,0	40,7	16,3	42,2
Pb	33,7	37,6	30,5	28,5	32,4	32,2	33,8	31,6	24,9	31,7
Sb	<1,00	<1,00	<1,00	5,18	7,06	8,60	7,26	7,34	6,68	7,0
Se	<0,670	<0,670	<0,670	<0,170	<0,170	<0,170	<0,170	<0,170	<0,170	<0,670
V	67,1	106,0	90,3	25,6	62,7	56,2	53,5	76,0	48,0	65,1
Zn	53,6	70,1	73,8	38,2	75,6	84,5	99,1	91,9	67,9	72,7

2.2.4.2 ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA

Rezultati mjerenja sadržaja odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari u uzorcima tla prikazani su u Tablicama 12., 13. i 14. Sadržaj je iskazan kao udio (w) u µg/kg suhe tvari, a uz rezultat analize pojedinog spoja, prikazana je i MDK vrijednost ako je propisana.

Analiziran je sadržaj postojanih organskih onečišćujućih tvari prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019).

Tablica 12. Rezultati mjerenja od dana 06.05.2024. odabranih postojećih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u $\mu\text{g/kg}$ suhog tla.

	SVIBANJ 2024.			MDK $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$
	POZICIJA 1 $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$	POZICIJA 2 $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$	POZICIJA 3 $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$	
Alfa HCH	0,153	<0,100	<0,100	
Beta HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Gamma HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Delta HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Suma HCH spojevi	0,153	<0,100	<0,100	100
Izodrin	2,30	<0,100	<0,100	
Aldrin	<0,0500	<0,0500	<0,0500	
Dieldrin	<0,100	<0,100	<0,100	
Endrin	<0,500	<0,500	<0,500	
Endrin aldehid	<0,500	<0,500	<0,500	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	2,30	<0,500	<0,500	100
ppDDD	<0,500	<0,500	<0,500	
ppDDE	0,783	0,487	<0,100	
ppDDT	0,112	<0,100	<0,100	
opDDT	<0,500	<0,500	<0,500	
Suma DDT/DDE/DDD	0,895	<0,500	<0,500	100
PCB 28	2,85	1,43	3,36	
PCB 52	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 101	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 118	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 153	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 138	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 180	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB ukupno	2,85	1,43	3,36	500
Naftalen	<1,00	<1,00	<1,00	
Acenaftilen	<5,00	<5,00	<5,00	
Fluoren	<1,00	<1,00	<1,00	
Acenaften	<1,00	<1,00	<1,00	
Fenantren	<1,00	<1,00	<1,00	
Antracen	1,46	<1,00	<1,00	
Fluoranten	13,4	1,23	8,58	
Piren	9,71	1,04	5,33	

Benz(a)antracen	7,82	<1,00	3,41	
Krizen	11,4	1,09	5,24	
Benzo(b)fluoranten	7,64	<1,00	3,71	
Benzo(k)fluoranten	3,71	<1,00	1,61	
Benzo(a)piren	8,91	<1,00	3,78	
Dibenzo(a,h)antracen	1,25	<1,00	<1,00	
Benzo(g,h,i)perilen	2,13	<1,00	<1,00	
Indeno(1,2,3-cd)piren	4,05	<1,00	1,67	
PAU ukupno	71,8	6,40	34,9	1000

Tablica 13. Rezultati mjerenja od dana 26.08.2024. odabranih postojećih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u µg/kg suhog tla.

	KOLOVOZ 2024.			MDK w/µgkg ⁻¹
	POZICIJA 1 w/µgkg ⁻¹	POZICIJA 2 w/µgkg ⁻¹	POZICIJA 3 w/µgkg ⁻¹	
Alfa HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Beta HCH	<0,100	0,201	0,252	
Gamma HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Delta HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Suma HCH spojevi	<0,100	0,201	0,252	100
Izodrin	<0,100	<0,100	<0,100	
Aldrin	<0,0500	<0,0500	<0,0500	
Dieldrin	<0,100	<0,100	<0,100	
Endrin	<0,500	<0,500	<0,500	
Endrin aldehyd	<0,500	<0,500	<0,500	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	<0,500	<0,500	<0,500	100
ppDDD	<0,500	<0,500	<0,500	
ppDDE	0,203	<0,100	<0,100	
ppDDT	<0,100	<0,100	<0,100	
opDDT	<0,500	<0,500	<0,500	
Suma DDT/DDE/DDD	<0,500	<0,500	<0,500	100
PCB 28	1,28	5,52	5,40	
PCB 52	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 101	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 118	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 153	<0,500	<0,500	<0,500	

PCB 138	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 180	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB ukupno	1,28	5,52	5,40	500
Naftalen	<1,00	<1,00	<1,00	
Acenaftilen	<5,00	<5,00	<5,00	
Fluoren	<1,00	<1,00	<1,00	
Acenaften	<1,00	1,13	<1,00	
Fenantren	3,06	1,95	1,85	
Antracen	1,60	<1,00	<1,00	
Fluoranten	12,4	2,16	4,41	
Piren	7,72	1,39	2,93	
Benz(a)antracen	5,23	<1,00	1,68	
Krizen	5,12	<1,00	2,06	
Benzo(b)fluoranten	4,68	<1,00	1,88	
Benzo(k)fluoranten	2,27	<1,00	<1,00	
Benzo(a)piren	6,39	<1,00	2,02	
Dibenzo(a,h)antracen	<1,00	<1,00	<1,00	
Benzo(g,h,i)perilen	1,39	<1,00	<1,00	
Indeno(1,2,3-cd)piren	2,57	<1,00	<1,00	
PAU ukupno	52,4	6,62	16,8	1000

Tablica 14. Rezultati mjerenja od dana 02.12.2024. odabranih postojećih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u $\mu\text{g/kg}$ suhog tla.

	PROSINAC 2024.			MDK $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$
	POZICIJA 1 $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$	POZICIJA 2 $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$	POZICIJA 3 $\text{w}/\mu\text{gkg}^{-1}$	
Alfa HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Beta HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Gamma HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Delta HCH	<0,100	<0,100	<0,100	
Suma HCH spojevi	<0,100	<0,100	<0,100	100
Izodrin	<0,100	<0,100	<0,100	
Aldrin	<0,0500	<0,0500	<0,0500	
Dieldrin	<0,100	<0,100	<0,100	
Endrin	<0,500	<0,500	<0,500	
Endrin aldehid	<0,500	<0,500	<0,500	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	<0,500	<0,500	<0,500	100

ppDDD	<0,500	<0,500	<0,500	
ppDDE	<0,100	<0,100	<0,100	
ppDDT	<0,100	<0,100	<0,100	
opDDT	<0,500	<0,500	<0,500	
Suma DDT/DDE/DDD	<0,500	<0,500	<0,500	100
PCB 28	2,15	2,69	3,09	
PCB 52	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 101	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 118	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 153	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 138	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB 180	<0,500	<0,500	<0,500	
PCB ukupno	2,15	2,69	3,09	500
Naftalen	<1,00	<1,00	<1,00	
Acenaftilen	<5,00	<5,00	<5,00	
Fluoren	<1,00	<1,00	<1,00	
Acenaften	<1,00	<1,00	<1,00	
Fenantren	3,59	2,55	1,93	
Antracen	1,83	<1,00	<1,00	
Fluoranten	15,6	1,03	4,76	
Piren	9,34	<1,00	3,32	
Benz(a)antracen	5,78	<1,00	1,86	
Krizen	6,14	<1,00	1,88	
Benzo(b)fluoranten	6,05	<1,00	2,16	
Benzo(k)fluoranten	2,71	<1,00	<1,00	
Benzo(a)piren	8,90	<1,00	2,80	
Dibenzo(a,h)antracen	<1,00	<1,00	<1,00	
Benzo(g,h,i)perilen	2,22	<1,00	<1,00	
Indeno(1,2,3-cd)piren	3,80	<1,00	1,15	
PAU ukupno	66,0	3,57	19,9	1000

U ispitanim uzorcima, perzistentna organska onečišćivača kojima je prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) određen MDK, **nisu kvantificirani u vrijednostima višima od MDK.**

U uzorcima uzorkovanim u svibnju najviše vrijednosti pokazuju sljedeća perzistentna organska onečišćivala:

- **policiklički aromatski ugljikovidici:** na poziciji 1 ponajprije PAU s većim brojem aromatskih prstena (posebice fluoranten, krizen i piren), nešto manji broj na poziciji 3;
- **poliklorirani bifenili:** PCB 28 na sve tri pozicije uzorkovanja;
- **organoklorni pesticidi:** na poziciji 1 u niskim udjelima pronađeni su alfa HCH, izodrin te ppDDT i njegov metabolit ppDDE te na poziciji 2 metabolit ppDDE.

U uzorcima uzorkovanim u kolovozu najviše vrijednosti i dalje pokazuju policiklički aromatski ugljikovidici, posebice na poziciji 1. Nešto manju ukupnu vrijednost PAU nađena je na poziciji 3. Osim navedenih u uzorcima su u niskim udjelima nađeni PCB 28 (sve tri pozicije), ppDDE na poziciji 1 te beta-HCH na poziciji 2 i 3.

U uzorcima uzorkovanim u prosincu najviše vrijednosti pokazuju policiklički aromatski ugljikovidici, ponajviše:

- **fluoranten** (prisutan na sve tri pozicije, a najviši na poziciji 1),
- **piren i benzo(a)piren** (najviši na poziciji 1, prisutan i na poziciji 3),
- prisutni su i drugi PAU, ali u nižim udjelima.

U uzorcima nisu pronađeni organoklorni pesticidi, dok je PCB28 pronađen u sva tri uzorka u niskim koncentracijama.

Vrijednosti za perzistentna organska onečišćivala koji nisu nađeni u udjelima višim od granice kvantifikacije prikazane su kao <GK (granica kvantifikacije).

2.2.5 ZAKLJUČAK

U devet uzoraka tla iz okolice ŽGCO Kaštijun (tri uzoraka uzorkovana u svibnju, tri u kolovozu i tri u prosincu 2024. godine) određeni su udjeli 15 elemenata (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn, Sb, Se, V, Mn i Fe) i 36 organska spoja (PCB, PAU i organoklorni pesticidi).

Za 10 elemenata (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb i Zn) i 5 suma postojećih organskih onečišćujućih tvari definiran je MDK prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) i dobivene koncentracije su ispod propisanih vrijednosti MDK.

2.3 PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA

2.3.1. UVOD

U skladu sa Zakonom o zaštiti zraka (NN 127/19; NN 57/22; 136/24) i Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20), sukladno sa programom mjerenja pokazatelja onečišćenja zraka iz Rješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine KLASA UP/I 351-03/14-02/19 URBRPJ: 517-08-2-2-14-45 na mjernoj postaji AMP Kaštijun ovlašteni laboratorij EKONERG provodi praćenje kvalitete zraka.

Automatska mjerna stanica je locirana unutar granica posjeda ŽCGO Kaštijun i omogućuje mjerenje mogućih utjecaja emisija ŽCGO na kvalitetu zraka u Gradu Puli i okolnim naseljima. Na mjernoj postaji se prate sljedeći pokazatelji:

	NO ₂ / NO _x	PM10	PM2,5	H ₂ S	NH ₃	R-SH*	Metereološki pokazatelji
ŽCGO Kaštijun	☑	☑	☑	☑	☑	☑	☑

Za upravljanje kvalitetom zraka na nekom području potrebno je redovito pratiti koncentracije onečišćujućih tvari znakovite za izvore onečišćenja zraka tog područja i usporediti izmjerene vrijednosti s vrijednostima koje služe za ocjenu kvalitete zraka. Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) propisuje granične vrijednosti onečišćujućih tvari, ciljne vrijednosti i dugoročne ciljeve za prizemni ozon, a u svrhu vrednovanja značajnosti razina onečišćujućih tvari u zraku.

Zakon o zaštiti zraka (Članak 21.) prema razinama onečišćenosti s obzirom na propisane granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i dugoročne ciljeve utvrđuje slijedeće kategorije kvalitete zraka:

- **prva kategorija kvalitete zraka** – čist ili neznatno onečišćen zrak: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon,
- **druga kategorija kvalitete zraka** – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.

Granične vrijednosti (GV) su razine onečišćenosti koje treba postići u zadanom razdoblju, a ispod kojih, na temelju znanstvenih spoznaja ne postoji ili je najmanji mogući rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini, a jednom kad su postignute ne smiju se prekoračiti. Granične vrijednosti se ne može i ne smije tumačiti kao vrijednosti do kojih možemo onečišćavati zrak.

Tablica 15. Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

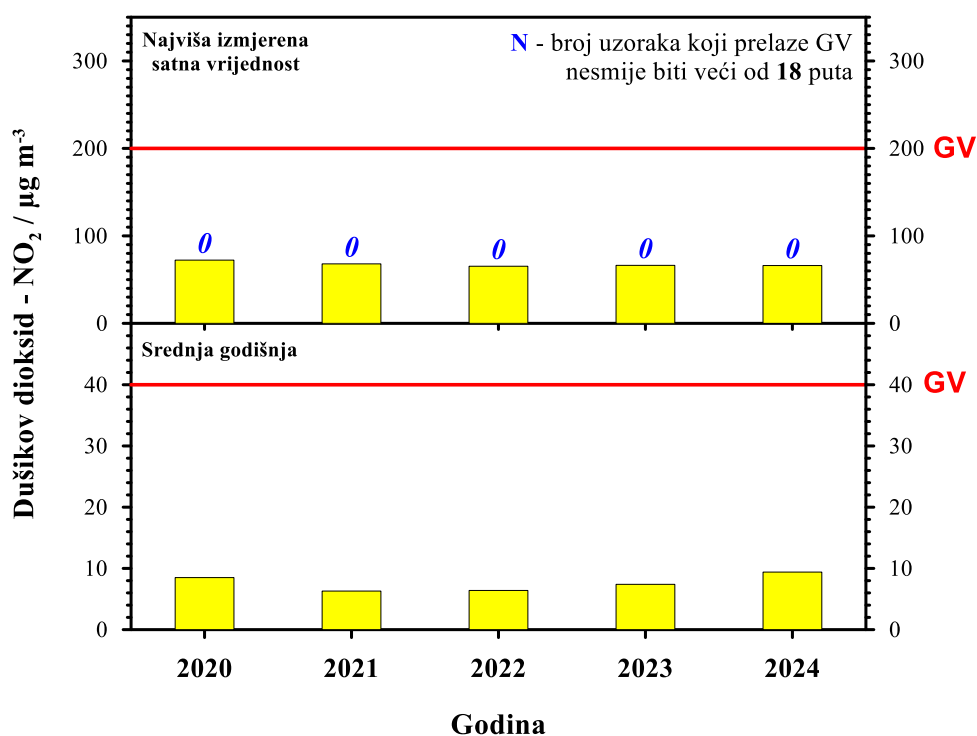
Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost (GV)	Napomena
NO ₂	1 sat	200 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 18 puta tijekom kalendarske godine
	kalendarska godina	40 µg/m ³	-
PM 2,5	kalendarska godina	20 µg/m ³	1. siječnja 2020. godine-
PM 10	24 sata	50 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 35 puta tijekom kalendarske godine
	kalendarska godina	40 µg/m ³	-
H ₂ S**	1 sat	7 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 24 puta tijekom kalendarske godine
	24 sata	5 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine
NH ₃ **	24 sata	100 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine
R-HS**	24 sata	3 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine

** Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na kvalitetu življenja (dodijavanje mirisom)

2.3.2. KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI RAZINA DUŠIKOVA DIOKSIDA U ZRAKU

Na mjernoj postaji Kaštijun izmjerene koncentracije dušikova dioksida u promatranom razdoblju nisu prelazile granične vrijednosti, i nije došlo do prekoračenje praga upozorenja ($400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Slika 4.). U 2024. godini, izmjerene vrijednosti ne odstupaju od vrijednosti mjerenih proteklih godina.

Slika 4. Usporedba rezultata mjerenja dušikova dioksida sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka na automatskoj postaji ŽGCO Kaštijun



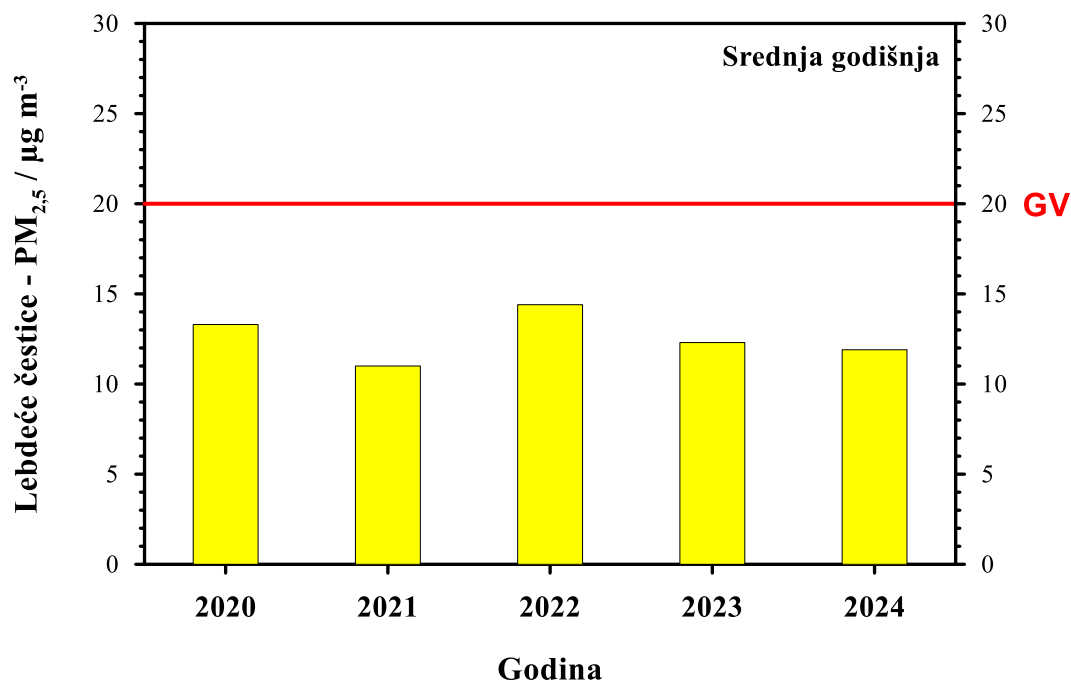
S obzirom na dušikov dioksid na praćenom području ŽGCO Kaštijun kvaliteta zraka je **prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak**: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

2.3.3 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM_{2,5} U ZRAKU

Datum 1. siječnja 2020. godine je zadani vremenski rok do kojeg je trebalo postići graničnu vrijednost za godišnje usrednjavanje od 20 µg m⁻³.

Na mjernoj postaji ŽGCO Kaštijun prate se koncentracije lebdećih čestica frakcije PM_{2,5}. Srednje godišnje koncentracije u promatranom razdoblju ne prelaze GV, što svrstava područje ŽGCO Kaštijun u prvu kategoriju zraka s obzirom na praćeni parametar. Izmjerena koncentracija lebdećih čestica frakcije PM_{2,5} u 2024. godini ne odstupa od mjerenih koncentracija prijašnjih godina.

Slika 5. Usporedba rezultata mjerenja koncentracija lebdećih čestica frakcije PM_{2,5} sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka mjerenih na automatskoj postaji ŽGCO Kaštijun

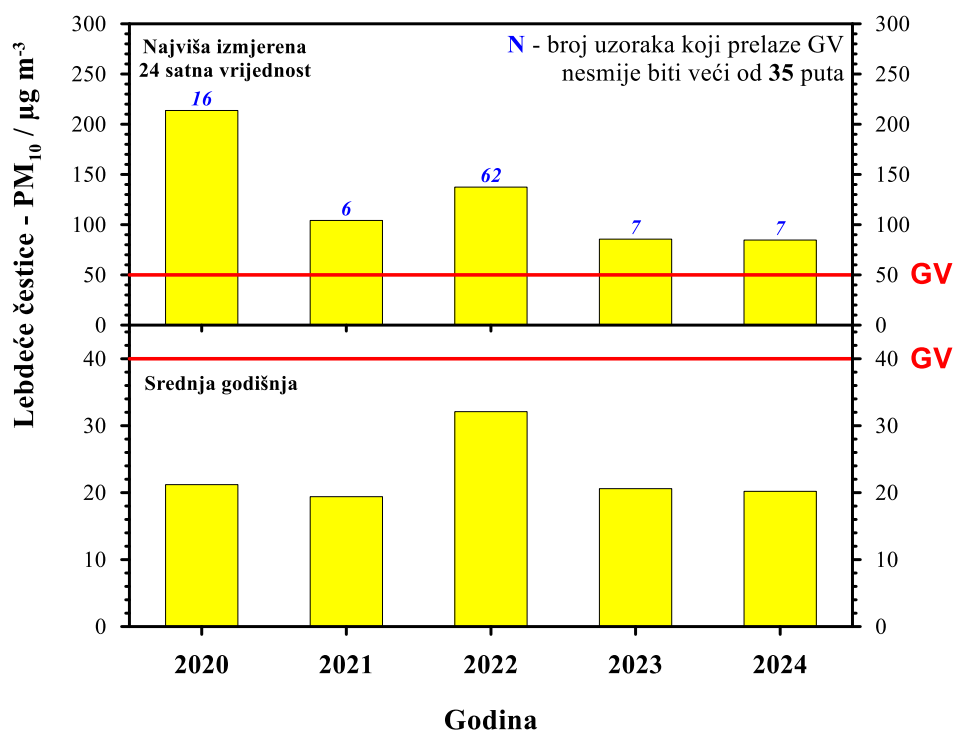


S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM_{2,5} na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

2.3.4 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM₁₀ U ZRAKU

Analizom rezultata mjerenja frakcije lebdećih čestica PM₁₀, nije bila prekoračena granična vrijednost za vrijeme usrednjavanja od jedne godine, a izmjerena razina u 2024. godini prati mjerene razine prosjeka na ovom području.

Slika 6. Usporedba rezultata mjerenja koncentracija lebdećih čestica sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka mjerenih na automatskoj postaji ŽGCO Kaštijun



Srednja dvadesetčetiri satna vrijednost prekoračivana je u 2024. godini (7 puta), što je niže od dozvoljenih 35 u godini. Broj prekoračenja je usporediv sa prijašnjim godinama, nije bilo prekoračenja GV i zrak je ocijenjen kao čist, prve kategorije.

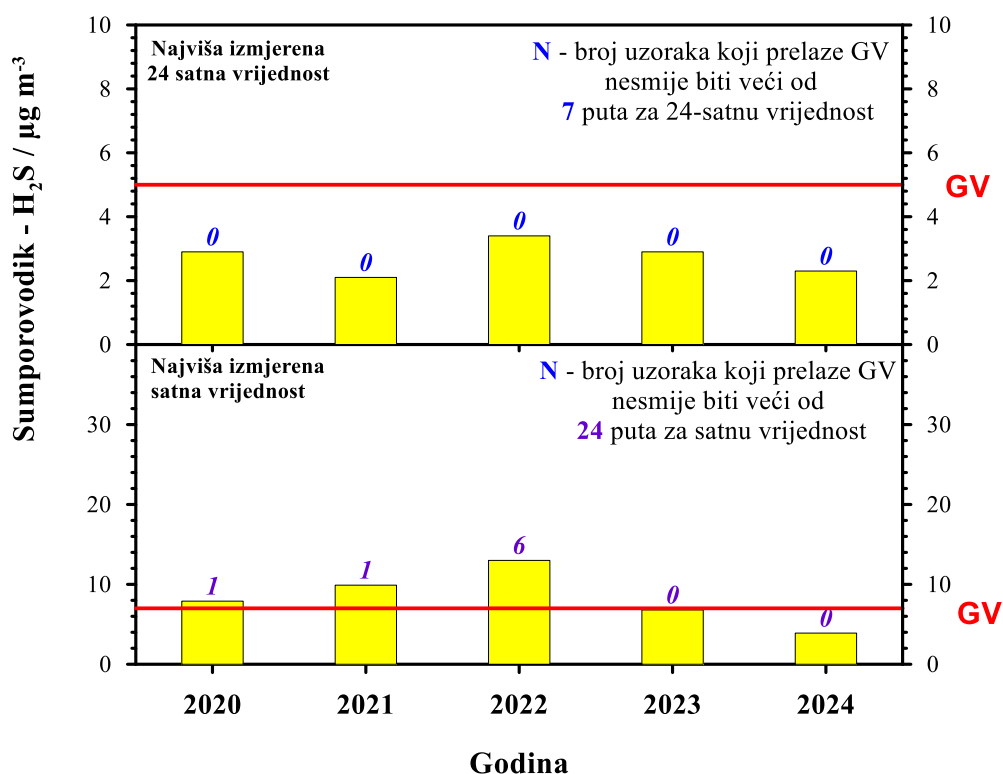
S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM₁₀ na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

2.3.5 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI PRAĆENJA RAZINA SPECIFIČNIH PARAMETARA KOD MJERENJA POSEBNE NAMJENE (KVALITETA ŽIVLJENJA - DODIJAVANJE MIRISOM)

– Praćenje koncentracija sumporovodika

Na mjernoj postaji vezanoj uz praćenje utjecaja ŽGCO Kaštijun, propisano je praćenje koncentracija sumporovodika zbog mogućeg utjecaja na kvalitetu življenja - dodijavanje mirisom. Granične vrijednosti - propisane Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) za sumporovodik nisu prekoračene u promatranom razdoblju.

Slika 7. Usporedba rezultata mjerenja sumporovodika sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka ocjenom kvalitete življenja - dodijavanje mirisom

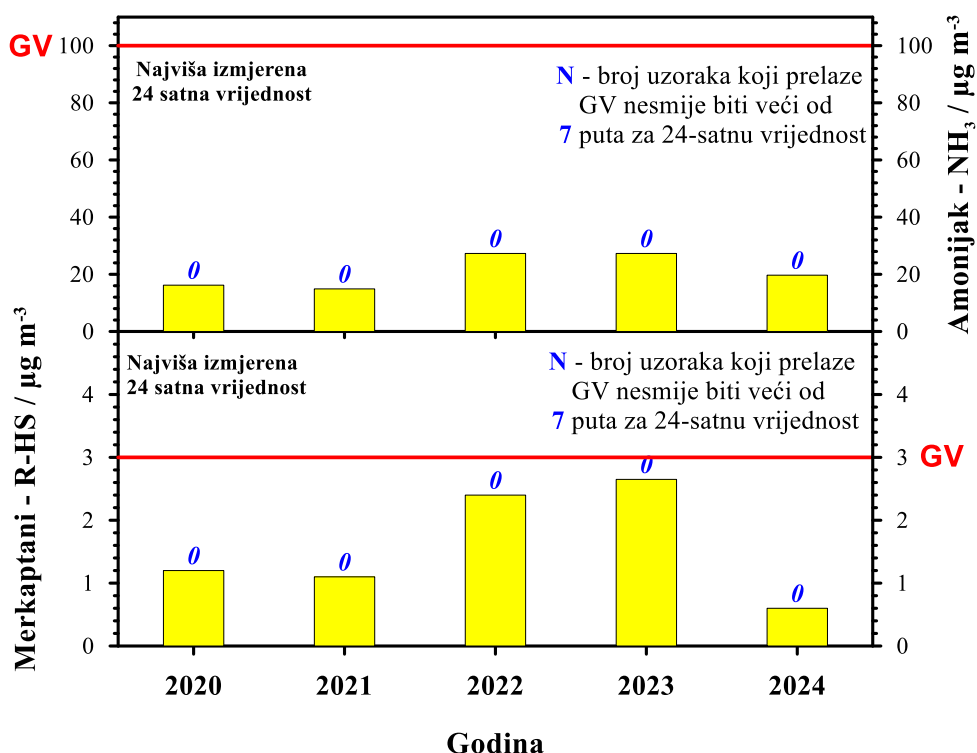


U 2024. godini nisu zabilježene epizode kada dolazi do prekoračenja GV za satnu vrijednost, kao ni prekoračenja za srednju dvadesetčetiri satnu vrijednosti u promatranom periodu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijuna u prvu kategoriju zraka s obzirom na praćeni parametar, - **čist ili neznatno onečišćen zrak**: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

– Praćenje koncentracija amonijaka i merkaptana

Na mjernoj postaji vezanoj uz praćenje utjecaja ŽGCO Kaštijun propisano je praćenje koncentracija merkaptana i amonijaka zbog mogućeg utjecaja na kvalitetu življenja - dodijavanje mirisom na području pod utjecajem navedenih korisnika prostora.

Slika 8. Usporedba rezultata mjerenja merkaptana i amonijaka sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka ocjenom kvalitete življenja - dodijavanje mirisom



U 2024. godini granična vrijednost - propisana Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) za amonijak nisu prekoračene u promatranom razdoblju.

Najviše dvadesetčetiri satne vrijednosti nisu ni jednom prekoračile GV u promatranom periodu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijuna u prvu kategoriju zraka s obzirom na praćeni parametar, - **čist ili neznatno onečišćen zrak**: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

U 2024. godini granična vrijednost - propisana Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) za merkaptane nisu prekoračene u promatranom razdoblju.

Najviše dvadesetčetiri satne vrijednosti nisu ni jednom prekoračile GV u promatranom periodu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijuna u prvu kategoriju zraka s obzirom na praćeni parametar

(merkaptani), - *čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

2.3.6 ZAKLJUČAK

Na praćenom području ŽGCO Kaštijun od 2019. do 2024. godine kvaliteta zraka je bila *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti za niti jedan praćeni parametar, osim 2022. godine za lebdeće čestice frakcije PM₁₀.

U 2022. godini s obzirom na lebdeće čestice frakcije PM₁₀ kvaliteta zraka je bila **druge kategorije kvalitete zraka** – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.

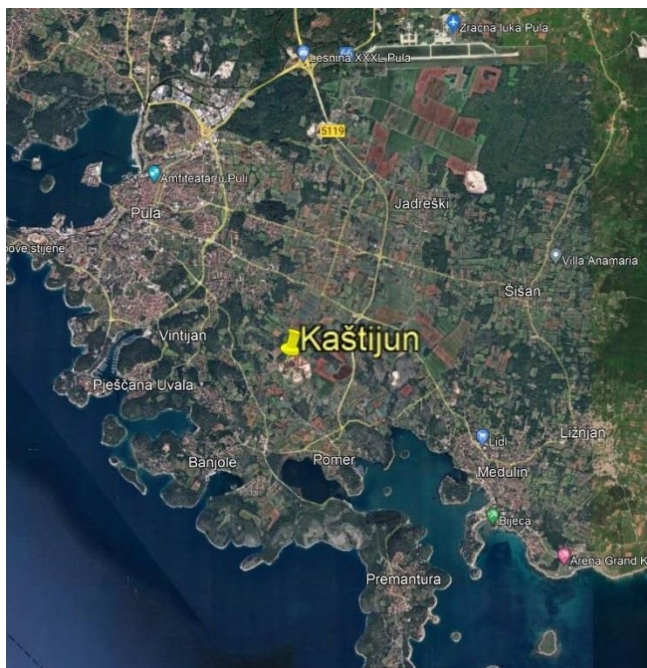
Prekoračenje u 2022. godini pripisuje se aktivnostima u samoj okolini mjerne postaje, koje su uključivale teške građevinske radove prilikom sanacije starog odlagališta Kaštijun.

2.4 MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA I SADRŽAJA METALA U NJIMA NA PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN ZA 2024. GODINU

2.4.1. UVOD

Na zahtjev naručitelja Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije proveo je mjerenje koncentracija PM₁₀ frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na području ŽCGO Kaštijun (Slika 9.). Uzorkovanje se provodilo tijekom 2024. godine kroz četiri turnusa od 14 uzastopnih dana uključujući sva četiri godišnja doba.

U dogovoru sa naručiteljem, mjerno mjesto postavljeno je uz postojeću automatsku mjernu postaju AMP Kaštijun unutar centra za gospodarenje otpadom (Slika 10.). Uzorkovanje je provedeno pomoću aparata za uzorkovanje malih volumena zraka (LVS), odnosno sekvencijalnim uzorkivačem tip Leckel SEQ47/50-CD koji zadovoljava zahtjeve odgovarajuće Norme za standardnu referentnu metodu mjerenja kako je to propisano Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka.



Slika 9.: Položaj mjernog mjesta u prostoru, Izvor: Google Earth, 2022.



Slika 10.: Sekvencijalni uzorkivač na mjernom mjestu AMP Kaštijun

2.4.2. POPIS SKRAĆENICA

N- broj podataka

OP (%)- obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno pouzdanim
izmjerenim podacima

C_{sr} - prosječna koncentracija, aritmetička sredina

C_{Max} - najviša izmjerena vrijednost

C_{min} - najniža izmjerena vrijednost

C_{50} -medijan, vrijednost ispod koje je 50% podataka

C_{98} - 98-percentil, vrijednost ispod koje je 98% podataka

GV- granična vrijednost

CV – ciljna vrijednost

$n > GV/CV$ - broj podataka koji prelaze graničnu/ ciljnu vrijednost

NP- nepouzđano/ nema podataka

2.4.3 ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka, rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku, a validacija i obrada podataka provode se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka.

Prema definiciji iz Uredbe:

- **granična vrijednost (GV)** je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,
- **ciljna vrijednost (CV)** je razina onečišćenosti određena s ciljem izbjegavanja, sprečavanja ili umanjivanja štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini koju treba, ako je to moguće, dostići u zadanom razdoblju.

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- **I kategorija** – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV/CV$)
- **II kategorija** – onečišćen zrak ($C > GV/CV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV/CV granična/ciljna vrijednost.

U Tablici 16. navedene su granične i ciljne vrijednosti onečišćujućih tvari prema navedenoj Uredbi za onečišćujuće tvari koje su se ispitivale u zraku na području ŽCGO Kaštijun.

Tablica 16.: Granične/ ciljne vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku
obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična/ciljna vrijednost (GV/CV)	Učestalost dozvoljenih prekoračenja ($n > GV$ u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-
Olovo (Pb) u PM ₁₀	1 godina	0,5 µg/m ³	-
Kadmij (Cd) u PM ₁₀	1 godina	5 ng/m ³	(CV)
Arsen (As) u PM ₁₀	1 godina	6 ng/m ³	(CV)
Nikal (Ni) u PM ₁₀	1 godina	20 ng/m ³	(CV)

2.4.4. METODE MJERENJA

Odjel za zaštitu okoliša i zdravstvenu ekologiju- Odsjek za zrak i radni okoliš osposobljen je prema zahtjevima norme HRN EN ISO/IEC 17025:2017 za ispitivanja vanjskog zraka i emisije onečišćujućih tvari u zrak iz nepokretnih izvora u području opisanom u prilogu Potvrde o akreditaciji br. 1127. Akreditirane metode u izvještaju su označene zvjezdicom (*).

Uzorkovanje je provedeno pomoću aparata za uzorkovanje malih volumena zraka (LVS), odnosno sekvencijalnim uzorkivačem tip Leckel SEQ47/50-CD. Uzorci lebdećih čestica PM₁₀ sakupljeni su na filterima od kvarcnih vlakana promjera 47 mm. Masa sakupljenih lebdećih čestica određena je standardnom referentnom gravimetrijskom prema HRN EN 12341:2023.

Nakon određivanja mase čestica iz prikupljenih uzoraka, u postupku određivanja sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u lebdećim česticama PM₁₀, filteri su razoreni mikrovalnom digestijom i analizirani pomoću masenog spektrometra (ICP-MS) prema HRN EN 14902:2007 i HRN EN 14902/AC:2007*.

2.4.5. REZULTATI I RASPRAVA

2.4.5.1 PM₁₀ frakcija lebdećih čestica*

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti dublje u respiratorni sustav čovjeka.

Predviđena dinamika uzorkovanja, određena u dogovoru sa naručiteljem, prema Pravilniku udovoljava zahtjevima za indikativna mjerenja (jedno nasumično dnevno mjerenje svaki tjedan raspoređeno tijekom godine ili osam tjedana ravnomjerno raspoređenih tijekom godine), stoga je temeljem izmjerenih vrijednosti moguće dostići zadovoljavajuću kvalitetu podataka za procjenu kvalitete zraka odnosno klasifikaciju područja prema stupnju onečišćenja prema ovim parametrima ispitivanja.

Uzorkovanje je provedeno kroz četiri turnusa ispitivanja po 14 dana. Ukupno je prikupljeno 56 uzoraka. Razdoblje trajanja pojedinih turnusa prikazani su u Tablici 17., a zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ i sadržaja metala u njima prikazani su u Tablici 18. U Tablici 19. prikazane su srednje izmjerene koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima mjerenja, a rezultati svih pojedinačnih mjerenja u 2024. godini. prikazani su u Tablici 20.

Tablica 17.: Razdoblje trajanja pojedinih turnusa uzorkovanja

Redni broj	Godišnje doba	Razdoblje uzorkovanja
I turnus	Zima	30.01.- 12.02.2024.
II turnus	Proljeće	03.05.- 16.05.2024.
III turnus	Ljeto	23.07.- 05.08.2024.
IV turnus	Jesen	05.11.- 18.11.2024.

Tablica 18.: Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ i sadržaja metala u njima

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2024.

Onečišćujuća tvar	OP						
	N	(%)	C _{sr}	C _M	C ₅₀	C ₉₈	n>GV
PM ₁₀ (µg/m ³)	56	15	23,9	63,1	19,5	57,4	4
Pb u PM ₁₀ (µg/m ³)	56	15	0,005	0,029	0,003	0,017	-
Cd u PM ₁₀ (ng/m ³)	56	15	0,151	0,560	0,133	0,521	-
As u PM ₁₀ (ng/m ³)	56	15	0,442	1,991	0,315	1,758	-
Ni u PM ₁₀ (ng/m ³)	56	15	2,967	15,69	1,410	15,16	-

Izmjerene koncentracije PM₁₀ frakcije lebdećih čestica kreću se u rasponu od 1,9 do najviše 63,1 µg/m³. Srednja izmjerena koncentracija tijekom četiri turnusa mjerenja iznosi 23,9 µg/m³ i ispod je godišnje granične vrijednosti (GV= 40 µg/m³). Promatrajući prosječne izmjerene koncentracije po turnusima, vidljivo je da su one podjednake jesenskog i zimskog turnusa ispitivanja, dok su u preostala dva turnusa (proljeće i ljeto) upola manje. Izmjerene koncentracije PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u skladu su sa očekivanim vrijednostima obzirom na lokaciju mjerenja i aktivnosti koje se tu odvijaju.

Tablica 19.: Prosječne koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima

Onečišćujuća tvar	I turnus	II turnus	III turnus	IV turnus
PM ₁₀ (µg/m ³)	36,2	15,0	14,3	29,9
Pb u PM ₁₀ (µg/m ³)	0,008	0,002	0,002	0,006
Cd u PM ₁₀ (ng/m ³)	0,197	0,064	0,232	0,112
As u PM ₁₀ (ng/m ³)	0,718	0,268	0,273	0,508
Ni u PM ₁₀ (ng/m ³)	7,782	1,167	1,100	1,310

Tijekom promatranog razdoblja zabilježena su četiri prekoračenja dnevne (24-satne) granične vrijednosti od 50 µg/m³, sva četiri u I. (zimskom) turnusu ispitivanja (31.01.- 55,4 µg/m³, 01.02.- 56,6 µg/m³, 03.02.- 63,1 µg/m³ i 06.02.- 57,5 µg/m³). Važeća Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku dozvoljava do 35 prekoračenja granične vrijednosti u kalendarskoj godini. Kako se u ovom slučaju radi o indikativnim mjerenjima, s obuhvatom podataka manjim

od Pravilnikom propisanih 90%, za procjenu zahtjeva granične vrijednosti koristi se usporedba sa 90.4-percentilom umjesto broja prekoračenja na koji znatno utječe pokrivenost podacima. Dobivena vrijednost 90.4- percentila iznosi 44,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i ispod je granične vrijednosti od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Temeljem navedenog, područje oko ŽCGO Kaštijun može se svrstati u **I. kategoriju kvalitete zraka**, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen **lebdećim česticama PM₁₀**.

Tablica 20.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ i sadržaja metala u njima

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2024.

Datum	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Pb ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Cd (ng/m^3)	Ni (ng/m^3)	As (ng/m^3)
30-sij	37,5	0,011	0,340	15,691	1,211
31-sij	55,4	0,011	0,560	10,183	1,725
1-vlj	56,6	0,013	0,541	12,296	1,762
2-vlj	33,3	0,005	0,220	6,110	0,624
3-vlj	63,1	0,012	0,284	14,590	1,991
4-vlj	37,9	0,016	0,174	8,099	0,550
5-vlj	30,6	0,009	0,138	5,798	0,294
6-vlj	57,5	0,007	0,211	15,224	0,486
7-vlj	21,1	0,003	0,064	5,091	0,220
8-vlj	24,5	0,003	0,064	4,632	0,202
9-vlj	26,4	0,003	0,046	3,064	0,202
10-vlj	30,8	0,002	0,028	3,294	0,193
11-vlj	12,9	0,017	0,046	2,091	0,321
12-vlj	19,3	0,002	0,038	2,778	0,272
3-svi	13,3	0,002	0,083	0,743	0,284
4-svi	13,5	0,004	0,110	0,872	0,431
5-svi	15,2	0,001	0,037	0,936	0,110
6-svi	14,8	0,001	0,013	1,633	0,101
7-svi	16,7	0,002	0,064	1,422	0,257
8-svi	14,4	0,004	0,101	0,963	0,321
9-svi	19,6	0,003	0,128	0,917	0,321
10-svi	19,8	0,003	0,064	1,670	0,303
11-svi	17,1	0,004	0,119	1,780	0,578
12-svi	17,3	0,004	0,119	1,495	0,532
13-svi	1,9	0,000	0,013	1,312	0,022
14-svi	10,8	0,001	0,013	1,459	0,128
15-svi	16,0	0,001	0,013	5,872	0,147

16-svi	20,3	0,001	0,013	2,404	0,211
23-srp	25,9	0,003	0,310	1,398	0,381
24-srp	16,6	0,003	0,313	1,296	0,235
25-srp	11,3	0,002	0,248	0,786	0,162
26-srp	11,3	0,002	0,244	0,891	0,185
27-srp	14,8	0,002	0,231	1,116	0,273
28-srp	15,5	0,002	0,211	1,504	0,163
29-srp	16,6	0,002	0,208	1,272	0,232
30-srp	16,9	0,003	0,236	1,055	0,354
31-srp	16,5	0,003	0,233	1,047	0,481
1-kol	14,5	0,003	0,198	1,038	0,267
2-kol	12,0	0,003	0,226	0,962	0,526
3-kol	8,7	0,002	0,185	0,548	0,170
4-kol	9,2	0,002	0,197	1,891	0,190
5-kol	10,6	0,002	0,201	0,597	0,201
5-stu	30,5	0,005	0,199	1,251	0,535
6-stu	42,5	0,006	0,209	1,433	0,653
7-stu	45,2	0,008	0,236	1,750	1,025
8-stu	31,0	0,004	0,145	1,034	0,735
9-stu	38,2	0,005	0,181	1,106	0,834
10-stu	20,3	0,002	0,063	0,598	0,354
11-stu	25,1	0,002	0,082	0,590	0,481
12-stu	21,1	0,003	0,054	1,387	0,308
13-stu	24,1	0,001	0,036	1,333	0,336
14-stu	16,1	0,001	0,013	1,135	0,236
15-stu	9,4	0,001	0,013	0,826	0,163
16-stu	24,3	0,003	0,082	0,925	0,336
17-stu	49,1	0,029	0,100	2,240	0,490
18-stu	41,8	0,016	0,154	2,729	0,626

2.4.5.2 Sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica*

Nakon gravimetrijskog određivanja koncentracije PM₁₀ frakcije lebdećih čestica, iz prikupljenih uzoraka određen je i sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima a dobiveni rezultati uspoređeni su sa pripadajućim graničnim odnosno ciljnim vrijednostima.

Srednja izmjerena koncentracija **olova** u lebdećim česticama PM₁₀ tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,005 µg/m³ i ispod je godišnje granične vrijednosti od 0,5 µg/m³. Najviša izmjerena dnevna koncentracija olova od 0,029 µg/m³ zabilježena je na kraju IV. turnusa mjerenja (17.11.), a najviša srednja koncentracija olova po turnusima izmjerena je u I. turnusu mjerenja (0,008 µg/m³). Nešto niža srednja koncentracija olova zabilježena je u IV. turnusu (0,006 µg/m³), dok je u preostala dva turnusa (proljeće i ljeto) izmjerena koncentracija od 0,002 µg/m³.

Srednja izmjerena koncentracija **kadmija** u lebdećim česticama PM₁₀ tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,151 ng/m³ i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 5 ng/m³. Najviša dnevna koncentracija kadmija od 0,560 ng/m³ izmjerena je u I. turnusu na dan 31.01.2024. godine. Promatrajući po turnusima, najviša koncentracija kadmija zabilježena je tijekom III. turnusa (ljeto).

Srednja izmjerena koncentracija **arsena** u lebdećim česticama PM₁₀ tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,442 ng/m³ i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 6 ng/m³. Najviša izmjerena dnevna koncentracija arsena od 1,991 ng/m³ zabilježena je u I. turnusu mjerenja na dan 03.02.2024. godine. Promatrajući po turnusima, koncentracije arsena u proljeće i ljeto su približno upola manje u odnosu na hladniji dio godine.

Srednja izmjerena koncentracija **nikla** u lebdećim česticama PM₁₀ tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 2,967 ng/m³ i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 20 ng/m³. Najviša izmjerena dnevna koncentracija nikla od 15,69 ng/m³ zabilježena je u I. turnusu mjerenja na dan 30.01.2024. godine, a ujedno je u istom (zimskom) turnusu izmjerena i najviša srednja vrijednost nikla po turnusima ispitivanja.

Koncentracije pojedinih metala u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica usporedive su sa rezultatima koji se dobivaju na širem području Primorsko-goranske županije, te niti jedan od metala

znatnije ne odskakače od očekivanih vrijednosti. Izmjerene koncentracije metala ispod su godišnje granične odnosno ciljne vrijednost za svaki pojedini metal, stoga se područje Kaštijuna svrstava u **I. kategoriju kvalitete zraka**, odnosno čist ili neznatno onečišćen zrak prema izmjerenim koncentracijama **olova, kadmija, arsena i nikla** u lebdećim česticama PM10.

2.4.6. INTERPRETACIJA REZULTATA U ODNOSU NA PRAGOVE PROCJENE

Prema Zakonu o zaštiti zraka definiraju se:

- **donji prag procjene:** razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- **gornji prag procjene:** razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata mjerenja iz 2024. godine u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena Tablica A iz Priloga 2. Uredbe koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u Tablici 21., a u Tablici 22. prikazani su zbirni rezultati procjenjivanja na mjernom mjestu Kaštijun.

Tablica 21.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg m ⁻³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg m ⁻³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg m ⁻³ (70% GV)	-
	donji			20 µg m ⁻³ (50% GV)	
Pb u PM₁₀	gornji	kalendarska godina	1 godina	0,35 µg m ⁻³ (70% GV)	-
	donji			0,25 µg m ⁻³ (50% GV)	
Cd u PM₁₀	gornji	kalendarska godina	1 godina	3 ng m ⁻³ (60% GV)	-
	donji			2 ng m ⁻³ (40% GV)	
As u PM₁₀	gornji	kalendarska godina	1 godina	3,6 ng m ⁻³ (60% GV)	-
	donji			2,4 ng m ⁻³ (40% GV)	
Ni u PM₁₀	gornji	kalendarska godina	1 godina	14 ng m ⁻³ (70% GV)	-
	donji			10 ng m ⁻³ (50% GV)	

2.4.6.1 Rezultati procjenjivanja za 2024. godinu

Rezultate procjenjivanja prema pragovima procjene zbog kratkog razdoblja uzorkovanja (1 godina) treba uzeti uvjetno, a prikazani su samo za ilustraciju stanja na terenu.

Od 56 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornju granicu procjenjivanja (35 µg/m³) prelazi 11 uzoraka (20%), dok donju granicu procjenjivanja (25 µg/m³) prelazi 19 uzoraka (34%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, te je zadovoljen i gornji i donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata. Srednja izmjerena koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ iznosi 24 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

Srednja izmjerena koncentracija olova u lebdećim česticama PM₁₀ iznosi 0,005 µg/m³ i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (0,35 odnosno 0,25 µg/m³).

Srednja izmjerena koncentracija kadmija u lebdećim česticama PM₁₀ iznosi 0,151 ng/m³ i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (3 odnosno 2 ng/m³).

Srednja izmjerena koncentracija arsena u lebdećim česticama PM₁₀ iznosi 0,442 ng/m³ i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (3,6 odnosno 2,4 ng/m³).

Srednja izmjerena koncentracija nikla u lebdećim česticama PM₁₀ iznosi 2,967 ng/m³ i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (14 odnosno 10 ng/m³).

Tablica 22.: Rezultati procjenjivanja na mjernom mjestu Kaštijun za 2024. godinu

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Donji prag procjene	Gornji prag procjene	Učestalost prekoračenja
PM ₁₀	24 sata	ispod	ispod	N>GPP = 11 N>DPP = 19 (dozvoljeno 35)
	1 godina	iznad	ispod	-
Pb u PM ₁₀	1 godina	ispod	ispod	-
Cd u PM ₁₀	1 godina	ispod	ispod	-
As u PM ₁₀	1 godina	ispod	ispod	-
Ni u PM ₁₀	1 godina	ispod	ispod	-

N>GPP – broj uzoraka većih od gornjeg praga procjene

N>DPP – broj uzoraka većih od donjeg praga procjene

2.4.7. KATEGORIZACIJA PODRUČJA PREMA STUPNJU ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA

Tablica 23.: Kategorije kvalitete zraka prema stupnju onečišćenosti zraka

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2024.

Onečišćujuća tvar	Nedovoljno podataka	I kategorija $C < GV/CV$	II kategorija $C > GV/CV$
Lebdeće čestice PM_{10}		X	
Pb u PM_{10}		X	
Cd u PM_{10}		X	
As u PM_{10}		X	
Ni u PM_{10}		X	

2.4.8. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata mjerenja koncentracija PM₁₀ frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na lokaciji ŽCGO Kaštijun kroz 4 turnusa ispitivanja tijekom 2024. godine, područje utjecaja ŽCGO Kaštijun se prema stupnju onečišćenosti zraka može klasificirati kao:

1. **I. kategorija** kvalitete zraka odnosno čist ili neznatno onečišćen zrak obzirom na **PM10 frakciju lebdećih čestica**. Rezultati mjerenja zadovoljavaju propisane granične vrijednosti, izražene kao godišnji prosjek, 90,4-percentil i unutar su broja dopuštenih prekoračenja dnevne granične vrijednosti.
2. **I. kategorija** kvalitete zraka odnosno čist ili neznatno onečišćen zrak obzirom na izmjereni sadržaj **olova, kadmija, arsena i nikla** u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica. Rezultati mjerenja zadovoljavaju pripadajuću graničnu odnosno ciljnu vrijednost za ove metale.
3. Izmjerene koncentracije svih mjerenih onečišćujućih tvari kreću se u očekivanim rasponima i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. Tijekom četiri turnusa mjerenja zabilježena su četiri prekoračenja dnevne granične vrijednosti za PM10 frakciju lebdećih čestica.
4. Koncentracije svih mjerenih onečišćujućih tvari ispod su gornjeg i donjeg praga procjene za pripadajuće vrijeme usrednjavanja izuzev PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koja prekoračuje donji prag procjene za usrednjavanje na godišnjoj razini.
5. Prema dobivenim rezultatima mjerenih parametara na ovoj lokaciji ne očekuje se štetan utjecaj na zdravlje stanovništva i/ili okoliš u cjelini.

2.5 OLFAKTOMETRIJSKA MJERENJA NA UTJECAJNOM PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN U 2024. GODINI

2.5.1 UVOD

Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun u 2024. godini sa svojim olfaktometrijskim mjerenjima nastavak je mjerenja provedenih za potrebe Programa praćenja ekološkog stanja okoliša u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun u 2023. godini. U 2024. godini mjerenja su se provodila na istim pozicijama.

Dnevna i noćna mjerenja, dva puta tjedno, od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije, uključivala su obilazak naselja Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek i ŽCGO Kaštijun (Slike 11. i 12.).

Mjerenja su se provodila od 1. siječnja do 31. prosinca 2024. godine, prema navedenom rasporedu.

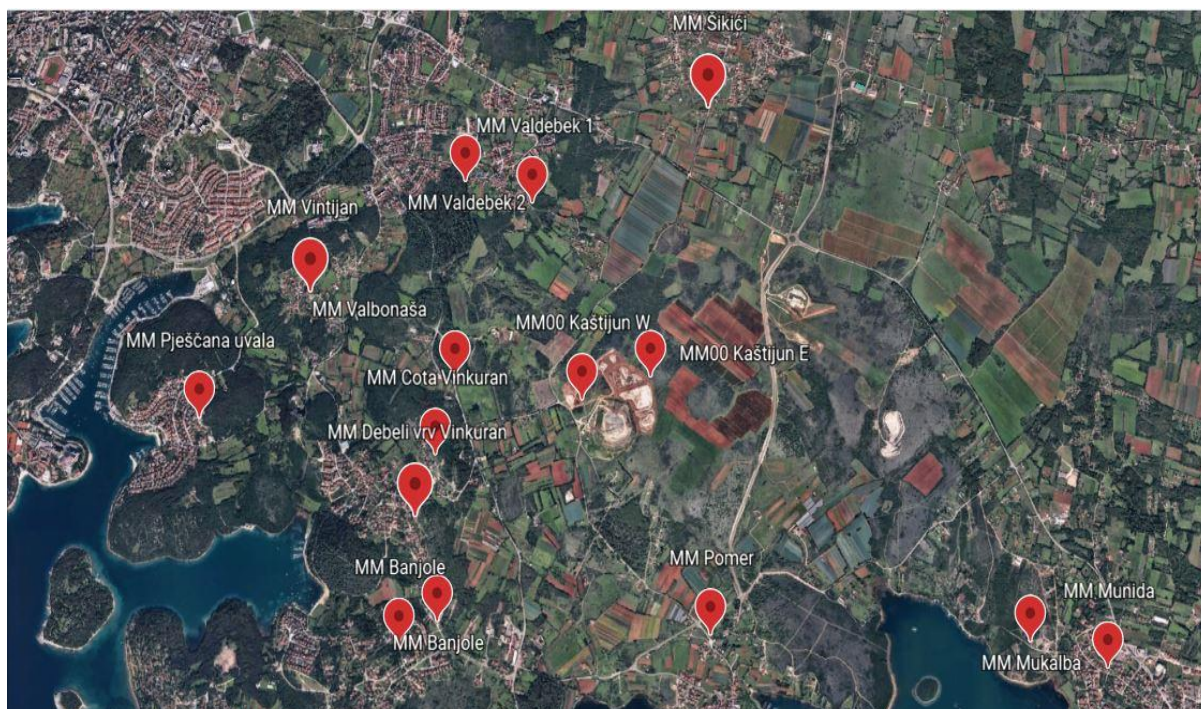
U Europskoj uniji ne postoji usuglašena zakonska regulativa vezana za dodijavanje mirisom, ali postoje različite smjernice, kojima se kontrolira pojavnost neugodnih mirisa. Primjeri iz Europske unije su Njemačka i Italija.

Njemačka ima smjernice GOAA (German Guideline on Odour in Ambient Air), koje koriste regulatorna tijela tijekom davanja ovlaštenja, ugradnje instalacija, urbanog planiranja i pritužbi stanovništva.

Italija također ima tehničke smjernice za metode mjerenja, disperzijskog modeliranja i monitoriranja („Metodi di misura delle emissioni olfattive“), što se koristi kao referenca u većini slučajeva, te se regulativa odnosi na regionalnu razinu, a ne nacionalnu.

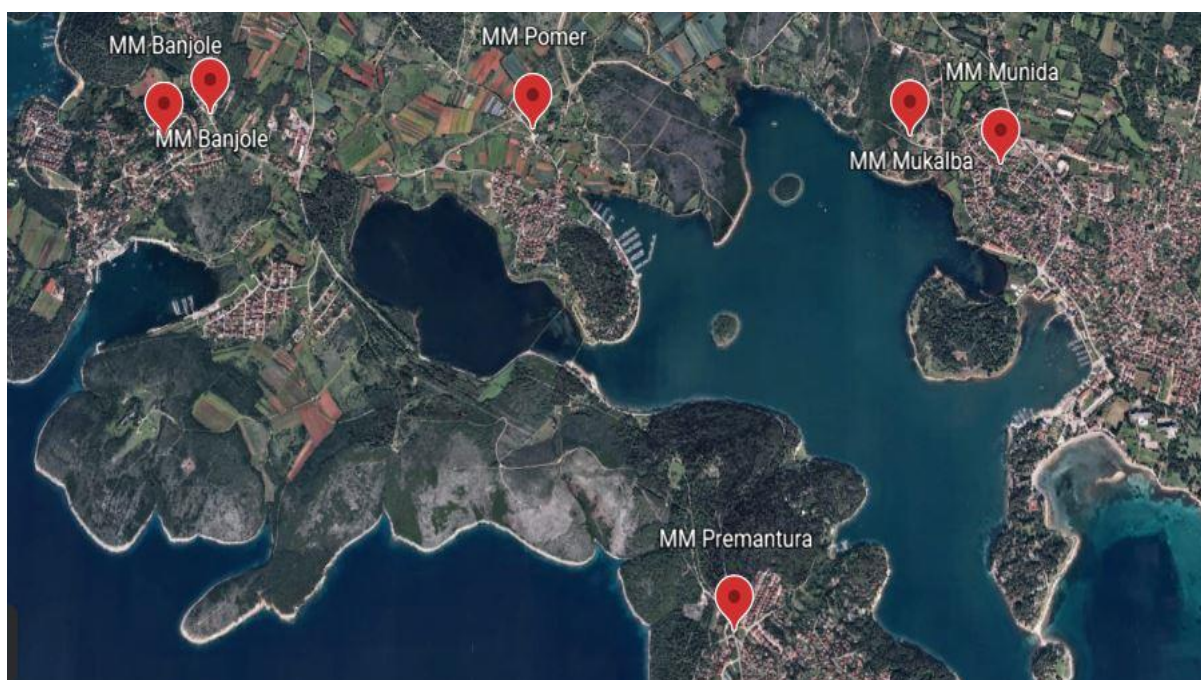
Pozicije odabrane za olfaktometrijska mjerenja:

Slika 11. Pozicije olfaktometrijskih mjerenja



(Izvor: Google Earth, 2022.)

Slika 12. Pozicije olfaktometrijskih mjerenja



(Izvor: Google Earth, 2022.)

2.5.2. METODE MJERENJA

Olfaktometrijska mjerenja služe kako bi se objektivizirala opažanja neugodnih mirisa i dobivena mjerenja izrazila u jedinicama mirisa (OU), te minimalizirao subjektivan dojam ispitivača.

Za potrebe ispitivanja iz Kanade je nabavljen prijenosni olfaktometar Scentroid SM100 koji omogućuje ispitivačima da precizno kvantificiraju neugodne mirise u jedinicama OU/m³ (Slika 13.).

Slika 13. Olfaktometar



Uređaj je izrađen od inertnih materijala, nehrđajućeg čelika i teflona te je predviđen za rad na terenu. Spremnik od karbonskih vlakana puni se čistim neutralnim bezmirisnim zrakom (Poliklinika Oxy, Pula) koji dodatno prolazi kroz filter sa aktivnim ugljenom prema zahtjevima norme HRN EN 13725. Ispitivač koristi klizajući ventil čime kontrolira omjer čistog i vanjskog zraka, koji onda dolazi na masku ispitivača.

Osposobljeni su ispitivači Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije, vodeći računa o značajkama bitnima za ispitivanje.

Sukladno pravilniku o gospodarenju otpadom (106/2022) postojanje neugode uzrokovane mirisom zbog otpada utvrđuje se ispitivanjem prema normi HRN EN 13725, a kad je potrebno mogu se dodatno koristiti i norme HRN EN 16841-1 i HRN EN 16841-2.

Prilikom mjerenja ispitivač bilježi podatke o datumu i vremenu obilaska pojedine lokacije, vremenskim prilikama, smjeru i brzini vjetra, opažanje o intenzitetu i izmjerenoj vrijednosti (u OU), te o eventualnim aktivnostima u pogonu ili druge napomene.

Percepcija neugodnih mirisa prethodi dodijavanju mirisom. Reakcija dodijavanja mirisom izložene osobe ovisi ne samo o senzoričkim varijablama već i o karakternim osobinama, osobnom iskustvu, odnosu prema izvoru neugodnih mirisa i okolišnom stanju.

Neugodne mirise možemo opisati kroz četiri dimenzije: pojavnost, intenzitet, kvaliteta i hedonistički ton. (HRN EN 13725:2022)

Pojavnost ili prag detekcije mirisa odnosi se na teoretski minimum koncentracije neugodnih mirisa potrebne da bi određeni postotak populacije detektirao miris.

Intenzitet se odnosi na percipiranu snagu mirisnog podražaja, te raste kao funkcija koncentracije. Ovisnost intenziteta i koncentracije mirisa može se teoretski objasniti pomoću logaritamske funkcije prema Weberu i Fechneru:

$$S=k_w \times \log(I/I_0)$$

S- teoretski određena percepcija snage podražaja

I – koncentracija mirisa

I_0 - granica detekcije

k_w - Weber-Fechner koeficijent

Još ne postoji teoretsko objašnjenje psihofizičkog odnosa o apsolutnoj granici detekcije za različite tvari. Kvaliteta mirisa opisuje miris, odnosno kakav podražaj miris daje, dok hedonistički ton procjenjuje da li je miris ugodan ili neugodan.

Hedonistički ton, kvaliteta mirisa i koncentracija mirisa utječu na procjenu intenziteta mirisa. (HRN EN 13725:2022.).

Odour Units (OU) predstavljaju koliko je puta uzorak razrijeđen sa neutralnim (bezmirisnim) zrakom kako bi se postigao prag koncentracije za otkrivanje mirisa.

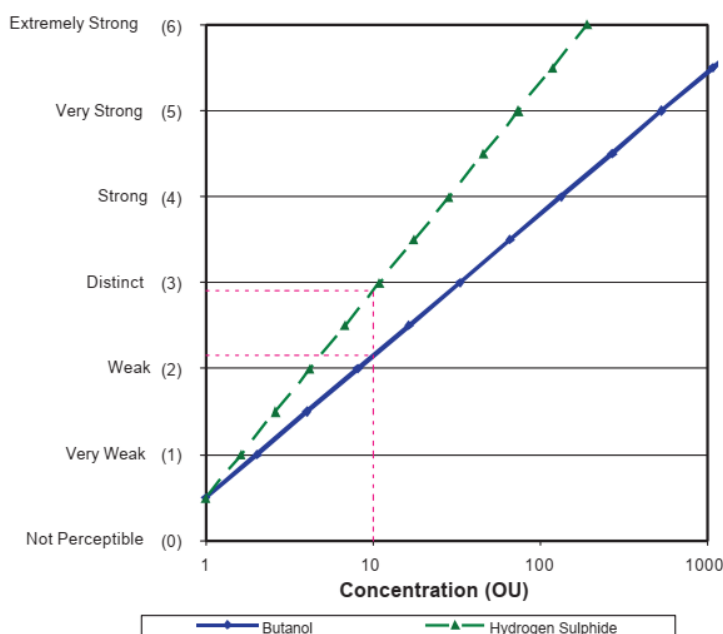
Ispitivači su osim mjerenja koncentracije mirisa olfaktometrom zabilježavali i intenzitet mirisa. Prema Njemačkom standardu za određivanje intenziteta neugodnog mirisa VDI 3882 Part 1 (VDI, 1992.) ispitivači su procjenjivali intenzitet mirisa.

Kategorije intenziteta mirisa prikazane su u Tablici 24.

Tablica 24. Procjena intenziteta mirisa od strane ispitivača (VDI 3882 part 1, VDI 1992.)

Snaga mirisa	Intenzitet
Bez mirisa	0
Izuzetno slab	1
Slab	2
Izražen	3
Jak	4
Izuzetno jak	5
Prekomjeren	6

Slika 14. Odnos između percipiranog intenziteta mirisa i koncentracije mirisa za butanol i hidrogen sulfid (kako je izloženo u Njemačkom standardu VDI 3882) koristeći Weber-Fechner zakon.



(Izvor: Odour Methodology Guideline-Department of Environmental Protection, Australia)

Odnos između percipiranog intenziteta mirisa i koncentracije mirisa može varirati ovisno o vrsti mirisa. To je vidljivo u grafičkom prikazu iz Slike 14. gdje je kod koncentracije mirisa od 10 OU butanol percipiran kao slab miris, dok je hidrogen sulfid percipiran kao izražen miris. Iz grafičkog prikaza također se može zaključiti da porastom koncentracije mirisa (OU) također dolazi do povećanja intenzitet mirisa, što će se vidjeti i kroz rezultate provedenih mjerenja u 2024. godini (Tablica 27. i 28.).

2.5.3 REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenja su provedena kroz četiri godišnja doba. Razdoblja trajanja mjerenja prikazani su u Tablici 25.

Tablica 25. Razdoblja mjerenja

Redni broj	Godišnje doba	Razdoblje mjerenja
1.	Proljeće	21.03.- 20.06.2024
2.	Ljeto	21.06.- 22.09.2024
3.	Jesen	23.09.- 20.12.2024
4.	Zima	1.01.-20.03. 2024 21.12-31.12.2024

Prikaz ukupnih provedenih mjerenja tijekom 2024. godine na svim pozicijama, te zbirnih dnevnih i noćnih mjerenja nalaze se u Tablici 26.

Tablica 26. Zbirni rezultati dnevnih i noćnih mjerenja

UKUPNA MJERENJA 2024.								
Intenzitet	ukupan broj mjerenja	Nema mirisa (0)	Izuzetno slab (1)	Slab (2)	Izražen (3)	Jak (4)	Izuzetno jak (5)	Prekomjieran (6)
ŽCGO KAŠTIJUN ⁽¹⁾								
	378	227 (60,05%)	88 (23,28%)	33 (8,73%)	21 (5,55%)	6 (1,59%)	3 (0,79%)	0
Naselja općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići ⁽²⁾								
	2646	2634 (99,55%)	11 (0,41%)	1 (0,03%)	0	0	0	0

⁽¹⁾ Pozicije mjernih mjesta bile su na ulazu u ŽCGO Kaštijun i na istočnoj strani odlagališta

⁽²⁾ Pozicije mjernih mjesta naselja Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek.

Na mjernim mjestima ŽCGO Kaštijun, zabilježen je izuzetno slab miris u 88 mjerenja (23,28%): 21 mjerenja (5,55 %) u proljetnom razdoblju mjerenja, 20 mjerenja (5,29 %) u ljetnom razdoblju mjerenja, 25 mjerenja (6,61 %) u jesenskom razdoblju mjerenja i 22 mjerenja (5,82 %) u zimskom razdoblju mjerenja.

Slab miris bio je prisutan u 33 mjerenju (8,73 %): 10 mjerenja (2,65 %) u proljetno razdoblje mjerenja, 6 mjerenja (1,58 %) u ljetnom razdoblju mjerenja, 8 mjerenja (2,11 %) u jesenskom razdoblju mjerenja, 9 (2,38 %) mjerenja u zimskom razdoblju mjerenja.

Izražen miris bio je prisutan u 21 mjerenja (5,55 %): 7 mjerenja (1,85 %) u ljetnom razdoblju mjerenja, 6 mjerenja (1,58 %) u jesenskom razdoblju mjerenja, 5 (1,32 %) mjerenja u zimskom razdoblju mjerenja i 3 (0,79 %) mjerenje u proljetnom razdoblju mjerenja.

Jak miris zabilježen je kod 6 mjerenja (1,59 %): 1 mjerenja (0,26 %) u ljetnom razdoblju mjerenja, 1 mjerenja (0,26 %) u jesenskom razdoblju mjerenja i 2 (0,53 %) mjerenje u proljetnom razdoblju mjerenja. Tijekom zimskog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni jaki neugodni mirisi.

Izuzetno jak miris zabilježen je kod 1 mjerenja (0,26 %) u zimskom razdoblju, 1 mjerenja (0,26 %) u jesenskom razdoblju mjerenja i 1 (0,26 %) mjerenje u proljetnom razdoblju mjerenja. Tijekom ljetnog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni izuzetno jaki neugodni mirisi.

Prekomjeren miris nije zabilježen tijekom olfaktometrijskih mjerenja na lokaciji ŽCGO Kaštijun.

Tablica 27. Jak miris na području ŽCGO Kaštijun

Datum i vrijeme	OU intenzitet	Datum i vrijeme	OU intenzitet
02.01.2024 13:30	111,16 Izuzetno jak	04.10.2024 12:30	74,01 Izuzetno jak
03.05.2024 10:00	73,08 Izuzetno jak	07.10.2024 22:30	15,98 Jak
22.05.2024 11:50	111,16 Jak	08.10.2024 22:20	12,67 Jak
06.06.2024 22:00	31,63 Jak	28.10.2024 22:20	47,5 Jak
18.07.2024 22:15	23,75 Jak		

Tijekom razdoblja mjerenja prikazanih u Tablici 27., gdje je zabilježen izuzetno jak i jak miris na ŽCGO Kaštijun, istovremeno na određenim pozicijama u naseljima nisu zabilježeni neugodni mirisi prikazani u Tablici 28.

Na području naselja općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići u 12 mjerenja (0,45 %) zabilježeni su izuzetno slabi i slabi neugodni mirisi.

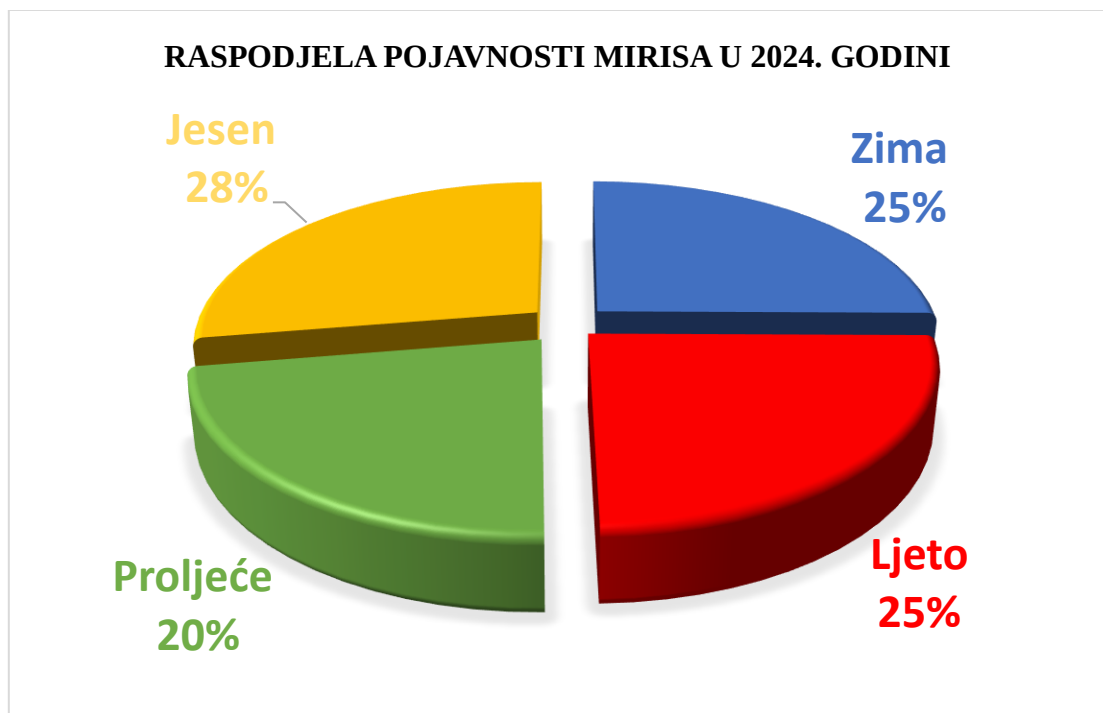
Pojavnost neugodnih mirisa zabilježena je tijekom ljetnog razdoblja mjerenja u 7 mjerenja (0,26 %) u naselju Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Valbonaši, Pješćana uvala i Vintijan. U jesenskom razdoblju mjerenja u 2 (0,07%) mjerenja na pozicijama Valbonaši i Vintijan, u zimskom razdoblju mjerenja u 3 (0,11%) mjerenja na poziciji Vinkuran (Cota) i Vinkuran Debeli vrv. U proljetnom razdoblju mjerenja nisu zabilježeni neugodni mirisi u naseljima.

U razdoblju mjerenja za godišnje doba jesen zabilježena je najviša pojavnost neugodnih mirisa u 45 mjerenja, od kojih je 43 mjerenja zabilježeno na ŽCGO Kaštijun, a ostalih 2 mjerenja u naseljima Valbonaši i Vintijan.

Slijedi ljetno razdoblje mjerenja sa pojavljivanjem mirisa u 34 mjerenja na ŽCGO Kaštijun i 7 mjerenja u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota) i Pješćana uvala, zatim zimsko razdoblje sa 40 mjerenja od kojih je 37 mjerenja na ŽCGO Kaštijun i 3 mjerenja u naselju Vinkuran (Cota i Debeli vrv), te proljetno razdoblje sa 37 mjerenja u kojima su se pojavljivali neugodni mirisi na ŽCGO Kaštijun, dok u naseljima nisu bili zabilježeni neugodni mirisi.

Pojavnost neugodnih mirisa po godišnjim dobima u 158 mjerenja prikazana je kružnim grafikonom Slika 15.

Slika 15. Raspodjela pojavnosti neugodnih mirisa na svim pozicijama



2.5.4 KONCENTRACIJA MIRISA (OU) I UTJECAJ VJETRA NA PODRUČJU NASELJA OPĆINE MEDULIN, NASELJA VALDEBEK I ŠIKIĆI

Vjetrovi imaju značajnu ulogu u transportu i razrjeđenju onečišćenja zraka. Porastom brzine vjetra koji puše uz izvor onečišćenja disperzija je jača, a koncentracija onečišćenja manja.

Vjetrovi iz smjera sjever-sjeveroistok (S-SI) mogu se povezati sa pojavnosti neugodnih mirisa iz smjera ŽCGO Kaštijun (Slika 16.).

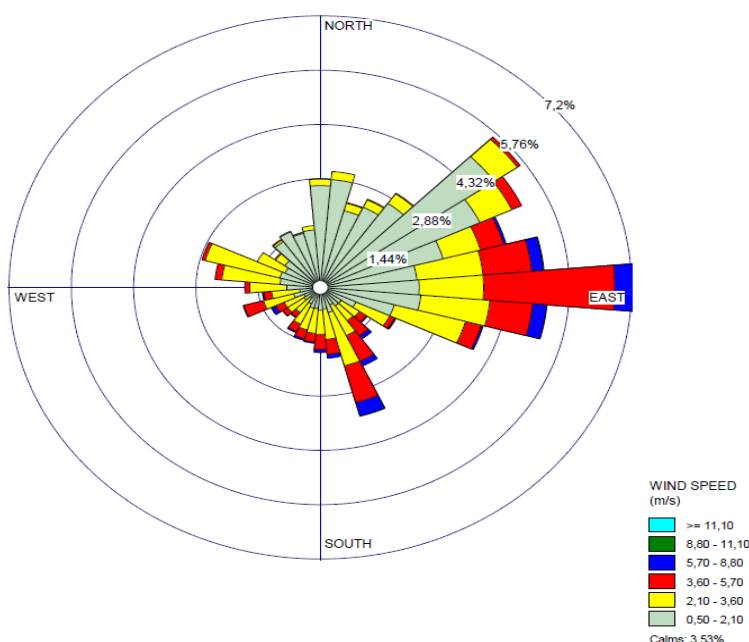
U ljetnom razdoblju mjerenja na mikrolokacijama Vinkuran (Debeli vrv i Cota) i Pješčana uvala u 5 dnevnih mjerenja i u 2 noćna mjerenja zabilježeni su izuzetno slabi i slabi neugodni mirisi (Tablica 28.), tijekom kojih je ispitivač zabilježio vjetar sjever i sjeveroistok iz smjera ŽCGO Kaštijun, što potvrđuje i meteorološka stanica na ŽCGO Kaštijun.

Tijekom jesenskog razdoblja u 2 dnevna mjerenja zabilježen je neugodni miris u naseljima Valbonaši i Vintijan, koncentracije mirisa 2,92 i 5,14 OU. U mjerenjima zabilježeni su vjetrovi iz smjera istok i jugoistok.

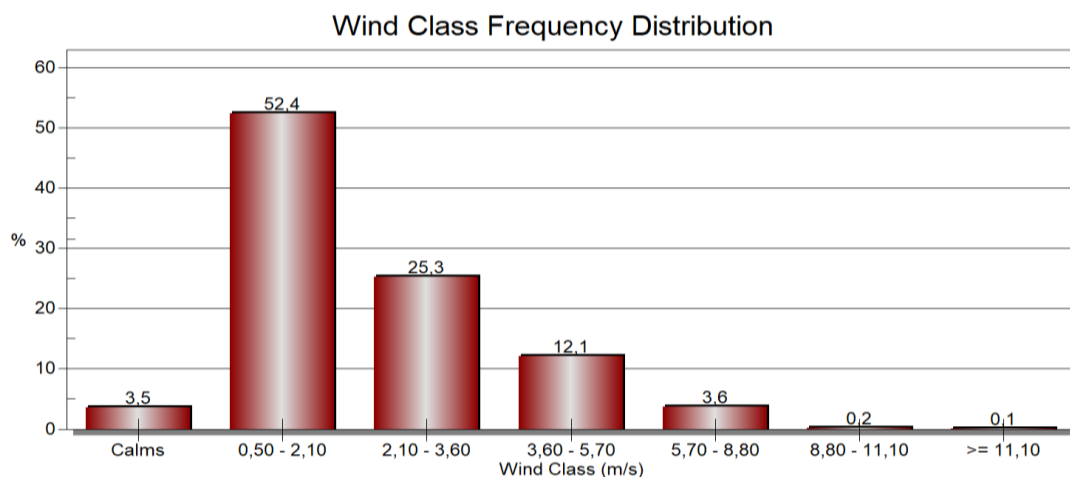
Tijekom zimskog razdoblja u 3 noćna mjerenja zabilježen je neugodni miris u naselju Vinkuran (Cota i Debeli vrh) s koncentracijom mirisa 2,92 OU vjetrom iz smjera istok-sjeveroistok.

U tablici 27. Zabilježeno je vrijeme pojavnosti mirisa i pozicija te usporedba smjera vjetra.

Slika 16. Ruža vjetrova 2024. godine (WRPlot View program)



Slika 17. Brzina vjetra 2024. godine (WRPlot View program)



Vjetrovi veće brzine omogućuju veću disperziju čestica, stoga područja sa jačim vjetrovima često imaju niže koncentracije onečišćenja u zraku. Brzine vjetra su prikazane u Slika 17. prema podacima preuzetim sa meteorološke stanice ŽCGO Kaštijun.

Tablica 28. Usporedba mjerenja pojavnosti neugodnih mirisa na ŽCGO Kaštijun i mjestima pojavnosti neugodnih mirisa.

Datum i vrijeme	OU intenzitet	Pozicija Naselja	ŽCGO Kaštijun OU Intenzitet	Smjer vjetra	
				ŽCGO Kaštijun	Pozicija Naselja
04.01.2024 21:35	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
04.01.2024 21:45	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
08.01.2024 21:30	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
03.07.2024 09:10	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	Nema mirisa	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
29.07.2024 10:40	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	Nema mirisa	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
26.08.2024 11:45	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole
03.09.2024 8:15	2,92 Izuzetno slab	Pješćana uvala	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjever-Sjeveroistok Pješćana uvala
06.09.2024 21:20	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	7,04 Slab	Sjever	Sjever Vinkuran (Cota)
06.09.2024 21:30	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	7,04 Slab	Sjever	Sjever Vinkuran Debeli vrv

09.09.2024 10:10	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	2,92 Izuzetno slab	Istok	Istok Vinkuran (Debeli vrv)
17.10.2024 12:25	2,92 Izuzetno slab	Valbonaši	Nema mirisa	Istok	Istok Valbonaši
18.10.2024 11:45	5,14 Slab	Vintijan	2,92 Izuzetno slab	Jugoistok	Jugoistok Vintijan

Uspoređujući rezultate mjerenja pojavnosti mirisa na lokacijama u Tablici 28. može se zaključiti da vjetar doprinosi disperziji onečišćenja neugodnim mirisima sa ŽCGO Kaštijun prema naseljima u neposrednoj blizini (Vinkuran, Banjole, Valbonaša, Vintijan, Pješćana Uvala).

Slika 18. Mikrolokacije pojavnosti neugodnih mirisa: Naselja Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Vintijan i Pješćana uvala.



Naselje Vinkuran – Cota



Naselje Vinkuran – Debeli vrv



Naselje- Pješćana uvala

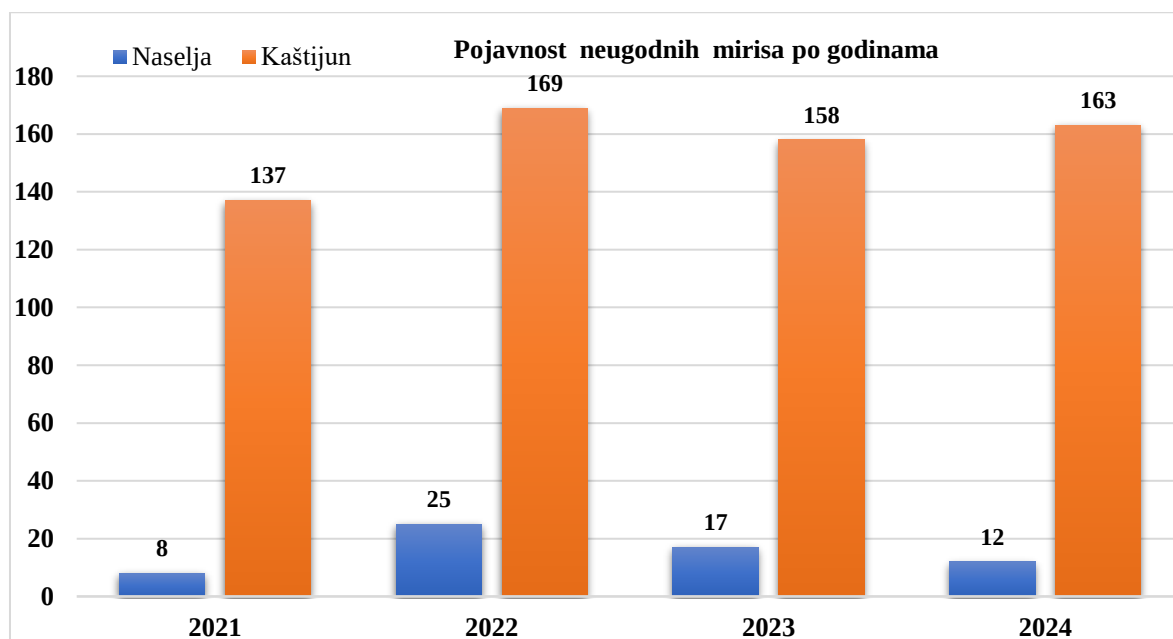


Naselje- Vintijan

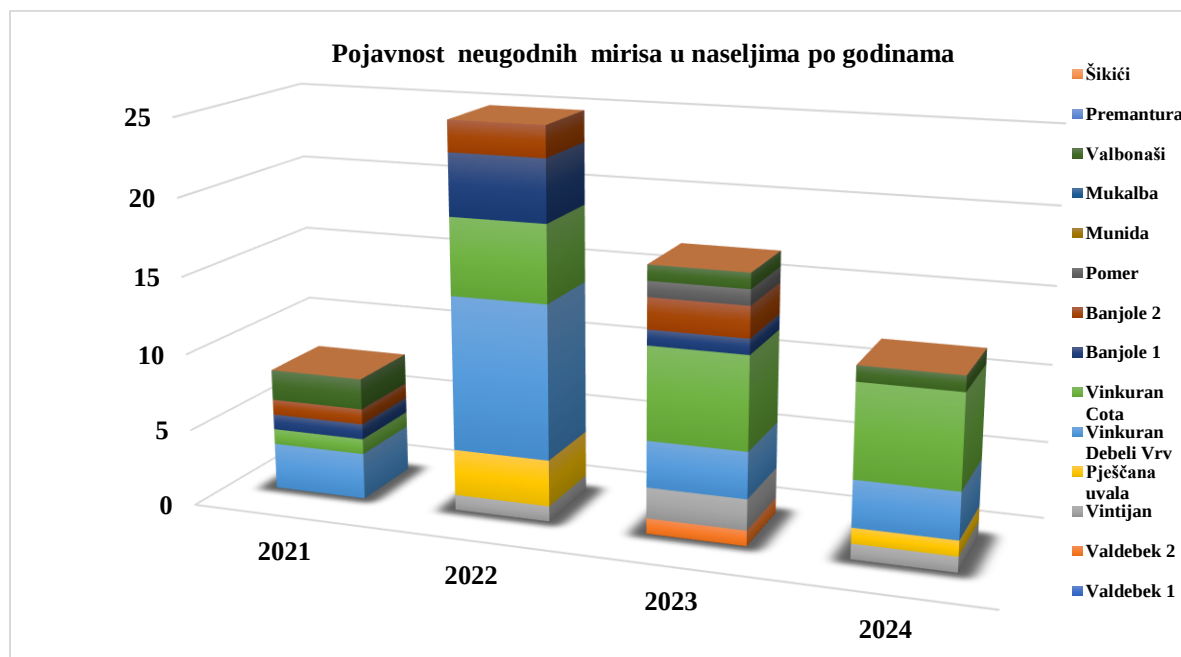
2.5.5 KOMPARACIJA REZULTATA OD 2021. – 2024.

Na Slici 19. prikazana je ukupna pojavnost mirisa u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek u 2021., 2022., 2023. i 2024. godini. Na Slici 20. prikazana je pojavnost neugodnog mirisa u naseljima u 2021., 2022., 2023. i 2024. godini.

Slika 19. Ukupna pojavnost mirisa u naseljima



Slika 20. Pojavnost neugodnih mirisa u naseljima



2.5.6 ZAKLJUČAK

U promatranim razdobljima na pozicijama u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek od ukupno 2646 mjerenja u 99,58% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,41% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,03 % slučajeva slab miris.

Tijekom mjerenja zabilježeni su neugodni mirisi u naseljima Vinkuran, , Vintijan i Pješćana uvala koji su bili kiselo-slatkog mirisa, te su se pojavljivali i na području ŽCGO Kaštijun. Utjecaj vjetrova iz smjera sjever, sjeveroistok, istok (0° - 90°) povezan je sa pojavnosću neugodnih mirisa u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Pješćana uvala i Vintijan.

Uspoređujući rezultate mjerenja pojavnosti mirisa na lokacijama može se zaključiti da vjetar doprinosi disperziji onečišćenja neugodnim mirisima sa ŽCGO Kaštijun prema naseljima u neposrednoj blizini.

Uspoređujući rezultate mjerenja iz 2023. i 2024. godine može se zaključiti da ljetno i jesensko razdoblje ima najvišu pojavnost neugodnih mirisa u okolnim naseljima, slijedi zimsko te proljetno razdoblje mjerenja. Pojavnost mirisa u okolnim naseljima 2021. zabilježena je u 0,46% mjerenja, 2022. pojavnost mirisa bila je zabilježena u 0,91% mjerenja, 2023. godini pojavnost mirisa bila u 0,63 % mjerenja, dok je u 2024. pojavnost mirisa bila zabilježena u 0,44% . Ljetno razdoblje mjerenja i dalje ima najvišu pojavnost mirisa u okolnim naseljima.

Meteorološki uvjeti (vjetar, temperatura i relativna vlažnost), karakteristični za godišnje doba ljetno i jesen, dodatno pogoduju širenju neugodnih mirisa što, u trenutku kada ŽCGO Kaštijun ima najviši stupanj opterećenja, potvrđuje visoka raspodjela pojavnosti neugodnih mirisa tijekom ljetnog razdoblja od 25% i jesenskog razdoblja od 28%.

3. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA

Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun u 2024. godini nastavak je Programa praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun iz 2020., 2021., 2022. i 2023. godine. U 2024. godini nastavili su se pratiti ekološki čimbenici: kvaliteta podzemnih voda, kvaliteta tla, kvaliteta zraka i olfaktometrijska mjerenja, frakcije lebdećih čestica PM₁₀ i sadržaja metala u njima ostala je ista kao i u 2023. godini.

Praćenje ekoloških čimbenika:

Praćenje stanja podzemnih voda od 2018. do 2024. godine provodilo se prema parametrima mjerenja emisija u vodu Rješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Stanje podzemnih voda u 2024. godini nastavilo se pratiti putem tri piježometra smještenih na lokaciji ŽCGO Kaštijun. Vrednovanje rezultata za potrebe ovog programa praćenje provodilo se prema граниčnim vrijednostima iz Uredbi o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023). Jedini parametar koji je ukazivao na antropogeni utjecaj na kvalitetu podzemne vode kroz petogodišnje praćenje bio je amonij, čije su najviše koncentracije zabilježene u piježometru B2 u 2019. godini i u piježometru B3 u 2020., 2021., 2022. i 2024. godini. Piježometri s prekoračenjima, B2 i B3, ujedno su smješteni uz granicu starog odlagališta Kaštijun. U 2023. godini u piježometrima nisu zabilježena prekoračenja.

Kroz praćenje kvalitete tla provedene su analize ukupnog sadržaja metala i sadržaja organskih spojeva u uzorcima iz okoline ŽCGO Kaštijun. U tri uzorka tla iz okolice ŽCGO Kaštijun određen je udio 15 elemenata (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn, Sb, Se, V, Mn i Fe) i 36 organska spoja (PCB, PAU i organoklorni pesticidi). Za 10 elemenata (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb i Zn) i 5 sume postojanih organskih onečišćujućih tvari definiran je MDK prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) i dobivene koncentracije su ispod propisanih vrijednosti MDK za tla čija je pH vrijednost u većini uzoraka viša od 6.

Praćenje kvalitete zraka provodi se u skladu sa Zakonom o zaštiti zraka (NN 127/19; NN 57/22) i Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20), sukladno sa programom mjerenja pokazatelja onečišćenja zraka iz Rješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine na mjernoj postaji AMP Kaštijun od strane ovlaštenog laboratorija Ekonerg. Na praćenom području ŽCGO Kaštijun od 2019. do 2024. godine kvaliteta zraka je bila prve kategorije - čist

ili neznatno onečišćen zrak: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV) za niti jedan praćeni parametar (NO_2/NO_x , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, H_2S , NH_3 i R-SH). Jedino je u 2022. godini kvaliteta zraka bila druge kategorije – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV) s obzirom na lebdeće čestice frakcije PM_{10} . Prekoračenje u 2022. godini pripisuje se aktivnostima u samoj okolini mjerne postaje, koje su uključivale teške građevinske radove prilikom sanacije starog odlagališta Kaštijun. Zabilježen nedozvoljeni broj prekoračenja na PM_{10} , u konačnoj ocjeni mora se navesti da se radi o posebnoj/izvanrednoj situacija.

Temeljem rezultata mjerenja koncentracije PM_{10} frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na lokaciji ŽCGO Kaštijun kroz 4 turnusa ispitivanja, tijekom 2024. godine, prema ovim onečišćujućim tvarima područje utjecaja ŽCGO Kaštijun se prema stupnju onečišćenosti zraka može klasificirati kao prva kategorija kvalitete zraka, odnosno čist ili neznatno onečišćen zrak obzirom na PM_{10} frakciju lebdećih čestica. Prema dobivenim rezultatima mjerenih parametara na ovoj lokaciji ne očekuje se štetan utjecaj na zdravlje stanovništva i/ili okoliš u cjelini.

U promatranim razdobljima na pozicijama u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek od ukupno 2646 mjerenja u 99,58% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,41% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,03 % slučajeva slab miris. Tijekom mjerenja zabilježeni su neugodni mirisi u naseljima Vinkuran, , Vintijan i Pješćana uvala koji su bili kiselo-slatkog mirisa, te su se pojavljivali i na području ŽCGO Kaštijun. Utjecaj vjetera iz smjera sjever, sjeveroistok, istok ($0^\circ - 90^\circ$) povezan je sa pojavnošću neugodnih mirisa u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Pješćana uvala i Vintijan.

Može se zaključiti da meteorološki uvjeti (vjetar, temperatura i relativna vlažnost), karakteristični za godišnje doba ljeto i jesen, dodatno pogoduju širenju neugodnih mirisa što, u trenutku kada ŽCGO Kaštijun ima najviši stupanj opterećenja, potvrđuje visoka raspodjela pojavnosti neugodnih mirisa tijekom ljetnog razdoblja od 25% i jesenskog razdoblja od 28%. Uspoređujući rezultate mjerenja iz 2023. i 2024. godine može se zaključiti da ljetno i jesensko razdoblje ima najvišu pojavnost neugodnih mirisa u okolnim naseljima, slijedi zimsko te proljetno razdoblje mjerenja. Pojavnost mirisa u okolnim naseljima 2021. zabilježena je u 0,46% mjerenja, 2022. pojavnost mirisa bila je zabilježena u 0,91% mjerenja, 2023. godini

pojavnost mirisa bila u 0,63 % mjerenja, dok je u 2024. pojavnost mirisa bila zabilježena u 0,44% . Prema cjelogodišnjem praćenju i dobivenim rezultatima u danima pojavnosti neugodnih mirisa narušena je kvaliteta života u naseljima.

Nastavak praćenja ekoloških čimbenika u 2024. godini i dalje pokazuje narušenu kvalitetu života u danima pojavnosti neugodnih mirisa u blizini ŽCGO Kaštijun, što ukazuje na potrebu daljnjeg monitoringa.

LITERATURA

1. Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 72/20
2. Zakon o zaštiti zraka, NN 127/19; NN 57/22; 136/24
3. Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 77/20
4. HRN EN 12341:2014 Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM₁₀ or PM_{2,5} mass concentration of suspended particulate matter
5. HRN EN 14902:2007 i HRN EN 14902/AC:2007 Kvaliteta vanjskog zraka – Standardna metoda za mjerenje Pb, Cd, As i Ni u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica
6. Kvaliteta zraka na području Primorsko-goranske županije, Objedinjeni izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2023., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2024.
7. Uredba o standardu kakvoća voda (NN 96/2019)
8. Uredba o izmjenama i dopunama Uredbe o klasifikaciji voda (NN 137/2008)
9. Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019)
10. Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 106/2022)
11. HRN EN ISO 10390:2005, Kakvoća tla – Određivanje pH-vrijednosti
12. HRN EN 13725:2022, Emisije iz nepokretnih izvora – Određivanje koncentracije mirisa metodom dinamičke olfaktometrije i emisije mirisa (EN 13725:2022)