



**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 2022. GODINI**



Pula, siječanj 2023.

Naslov: **PROGRAM PRAĆENJA EKOLOŠKOG STANJA OKOLIŠA  
USLIJED RADA ŽUPANIJSKOG CENTRA ZA  
GOSPODARENJE OTPADOM KAŠTIJUN U 2022. 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.: 01/01-456/36-21 od 28.07.2022.

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.

## Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	<b>2</b>
<b>2. PRAĆENJE EKOLOŠKIH POKAZATELJA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 PRAĆENJE KVALITETE PODZEMNIH VODA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1.1 ISPITIVANJA U 2022. GODINI</b> .....	<b>6</b>
<b>2.1.2. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2022. GODINE</b> .....	<b>9</b>
<b>2.2 PRAĆENJE KVALITETE TLA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.1. UVOD</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.2. ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2.3. METODE MJERENJA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.3.1. UZORKOVANJE</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.3.2. ODREĐIVANJE pH VRIJEDNOSTI TLA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.3.3. ODREĐIVANJE UKUPNOG SADRŽAJA ODABRANIH ELEMENATA</b> .....	<b>13</b>
<b>2.2.3.4. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ODABRANIH POSTOJANIH ORGANSKIH</b> <b>            ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI</b> .....	<b>14</b>
<b>2.2.4 REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2.4.1 pH VRIJEDNOST TLA I UKUPAN SADRŽAJ ODABRANIH ELEMENATA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2.4.2 ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA</b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.5 ZAKLJUČAK</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3 PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3.1. UVOD</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3.2. KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI RAZINA DUŠIKOVA DIOKSIDA U</b> <b>ZRAKU</b> .....	<b>24</b>
<b>2.3.3 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA</b> <b>PM<sub>2,5</sub> U ZRAKU</b> .....	<b>25</b>
<b>2.3.4 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA</b> <b>PM<sub>10</sub> U ZRAKU</b> .....	<b>26</b>
<b>2.3.5 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI PRAĆENJA RAZINA SPECIFIČNIH</b> <b>PARAMETARA KOD MJERENJA POSEBNE NAMJENE (KVALITETA ŽIVLJENJA -</b> <b>DODIJAVANJE MIRISOM)</b> .....	<b>27</b>
<b>2.3.6 ZAKLJUČAK</b> .....	<b>29</b>
<b>2.4 MJERENJE PM<sub>2,5</sub> FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA I SADRŽAJA METALA U NJIMA</b> <b>NA PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN ZA 2022. GODINU</b> .....	<b>30</b>
<b>2.4.1. UVOD</b> .....	<b>30</b>
<b>2.4.2. POPIS SKRAĆENICA</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4.3 ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI</b> .....	<b>32</b>
<b>2.4.4. METODE MJERENJA</b> .....	<b>33</b>

---

<b>2.4.5. REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.5.1 PM<sub>2,5</sub> frakcija lebdećih čestica* .....</b>	<b>34</b>
<b>2.4.5.2 Sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u PM<sub>2,5</sub> frakciji lebdećih čestica* .....</b>	<b>38</b>
<b>2.4.6. INTERPRETACIJA REZULTATA U ODNOSU NA PRAGOVE PROCJENE.....</b>	<b>39</b>
<b>2.4.6.1 Rezultati procjenjivanja za 2022. godinu .....</b>	<b>40</b>
<b>2.4.7. KATEGORIZACIJA PODRUČJA PREMA STUPNJU ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA .</b>	<b>40</b>
<b>2.4.8. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>41</b>
<b>2.5 OLFAKTOMETRIJSKA MJERENJA NA UTJECAJNOM PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN U 2022. GODINI.....</b>	<b>42</b>
<b>2.5.1 UVOD .....</b>	<b>42</b>
<b>2.5.2. METODE MJERENJA.....</b>	<b>44</b>
<b>2.5.3 REZULTATI I RASPRAVA .....</b>	<b>48</b>
<b>2.5.4 KONCENTRACIJA MIRISA (OU) I UTJECAJ VJETRA NA PODRUČJU NASELJA OPĆINE MEDULIN, NASELJA VALDEBEK I ŠIKIĆI .....</b>	<b>51</b>
<b>2.5.5 ZAKLJUČAK.....</b>	<b>57</b>
<b>3. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA .....</b>	<b>59</b>
<b>LITERATURA .....</b>	<b>62</b>

## 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 PM<sub>10</sub> 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<sub>2.5</sub> 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.

## 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 piezometra za potrebe Programa praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun izvršeno je prema Uredbi o standardu kakvoća voda (NN 96/2019), 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 <sub>2</sub> )*	mg/l	50
aktivne tvari u pesticidima** uključujući njihove relevantne metabolite, produkte razgradnje i reakcij**	µg/l	0,1 pojedinačno 0,5 ukupno***

(Izvor: Uredbi o standardu kakvoća voda (NN 96/2019))

Slika 2. Tablica 3. Granične vrijednosti specifičnih onečišćujućih tvari

Pokazatelj	Mjerna jedinica	Granična vrijednost
<b>A) Podzemne vode, osim mineralnih i geotermalnih voda</b>		
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 <sub>4</sub> )*	mg/l	0,5
kloridi (Cl)	mg/l	250
sulfati (SO <sub>4</sub> )*	mg/l	250
ortofosfati (P)*	mg/l	0,2
nitriti (NO <sub>2</sub> )	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: Uredbi o standardu kakvoća voda (NN 96/2019))

Granične vrijednosti iz tablica 2. i 3. Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 96/2019) 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 2022. GODINI

Ispitivanja podzemnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2022. godini izvedena su od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u mjesecu lipnju, rujnu i studenom. Analizirani su uzorci podzemne vode s tri piezometra označenih B1, B2 i B3. Rezultati analize prikazani su u Tablici 1., 2. i 3.

Tablica 1. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u lipnju 2022.godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2022.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	14,8	15,7	14,7
temperatura zraka	°C	23,0	23,5	22,0
pH		7,0	6,9	6,9
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	21,0	22,0	21,3
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	4,4	6,1	6,4
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	4,34	1,57	3,49
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	1,4	<0,50	0,86
Amonij	mg N/L	0,059	0,082	0,052
Nitrit	mg N/L	<0,010	<0,010	<0,010
Dušik - ukupni	mg N/L	15,6	13,2	15,0
Nitrat	mg/L	15,4	12,8	14,3
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,029	0,028	0,035
Fenolni indeks	mg/L	1,30	2,21	1,34
TOC	mg/L	1,08	2,32	4,74
Masti i ulja	mg/L	<0,015	0,073	<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	0,0006	0,0003	0,0004
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	0,002	<0,001	<0,001
Željezo (Fe)	mg/L	0,006	<0,005	<0,005
Bakar (Cu)	mg/L	<0,001	0,003	0,011
Zink(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	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	<0,001	0,044	0,110
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,035	0,049	0,066
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	0,104	<0,050	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	2	1	1

Tablica 2. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u rujnu 2022.godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2022.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	15,5	16,5	15,5
temperatura zraka	°C	24,0	25,0	22,0
pH		7,0	6,9	6,9
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	23,4	23,4	23,6
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2	2,2	3,0
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	0,95	0,85	2,68
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	0,83	0,76	1,9
Amonij	mg N/L	0,007	0,011	0,663
Nitrit	mg N/L	<0,010	<0,010	0,314
Dušik - ukupni	mg N/L	10,607	10,676	11,677
Nitrat	mg/L	10,6	10,6	10,7
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,013	0,016	0,127
Fenolni indeks	mg/L	<2,0	<2	<2,0
TOC	mg/L	1,12	2,22	4,73
Masti i ulja	mg/L	0,028	0,026	0,033
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	0,012	0,010	<0,005
Bakar (Cu)	mg/L	<0,001	0,001	0,005
Zink(Zn)	mg/L	<0,010	0,011	<0,010
Nikal (Ni)	mg/L	<0,001	0,006	0,006
Kadmij (Cd)	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	<0,001	0,074	0,165
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	0,003
Barij (Ba)	mg/L	0,058	0,073	0,093
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	0,065	0,082	0,245
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	1	1	1

Tablica 3. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u studenom 2022.godine

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2022.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	15,3	14,9	13,7
temperatura zraka	°C	19,0	21,0	18,0
pH		7,1	7,0	6,9
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	19,4	19,4	19,5
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	5,6	2,0	<2,0
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	1,27	1,46	3,00
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	0,75	0,91	1,37
Amonij	mg N/L	<0,003	0,009	0,039
Nitrit	mg N/L	<0,010	<0,010	<0,010
Dušik - ukupni	mg N/L	7,151	11,049	11,322
Nitrat	mg/L	7,04	10,8	10,6
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,021	0,016	0,031
Fenolni indeks	mg/L	<2,0	<2,0	<2,0
TOC	mg/L	1,40	2,03	4,29
Masti i ulja	mg/L	<0,015	<0,015	0,053
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	0,008	<0,005	0,007
Bakar (Cu)	mg/L	<0,001	0,003	0,010
Zink(Zn)	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Nikal (Ni)	mg/L	<0,001	0,001	0,005
Kadmij (Cd)	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	0,001	0,078	0,252
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,145	0,201	0,304
Živa (Hg)	mg/L	<0,000005	0,001385	<0,000005
Selen (Se)	mg/L	0,002	<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	<0,050	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	1	1	1

U 2022. godini, prema Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 96/2019), u provedenim analizama, amonij je dva puta veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3 u rujnu. Ostali parametri su kod sva tri uzorkovanja ispod granične vrijednosti.

## 2.1.2. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2022. GODINE

Kemijsko stanje podzemnih voda odredilo se prema Uredbi o standardu kakvoće voda (NN 96/2019), 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 ( $\text{NH}_4^+$ ), kloridi (Cl), sulfati ( $\text{SO}_4^+$ ), ortofosfati (P), nitriti ( $\text{NO}_2$ ) i ukupni fosfor (P)), većinom nisu prelazili granične vrijednosti u periodu praćenja od 2018. do 2022. 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.
<b>Amonij/mgNH<sub>4</sub>/L</b>	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 ukazuju na antropogeni utjecaj na kvalitetu podzemne vode kroz četverogodišnje 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.).

## **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 15.06.2022. i 18.10.2022. 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 je u tablici 5. (članak 4. Pravilnika). MDK organskih onečišćujućih tvari u tlu, izraženi kao mg/kg zrakosuhog tla prikazani su u tablici 6. (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 7.). 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.

<b>BROJ UZORKA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>MJERNA TOČKA</b>	500 m	500 m	700 m
<b>KOORDINATE MJESTA UZORKOVANJA</b>	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

atomsom apsorpcijskom spektrometrijom (ETAAS) na spektrometru Perkin Elmer PinAAcle 900Z. Sadržaj mangana (Mn), željeza (Fe) i cinka (Zn) određen je atomsom apsorpcijom spektrometrijom s plamenom pobudom (FAAS) na atomsom spektrometru Analytik Jena NovAA 800. Sadržaj žive (Hg) određen je atomsom apsorpcijskom spektrometrijom s tehnikom hladnih para (CV-AAS) na atomsom 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 8. Na temelju dobivenih rezultata, a sukladno Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019), MDK za pojedine elemente su prikazani u tablici 9.

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

DATUM UZORKOVANJA	POZICIJA 1 500 m južno od ograde ŽGCO	POZICIJA 2 500 m južno od ograde ŽGCO	POZICIJA 3 700 m južno od ograde ŽGCO
15.6.2022.	5,9	7,0	6,0
18.10.2022.	6,5	6,5	6,5

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<pH<6/mgkg <sup>-1</sup>	MDK za pH>6/mgkg <sup>-1</sup>
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

Svi elementi za koje je određen MDK prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019), izuzev Mo koji je nađen ispod granice kvantifikacije u uzorcima iz lipnja 2022. godine, u svim su uzorcima nađeni u udjelima iznad granica kvantifikacije. Uz te elemente, analiziran je sadržaj Fe, Mn, Sb, Se i V. Udjeli Sb i Se su u svim uzorcima ispod granice kvantifikacije koje iznose 1,00 mg/kg suhe tvari za Sb, odnosno 0,670 mg/kg suhe tvari za Se.

U jednom uzorku (pozicija 1, lipanj 2022.) izmjerena pH vrijednost je niža od 6 (5,9), pa se na njega 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 lipnju najviši postotak vrijednosti MDK pokazuju Cr i Ni na poziciji 1 (85,8%, odnosno 89,4% na poziciji 1), dok je prosječna vrijednost u uzorcima iz listopada najviša za Mo na poziciji 1 (95,3% MDK). Molibden je i u ranijim ispitivanjima (tijekom 2021. godine) pokazao prosječno najviše vrijednosti u postotku MDK.

Prosječno najniži postotak vrijednosti MDK u uzorcima iz 2022. godine pokazuje Hg (12,0%), a najviši Cr (64,7%). Usporedne vrijednosti postotka MDK za svaki element prikazane su u tablici 10. Vrijednosti za elemente koji nisu nađeni u udjelima višim od granice kvantifikacije prikazane su nulom.

Tablica 10. Postotci vrijednosti MDK za pojedini element u uzorcima (%MDK) i srednja vrijednost dobivenih postotaka (%MDK<sub>sr.</sub>).

ELEMENT	LIPANJ 2022.			LISTOPAD 2022.			%MDK <sub>sr.</sub> /%
	%MDK (poz. 1)/%	%MDK (poz. 2)/%	%MDK (poz. 3)/%	%MDK (poz. 1)/%	%MDK (poz. 2)/%	%MDK (poz. 3)/%	
<b>As</b>	44,8	50,0	34,3	19,1	28,6	27,7	34,1
<b>Cd</b>	35,7	20,8	21,3	15,8	14,5	12,2	20,0
<b>Co</b>	25,2	6,2	19,0	24,2	20,0	13,2	18,0
<b>Cr</b>	85,8	61,3	60,3	77,5	49,6	53,9	64,7
<b>Cu</b>	47,0	31,2	29,9	25,2	25,8	24,2	30,5
<b>Hg</b>	4,40	0,0	12,3	12,9	22,9	9,3	12,0
<b>Mo</b>	0,0	0,0	0,0	95,3	87,3	92,0	45,8
<b>Ni</b>	89,4	61,7	50,5	85,7	46,8	50,3	64,1
<b>Pb</b>	32,1	18,8	16,8	21,5	21,3	16,7	21,2
<b>Zn</b>	45,4	33,9	29,1	32,8	43,7	32,5	36,2

Iako se iz ranijih ispitivanja moglo zaključiti da su udaljavanjem od ŽGCO dobivene prosječno niže vrijednosti metala, to nije vidljivo za sve metale u uzorcima uzetim tijekom 2022. godine (postoje odstupanja u slučaju As, Co, Cr, Hg, Mo, Ni i Zn).

Kretanja vrijednosti udjela Fe, Mn i V također ne pokazuju pravilna kretanja s udaljenošću lokacije uzorkovanja od ŽGCO.

Apsolutne vrijednosti udjela pojedinog elementa prikazane su tablici 11.

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

ELEMENT	LIPANJ 2022.			LISTOPAD 2022.		
	$w(\text{poz. 1})/$ $\text{mg} \cdot (\text{kg s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 2})/$ $\text{mg} \cdot (\text{kg s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 3})/$ $\text{mg} \cdot (\text{kg s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 1})/$ $\text{mg} \cdot (\text{kg s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 2})/$ $\text{mg} \cdot (\text{kg s.tv.})^{-1}$	$w(\text{poz. 3})/$ $\text{mg} \cdot (\text{kg s.tv.})^{-1}$
<b>As</b>	11,2	15	10,3	5,73	8,59	8,32
<b>Cd</b>	0,536	0,415	0,425	0,315	0,289	0,244
<b>Co</b>	12,6	3,7	11,4	14,5	12	7,9
<b>Cr</b>	68,6	73,6	72,3	93	59,5	64,7
<b>Cu</b>	42,3	37,4	35,9	30,2	30,9	29
<b>Hg</b>	0,044	<0,013	0,185	0,193	0,343	0,289
<b>Mo</b>	<3,35	<3,35	<3,35	14,3	13,1	13,8
<b>Ni</b>	44,7	46,3	37,9	64,3	35,1	37,7
<b>Pb</b>	32,1	28,2	25,2	32,3	31,9	25,1
<b>Zn</b>	68,1	67,8	58,1	65,6	87,3	64,9

#### 2.2.4.2 ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA

Rezultati mjerenja sadržaja odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari u uzorcima tla prikazani su u tablicama 12. i 13. Sadržaj je iskazan kao udio ( $w$ ) u  $\mu\text{g}/\text{kg}$  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 15.06.2022. odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u  $\mu\text{g}/\text{kg}$  suhog tla.



	LIPANJ 2022.			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	0.877	<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	<1.00	<1.00	<1.00	
Izodrin	<0.100	<0.100	<0.100	
Heptaklor epoksid	<0.100	0.109	0.121	
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	0.106	0.176	
ppDDE	<0.100	<0.100	<0.100	
Endrin	<0.500	<0.500	<0.500	
Beta endosulfan	<0.500	1.14	0.648	
Endrin aldehid	<0.500	<0.500	<0.500	
ppDDD	0.785	4.65	2.48	
opDDT	<0.500	<0.500	<0.500	100
Endosulfan sulfat	<0.500	<0.500	<0.500	
ppDDT	2.42	<0.100	<0.100	
Metoksiklor	<1.00	<1.00	<1.00	
Suma DDT/DDE/DDD	3.21	4.65	2.48	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	<0.500	<0.500	<0.500	
Suma HCH spojevi	<0.100	0.877	<0.100	
PCB 28	2.01	2.58	2.19	
PCB 52	<0.500	<0.500	0.577	
PCB 101	<0.500	<0.500	0.576	
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	2.01	2.58	3.34	500

Tablica 13. Rezultati mjerenja od dana 18.10.2022. odabranih postojećih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u  $\mu\text{g}/\text{kg}$  suhog tla.

	LISTOPAD 2022.			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	<0.100	<0.100	
Heksaklorbenezen	<0.0500	0.0955	<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	1.15	2.70	2.14	
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	<0.100	
Alfa endosulfan	<0.500	<0.500	<0.500	100
Cis klordan	<0.100	<0.100	<0.100	
Dieldrin	<0.100	<0.100	0.156	
ppDDE	<0.100	0.764	0.686	
Endrin	<0.500	<0.500	<0.500	
Beta endosulfan	<0.500	<0.500	<0.500	
Endrin aldehid	<0.500	<0.500	<0.500	
ppDDD	0.743	0.561	1.09	
opDDT	<0.500	<0.500	<0.500	100
Endosulfan sulfat	2.13	<0.500	1.13	
ppDDT	<0.100	<0.100	<0.100	
Metoksiklor	<1.00	<1.00	<1.00	

Suma DDT/DDE/DDD	0.743	1.33	1.78	
Suma dieldrin+aldrin+endrini	<0.500	<0.500	<0.500	
Suma HCH spojevi	<0.100	<0.100	<0.100	
PCB 28	<0.500	<0.500	<0.500	
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	1.68	
PCB 138	<0.500	0.529	<0.500	
PCB 180	<0.500	<0.500	<0.500	
PCB UK	<0.500	0.529	1.68	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 lipnju najviše vrijednosti pokazuju sljedeća perzistentna organska onečišćivala:

- klorirani aromatski ugljikovodici (ppDDT, najviši na poziciji 2, i njegov metabolit ppDDD, najviši na poziciji 1),
- poliklorirani bifenili (primarno PCB28 u sva tri uzorka).

Osim navedenih u uzorcima su u niskim udjelima nađeni beta-HCH, heptaklor epoksid, dieldrin i beta endosulfan.

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

- klorpirifos (najviši na poziciji 2),
- endosulfan sulfat (najviši na poziciji 1),
- klorirani aromatski ugljikovodici (metaboliti ppDDT-a: ppDDE i ppDDD).

Osim navedenih u uzorcima su u niskim udjelima nađeni heksaklorbenzen, dieldrin, PCB 138 i PCB 153.

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 lipnju, a tri u listopadu 2022. 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 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 slijedeći pokazatelji:

	NO <sub>2</sub> / NO <sub>x</sub>	PM10	PM2,5	H <sub>2</sub> S	NH <sub>3</sub>	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 14. Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

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

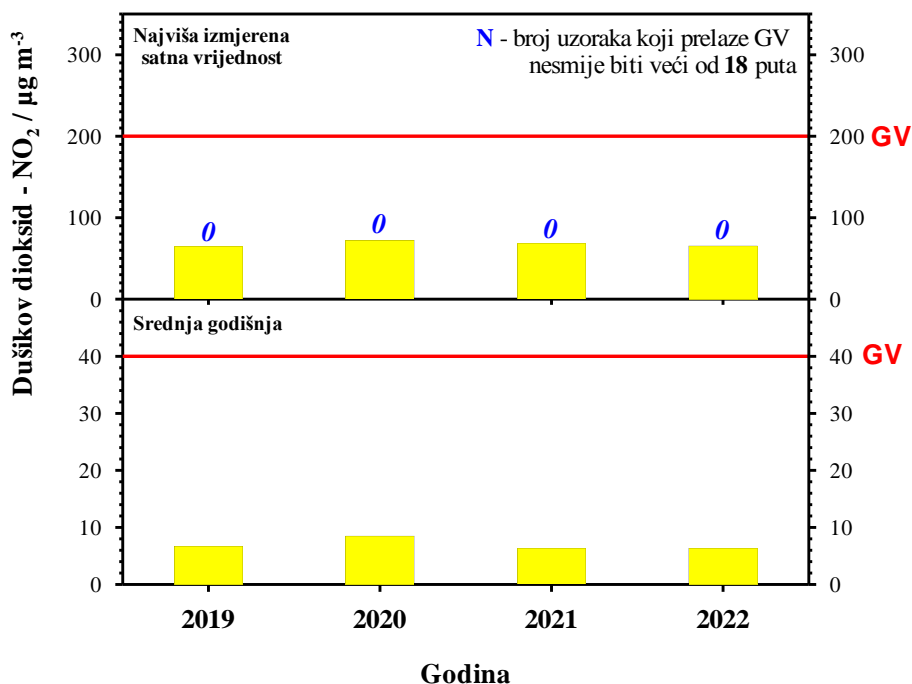
\*\* Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na kvalitetu življenja (dodijavanje mirisom)



### 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 prekoračenja praga upozorenja ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Slika 4.). 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



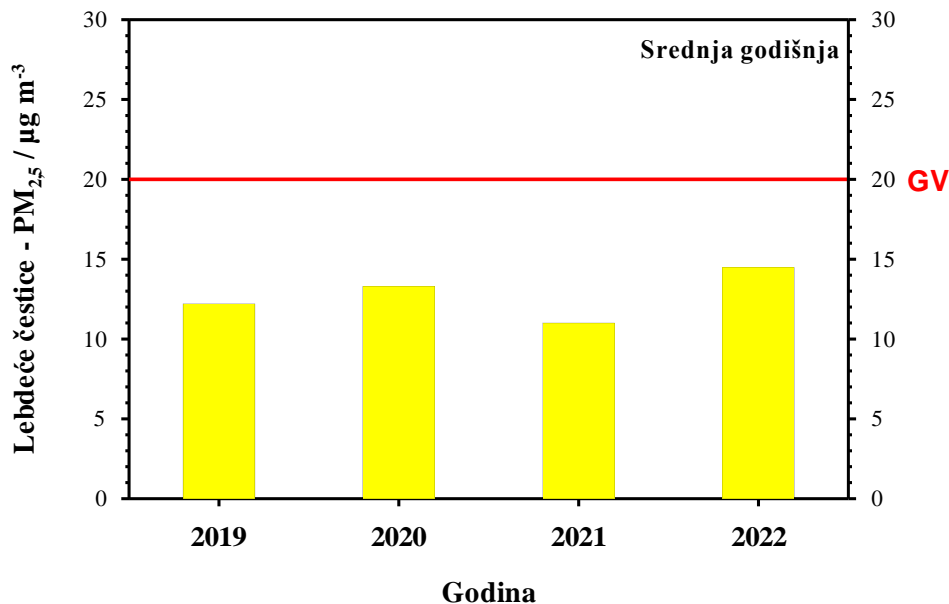
S obzirom na dušikov dioksid na praćenom području ŽGCO Kaštijun kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

### 2.3.3 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM<sub>2,5</sub> U ZRAKU

Datum 1. siječnja 2020. godine je zadani vremenski rok do kojeg je trebalo postići graničnu vrijednost za godišnje usrednjavanje od 20  $\mu\text{g m}^{-3}$ .

Na mjernoj postaji ŽGCO Kaštijun prate se koncentracije lebdećih čestica frakcije PM<sub>2,5</sub>. 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<sub>2,5</sub> u 2022. godini ne odstupa od mjerenih koncentracija prijašnjih godina (slika 5.).

Slika 5. Usporedba rezultata mjerenja koncentracija lebdećih čestica frakcije PM<sub>2,5</sub> sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka mjerenih na automatskoj postaji ŽGCO Kaštijun

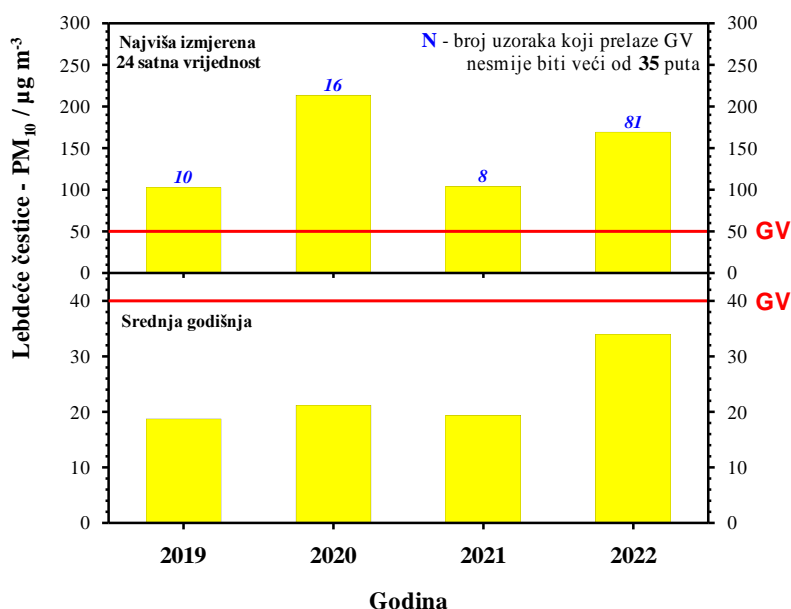


S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM<sub>2,5</sub> na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

### 2.3.4 KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM<sub>10</sub> U ZRAKU

Analizom rezultata mjerenja frakcije lebdećih čestica PM<sub>10</sub>, nije bila prekoračena granična vrijednost za vrijeme usrednjavanja od jedne godine, a izmjerena razina u 2022. godini značajno je viša nego višegodišnji prosjeci na ovom području (slika 6.).

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 2022. godini (81 puta), što je više puta od dozvoljenih 35 u godini. Značajno visoke izmjerene vrijednosti u 2022. godini i prekoračenje GV za dvadesetčetiri satnu vrijednost, rezultat su aktivnosti u samoj okolini mjerne postaje.

Tijekom 2022. godine provedena je sanacija odlagališta Kaštijun (starog), koja je uključivala teške građevinske radove: formiranje tijela postojećeg odlagališta preslagivanjem dijela odloženog otpada; izgradnja obodnog kanala za skupljanje oborinskih voda; izvedba završnog pokrovnog sustava na formiranom tijelu odlagališta; izvedba sustava otplinjavanja odlagališta sa izgradnjom plinsko-crpne stanice; krajobrazno uređenje zone odlagališta otpada; retencijski bazen za skupljanje oborinskih voda; izgradnja upojnih građevina, te izgradnja servisne

makadamske prometnice odlagališta otpada. Cijelo vrijeme sanacije prometovali su teški strojevi i kamioni makadamskim putevima, u radu se koristila drobilica materijala, kao i separatori kamenih frakcija, a svi ovi građevinski postupci izvor su značajnih emisija lebdećih čestica i posebno frakcija PM<sub>10</sub>.

Iako je zabilježen nedozvoljeni broj prekoračenja na PM<sub>10</sub>, u konačnoj ocjeni mora se navesti da se radi o posebnoj/izvanrednoj situaciji.

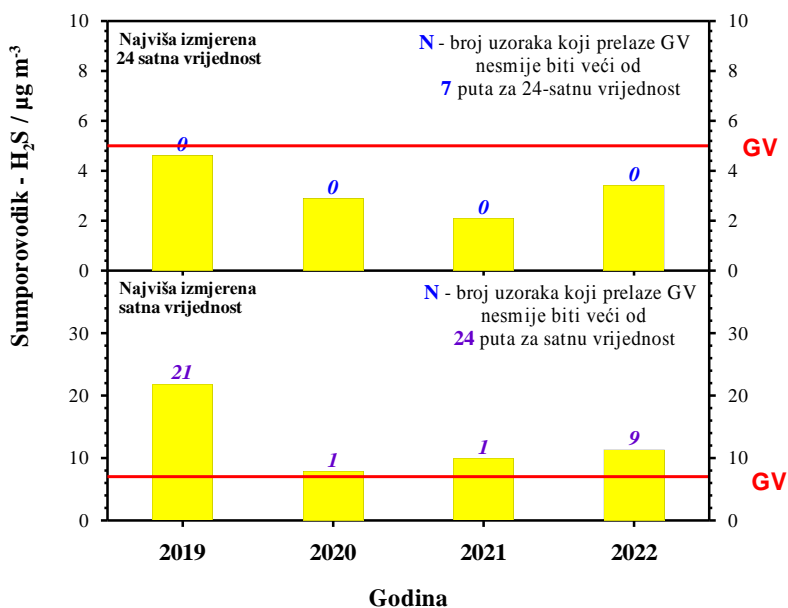
S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM<sub>10</sub> na praćenom području ŽGCO Kaštijun kvaliteta zraka je **druge kategorije kvalitete zraka** – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.

### **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.).

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

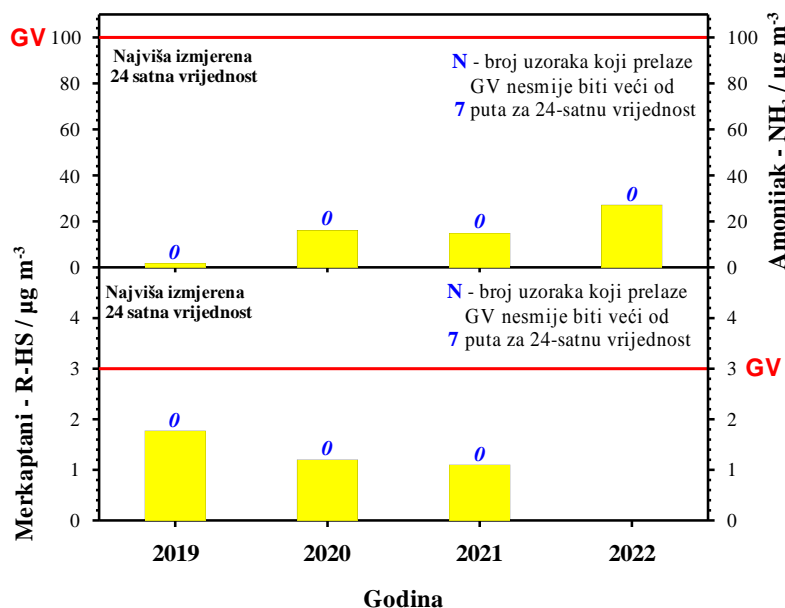


I u 2022. godini su zabilježene epizode kada dolazi do prekoračenja GV za satnu vrijednost, broj prekoračenja zadovoljava graničnu vrijednost, a srednje dvadesetčetiri satne vrijednosti nisu ni jednom prekoračile GV u promatranom periodu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijun u prvu kategoriju zraka s 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 2022. godini granična vrijednost - propisana Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) za amonijak nisu prekoračene u promatranom razdoblju (slika 8.).

Najviše dvadesetčetiri satne vrijednosti nisu ni jednom prekoračile GV u promatranom periodu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijun 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 2021. 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  $\text{PM}_{10}$  kvaliteta zraka je *druge kategorije kvalitete zraka* – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV), ciljne vrijednosti i ciljne vrijednosti za prizemni ozon.

Kao posebnu napomenu moramo istaknuti da je obrada rezultata za 2022. godinu rađena sa nevalidiranim javno objavljenim podacima, pa nakon validacije i objave izvješća ovlaštenog laboratorija EKONERGA, koji izvodi mjerenja, može doći do malih odstupanja od iznesenih podataka, koja u konačnici neće izmijeniti ocjene dane ovim izvješćem.

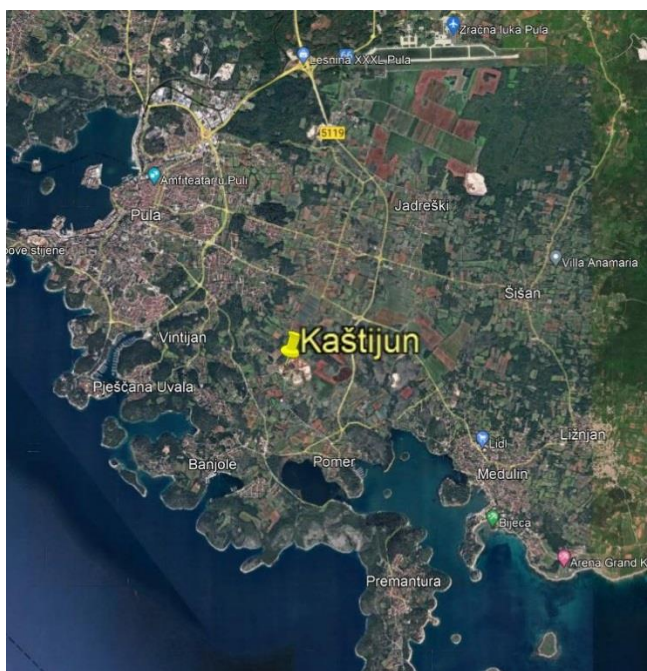


## 2.4 MJERENJE PM<sub>2.5</sub> FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA I SADRŽAJA METALA U NJIMA NA PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN ZA 2022. GODINU

### 2.4.1. UVOD

Na zahtjev naručitelja Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije proveo je mjerenje koncentracija PM<sub>2.5</sub> frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na području ŽCGO Kaštijun (Slika 9.). Uzorkovanje se provodilo tijekom 2022. 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 (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 15. navedene su granične vrijednosti za PM<sub>2.5</sub> frakciju lebdećih čestica prema navedenoj Uredbi (3). Za sadržaj metala u PM<sub>2.5</sub> frakciji lebdećih čestica nisu propisane odgovarajuće granične ili ciljne vrijednosti.

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

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična/ciljna vrijednost (GV)	Učestalost dozvoljenih prekoračenja ( $n > GV$ u 1 god)
Lebdeće čestice PM <sub>2.5</sub>	1 godina	50 µg/m <sup>3</sup>	-

#### **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 PM<sub>2.5</sub> 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 PM<sub>2.5</sub>, filteri su razoreni mikrovalnom digestijom i analizirani pomoću masenog spektrometra (ICP-MS) prema HRN EN 14902:2007 i HRN EN 14902/AC:2007 (5). Metoda je prvenstveno namijenjena određivanju sadržaja metala u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica, a u ovom slučaju korištena je za određivanje sadržaja metala u PM<sub>2.5</sub> frakciji lebdećih čestica stoga se ne smatra akreditiranom ispitnom metodom.

## 2.4.5. REZULTATI I RASPRAVA

### 2.4.5.1 PM<sub>2.5</sub> 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 PM<sub>2.5</sub> frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 2.5 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 16., a zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM<sub>2.5</sub> i sadržaja metala u njima prikazani su u tablici 17. U tablici 18. prikazane su srednje izmjerene koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima mjerenja, a rezultati svih pojedinačnih mjerenja u 2022. godini. prikazani su u tablici 19.

Tablica 16.: Razdoblje trajanja pojedinih turnusa uzorkovanja

Redni broj	Godišnje doba	Razdoblje uzorkovanja
I turnus	Proljeće	01.03.- 14.03.2022.
II turnus	Ljeto	31.05.- 13.06.2022.
III turnus	Jesen	05.09.- 18.09.2022.
IV turnus	Zima	29.11.- 12.12.2022.

Tablica 17.: Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM<sub>2.5</sub> i sadržaja metala u njima

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2022.

Onečišćujuća tvar	N	OP (%)	C <sub>sr</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>50</sub>	C <sub>98</sub>
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	56	15	12,5	69,5	11,2	28,5
Pb u PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	56	15	0,002	0,005	0,002	0,005
Cd u PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	56	15	0,076	0,317	0,054	0,257
As u PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	56	15	0,415	3,405	0,286	1,243
Ni u PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	56	15	2,081	5,297	1,651	5,153

Izmjerene koncentracije PM<sub>2.5</sub> frakcije lebdećih čestica kreću se u rasponu od 1,9 do najviše 69,5 µg/m<sup>3</sup>. Srednja izmjerena koncentracija tijekom četiri turnusa mjerenja iznosi 12,5 µg/m<sup>3</sup> i ispod je godišnje granične vrijednosti (GV= 25 µg/m<sup>3</sup>). Promatrajući prosječne izmjerene koncentracije po turnusima, vidljivo je da su u prvom turnusu (proljeće) one povišene, dok su u preostala tri turnusa znatno niže. Mogući i vjerojatni razlog ovom povećanju je taj što su se tijekom prvog turnusa ispitivanja na prostoru ŽCGO Kaštijun odvijali značajni građevinski radovi (zatrpanje odlagališnih ploha pijeskom i zemljom uz pomoć mehanizacije), te se prostim okom moglo uočiti veliko prašenje u i oko samog centra. Izuzev prvog turnusa, izmjerene koncentracije PM<sub>2.5</sub> frakcije lebdećih čestica u skladu su sa očekivanim vrijednostima obzirom na lokaciju mjerenja i aktivnosti koje se tu odvijaju (6).

Tablica 18.: Prosječne koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima

Onečišćujuća tvar	I turnus	II turnus	III turnus	IV turnus
PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	20,3	9,5	6,5	13,7
Pb u PM <sub>2.5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	0,003	0,002	0,001	0,002
Cd u PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	0,131	0,058	0,037	0,077
As u PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	0,878	0,312	0,206	0,266
Ni u PM <sub>2.5</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	1,210	1,318	3,944	1,852

Važeća Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (3) ne propisuje dnevne (24-satne) granične vrijednosti za ovu onečišćujuću tvar. 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  $19,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i ispod je granične vrijednosti od  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Temeljem navedenog, područje oko ŽCGO Kaštijun može se svrstati u **I kategoriju kvalitete zraka**, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen **lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub>**.

Tablica 19.: Koncentracije lebdećih čestica PM<sub>2.5</sub> i sadržaja metala u njima

Mjerno mjesto: Kaštijun		Godina: 2022.			
Datum	PM2.5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Cd ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Ni ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	As ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
01.03.2022.	11,3	0,003	0,154	3,570	0,281
02.03.2022.	26,7	0,004	0,200	1,415	0,599
03.03.2022.	69,5	0,004	0,200	1,952	3,405
04.03.2022.	19,9	0,004	0,145	0,943	1,088
05.03.2022.	13,5	0,005	0,109	0,744	0,399
06.03.2022.	12,5	0,003	0,118	0,798	0,327
07.03.2022.	14,8	0,003	0,127	0,871	0,871
08.03.2022.	9,9	0,002	0,082	0,970	0,336
09.03.2022.	20,7	0,004	0,136	1,097	0,598
10.03.2022.	13,6	0,003	0,091	0,988	0,589
11.03.2022.	13,5	0,005	0,118	0,952	0,535
12.03.2022.	28,8	0,003	0,136	0,862	0,780
13.03.2022.	12,9	0,002	0,100	0,834	1,243
14.03.2022.	17,0	0,003	0,118	0,943	1,243
31.05.2022.	12,2	0,002	0,045	1,379	0,481
01.06.2022.	13,2	0,001	0,036	1,968	0,327
02.06.2022.	14,3	0,002	0,317	1,415	0,553
03.06.2022.	13,1	0,002	0,063	1,660	0,435
04.06.2022.	11,5	0,002	0,036	1,551	0,381
05.06.2022.	10,3	0,001	0,027	1,886	0,272
06.06.2022.	8,7	0,003	0,073	1,070	0,308
07.06.2022.	5,9	0,002	0,027	1,079	0,227
08.06.2022.	4,0	0,001	0,018	0,989	0,163
09.06.2022.	3,5	0,001	0,018	0,916	0,082
10.06.2022.	6,4	0,001	0,027	0,943	0,227
11.06.2022.	9,2	0,003	0,063	0,916	0,363
12.06.2022.	9,0	0,002	0,027	1,487	0,290
13.06.2022.	12,0	0,002	0,027	1,188	0,254
05.09.2022.	10,4	0,002	0,082	5,157	0,571
06.09.2022.	9,6	0,001	0,054	4,181	0,245
07.09.2022.	8,8	0,001	0,045	5,297	0,218
08.09.2022.	9,2	0,001	0,045	4,280	0,163
09.09.2022.	6,0	0,001	0,027	3,718	0,145
10.09.2022.	4,5	0,001	0,036	5,115	0,254
11.09.2022.	2,9	0,001	0,018	2,603	0,227
12.09.2022.	4,2	0,001	0,054	3,882	0,290
13.09.2022.	4,1	0,001	0,027	4,571	0,091
14.09.2022.	6,9	0,001	0,027	2,712	0,127
15.09.2022.	13,2	0,001	0,027	3,092	0,172
16.09.2022.	6,1	0,001	0,018	2,258	0,109
17.09.2022.	1,9	0,001	0,036	3,728	0,136
18.09.2022.	3,6	0,001	0,018	4,625	0,136
29.11.2022.	17,3	0,002	0,263	2,558	0,453
30.11.2022.	9,9	0,001	0,045	2,113	0,118
01.12.2022.	8,7	0,001	0,036	1,651	0,145
02.12.2022.	11,1	0,002	0,045	1,714	0,218
03.12.2022.	9,6	0,001	0,100	1,696	0,109
04.12.2022.	12,0	0,001	0,045	1,651	0,091
05.12.2022.	16,4	0,002	0,063	2,276	0,218
06.12.2022.	26,7	0,003	0,091	1,651	0,535
07.12.2022.	15,1	0,002	0,100	1,642	0,526
08.12.2022.	16,5	0,003	0,082	2,032	0,299
09.12.2022.	18,4	0,002	0,063	1,977	0,281
10.12.2022.	8,4	0,002	0,045	2,050	0,200
11.12.2022.	9,7	0,001	0,036	1,351	0,299
12.12.2022.	12,2	0,001	0,063	1,569	0,227



#### **2.4.5.2 Sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u PM<sub>2.5</sub> frakciji lebdećih čestica\***

Nakon određivanja koncentracije PM<sub>2.5</sub> frakcije lebdećih čestica, iz prikupljenih uzoraka određen je i sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima.

Srednja izmjerena koncentracija olova u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,002 µg/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija olova od 0,005 µg/m<sup>3</sup> zabilježena je u dva navrata (05.03. i 11.03.2022.) tijekom I turnusa mjerenja Srednje izmjerene koncentracije olova u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> podjednake su kroz sva četiri turnusa mjerenja.

Srednja izmjerena koncentracija kadmija u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,076 ng/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija kadmija od 0,317 ng/m<sup>3</sup> zabilježena je u tijekom II turnusa mjerenja na dan 02.06.2022. Promatrajući po turnusima, tijekom I turnusa (proljeće) srednje izmjerene koncentracije kadmija u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> su otprilike dvostruko više u odnosu na preostala tri turnusa mjerenja.

Srednja izmjerena koncentracija arsena u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,415 ng/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija arsena od 3,405 ng/m<sup>3</sup> zabilježena je u I turnusu mjerenja na dan 03.03.2022. Promatrajući po turnusima, tijekom I turnusa (proljeće) srednje izmjerene koncentracije arsena u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> su otprilike dvostruko više u odnosu na preostala tri turnusa mjerenja.

Srednja izmjerena koncentracija nikla u lebdećim česticama PM<sub>2.5</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 2,081 ng/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija nikla od 5,297 ng/m<sup>3</sup> zabilježena je u III turnusu mjerenja na dan 07.09.2022. Promatrajući po turnusima, izmjerene koncentracije podjednake su tijekom cijele godine izuzev III turnusa (jesen) kada su zabilježene povišene vrijednosti.

## 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 2022. 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 20., a u tablici 21. prikazani su zbirni rezultati procjenjivanja na mjernom mjestu Kaštijun.

Tablica 20.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM <sub>2.5</sub>	gornji	kalendarska godina	1 godina	17 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
	donji			12 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	

#### 2.4.6.1 Rezultati procjenjivanja za 2022. godinu

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

Srednja izmjerena koncentracija lebdećih čestica PM<sub>2.5</sub> iznosi 12,5 µg/m<sup>3</sup> i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (17 odnosno 12 µg/m<sup>3</sup>).

Za sadržaj metala u PM<sub>2.5</sub> frakciji lebdećih čestica u važećoj Uredbi (3) nisu propisani odgovarajući pragovi procjene.

Tablica 21.: Rezultati procjenjivanja na mjernom mjestu Kaštijun za 2022. godinu

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Donji prag procjene	Gornji prag procjene	Učestalost prekoračenja
PM <sub>2.5</sub>	1 godina	<b>iznad</b>	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 22.: Kategorije kvalitete zraka prema stupnju onečišćenosti zraka

Mjerno mjesto: **Kaštijun**

Godina: **2022.**

Onečišćujuća tvar	Nedovoljno podataka	I kategorija C<GV/CV	II kategorija C>GV/CV
Lebdeće čestice PM <sub>2.5</sub>		<b>X</b>	

## 2.4.8. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata mjerenja koncentracija PM<sub>2.5</sub> frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na lokaciji ŽCGO Kaštijun kroz 4 turnusa ispitivanja tijekom 2022. 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 PM<sub>2.5</sub> frakciju lebdećih čestica. Rezultati mjerenja zadovoljavaju propisanu godišnju graničnu vrijednost izraženu kao godišnji prosjek i kao 90,4-percentil.
2. Za sadržaj olova, kadmija, arsena i nikla u PM<sub>2.5</sub> frakciji lebdećih čestica važeća Uredba ne propisuje graničnu odnosno ciljnu vrijednosti za ove metale, kao ni gornje odnosno donje pragove procjene.
3. Koncentracije PM<sub>2.5</sub> frakcije lebdećih čestica ispod su gornjeg ali prelaze donji prag procjene za vrijeme usrednjavanja od jedne kalendarske godine što ukazuje na potrebu daljnjeg monitoringa.
4. 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 2022. GODINI**

### **2.5.1 UVOD**

Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun u 2022. godini sa svojim olfaktometrijskim mjerenjima nastavak je prvobitnih mjerenja provedenih za potrebe Programa praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun u 2021. godini. U 2022. 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.).

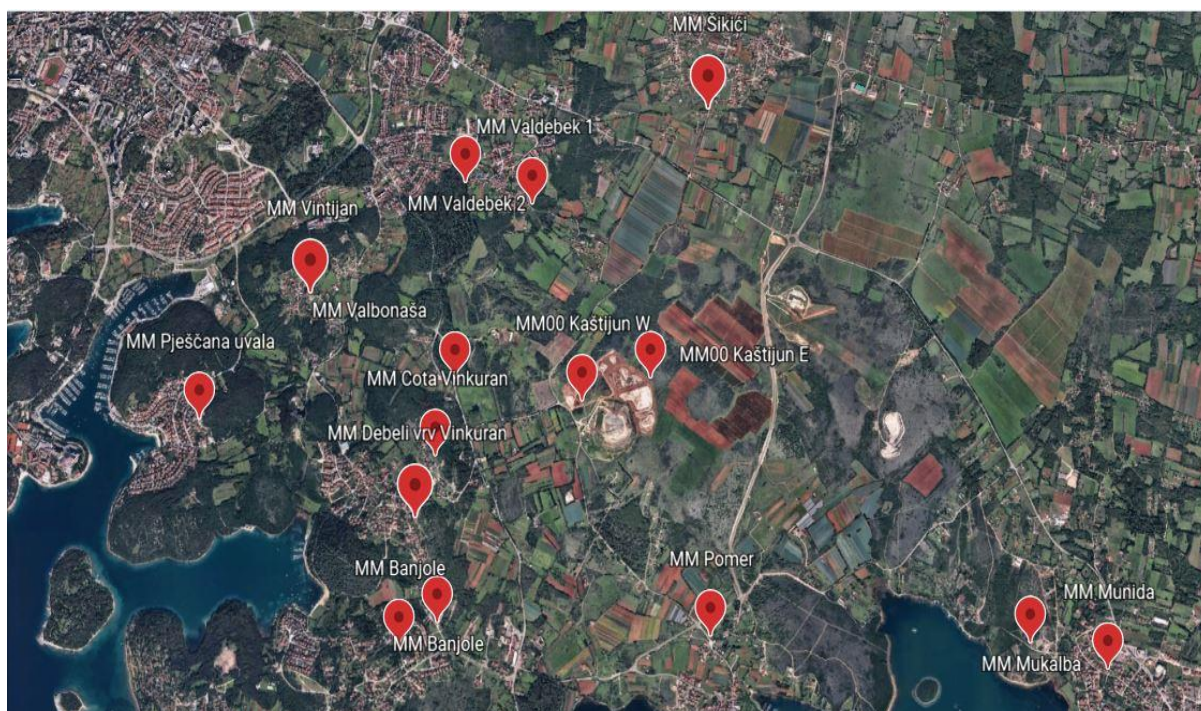
Mjerenja su se provodila od 1. siječnja do 31. prosinca 2022. godine, prema navedenom rasporedu.

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:

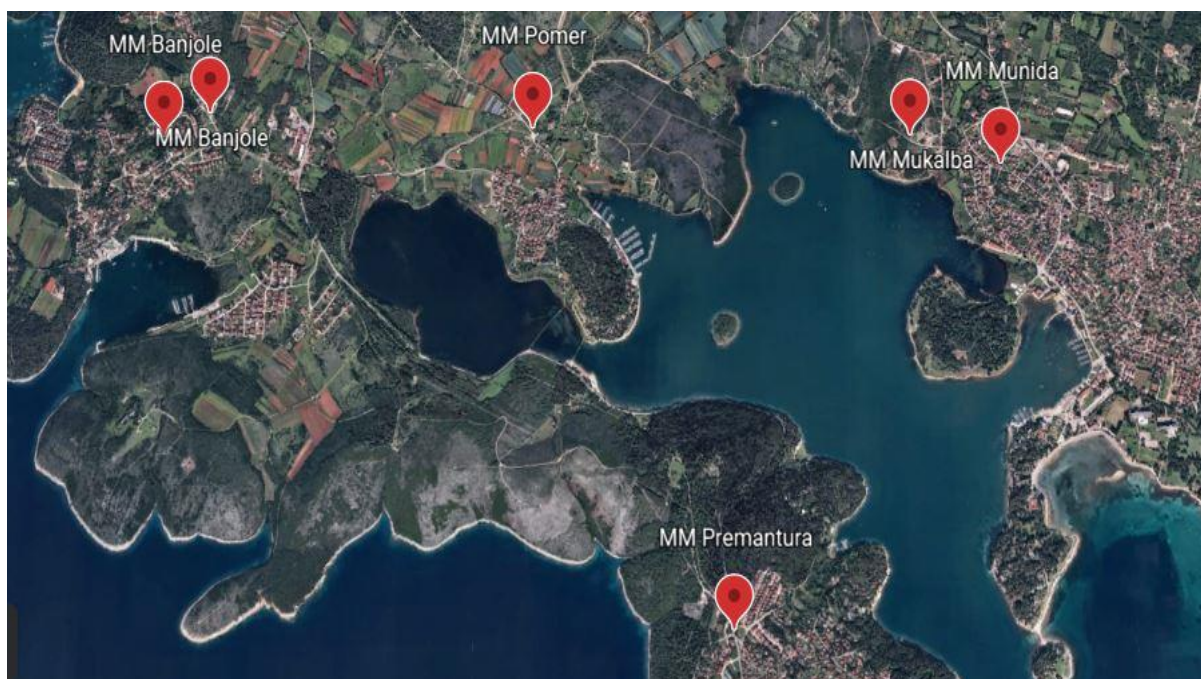


Slika 11. Pozicije olfaktometrijskih mjerenja



(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  $OU/m^3$  (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 (81/2020) 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

I<sub>0</sub>- granica detekcije

k<sub>w</sub>- 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.

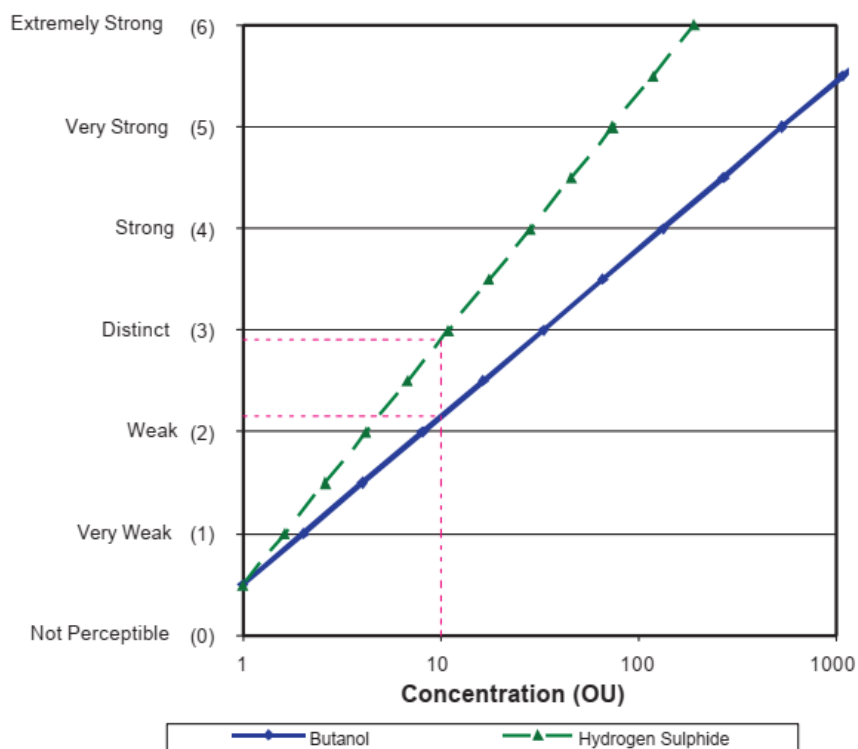
Ispitivači su osim mjerenja koncentracije mirisa olfaktometrom zabilježavali i intenzitet mirisa. Prema Njemačkom standardu za određivanje intenziteta neugodnog mirisa VDI 3882 Part 1 (VDI, 1992) ispitivači su procjenjivali intenzitet mirisa.

Kategorije intenziteta mirisa prikazane su u Tablici 23.

Tablica 23. Procjena intenziteta mirisa od strane ispitivača (VDI 3882 part 1, VDI 1992)

<b>Snaga mirisa</b>	<b>Intenzitet</b>
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 intenziteta mirisa, što će se vidjeti i kroz rezultate provedenih mjerenja u 2022. godini (Tablica 26. i 27.).

## 2.5.3 REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenja su provedena kroz četiri godišnja doba. Razdoblja trajanja mjerenja prikazani su u tablici 24.

Tablica 24. Razdoblja mjerenja

Redni broj	Godišnje doba	Razdoblje mjerenja
1.	Proljeće	26.03.- 20.06.2022.
2.	Ljeto	21.06.- 22.09.2022.
3.	Jesen	23.09.- 20.12.2022.
4.	Zima	1.01.-25.03. 2022 21.12.-31.12.2022

Prikaz ukupnih provedenih mjerenja tijekom 2022. godine na svim pozicijama, te zbirnih dnevnih i noćnih mjerenja nalaze se u tablici 25.

Tablica 25. Zbirni rezultati dnevnih i noćnih mjerenja

UKUPNA MJERENJA U 2022. GODINI								
Intenzitet	ukupan broj mjerenja	Nema mirisa (0)	Izuzetno slab (1)	Slab (2)	Izražen (3)	Jak (4)	Izuzetno jak (5)	Prekomjeran (6)
<b>ŽCGO KAŠTIJUN <sup>(1)</sup></b>								
	394	250 (63,45%)	79 (20,05%)	33 (8,37%)	27 (6,85%)	4 (1,01%)	1 (0,25%)	0
<b>Naselja općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići <sup>(2)</sup></b>								
	2758	2733 (99,09%)	21 (0,76%)	4 (0,15%)	0	0	0	0

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

<sup>(2)</sup> 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 79 mjerenja (20,05%): 28 mjerenja (7,11%) u proljetnom razdoblju mjerenja, 10 mjerenja (2,54%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 16 mjerenja (4,06%) u jesenskom razdoblju mjerenja i 25 mjerenja (6,34%) u zimskom razdoblju mjerenja.

Slab miris bio je prisutan u 33 mjerenju (8,37%): 6 mjerenja (1,52%) u proljetnom razdoblju mjerenja, 15 mjerenja (3,81%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 10 mjerenja (2,54%) u jesenskom razdoblju mjerenja, 2 (0,51 %) mjerenja u zimskom razdoblju mjerenja.

Izražen miris bio je prisutan u 27 mjerenja (6,85%): 18 mjerenja (4,57%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 7 mjerenja (1,78%) u jesenskom razdoblju mjerenja, 2 (0,51%) mjerenja u zimskom razdoblju mjerenja. Tijekom proljetnog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni izraženi neugodni mirisi.

Jak miris zabilježen je kod 4 mjerenja (1,01%): 2 mjerenja (0,51%) u ljetnom razdoblju mjerenja i 2 mjerenja (0,51%) u jesenskom razdoblju mjerenja. Tijekom zimskog i proljetnog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni jaki neugodni mirisi.

Izuzetno jak miris zabilježen je kod 1 mjerenja (0,25%): 1 mjerenje (0,25%) u ljetnom razdoblju mjerenja (Tablica 26.).

Tablica 26. Jak i izuzetno jak miris na području ŽCGO Kaštijun

Datum i vrijeme	OU intenzitet
24.06.2022 09:15	1204,06 Izuzetno jak
04.07.2022 10:10	31,67 Jak
14.07.2022 22:10	271,43 Jak
27.09.2022 09:50	271,43 Jak
27.09.2022 21:50	111,78 Jak

Tijekom razdoblja mjerenja prikazanih u tablici 26., gdje je zabilježen jak i izuzetno jak miris na ŽCGO Kaštijun, istovremeno na pozicijama u naseljima nisu zabilježeni neugodni mirisi.

Na području naselja općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići u 25 mjerenja (0,91%) zabilježeni su izuzetno slabi i slabi neugodni mirisi.

Pojavnost neugodnih mirisa zabilježena je tijekom ljetnog razdoblja mjerenja u 15 mjerenja (0,54%) u naselju Vinkuran (Debeli vrv i Cota), Pješćana Uvala, Banjole, Valbonaša i Vintijan, u proljetnom razdoblju mjerenja, u 1 mjeranju (0,04%) na poziciji u Vinkuranu (Debeli vrv) , u jesenskom razdoblju mjerenja u 6 (0,22%) mjerenja na pozicijama Vinkuran (Debeli vrv i Cota) , Banjole i Pješćana Uvala, i u zimskom razdoblju mjerenja u 3 (0,11%) mjerenja na pozicijama Banjole, Pješćana Uvala i Vinkuran (Debeli vrv).

U razdoblju mjerenja za godišnje doba ljeto zabilježena je najviša pojavnost neugodnih mirisa u 61 mjeranju, od kojih je 46 mjerenja zabilježeno na ŽCGO Kaštijun, a ostalih 15 mjerenja u naseljima Vinkuran ( Debeli vrv i Cota) , Banjole, Pješćana Uvala, Vintijan i Valbonaši.

Slijedi jesensko razdoblje mjerenja sa pojavljivanjem mirisa u 35 mjerenja na ŽCGO Kaštijun i 6 mjerenja u naseljima Pješćana Uvala, Banjole i Vinkuran, zatim proljetno razdoblje sa 35 mjerenja od kojih je 34 na ŽCGO Kaštijun i 1 mjeranje u naselju Vinkuran, te zimsko razdoblje sa 32 mjerenja u kojima su se pojavljivali neugodni mirisi, od kojih je 3 mjerenja bilo u naseljima Pješćana Uvala, Vinkuran (Debeli vrv) i Banjole.

Pojavnost neugodnih mirisa po godišnjim dobima u 169 mjerenje 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), Banjole, Vintijan i Pješćana Uvala u 8 dnevnih mjerenja i u 7 noćnih mjerenja zabilježeni su izuzetno slabi i slabi neugodni mirisi (Tablica 27.), tijekom kojih je ispitivač zabilježio vjetar sjever-sjeveroistok-istok iz smjera ŽCGO Kaštijun, što potvrđuje i meteorološka stanica na ŽCGO Kaštijun.

Tijekom jesenskog razdoblja u 5 noćnih mjerenja zabilježen je neugodni miris u naseljima Banjole i Vinkuran (Debeli vrv i Cota), koncentracije mirisa 2,92 OU. Tijekom 1 dnevnog

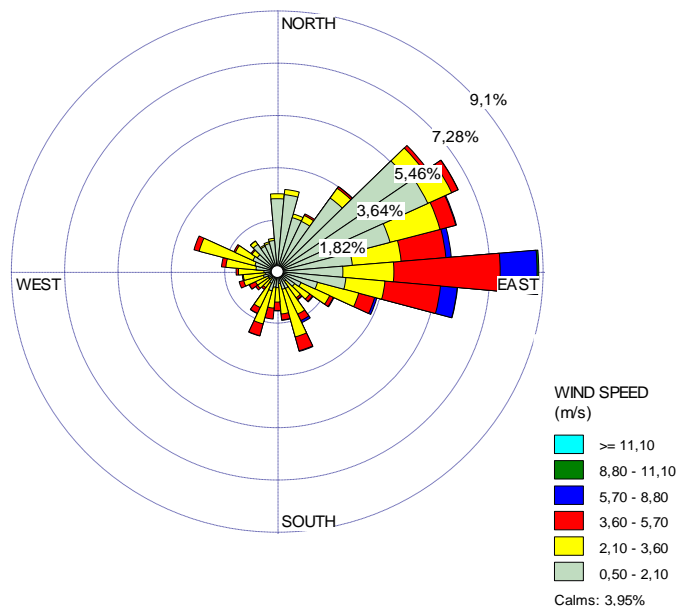
mjerenja zabilježen je neugodni miris u naselju Pješćana uvala, koncentracije 2,92 OU. U svim mjerenjima zabilježeni su vjetrovi iz smjera sjever-sjeveroistok.

Tijekom proljetnog razdoblja u 1 noćnom mjerenju zabilježen je neugodni miris u naselju Vinkuran (Debeli vrv) s koncentracijom od 10 OU i vjetrom iz smjera sjever-sjeveroistok.

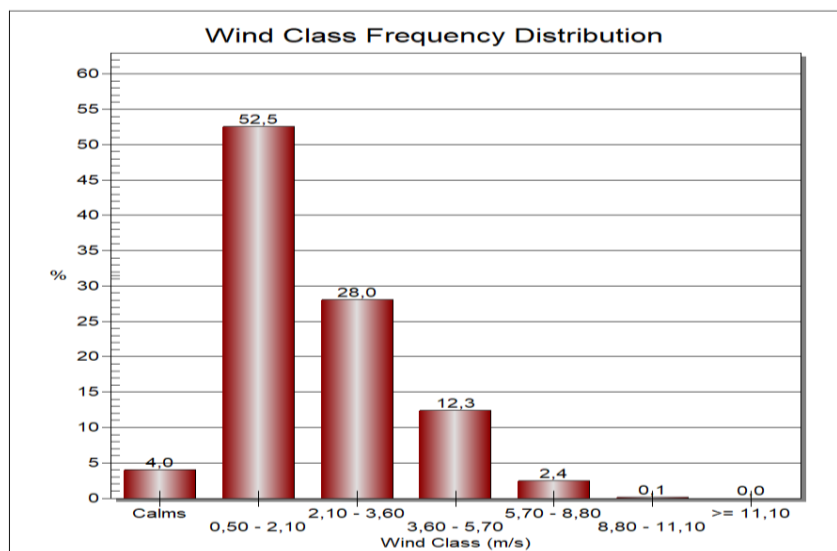
Tijekom zimskog razdoblja u 1 dnevnom mjerenju zabilježen je neugodni miris u naselju Banjole s koncentracijom mirisa 2,92 OU, te u 2 noćna mjerenja zabilježen je neugodni miris u naseljima Pješćana Uvala i Vinkuran (Debeli vrv) s koncentracijom mirisa od 2,92 OU i vjetrom iz smjera sjever-sjeveroistok.

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

Slika 16. Ruža vjetrova 2022. godine ( WRPlot View program)



Slika 17. Brzina vjetra 2022. 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 27. 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
01.02.2022 20:45	2,92 Izuzetno slab	Pješćana Uvala	2,92 Izuzetno slab	Sjever-Sjeveroistok	Sjeveroistok Pješćana Uvala
01.02.2022 21:00	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	2,92 Izuzetno slab	Sjever-Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
31.05.2022 21:25	10,0 Slab	Vinkuran (Debeli vrv)	3,96 Izuzetno slab	Sjever-Sjeveroistok	Sjever-Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
26.07.2022 9:20	2,92 Izuzetno slab	Pješćana Uvala	23,75 Slab	Jugoistok	Jugoistok Pješćana Uvala
26.07.2022 21:15	3,96 Izuzetno slab	Vintijan	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vintijan



26.07.2022 21:25	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli Vrv)
26.07.2022 21:35	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
26.07.2022 22:15	3,96 Izuzetno slab	Banjole (Kamik)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole(Kamik)
28.07.2022 11:45	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	23,75 Izuzetno slab	Istok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
02.08.2022 8:45	7,04 Slab	Vinkuran (Debeli vrv)	Nema mirisa	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli Vrv)
08.08.2022 21:35	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	7,04 Slab	Istok	Istok Vinkuran (Debeli Vrv)
09.08.2022 10:25	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	3,96 Slab	Istok	Istok Vinkuran (Cota)
09.08.2022 21:40	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	3,96 Slab	Istok	Istok Vinkuran (Debeli Vrv)
10.08.2022 07:00	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	3,96 Slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli Vrv)
23.08.2022 9:10	5,14 Slab	Vinkuran (Debeli vrv)	2,92 Slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli Vrv)
23.08.2022 22:25	2,92 Izuzetno slab	Banjole	3,96 Slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole
26.08.2022 08:25	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	3,96 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli Vrv)
30.08.2022 11:50	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Istok	Istok Vinkuran (Cota)
05.10.2022 9:20	2,92 Izuzetno slab	Pješćana Uvala	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Istok Pješćana Uvala

06.10.2022 21:50	2,92 Izuzetno slab	Banjole	23,75 Izražen	Sjever- Sjeveroistok	Sjever- Sjeveroistok  Banjole
10.10.2022 21:25	2,92 Slab	Vinkuran (Cota)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok  Vinkuran (Cota)
11.10.2022 22:00	2,92 Izuzetno slab	Banjole	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok  Banjole
20.10.2022 21:40	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok  Vinkuran (Debeli Vrv)
20.10.2022 22:15	2,92 Izuzetno slab	Banjole	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok  Banjole
21.12.2022 10:00	2,92 Izuzetno slab	Banjole	76,2 Izražen	Sjeveroistok	Sjeveroistok  Banjole

Uspoređujući rezultate mjerenja pojavnosti mirisa na lokacijama u Tablici 27. 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), Pješćana Uvala i Vintijan



Naselje Banjole 1



Naselje Banjole 2



Naselje Vinkuran – Cota



Naselje Vinkuran – Debeli vrh



Naselje Valbonaša



Naselje- Pješćana Uvala



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 2758 mjerenja u 99,09% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,76% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,15% slučajeva slab miris.

Tijekom mjerenja zabilježeni su neugodni mirisi u naseljima Vinkuran, Valbonaša, Banjole, Pješćana Uvala i Vintijan, koji su bili kiselo-slatkog mirisa, te su se pojavljivali i u 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), Valbonaša, Banjole, Vintijan i Pješćana Uvala.

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.

Radovima na uklanjanju kvara na procesnoj dizalici MBO postrojenja od 16. lipnja 2022. do 11. srpnja 2022. došlo je do veće pojavnosti neugodnih mirisa na mjernim pozicijama na prostoru ŽCGO Kaštijun što je bilo i očekivano s obzirom na prirodu radova. Nakon završetka radova pojavnost i intenzitet mirisa se smanjio, što je potvrđeno i mjerenjima. U tom razdoblju zabilježeni su jak i izuzetno jak miris na pozicijama ŽCGO Kaštijuna, međutim pojavnost neugodnih mirisa na drugim pozicijama u naseljima nije bila zabilježena.

Tijekom razdoblja mjerenja u 2022. godini odrađeno je 1094 (53%) više mjerenja u odnosu na 2021. godinu. Uspoređujući rezultate mjerenja može se zaključiti da ljetno razdoblje ima najvišu pojavnost neugodnih mirisa u okolnim naseljima, slijedi jesensko te proljetno i zimsko razdoblje mjerenja. Pojavnost mirisa u okolnim naseljima u 2021. godini zabilježena je u 0,46% mjerenja, dok je u 2022. godini zabilježena u 0,91% mjerenja.

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

### 3. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA

Program praćenja ekološkog stanja okoliša uslijed rada ŽCGO Kaštijun u 2022. godini nastavak je Programa praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun iz 2020. i 2021. godine. U 2022. 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 2022. godini se mjerila frakcija PM<sub>2.5</sub> umjesto PM<sub>10</sub>. Tijekom 2022. godine završila je i sanacija starog odlagališta Kaštijun, koji je postao zeleni prostor.

Praćenje ekoloških čimbenika:

Praćenje stanja podzemnih voda od 2018. do 2022. godine provodilo se prema parametrima mjerenja emisija u vodu Rješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Stanje podzemnih voda u 2022. 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 Uredbe o standardu kakvoća voda (NN 96/2019). 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

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 2021. godine kvaliteta zraka je bila prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV) za niti jedan praćeni parametar ( $\text{NO}_2/\text{NO}_x$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_3$  i R-SH ), dok je u 2022. godini kvaliteta zraka bila druge kategorije – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV) s obzirom na lebdeće čestice frakcije  $\text{PM}_{10}$ . 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  $\text{PM}_{10}$ , u konačnoj ocjeni mora se navesti da se radi o posebnoj/izvanrednoj situacija.

Temeljem rezultata mjerenja koncentracije  $\text{PM}_{2.5}$  frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na lokaciji ŽCGO Kaštijun kroz 4 turnusa ispitivanja, tijekom 2022. 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  $\text{PM}_{2.5}$  frakciju lebdećih čestica. Za sadržaj olova, kadmija, arsena i nikla u  $\text{PM}_{2.5}$  frakciji lebdećih čestica važeća Uredba ne propisuje graničnu odnosno ciljnu vrijednosti za ove metale, kao ni gornje odnosno donje pragove procjene. 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 2022. godini na pozicijama u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek od ukupno 2758 mjerenja u 99,09% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,76% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,15% slučajeva slab miris. Tijekom mjerenja zabilježeni su neugodni mirisi u naseljima Vinkuran, Valbonaša, Banjole, Pješćana Uvala 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, Pješćana Uvala i Vintijan. Od 16. lipnja 2022. do 11. srpnja 2022. došlo je do veće pojavnosti neugodnih mirisa na mjernim pozicijama na prostoru ŽCGO Kaštijun, što je bilo i očekivano s obzirom na radove uklanjanja kvara na procesnoj dizalici MBO postrojenja. U tom razdoblju, pojavnost neugodnih mirisa u naseljima nije zabilježena. Može se zaključiti da meteorološki uvjeti (vjetar, temperatura i relativna vlažnost), karakteristični za godišnje doba ljeto, 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%. Prema cjelogodišnjem praćenju i dobivenim rezultatima pojavnost neugodnih mirisa narušilo je kvalitetu života u naseljima.

Nastavak praćenja ekoloških čimbenika u 2022. godini i dalje pokazuje prisutnost antropogenog utjecaja na okoliš radi povišenih vrijednosti amonija u podzemnim vodama i narušenom kvalitetom 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 PM<sub>10</sub> or PM<sub>2,5</sub> 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 PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica
6. Kvaliteta zraka na području Primorsko-goranske županije, Objedinjeni izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2021., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2022
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. HRN EN ISO 10390:2005, Kakvoća tla – Određivanje pH-vrijednosti
11. HRN EN 13725:2022, Emisije iz nepokretnih izvora – Određivanje koncentracije mirisa metodom dinamičke olfaktometrije i emisije mirisa (EN 13725:2022)