



**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 2023. GODINI**



Pula, ožujak 2024.

Naslov: **PROGRAM PRAĆENJA EKOLOŠKOG STANJA OKOLIŠA
USLIJED RADA ŽUPANIJSKOG CENTRA ZA
GOSPODARENJE OTPADOM KAŠTIJUN U 2023. 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.: 01/01-505/26-22 od 05.04.2023.

Izrada izvještaja: Vesna Kauzlarić, dipl.ing.biol.
Nina Grbac, dipl.ing.preh.teh.
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.

Pula, ožujak 2024.

Sadržaj

1. UVOD	2
2. PRAĆENJE EKOLOŠKIH POKAZATELJA	3
2.1 PRAĆENJE KVALITETE PODZEMNIH VODA	3
2.1.1 ISPITIVANJA U 2023. GODINI.....	6
2.1.2. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2023. GODINE.....	9
2.2 PRAĆENJE KVALITETE TLA.....	11
2.2.1. UVOD.....	11
2.2.2. ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI.....	11
2.2.3. METODE MJERENJA.....	13
2.2.3.1. UZORKOVANJE.....	13
2.2.3.2. ODREĐIVANJE pH VRIJEDNOSTI TLA.....	13
2.2.3.3. ODREĐIVANJE UKUPNOG SADRŽAJA ODABRANIH ELEMENATA.....	13
2.2.3.4. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ODABRANIH POSTOJANIH ORGANSKIH ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI.....	14
2.2.4 REZULTATI I RASPRAVA	15
2.2.4.1 pH VRIJEDNOST TLA I UKUPAN SADRŽAJ ODABRANIH ELEMENATA.....	15
2.2.4.2 ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA.....	17
2.2.5 ZAKLJUČAK	22
2.3 PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA	23
2.3.1. UVOD	23
2.3.2. KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI RAZINA DUŠIKOVA DIOKSIDA U ZRAKU	24
2.3.3 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM_{2,5} U ZRAKU	25
2.3.4 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM₁₀ U ZRAKU	26
2.3.5 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI PRAĆENJA RAZINA SPECIFIČNIH PARAMETARA KOD MJERENJA POSEBNE NAMJENE (KVALITETA ŽIVLJENJA - DODIJAVANJE MIRISOM).....	27
2.3.6 ZAKLJUČAK	29
2.4 MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA I SADRŽAJA METALA U NJIMA NA PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN ZA 2023. GODINU	30
2.4.1. UVOD.....	30
2.4.2. POPIS SKRAĆENICA	31
2.4.3 ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI.....	32

2.4.4. METODE MJERENJA	33
2.4.5. REZULTATI I RASPRAVA	34
2.4.5.1 PM₁₀ frakcija lebdećih čestica*	34
2.4.5.2 Sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica*	38
2.4.7. KATEGORIZACIJA PODRUČJA PREMA STUPNJU ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA .	42
2.4.8. ZAKLJUČAK	43
2.5 OLFAKTOMETRIJSKA MJERENJA NA UTJECAJNOM PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN U 2023. GODINI	44
2.5.1 UVOD	44
2.5.2. METODE MJERENJA	46
2.5.3 REZULTATI I RASPRAVA	50
2.5.4 KONCENTRACIJA MIRISA (OU) I UTJECAJ VJETRA NA PODRUČJU NASELJA OPĆINE MEDULIN, NASELJA VALDEBEK I ŠIKIĆI	53
2.5.5 ZAKLJUČAK	58
3. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA	59
LITERATURA	62

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.

2. PRAĆENJE EKOLOŠKIH POKAZATELJA

2.1 PRAĆENJE KVALITETE PODZEMNIH VODA

Praćenje kvalitete podzemnih voda odvijalo se na tri piezometra (zdenaca za mjerenje razine podzemnih voda) smještenih unutar područja ŽCGO Kaštijun. Piezometri 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 piezometara 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 reakcije*	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 piezometra.

Slika 3. Lokacije piezometara B1, B2, i B3



(Izvor: Google Earth, 2022.)

2.1.1 ISPITIVANJA U 2023. GODINI

Ispitivanja podzemnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2023. godini izvedena su od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u mjesecu travnju, rujnu i studenom. Analizirani su uzorci podzemne vode s tri piezometra označenih B1, B2 i B3. Rezultati analize prikazani su u Tablici 4., 5. i 6.

Tablica 1. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u travnju 2023.godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2023.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	14,0	14,0	14,0
temperatura zraka	°C	11,0	12,0	12,0
pH		7,0	7,0	7,0
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	18,9	19,3	19,3
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2	5,2	4,0
KPK - bikromat	mg O ₂ /L	1,60	0,74	1,47
BPK 5	mg O ₂ /L	1,1	0,69	0,74
Amonij	mg N/L	0,006	0,014	0,144
Nitrit	mg N/L	<0,003	<0,003	0,267
Dušik - ukupni	mg N/L	10,3	10,6	11,8
Nitrat	mg/L	10,2	10,3	10,2
Fosfor - ukupni	mg P/L	<0,010	<0,010	<0,010
Fenolni indeks	mg/L	2,0	2,3	3,5
TOC	mg/L	0,849	2,22	4,22
Masti i ulja	mg/L	<0,015	<0,015	<0,015
Ugljikovodici (uljni indeks)	mg/L	<0,015	<0,015	<0,015
Krom 6 (Cr)	µg/L	<0,011	<0,011	<0,011
Olovo (Pb)	mg/L	<0,0003	<0,0003	0,0003
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Željezo (Fe)	mg/L	<0,005	<0,005	<0,005
Bakar (Cu)	mg/L	<0,001	0,003	<0,001
Cink(Zn)	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Nikal (Ni)	mg/L	<0,001	0,002	0,006
Kadmij (Cd)	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	<0,001	0,033	0,178
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,110	0,183	<0,247
Živa (Hg)	mg/L	<0,00002	0,00002	<0,00002
Selen (Se)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	0,00060	<0,00060	<0,00060
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	0,162	<0,050	0,112
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID _L	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID _D	1	1	1

Tablica 2. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u rujnu 2023.godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2023.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	15,0	15,0	15,0
temperatura zraka	°C	22,0	22,0	24,0
pH		7,2	6,9	6,9
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	20,6	21,5	22,3
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2	<2	<2
KPK - bikromat	mg O ₂ /L	0,99	1,15	1,92
BPK 5	mg O ₂ /L	0,74	0,96	1,9
Amonij	mg N/L	0,011	0,003	0,315
Nitrit	mg N/L	<0,003	<0,003	0,004
Dušik - ukupni	mg N/L	10,578	10,070	10,408
Nitrat	mg/L	10,5	9,94	9,44
Fosfor - ukupni	mg P/L	<0,010	<0,010	<0,010
Fenolni indeks	mg/L	<2,0	2,0	<2,0
TOC	mg/L	1,50	2,65	4,90
Masti i ulja	mg/L	0,028	0,027	0,027
Ugljikovodici (uljni indeks)	mg/L	<0,015	0,018	<0,015
Krom 6 (Cr)	µg/L	<0,011	<0,011	<0,011
Olovo (Pb)	mg/L	0,0004	0,0004	0,0006
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Željezo (Fe)	mg/L	0,007	0,008	<0,005
Bakar (Cu)	mg/L	<0,001	0,002	0,008
Cink(Zn)	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Nikal (Ni)	mg/L	<0,001	<0,001	0,004
Kadmij (Cd)	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001
Mangan (Mn)	mg/L	<0,001	0,009	0,177
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,098	0,134	0,150
Živa (Hg)	mg/L	<0,00002	0,00056	<0,00002
Selen (Se)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	<0,00060	<0,00060	<0,00060
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	<0,050	0,094	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID _L	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID _D	1	1	1

Tablica 3. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u studenom 2023. godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2023.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	15,3	14,2	14,7
temperatura zraka	°C	12,0	10,0	8,0
pH		7,1	7,1	6,9
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	21,0	21,3	21,4
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2,0	3,8	<2,0
KPK - bikromat	mg O ₂ /L	2,18	3,27	2,66
BPK 5	mg O ₂ /L	1,8	2,6	2,0
Amonij	mg N/L	0,445	0,061	0,113
Nitrit	mg N/L	<0,003	<0,003	0,201
Dušik - ukupni	mg N/L	10,341	10,776	9,986
Nitrat	mg/L	9,66	10,3	9,51
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,107	0,055	0,031
Fenolni indeks	mg/L	<2,0	<2,0	2,0
TOC	mg/L	2,48	0,79	5,88
Masti i ulja	mg/L	<0,015	<0,015	0,016
Ugljikovodici (uljni indeks)	mg/L	<0,015	<0,015	<0,015
Krom 6 (Cr)	µg/L	<0,011	<0,011	<0,011
Olovo (Pb)	mg/L	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	0,001	<0,001	<0,001
Željezo (Fe)	mg/L	0,097	0,009	0,006
Bakar (Cu)	mg/L	0,011	<0,001	0,010
Cink(Zn)	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Nikal (Ni)	mg/L	0,052	<0,001	0,006
Kadmij (Cd)	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	0,182	0,002	0,186
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,547	0,046	0,103
Živa (Hg)	mg/L	0,00005	<0,00002	<0,00002
Selen (Se)	mg/L	0,018	<0,001	0,002
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	<0,00060	<0,00060	<0,00060
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID _L	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID _D	1	1	1

U 2023. godini, prema Uredbi o izmjenama i dopunama Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 20/2023), u provedenim analizama piezometara u travnju, rujnu i studenom, svi su parametri ispod granične vrijednosti.

2.1.2. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2023. 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 2023. godine.

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

- 2019.godina - tri 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 - dva puta veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3

Tablica 4. Povišeni rezultati amonija u piezometrima B2 i B3 kroz četiri godine

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

Povećane vrijednosti amonija kroz četverogodišnje praćenje mogu se pripisati antropogenom utjecaju poljoprivrede u okolini, 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 petogodišnje praćenje je amonij, čije su najviše koncentracije zabilježene u piezometru B2 u 2019. godini i u piezometru B3 u 2020., 2021. i 2022. godini . Navedeni piezometri s prekoračenjima, B2 i B3, ujedno su i najbliži starom odlagalištu Kaštijun (Slika 3.).

U 2023. godini u piezometrima nisu zabilježena prekoračenja.

2.2 PRAĆENJE KVALITETE TLA

2.2.1. UVOD

Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije (NZZJZIŽ) proveo je analizu ukupnog sadržaja metala i sadržaja organskih spojeva u uzorcima iz okoline ŽCGO Kaštijun na datume 09.05.2023., 05.09.2023. i 24.11.2023. 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 NZZJZIŽ. 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 CEM MARS Xpress. Analiza sadržaja arsena (As), kadmija (Cd), kobalta (Co), kroma (Cr), bakra (Cu), molibdena (Mo), nikla (Ni), olova (Pb), antimona (Sb), selena (Se) i vanadija (V) provedena je 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. Sadržaj žive (Hg) određen je atomskom apsorpcijskom spektrometrijom s tehnikom hladnih para (CV-AAS) na atomskom spektrometru Thermo Solaar M.

Za sve analize su korištene metode vanjskog standarda, uz provjeru s certificiranim referentnim materijalom (CRM) tla poznate sljedivosti. CRM je korišten kao kontrolni standard za proces digestije i analize.

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 ELEMENATA

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
9.5.2023.	5,9	6,1	6,1
5.9.2023.	5,9	6,3	6,1
24.11.2023.	6,2	6,6	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 $5 < \text{pH} < 6 / \text{mgkg}^{-1}$	MDK za $\text{pH} > 6 / \text{mgkg}^{-1}$
As	25	30
Cd	1,5	2
Co	50	60
Cr	80	120
Cu	90	120
Hg	1,0	1,5
Mo	15	15
Ni	50	75
Pb	100	150
Zn	150	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 Mo (svi uzorci, sva uzorkovanja) i Cd u uzorku br. 3 iz mjeseca studenog. Uz te elemente, analizirani su udjeli Fe, Mn, Sb, Se i V. Udjeli Sb i Se su u svim uzorcima ispod granice kvantifikacije (1,00 mg/kg suhe tvari za Sb i 0,670 mg/kg suhe za Se) izuzev uzorka 1 uzetog u mjesecu rujnu (3,10 mgSb/kg suhe tvari) i uzorka 3 iz studenog 2023. (0,678 mgSe/kg suhe tvari).

U dva uzorka (pozicija 1, svibanj i rujan 2023.) izmjerena pH vrijednost je bila niža od 6 (5,9), pa se na njih primjenjuju drugačije (niže) vrijednosti MDK u odnosu na ostale uzorke čija je pH vrijednost viša od 6.

Vrijednosti udjela određene analizama ne prelaze MDK. U uzorcima uzorkovanim u svibnju dobiveni su najviši postoci vrijednosti MDK: 99,4% za Cr i 95,2% za Ni, radi primijenjenih nižih vrijednosti MDK na temelju dobivene pH vrijednosti. Na istoj poziciji su i tijekom 2022. godine dobiveni najviši postoci vrijednosti MDK za iste metale (85,8%, odnosno 89,4%).

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 tablici 11.

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

UZORKO- VANJE	SVIBANJ 2023.			RUJAN 2023.			STUDENI 2023.			x _{sr}
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
ELEMENT	%MDK/%									
As	20,6	22,6	8,2	50,4	41,7	40,3	29,3	49,0	21,4	34,1
Cd	32,2	25,7	19,4	15,5	7,1	14,4	5,9	7,7	1,7	20,0
Co	32,2	31,8	20,5	6,7	7,6	2,2	21,8	29,0	22,2	18,0
Cr	99,4	81,8	53,7	58,1	38,1	30,5	35,6	74,0	58,1	64,7
Cu	67,9	30,0	20,1	17,9	19,4	11,2	31,1	27,9	35,9	30,5
Hg	15,6	10,2	9,3	6,8	2,8	6,5	8,6	5,3	3,4	12,0
Mo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,8
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64,1
Pb	-	-	-	-	-	-	-	-	-	21,2
Zn	95,2	83,6	54,9	78,6	54,7	43,2	43,2	52,5	43,9	36,2

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

UZORKO- VANJE	SVIBANJ 2023.			RUJAN 2023.			STUDENI 2023.			w_{sr}
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
ELEMENT	$w/(mg/kg$ suhe tvari)									
As	5,14	6,77	2,47	12,6	12,5	12,1	8,8	14,7	6,41	9,05
Cd	0,483	0,514	0,388	0,232	0,141	0,288	0,118	0,154	<0,067	0,261
Co	16,1	19,1	12,3	3,34	4,58	1,34	13,1	17,4	13,3	11,2
Cr	79,5	98,2	64,4	46,5	45,7	36,6	42,7	88,8	69,7	63,6
Cu	61,1	36	24,1	16,1	23,3	13,4	37,3	33,5	43,1	32,0
Hg	0,156	0,153	0,14	0,068	0,042	0,097	0,129	0,08	0,051	0,102
Fe	30939	40807	19706	32168	39545	27312	28861	40127	30233	32189
Mn	677	816	594	643	1011	851	807	982	815	800
Mo	<3,33	<3,33	<3,33	<3,33	<3,33	<3,33	<3,33	<3,33	<3,33	<3,33
Ni	47,6	62,7	41,2	39,3	41	32,4	32,4	39,4	32,9	41,0
Pb	52,3	42,4	29,5	53,6	35,6	30	24,6	32,8	26,9	36,4
Sb	<1,00	<1,00	<1,00	3,1	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00	<1,00
Se	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	<0,670	0,678	<0,670
V	41,6	54,8	34,3	33,5	42,8	33	30,7	59,2	47,8	42,0
Zn	75,7	66	51,1	94,9	80	93,4	78,2	91,1	93,7	80,5

2.2.4.2 ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA

Rezultati mjerenja sadržaja odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari u uzorcima tla prikazani su u tablicama 16., 17. i 18. Sadržaj je iskazan kao udio (w) u $\mu g/kg$ suhe tvari, a uz rezultat analize pojedinog spoja, prikazana je i MDK vrijednost ako je propisana.

Uz postojane organske onečišćujuće tvari prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019), analiziran je i sadržaj pentaklorbenzena, heksaklorbenzena, heptaklora, heptaklor epoksida, endosulfana alfa i beta te endosulfan sulfata, alaklora, trans- i cis-klordana, klorpirifosa, klorfenvinfosa i metoksiklora.

Tablica 12. Rezultati mjerenja od dana 09.05.2023. odabranih postojećih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u $\mu\text{g}/\text{kg}$ suhog tla.

	SVIBANJ 2023.			MDK $\mu\text{g}\cdot(\text{kg. s.tv.})^{-1}$
	$w(\text{poz. 1})/ \mu\text{g}\cdot(\text{kg. s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 2})/ \mu\text{g}\cdot(\text{kg. s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 3})/ \mu\text{g}\cdot(\text{kg. s.tv.})^{-1}$	
Pentaklorbenzen	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Alfa HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Beta HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Heksaklorbenezen	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Gamma HCH	<0.100	0,379	<0.100	
Delta HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Heptaklor	<0.0500	<0.0500	<0.0500	100
Alaklor	<1.00	<1.00	<1.00	
Aldrin	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Klorpirifos	4,46	30,9	<1.00	
Izodrin	<0.100	<0.100	8,45	
Heptaklor epoksid	<0.100	<0.100	<0.100	
Klorfenvinfos	<1.00	<1.00	<1.00	
Trans klordan	<0.100	<0.100	<0.100	
Alfa endosulfan	<0.500	<0.500	<0.500	100
Cis klordan	<0.100	<0.100	<0.100	
Dieldrin	<0.100	<0.100	<0,100	
ppDDE	<0.100	<0,100	0,538	
Endrin	0,550	1,25	<0.500	
Beta endosulfan	<0.500	0,583	0,907	
Endrin aldehid	<0.500	<0.500	<0.500	
ppDDD	1,00	<0,500	<0,500	
opDDT	<0.500	<0.500	<0.500	100
Endosulfan sulfat	1,01	0,648	<0,500	
ppDDT	0,238	<0.100	<0.100	
Metoksiklor	<1.00	<1.00	<1.00	
Suma DDT/DDE/DDD	1,24	<0,500	0,538	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	0,550	1,25	8,45	
Suma HCH spojevi	<0.100	0,379	<0.100	
PCB 28	<0.500	<0.500	2,35	
PCB 52	<0.500	<0.500	<0.500	
PCB 101	<0.500	<0.500	<0.500	

PCB 118	1,03	<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 UK	1,03	<0.500	2,35	500

Tablica 13. Rezultati mjerenja od dana 05.09.2023. odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u $\mu\text{g}/\text{kg}$ suhog tla.

	LISTOPAD 2023.			MDK $\mu\text{g}\cdot(\text{kg}\cdot\text{s.tv.})^{-1}$
	$w(\text{poz. 1})/$ $\mu\text{g}\cdot(\text{kg}\cdot\text{s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 2})/$ $\mu\text{g}\cdot(\text{kg}\cdot\text{s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 3})/$ $\mu\text{g}\cdot(\text{kg}\cdot\text{s.tv.})^{-1}$	
Pentaklorbenzen	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Alfa HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Beta HCH	<0.100	0,921	0,122	
Heksaklorbenezen	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Gamma HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Delta HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Heptaklor	<0.0500	<0.0500	<0.0500	100
Alaklor	<1.00	<1.00	<1.00	
Aldrin	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Klorpirifos	<1.00	5,09	4,04	
Izodrin	<0.100	<0.100	<0.100	
Heptaklor epoksid	<0.100	<0.100	<0.100	
Klorfenvinfos	<1.00	<1.00	<1.00	
Trans klordan	<0.100	<0.100	0,287	
Alfa endosulfan	<0.500	<0.500	<0.500	100
Cis klordan	<0.100	<0.100	<0.100	
Dieldrin	<0.100	<0.100	0,110	
ppDDE	<0.100	<0.100	0,391	
Endrin	1,64	1,03	1,74	
Beta endosulfan	1,28	<0.500	0,736	
Endrin aldehyd	<0.500	<0.500	<0.500	
ppDDD	0,94	1,84	3,76	
opDDT	<0.500	<0.500	<0.500	100
Endosulfan sulfat	<0.500	1,43	0,151	
ppDDT	<0.100	<0.100	<0.100	

Metoksiklor	<1.00	<1.00	<1.00	
Suma DDT/DDE/DDD	0,94	1,84	4,15	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	1,64	1,03	1,85	
Suma HCH spojevi	<0.100	0,921	0,122	
PCB 28	<0.500	<0.500	<0.500	
PCB 52	0,596	<0.500	<0.500	
PCB 101	<0.500	<0.500	<0.500	
PCB 118	1,18	<0.500	3,92	
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 UK	1,77	<0.500	3,92	500

Tablica 14. Rezultati mjerenja od dana 24.11.2023. odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u $\mu\text{g}/\text{kg}$ suhog tla.

	STUDENI 2023.			MDK $w/\mu\text{gkg}^{-1}$
	POZICIJA 1 $w/\mu\text{gkg}^{-1}$	POZICIJA 2 $w/\mu\text{gkg}^{-1}$	POZICIJA 2 $w/\mu\text{gkg}^{-1}$	
Pentaklorbenzen	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Alfa HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Beta HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Heksaklorbenezen	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Gamma HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Delta HCH	<0.100	<0.100	<0.100	
Heptaklor	<0.0500	<0.0500	<0.0500	100
Alaklor	<1.00	<1.00	<1.00	
Aldrin	<0.0500	<0.0500	<0.0500	
Klorpirifos	7,48	7,47	15,6	
Izodrin	<0.100	<0.100	<0.100	
Heptaklor epoksid	<0.100	0,277	0,218	
Klorfenvinfos	1,27	<1.00	2,42	
Trans klordan	<0.100	<0.100	<0.100	
Alfa endosulfan	<0.500	<0.500	<0.500	100
Cis klordan	<0.100	<0.100	<0.100	
Dieldrin	<0.100	<0.100	0,113	
ppDDE	1,17	0,490	2,86	
Endrin	0,531	0,898	0,771	

Beta endosulfan	0,603	1,03	1,13	
Endrin aldehid	<0,500	<0,500	<0,500	
ppDDD	<0,500	<0,500	<0,500	
opDDT	<0,500	<0,500	<0,500	100
Endosulfan sulfat	<0,500	<0,500	<0,500	
ppDDT	<0,100	<0,100	<0,100	
Metoksiklor	<1,00	2,16	<1,00	
Suma DDT/DDE/DDD	1,17	<0,500	2,86	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	0,531	0,898	0,884	
Suma HCH spojevi	<0,100	<0,100	<0,100	
PCB 28	3,82	1,47	7,23	
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 UK	3,82	1,47	7,23	500

U ispitanim uzorcima, perzistentna organska onečišćivala 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:

- klorirani aromatski ugljikovodici: klorpirifos (najviši na poziciji 2 te nešto niži na poziciji 1) te izodrin (na poziciji 3)
- poliklorirani bifenili : PCB 28 na poziciji 3 te PCB 118 na poziciji 1)

Osim navedenih u uzorcima su u niskim udjelima nađeni gama-HCH, endrin, beta endosulfan, endosulfan sulfat te ppDDT i njegovi metaboliti ppDDE i ppDDD.

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

- klorpirifos (posebice na pozicijama 2 i 3),
- endrin (prisutan na sve tri pozicije, a najviši na poziciji 3),

- beta endosulfan (na pozicijama 1 i 3),
- metaboliti ppDDT-a (ppDDE na poziciji 3 i ppDDD na sve tri pozicije),
- PCB 118 (na pozicijama 1 i 3).

Osim navedenih u uzorcima su u niskim udjelima nađeni beta HCH, trans klordan, cis klordan, dieldrin, endosulfan sulfat te PCB 52.

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

- klorpirifos (prisutan na sve tri pozicije, a najviši na poziciji 3)
- klorfenvinfos (izražen na pozicijama 1 i 3),
- metabolit ppDDT-a: ppDDE pronađen na sve tri pozicije
- endrin i beta endosulfan (pronađeni na sve tri pozicije)
- PCB 28 (pronađeni na sve tri pozicije)

Osim navedenih u uzorcima su nađeni heptaklor epoksid, dieldrin i metoksiklor u niskim udjelima.

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 šest uzoraka tla iz okolice ŽGCO Kaštijun (tri uzoraka uzorkovana u svibnju, tri u rujnu i tri u studenom 2023. godine) određeni su udjeli 15 elemenata (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb, Zn, Sb, Se, V, Mn i Fe) i 33 organska spoja (PCB i organoklorni pesticidi). Za 10 elemenata (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb i Zn) i 4 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.

2.3 PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA

2.3.1. UVOD

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 KLASA UP/I 351-03/14-02/19 URBRPJ: 517-08-2-2-14-45 na mjernoj postaji AMP Kaštijun ovlaštenu 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 slijedeći pokazatelji:

	NO ₂ / NO _x	PM10	PM2,5	H ₂ S	NH ₃	R-SH*	Metereološki pokazatelji
ŽCGO Kaštijun	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

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

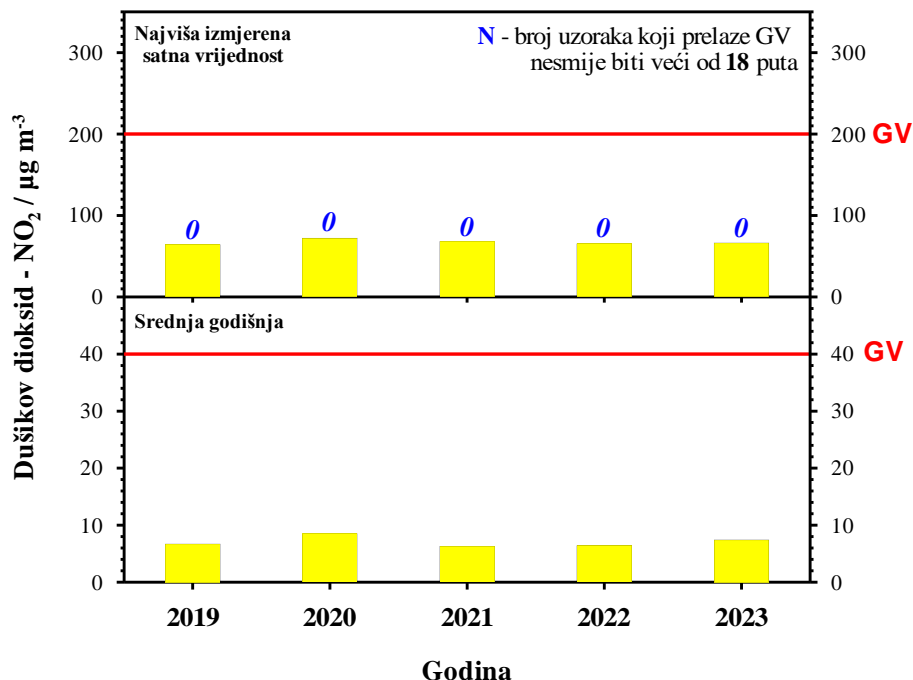
Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost (GV)	Napomena
NO ₂	1 sat	200 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 18 puta tijekom kalendarske godine
	kalendarska godina	40 µg/m ³	-
PM 2,5	kalendarska godina	20 µg/m ³	1. siječnja 2020. godine-
PM 10	24 sata	50 µg/m ³	GV ne smije biti 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 µg/m³) (Slika 6.). U 2022. 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



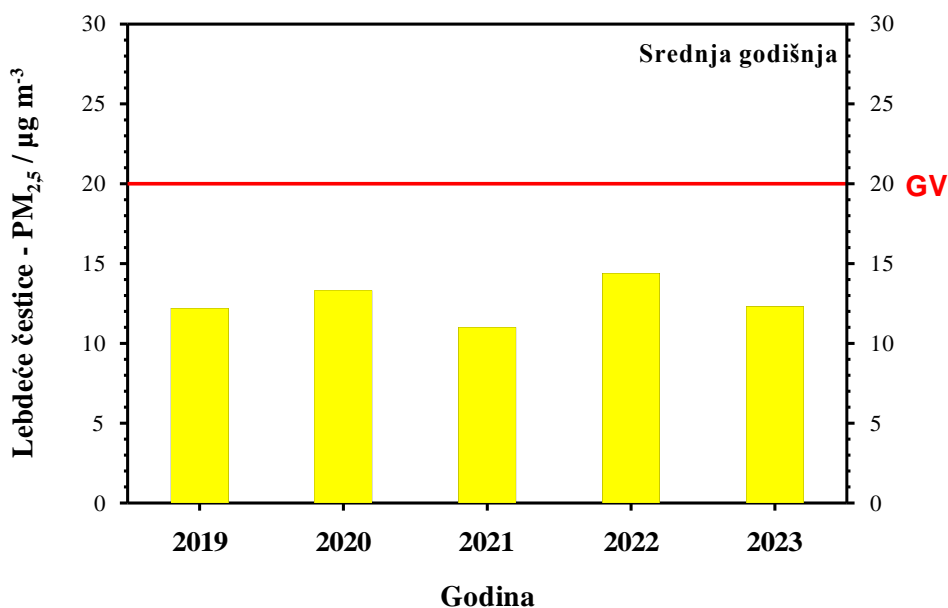
S obzirom na dušikov dioksid na praćenom području ŽGCO Kaštijun kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

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 2023. 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

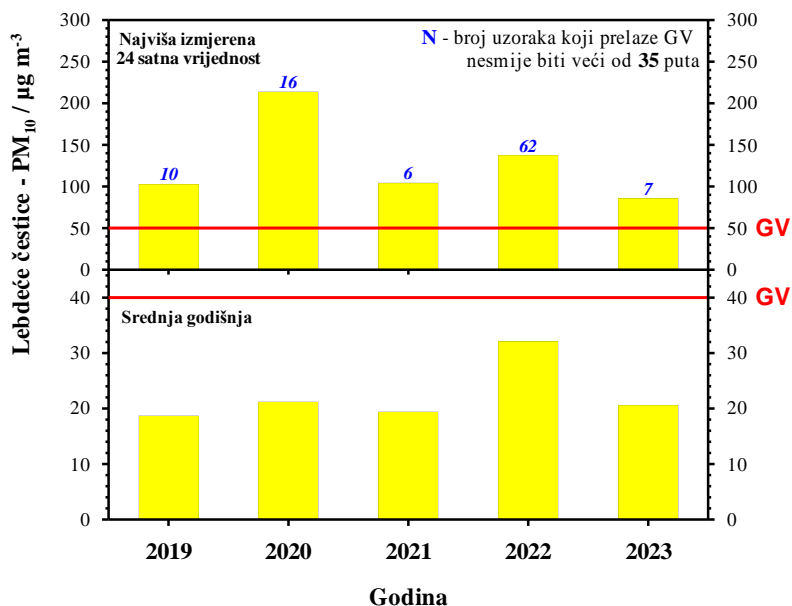


S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM_{2,5} na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

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 2023. godini značajno je viša nego višegodišnji prosjeci 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 2023. 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.

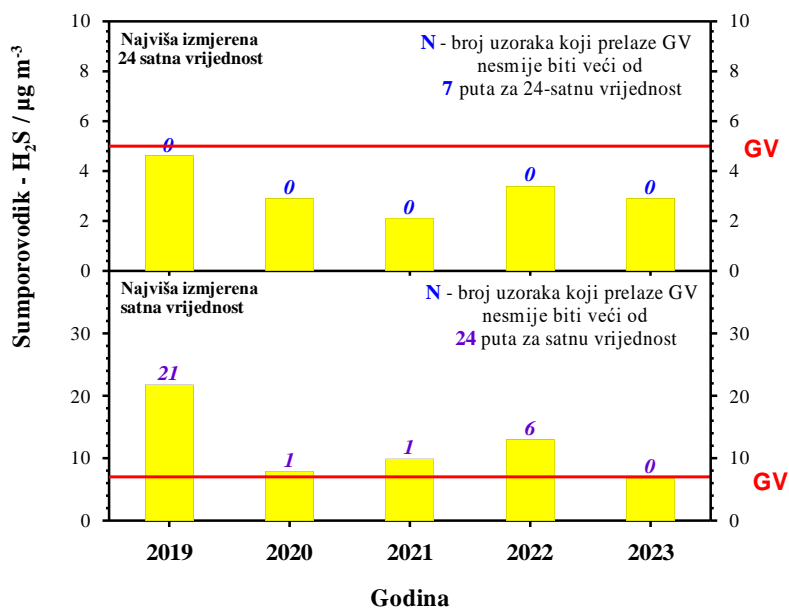
S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM₁₀ na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

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

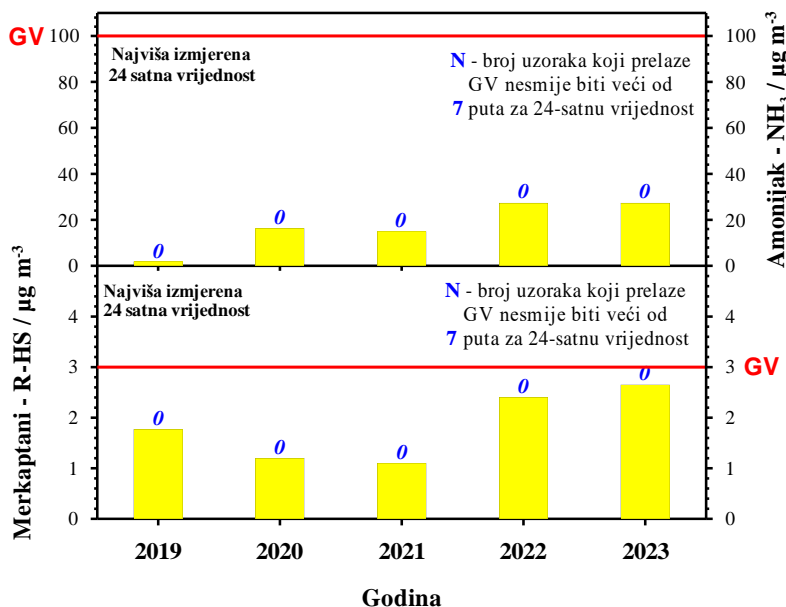


U 2023. godini nisu zabilježene epizode kada dolazi do prekoračenja GV za satnu vrijednost, kao ni prekoračenja za srednju dvadesetčetiri satnu vrijednosti u promatranom periodu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijuna u prvu kategoriju zraka s obzirom na praćeni parametar, - **čist ili neznatno onečišćen 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 2023 . 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).

2.3.6 ZAKLJUČAK

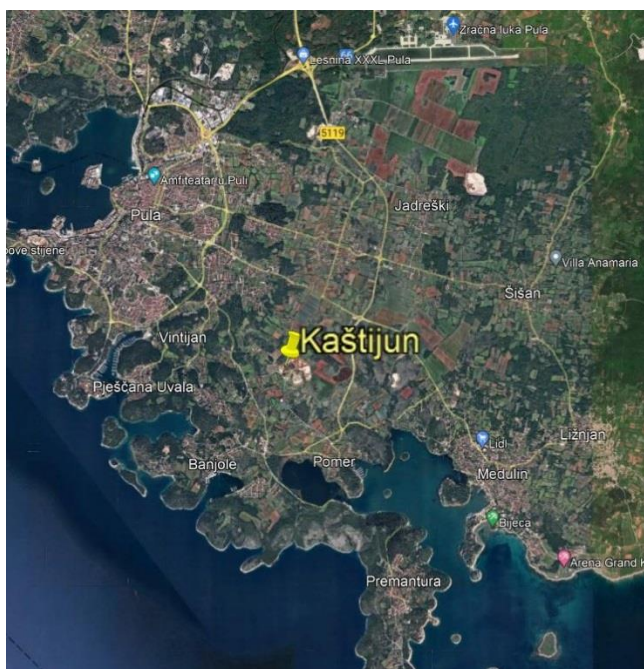
Na praćenom području ŽGCO Kaštijun od 2019. do 2023. godine kvaliteta zraka je bila **prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak**: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti za niti jedan praćeni parametar. U 2022. godini s obzirom na lebdeće čestice frakcije PM₁₀ kvaliteta 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 2023. 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 1). Uzorkovanje se provodilo tijekom 2023. 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 2). 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 (1).



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 - nepouzdana/ nema podataka

2.4.3 ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (2), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (3), a validacija i obrada podataka provode se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (1).

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:

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

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

U tablici 1 navedene su granične i ciljne vrijednosti onečišćujućih tvari prema navedenoj Uredbi (3) 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 12341:2014 (4)*.

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 (5)*.

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 (1) 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 2, a zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ i sadržaja metala u njima prikazani su u tablici 3. U tablici 4 prikazane su srednje izmjerene koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima mjerenja, a rezultati svih pojedinačnih mjerenja u 2023. godini. prikazani su u tablici 5.

Tablica 17.: Razdoblje trajanja pojedinih turnusa uzorkovanja

Redni broj	Godišnje doba	Razdoblje uzorkovanja
I turnus	Proljeće	28.02.- 13.03.2023.
II turnus	Ljeto	23.05.- 05.06.2023.
III turnus	Jesen	11.09.- 24.09.2023.
IV turnus	Zima	28.11.- 11.12.2023.

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

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2023.

Onečišćujuća tvar	OP						
	N	(%)	C _{sr}	C _M	C ₅₀	C ₉₈	n>GV
PM ₁₀ (µg/m ³)	56	15	20,4	52,4	20,3	32,5	1
Pb u PM ₁₀ (µg/m ³)	56	15	0,004	0,057	0,002	0,009	-
Cd u PM ₁₀ (ng/m ³)	56	15	0,082	0,472	0,054	0,244	-
As u PM ₁₀ (ng/m ³)	56	15	0,435	1,178	0,367	1,144	-
Ni u PM ₁₀ (ng/m ³)	56	15	1,487	3,428	1,410	3,272	-

Izmjerene koncentracije PM₁₀ frakcije lebdećih čestica kreću se u rasponu od 8,7 do najviše 52,4 µg/m³. Srednja izmjerena koncentracija tijekom četiri turnusa mjerenja iznosi 20,4 µg/m³ i ispod je godišnje granične vrijednosti (GV= 40 µg/m³). Promatrajući prosječne izmjerene koncentracije po turnusima, vidljivo je da su one podjednake tijekom sva četiri turnusa ispitivanja. Izmjerene koncentracije PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u skladu su sa očekivanim vrijednostima obzirom na lokaciju mjerenja i aktivnosti koje se tu odvijaju (6).

Tablica 19.: Prosječne koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima

Onečišćujuća tvar	I turnus	II turnus	III turnus	IV turnus
PM ₁₀ (µg/m ³)	19,5	19,4	20,8	21,8
Pb u PM ₁₀ (µg/m ³)	0,002	0,008	0,002	0,004
Cd u PM ₁₀ (ng/m ³)	0,043	0,111	0,034	0,139
As u PM ₁₀ (ng/m ³)	0,316	0,571	0,449	0,405
Ni u PM ₁₀ (ng/m ³)	1,141	2,295	1,610	0,903

Tijekom promatranog razdoblja zabilježeno je jedno prekoračenje dnevne (24-satne) granične vrijednosti od 50 µg/m³ (01.12., 52,4 µg/m³) u četvrtom turnusu mjerenja. Važeća Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (3) dozvoljava do 35 prekoračenja granične vrijednosti u kalendarskoj godini. Kako se u ovom slučaju radi o indikativnim mjerenjima, s obuhvatom podataka manjim od Pravilnikom (1) 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 $26,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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: 2023.

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)
28.02.2023.	21,5	0,003	0,027	1,495	0,272
01.03.2023.	9,2	0,001	0,013	0,735	0,136
02.03.2023.	16,5	0,002	0,013	1,079	0,390
03.03.2023.	24,7	0,003	0,063	1,633	0,490
04.03.2023.	26,0	0,006	0,163	1,324	0,997
05.03.2023.	25,9	0,003	0,127	1,007	0,617
06.03.2023.	20,1	0,002	0,045	1,215	0,336
07.03.2023.	23,4	0,002	0,013	1,043	0,199
08.03.2023.	20,2	0,002	0,013	1,560	0,145
09.03.2023.	21,4	0,002	0,013	1,515	0,127
10.03.2023.	22,6	0,001	0,013	0,980	0,154
11.03.2023.	9,7	0,001	0,013	0,734	0,073
12.03.2023.	10,6	0,002	0,073	0,834	0,372
13.03.2023.	21,1	0,001	0,013	0,825	0,118
23.05.2023.	30,0	0,057	0,118	1,967	1,160
24.05.2023.	25,8	0,004	0,054	1,868	0,453
25.05.2023.	24,8	0,004	0,036	1,507	0,508
26.05.2023.	17,2	0,004	0,109	1,396	0,934
27.05.2023.	17,7	0,005	0,128	0,926	0,532
28.05.2023.	23,5	0,006	0,109	1,532	0,653
29.05.2023.	21,5	0,004	0,054	2,195	0,327
30.05.2023.	20,5	0,003	0,245	2,439	0,372
31.05.2023.	14,0	0,002	0,236	2,269	0,309
01.06.2023.	15,3	0,004	0,163	2,902	0,716
02.06.2023.	20,3	0,004	0,118	3,428	0,889
03.06.2023.	16,3	0,004	0,063	3,256	0,508
04.06.2023.	14,0	0,003	0,045	3,174	0,481
05.06.2023.	10,0	0,001	0,073	3,274	0,154
11.09.2023.	32,5	0,003	0,082	2,284	1,178
12.09.2023.	25,2	0,002	0,045	1,687	0,626
13.09.2023.	25,7	0,002	0,036	2,503	0,499
14.09.2023.	18,9	0,002	0,036	1,406	0,544
15.09.2023.	17,3	0,004	0,091	1,233	0,562
16.09.2023.	12,6	0,002	0,045	1,433	0,698
17.09.2023.	15,4	0,003	0,045	1,995	0,599
18.09.2023.	32,5	0,002	0,013	2,775	0,354
19.09.2023.	21,0	0,002	0,013	1,324	0,218
20.09.2023.	20,0	0,002	0,013	1,533	0,336
21.09.2023.	25,4	0,002	0,013	1,714	0,209
22.09.2023.	26,3	0,002	0,013	1,515	0,190
23.09.2023.	9,5	0,001	0,013	0,245	0,109
24.09.2023.	8,7	0,001	0,013	0,898	0,163
28.11.2023.	22,6	0,003	0,163	1,115	0,363
29.11.2023.	19,7	0,001	0,036	0,798	0,236
30.11.2023.	20,4	0,002	0,145	0,716	0,317
1.12.2023.	52,4	0,004	0,036	1,424	0,363
2.12.2023.	16,3	0,001	0,013	0,245	0,163
3.12.2023.	14,7	0,002	0,136	0,771	0,290
4.12.2023.	25,9	0,003	0,109	0,952	0,998
5.12.2023.	14,6	0,002	0,154	0,571	0,336
6.12.2023.	26,4	0,002	0,118	1,778	0,499
7.12.2023.	14,3	0,009	0,082	0,735	0,453
8.12.2023.	12,9	0,002	0,127	0,535	0,209
9.12.2023.	22,2	0,010	0,472	0,871	0,716
10.12.2023.	19,7	0,004	0,209	0,716	0,227
11.12.2023.	23,6	0,005	0,145	1,414	0,499

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 0,004 µg/m³ i ispod je godišnje granične vrijednosti od 0,5 µg/m³. Najviša izmjerena dnevna koncentracija olova od 0,057 µg/m³ zabilježena je na početku II turnusa mjerenja (23.05.), te je zbog ovog maksimuma i srednja izmjerena koncentracija olova najviša u II turnusu mjerenja (0,008 µg/m³), dok su u ostalim turnusima izmjerene koncentracije olova u lebdećim česticama PM₁₀ podjednake.

Srednja izmjerena koncentracija **kadmija** u lebdećim česticama PM₁₀ tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,082 ng/m³ i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 5 ng/m³. Najviša izmjerena dnevna koncentracija kadmija od 0,472 ng/m³ zabilježena je u tijekom IV turnusa mjerenja na dan 09.12.2023. godine. Promatrajući po turnusima, tijekom II i IV turnusa (ljetno i zima) srednje izmjerene koncentracije kadmija u lebdećim česticama PM₁₀ su dva do tri više u odnosu na preostala dva turnusa ispitivanja.

Srednja izmjerena koncentracija **arsena** u lebdećim česticama PM₁₀ tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,435 ng/m³ i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 6 ng/m³. Najviša izmjerena dnevna koncentracija arsena od 1,178 ng/m³ zabilježena je u III turnusu mjerenja na dan 11.09.2023. godine. Promatrajući po turnusima ispitivanja nema značajnijih odstupanja u izmjerenim koncentracijama arsena u lebdećim česticama PM₁₀. Najniža srednja koncentracija zabilježena je u I, a najviša u II turnusu ispitivanja (proljeće i ljetno).

Srednja izmjerena koncentracija **nikla** u lebdećim česticama PM₁₀ tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 1,487 ng/m³ i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 20 ng/m³. Najviša izmjerena dnevna koncentracija nikla od 3,428 ng/m³ zabilježena je u II turnusu mjerenja na dan 02.06.2023. godine. Promatrajući po turnusima mjerenja, izmjerene koncentracije najviša srednja vrijednost izmjerena je ljeti (II turnus) a najniža zimi (IV turnus).

Koncentracije pojedinih metala u PM₁₀ frakciji lebdećih čestica usporedive su sa rezultatima koji se dobivaju na širem području Primorsko-goranske županije (6), te niti jedan od metala ne odskaače 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 (2) 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 2023. godine u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (3) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u Tablici 6, a u tablici 7 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
PM ₁₀	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 PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	1 godina	0,35 µg m ⁻³ (70% GV)	-
	donji			0,25 µg m ⁻³ (50% GV)	
Cd u PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	1 godina	3 ng m ⁻³ (60% GV)	-
	donji			2 ng m ⁻³ (40% GV)	
As u PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	1 godina	3,6 ng m ⁻³ (60% GV)	-
	donji			2,4 ng m ⁻³ (40% GV)	
Ni u PM ₁₀	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 2023. 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 1 uzorka (1,8%), dok donju granicu procjenjivanja (25 µg/m³) prelazi 13 uzoraka (23%). 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 20 µg/m³ i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

Srednja izmjerena koncentracija olova u lebdećim česticama PM₁₀ iznosi 0,004 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 0,082 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 0,435 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 1,487 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 2023. godinu

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Donji prag procjene	Gornji prag procjene	Učestalost prekoračenja
PM ₁₀	24 sata	ispod	ispod	N>GPP = 1 N>DPP = 13 (dozvoljeno 35)
	1 godina	ispod	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: 2023.

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 2023. 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 vrijednosti 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 zabilježeno je jedno 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.
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 2023. GODINI

2.5.1 UVOD

Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun u 2023. godini sa svojim olfaktometrijskim mjerenjima nastavak je mjerenja provedenih za potrebe Programa praćenja ekološkog stanja okoliša u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun u 2022. godini. U 2023. godini mjerenja su se provodila na istim pozicijama.

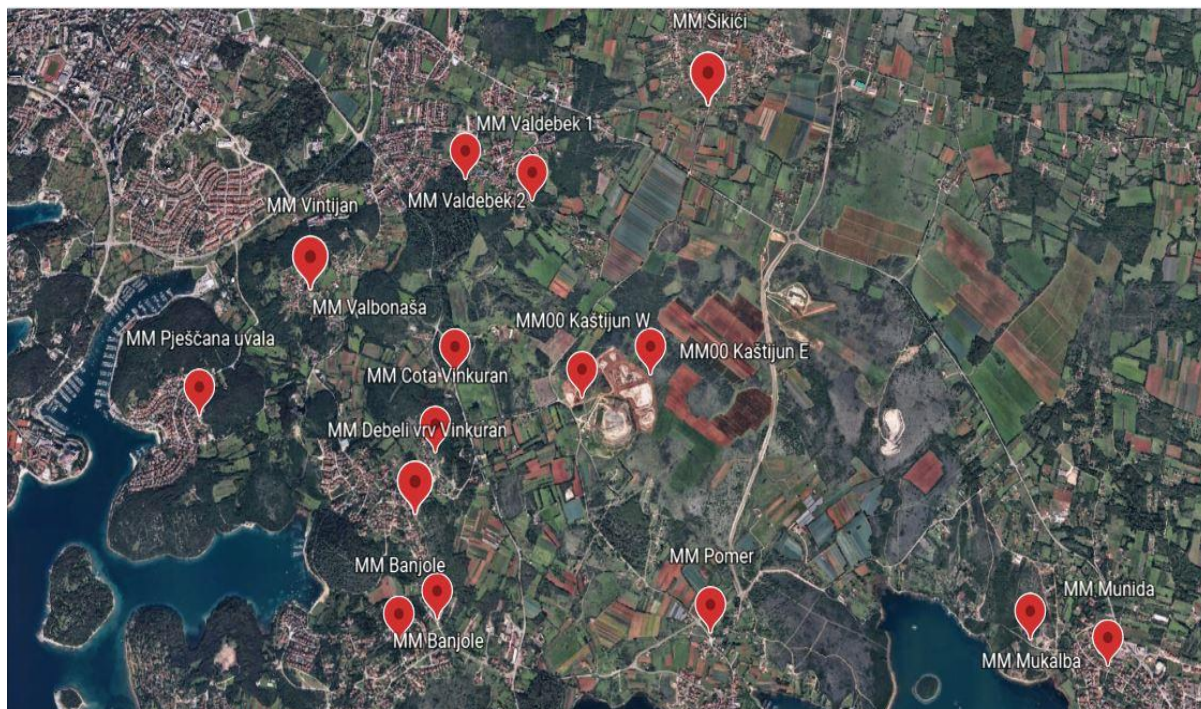
Dnevna i noćna mjerenja, dva puta tjedno, od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije, uključivala su obilazak naselja Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek i ŽCGO Kaštijun (Slike 12. i 13.).

Mjerenja su se provodila od 1. siječnja do 31. prosinca 2023. 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.

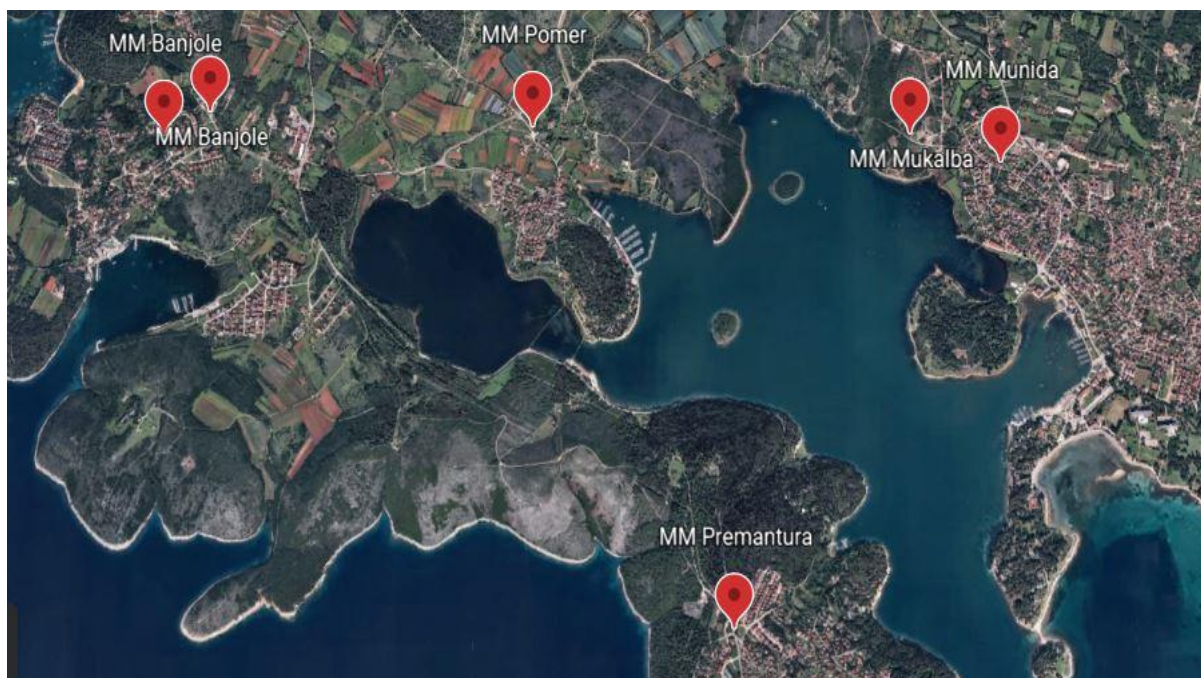
Pozicije odabrane za olfaktometrijska mjerenja:

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 14.).

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 13725:2022., a kad je potrebno mogu se dodatno koristiti i norme HRN EN 16841-1:2016 i HRN EN 16841-2:2016.

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

I₀- 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.

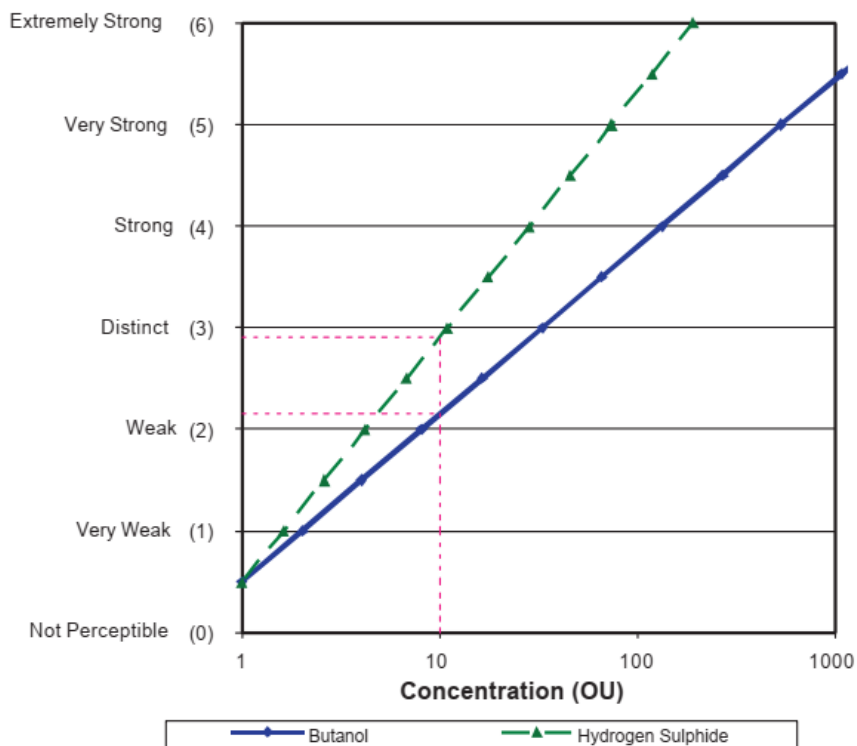
Ispitivači su osim mjerenja koncentracije mirisa olfaktometrom zabilježavali i intenzitet mirisa. Prema Njemačkom standardu za određivanje intenziteta neugodnog mirisa VDI 3882 Part 1 (VDI, 1992) ispitivači su procjenjivali intenzitet mirisa.

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
Prekomjieran	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 15. 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 intenziteta mirisa, što će se vidjeti i kroz rezultate provedenih mjerenja u 2023. godini (Tablica 30. i 31.).

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.- 20.06.2023
2.	Ljeto	21.06.- 22.09.2023
3.	Jesen	23.09.- 20.12.2023
4.	Zima	1.01.-25.03. 2023 21.12.-31.12.2023

Prikaz ukupnih provedenih mjerenja tijekom 2023. 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 2023.								
Intenzitet	ukupan broj mjerenja	Nema mirisa (0)	Izuzetno slab (1)	Slab (2)	Izražen (3)	Jak (4)	Izuzetno jak (5)	Prekomjeran (6)
ŽCGO KAŠTIJUN ⁽¹⁾								
	388	247 (63,66%)	86 (22,16%)	21 (5,41%)	24 (6,19%)	10 (2,58%)	0	0
Naselja općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići ⁽²⁾								
	2716	2699 (99,37%)	16 (0,59%)	1 (0,04%)	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 86 mjerenja (22,16%): 19 mjerenja (4,89%) u proljetnom razdoblju mjerenja, 30 mjerenja (7,73%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 19 mjerenja (4,90%) u jesenskom razdoblju mjerenja i 18 mjerenja (6,07%) u zimskom razdoblju mjerenja.

Slab miris bio je prisutan u 21 mjerenju (5,41%): 6 mjerenja (1,55%) u proljetno razdoblje mjerenja, 5 mjerenja (1,29%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 4 mjerenja (1,03%) u jesenskom razdoblju mjerenja, 6 (1,55%) mjerenja u zimskom razdoblju mjerenja.

Izražen miris bio je prisutan u 24 mjerenja (6,19%): 6 mjerenja (1,55%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 12 mjerenja (3,10%) u jesenskom razdoblju mjerenja, 5 (1,29%) mjerenja u zimskom razdoblju mjerenja i 1 (0,26%) mjerenje u proljetnom razdoblju mjerenja.

Jak miris zabilježen je kod 10 mjerenja (2,58%): 7 mjerenja (1,80 %) u ljetnom razdoblju mjerenja, 2 mjerenja (0,52 %) u jesenskom razdoblju mjerenja i 1(0,26%) mjerenje u zimskom razdoblju mjerenja. Tijekom proljetnog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni jaki neugodni mirisi.

Izuzetno jak i prekomjeran miris nisu zabilježeni 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
20.07.2023 22:20	211,11 Jak	31.10.2023 13:40	73,08 Jak
27.07.2023 22:05	12,67 Jak	03.11.2023 12:55	47,5 Jak
31.08.2023 21:15	271,43 Jak	22.12.2023 21:45	47,5 Jak
01.09.2023 22:25	15,83 Jak		
05.09.2023 12:40	73,08 Jak		
20.09.2023 21:55	34,62 Jak		
22.09.2023 10:45	31,67 Jak		

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

Na području naselja općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići u 17 mjerenja (0,63%) zabilježeni su izuzetno slabi i slabi neugodni mirisi.

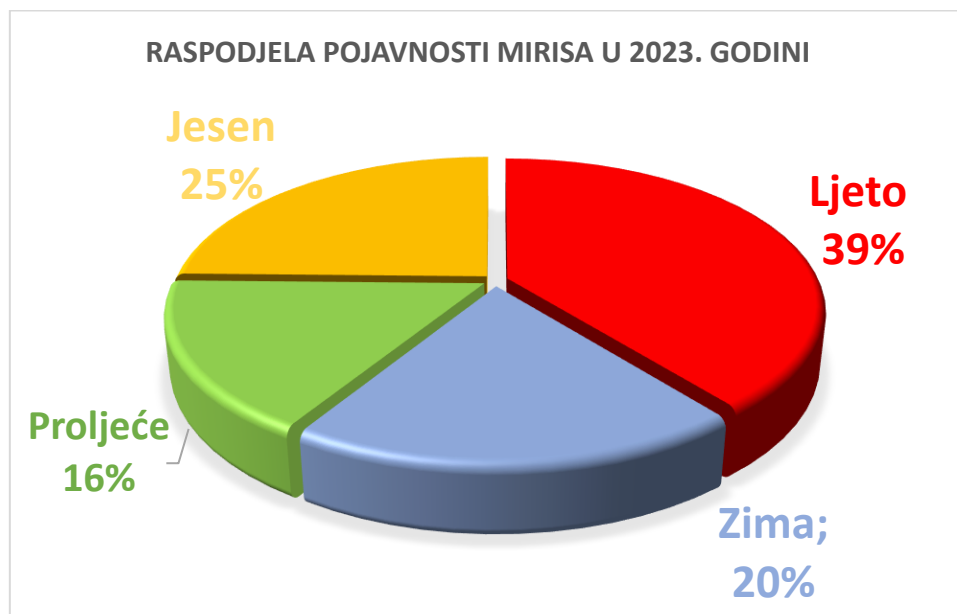
Pojavnost neugodnih mirisa zabilježena je tijekom ljetnog razdoblja mjerenja u 14 mjerenja (0,52%) u naselju Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Banjole, Valbonaša, Valdebek i Vintijan. U jesenskom razdoblju mjerenja u 2 (0,19 %) mjerenja na pozicijama Pomer i Banjole, u zimskom razdoblju mjerenja u 1 (0,04%) mjerenje na poziciji Vinkuran (Cota). U proljetnom razdoblju mjerenja nisu zabilježeni neugodni mirisi u naseljima.

U razdoblju mjerenja za godišnje doba ljeto zabilježena je najviša pojavnost neugodnih mirisa u 62 mjerenja, od kojih je 48 mjerenja zabilježeno na ŽCGO Kaštijun, a ostalih 14 mjerenja u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota) , Banjole, Vintijan, Valdebek i Valbonaši.

Slijedi jesensko razdoblje mjerenja sa pojavljivanjem mirisa u 37 mjerenja na ŽCGO Kaštijun i 2 mjerenja u naseljima Pomer i Banjole, zatim zimsko razdoblje sa 31 mjerenja od kojih je 30 na ŽCGO Kaštijun i 1 mjerenje u naselju Vinkuran (Cota), te proljetno razdoblje sa 26 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 14.).

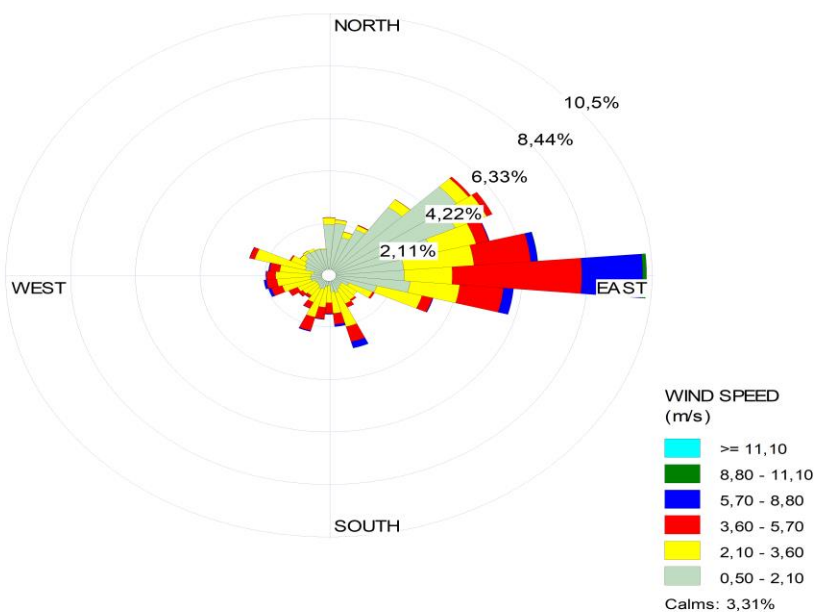
U ljetnom razdoblju mjerenja na mikrolokacijama Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Banjole, Vintijan, Valdebek i Valbonaši u 7 dnevnih mjerenja i u 7 noćnih mjerenja zabilježeni su izuzetno slabi i slabi neugodni mirisi (Tablica 28.), tijekom kojih je ispitivač zabilježio vjetar sjever i sjeveroistok iz smjera ŽCGO Kaštijun, što potvrđuje i meteorološka stanica na ŽCGO Kaštijun.

Tijekom jesenskog razdoblja u 2 noćna mjerenja zabilježen je neugodni miris u naseljima Banjole i Pomer, koncentracije mirisa 2,92 OU. U mjerenjima zabilježeni su vjetrovi iz smjera sjeveroistok.

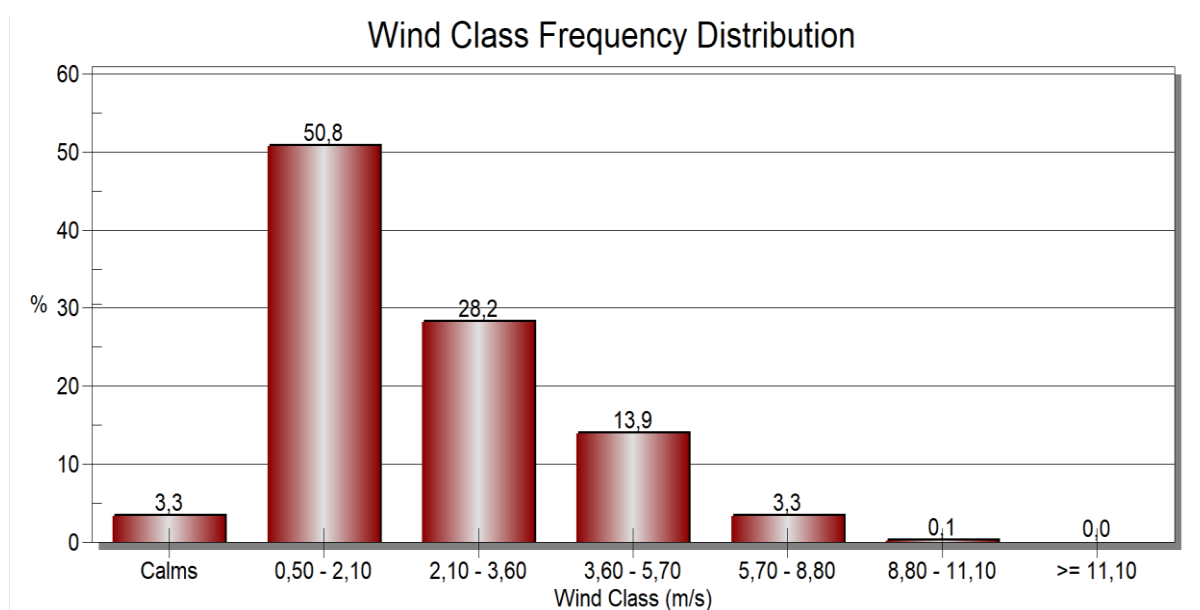
Tijekom zimskog razdoblja u 1 noćnom mjerenju zabilježen je neugodni miris u naselju Vinkuran (Cota) s koncentracijom mirisa 2,92 OU vjetrom iz smjera sjever-sjeveroistok.

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

Slika 16. Ruža vjetrova 2023. godine (WRPlot View program)



Slika 17. Brzina vjetra 2023. 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
10.01.2023 21:40	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Sjever-Sjeveroistok	Sjever-Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
27.07.2023 23:10	3,96 Izuzetno slab	Valbonaši	12,67 Jak	Sjeveroistok	Sjeveroistok Valbonaši
27.07.2023 23:25	3,96 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	12,67 Jak	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
27.07.2023 23:35	3,96 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	12,67 Jak	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
27.07.2023 23:45	3,96 Izuzetno slab	Banjole	12,67 Jak	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole
27.07.2023 23:50	2,92 Izuzetno slab	Banjole	12,67 Jak	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole
07.08.2023 21:30	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	10 Izražen	Sjever-Sjeveroistok	Sjever-Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
08.08.2023 08:15	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Istok-Sjeveroistok	Istok-Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
22.08.2023 7:50	3,96 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
28.08.2023 13:40	3,96 Izuzetno slab	Valdebek	3,96 Izuzetno slab	Jugo	Jugo Valdebek
01.09.2023	2,92	Vintijan	2,92	Istok	Istok

08:10	Izuzetno slab		Izuzetno slab		Vintijan
01.09.2023 21:20	2,92 Izuzetno slab	Vintijan	15,83 Jak	Jugo	Jugo Vintijan
04.09.2023 10:45	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	3,96 Slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli Vrv)
04.09.2023 10:55	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	3,96 Slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
05.09.2023 12:15	5,14 Slab	Vinkuran (Debeli vrv)	73,08 Jak	Istok- Sjeveroistok	Istok- Sjeveroistok Vinkuran (Debeli Vrv)
28.09.2023 22:05	2,92 Izuzetno slab	Banjole	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole
14.12.2023 22:45	2,92 Izuzetno slab	Pomer	3,96 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Pomer

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 Banjole 1, Banjole 2, Valbonaša, Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Valdebek, Vintijan i Pomer.



Naselje Banjole 1



Naselje Banjole 2



Naselje Vinkuran – Cota



Naselje Vinkuran – Debeli vrh



Naselje Valbonaša



Naselje - Valdebek



Naselje- Pomer



Naselje- Vintijan

2.5.5 ZAKLJUČAK

U promatranim razdobljima na pozicijama u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek od ukupno 2716 mjerenja u 99,37% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,59% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,04 % slučajeva slab miris.

Tijekom mjerenja zabilježeni su neugodni mirisi u naseljima Vinkuran, Valbonaša, Banjole, Valdebek, Pomer i Vintijan, koji su bili kiselo-slatkog mirisa, te su se pojavljivali i u području ŽCGO Kaštijun. Utjecaj vjetra iz smjera sjever, sjeveroistok, istok (0^0 - 90^0) povezan je sa pojavnošću neugodnih mirisa u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Valbonaša, Banjole 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.

Radi pritužbi lokalnih stanovnika naselja Banjole u periodu od 28.08.2023. do 1.09.2023. odrađeni su izvanredni obilasci naselja i ŽCGO Kaštijun prilikom kojih su zabilježeni kratkotrajni neugodni mirisi izuzetno slabog intenziteta u naseljima Vintijan i Valdebek (Tablica 28.).

Uspoređujući rezultate mjerenja iz 2022. i 2023. godine može se zaključiti da ljetno razdoblje ima najvišu pojavnost neugodnih mirisa u okolnim naseljima, slijedi jesensko te zimsko i 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, dok je u 2023. godini pojavnost mirisa bila u 0,63 % mjerenja.

Meteorološki uvjeti (vjetar, temperatura i relativna vlažnost), karakteristični za godišnje doba ljetno, 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 39%.

3. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA

Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun u 2023. godini nastavak je Programa praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun iz 2020., 2021. i 2022. godine. U 2023. godini nastavili su se pratiti ekološki čimbenici: kvaliteta podzemnih voda, kvaliteta tla, kvaliteta zraka i olfaktometrijska mjerenja, dok se kod frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala u njima napravila izmjena i u 2023. godini se mjerila frakcija PM₁₀ umjesto PM_{2,5}.

Praćenje ekoloških čimbenika:

Praćenje stanja podzemnih voda od 2018. do 2023. godine provodilo se prema parametrima mjerenja emisija u vodu Rješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Stanje podzemnih voda u 2023. godini nastavilo se pratiti putem tri piezometra 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 četverogodišnje praćenje bio je amonij, čije su najviše koncentracije zabilježene u piezometru B2 u 2019. godini i u piezometru B3 u 2020., 2021. i 2022. godini. Piezometri s prekoračenjima, B2 i B3, ujedno su smješteni uz granicu starog odlagališta Kaštijun. U 2023. godini u piezometrima 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 33 organska spoja (PCB i organoklorni pesticidi). Za 10 elemenata (As, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mo, Ni, Pb i Zn) i 4 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 2023. 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 2023. godine, prema ovim onečišćujućim tvarima područje utjecaja ŽCGO Kaštijun se prema stupnju onečišćenosti zraka može klasificirati kao I 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.

Provedena olfaktometrijska mjerenja u 2023. godini na pozicijama u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek od ukupno 2716 mjerenja u 99,37% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,59% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,04 % slučajeva slab miris. Tijekom mjerenja zabilježeni su neugodni mirisi u naseljima Vinkuran, Valbonaša, Banjole, Valdebek, Pomer i Vintijan, koji su bili kiselo-slatkog mirisa, te su se pojavljivali i u području ŽCGO Kaštijun. Utjecaj vjetra iz smjera sjever, sjeveroistok, istok ($0^\circ - 90^\circ$) povezan je sa pojavnošću neugodnih mirisa u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Valbonaša, Banjole i Vintijan. Radi pritužbi lokalnih stanovnika naselja Banjole u periodu od 28.08.2023. do 1.09.2023. odrađeni su izvanredni obilasci naselja i ŽCGO Kaštijun prilikom kojih su zabilježeni kratkotrajni neugodni mirisi izuzetno slabog intenziteta u naseljima Vintijan i Valdebek. Može se zaključiti da meteorološki uvjeti (vjetar, temperatura i relativna vlažnost), karakteristični za godišnje doba ljetno, 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 36%. Uspoređujući rezultate mjerenja iz 2022. i 2023. godine može se zaključiti da ljetno razdoblje ima najvišu pojavnost neugodnih mirisa u okolnim

naseljima, slijedi jesensko te zimsko i 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, dok je u 2023. godini pojavnost mirisa bila u 0,63 % mjerenja. Prema cjelogodišnjem praćenju i dobivenim rezultatima pojavnost neugodnih mirisa narušilo je kvalitetu života u naseljima.

Nastavak praćenja ekoloških čimbenika u 2023. godini i dalje pokazuje narušenu kvalitetu života radi 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
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)