



**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 UTJECAJA NA ZDRAVLJE**  
**MJEŠTANA U BLIZINI ZONE GOSPODARENJA OTPADOM**  
**KAŠTIJUN**



Pula, ožujak 2022.

Naslov: **PROGRAM PRAĆENJA UTJECAJA NA ZDRAVLJE  
MJEŠTANA U BLIZINI ZONE GOSPODARENJA OTPADOM  
KAŠTIJUN**

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.: 01/01-545/42-19 od 30.11.2020.

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.  
mr.sc.Danijela Lazarić Zec, dr.med.spec.epid.  
Olga Dabović Rac, dr.med.spec.epid.  
Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.  
Izv.prof.dr.sc. Aleksandar Bulog, dipl.sanit.ing.  
Dr.sc. Gordana Kendl, dipl.ing. nutr.  
Prof.dr.sc.Ines Mrakovčić Šutić, dr.med.,spec.lab.imunologije

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

*Gla*

Nina Grbac, dipl.ing.preh.teh.



*Hrw*

Nives Brečević, dipl.ing.preh.teh.

---

1. UVOD	1
1.1. CILJ	1
1.2. POPIS SKRAĆENICA I POJMOVA	2
1.3. ODLAGALIŠTE NEOPASNOG OTPADA KAŠTIJUN	2
1.4. ŽUPANIJSKI CENTAR GOSPODARENJA OTPADOM	3
2. PRAĆENJE EKOLOŠKIH POKAZATELJA	5
2.1 PRAĆENJE KVALITETE PODZEMNIH VODA	5
2.1.1. ISPITIVANJE U 2018. GODINI	8
2.1.2. ISPITIVANJA U 2019. GODINI	9
2.1.3. ISPITIVANJA U 2020. GODINI	10
2.1.4. ISPITIVANJA U 2021. GODINI	11
2.1.5. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2021.	12
2.2. PRAĆENJE STANJA OTPADNIH VODA	14
2.2.1. ISPITIVANJA U 2018. GODINI	16
2.2.2. ISPITIVANJA U 2019. GODINI	17
2.2.3. ISPITIVANJA U 2020. GODINI	18
2.2.4. ISPITIVANJA U 2021. GODINI	20
2.2.5. ZAKLJUČAK	21
2.3 PRAĆENJE KVALITETE TLA	22
2.3.1 UVOD	22
2.3.2. ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI	22
2.3.3. METODE MJERENJA	24
2.3.3.1. UZORKOVANJE	24
2.3.3.2. ODREĐIVANJE pH VRIJEDNOSTI TLA	24
2.3.3.3. ODREĐIVANJE UKUPNOG SADRŽAJA ODABRANIH ELEMENATA	24
2.3.3.4. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ODABRANIH POSTOJANIH ORGANSKIH ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI	25
2.3.4. REZULTATI I RASPRAVA	26
2.3.4.1. pH VRIJEDNOST TLA I UKUPAN SADRŽAJ ODABRANIH ELEMENATA	26
2.3.4.2. ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA	32

---

2.3.5.	ZAKLJUČAK	34
2.4.	PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA	35
2.4.1.	UVOD	35
2.4.2.	KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI RAZINA DUŠIKOVA DIOKSIDA U ZRAKU	37
2.4.3.	KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM <sub>2,5</sub> U ZRAKU	38
2.4.4.	KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI MJERENJA LEBDEĆIH ČESTICA PM <sub>10</sub> U ZRAKU	39
2.4.5.	KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI PRAĆENJA RAZINA SPECIFIČNIH PARAMETARA KOD MJERENJA POSEBNE NAMJENE (KVALITETA ŽIVLJENJA - DODIJAVANJE MIRISOM)	40
2.4.6.	ZAKLJUČAK	42
2.5	MJERENJE PM <sub>10</sub> FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA I SADRŽAJA METALA U NJIMA NA PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN ZA 2021. GODINU	43
2.5.1.	UVOD	43
2.5.2.	ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI	44
2.5.3.	METODE MJERENJA	45
2.5.4.	REZULTATI I RASPRAVA	45
2.5.5.	INTERPRETACIJA REZULTATA U ODNOSU NA PRAGOVE PROCJENE	51
2.5.6.	KATEGORIZACIJA PODRUČJA PREMA STUPNJU ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA	53
2.5.7.	ZAKLJUČAK	54
2.6.	OLFAKTOMETRIJSKA MJERENJA NA UTJECAJNOM PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN U 2021. GODINI	55
2.6.1.	UVOD	55
2.6.2.	METODE MJERENJA	57
2.6.3	REZULTATI I RASPRAVA	61
2.6.4.	KONCENTRACIJA MIRISA (OU) I UTJECAJ VJETRA NA PODRUČJU NASELJA OPĆINE MEDULIN, NASELJA VALDEBEK I ŠIKIĆI	64
2.6.5.	ZAKLJUČAK	68
3.	BIOLOŠKI MONITORING	69
3.1.	UVOD	69

---

<b>3.2. METODE ISTRAŽIVANJA</b>	<b>71</b>
<b>3.2.1. ODABIR ISPITANIKA</b>	<b>71</b>
<b>3.2.2. MJERENJA KONCENTRACIJA BTEX-A U URINU</b>	<b>72</b>
<b>3.2.3. ODREĐIVANJE KONCENTRACIJA S-BENZILMERKAPTURNE KISELINE I S-FENILMERKAPTURNE KISELINE</b>	<b>73</b>
<b>3.2.4. ODREĐIVANJE IZRAŽAJA ENZIMA MATRIKS METALOPROTEINAZE-9 I MATRIKS METALOPROTEINAZE-2 (MMP-9 I MMP-2) I TKIVNIH INHIBITORA TIMP-1 I TIMP-2</b>	<b>73</b>
<b>3.2.5. SPIROMETRIJSKA MJERENJA DINAMIČKIH I STATIČKIH PLUĆNIH FUNKCIJA</b>	<b>74</b>
<b>3.2.6. IMUNOFENOTIPIZACIJA PERIFERNE VENSKE KRVI – IMUNOLOŠKE PRETRAGE</b>	<b>74</b>
<b>3.2.7. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA</b>	<b>75</b>
<b>3.2.8. ODREĐIVANJE UTJECAJA PREHRANE I NAČINA ŽIVOTA NA ZDRAVLJE ISPITANIKA</b>	<b>75</b>
<b>3.2.9. PERCEPCIJA ZDRAVLJA, KVALITETE ŽIVOTA I OKOLIŠA TE NAVIKA U GOSPODARENJU OTPADOM</b>	<b>76</b>
<b>3.3. REZULTATI</b>	<b>77</b>
<b>3.3.1. KONCENTRACIJE BTEX-A U URINU ISPITANIKA</b>	<b>77</b>
<b>3.3.2. KONCENTRACIJE S-BENZILMERKAPTURNE KISELINE I S-FENILMERKAPTURNE KISELINE U URINU ISPITANIKA</b>	<b>78</b>
<b>3.3.3. KONCENTRACIJE ENZIMA MATRIKS METALOPROTEINAZE-9 I MATRIKS METALOPROTEINAZE-2 (MMP-9 I MMP-2) I TKIVNIH INHIBITORA TIMP-1 I TIMP-2 U URINU ISPITANIKA</b>	<b>79</b>
<b>3.3.4. REZULTATI SPIROMETRIJSKIH MJERENJA DINAMIČKIH I STATIČKIH PLUĆNIH FUNKCIJA</b>	<b>82</b>
<b>3.3.5. PROMJENE STANIČNOG I HUMORALNOG IMUNOLOŠKOG ODGOVORA, UROĐENE I STEČENE IMUNOSTI</b>	<b>83</b>
<b>3.3.6. UTJECAJ PREHRANE I STILA ŽIVOTA NA ZDRAVLJE ISPITANIKA</b>	<b>85</b>
<b>3.3.7. PERCEPCIJA ZDRAVLJA, KVALITETE ŽIVOTA I ZDRAVOG OKOLIŠA TE NAVIKA U GOSPODARENJU OTPADOM</b>	<b>90</b>
<b>3.4. ZAKLJUČCI</b>	<b>101</b>
<b>4. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA</b>	<b>107</b>

## **1. UVOD**

Ljudske aktivnosti su od uvijek proizvodile otpad. To nije bio veći problem kada je ljudska populacija bila relativno mala i nomadska, ali je postao ozbiljan problem s urbanizacijom i rastom velikih konurbacija. Loše gospodarenje otpadom vodi do kontaminacije vode, tla i atmosfere, te do većeg utjecaja na javno zdravlje. Neki od direktnih utjecaja na zdravlje radi lošeg upravljanja otpadom dobro su poznati i mogu se promatrati u razvijenim zemljama.

Razvojem znanosti i tehnologije, gospodarenje otpadom, postalo je organizirana, specijalizirana i kompleksna aktivnost. Karakteristike materijala otpada mijenjale su se promjenom životnih navika, te se broj novih kemijskih spojeva prisutnih u različitim tokovima otpada dramatično povećao.

Opcije gospodarenja otpada donesene od strane donositelja odluka mogu imati utjecaj na zdravlje:

- direktan, vodeći do potencijalno nepovoljnog i/ili povoljnog utjecaja, kao što je smanjenje kvalitete života
- indirektan, širi okolišni utjecaj na globalnu ekologiju, kao što je doprinos globalnom zatopljenju, smanjenje biološke raznolikosti, te iscrpljivanje neobnovljivih izvora.

Epidemiološke studije su često pokazale povezanost između ljudskih bolesti i blizine odlagališta otpada ili dužinu boravka blizu takvog mjesta, ali velika većina nije uspjela pružiti značajne dokaze o uzročnoj vezi.

### **1.1. CILJ**

U svrhu istrage utjecaja Županijskog centra za gospodarenjem otpadom i odlagališta neopasnog otpada Kaštijun na zdravlje mještara, pristupilo se izradi ovog programa praćenja, kojem su kao podloga za usmjeravanje i planiranje ekološkog monitoringa poslužili rezultati prethodnih istraživanja, dok je biološki monitoring planiran na osnovu već provedenih sličnih istraživanja na području Primorsko-goranske županije.

## 1.2. POPIS SKRAĆENICA I POJMOVA

ŽCGO – Županijski centar za gospodarenje otpada

Odlagalište neopasnog otpada Kaštijun – zatvoreno odlagalište otpada

MBO – mehaničko biološka obrada

ZZJZIŽ – Zavod za javno zdravstvo Istarske županije

NZZJZIŽ – Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije

## 1.3. ODLAGALIŠTE NEOPASNOG OTPADA KAŠTIJUN

Neopasni otpad (komunalni i proizvodni) odlagao se na odlagalištu otpada „Kaštijun“ od sredine 60-tih godina prošlog stoljeća. Lokacija odlagališta neopasnog otpada „Kaštijun“ nalazi se uz lokaciju Županijskog centra za gospodarenjem otpadom „Kaštijun“, cca 5 km jugoistočno od grada Pule, cca 2 km sjeveroistočno od Banjola, te cca 4 km sjeverozapadno od Medulina na blagoj uzvisini od cca 47 m.n.m. Tijelo odlagališta je površine cca 6 ha. Lokacija odlagališta bila je ranije glinokop iz kojeg se obavljala eksploatacija gline za potrebe pulske cementare. Napuštanjem glinokopa ostala je depresija u koju se od polovine 60-ih godina prošlog stoljeća obavlja odlaganje komunalnog i industrijskog otpada. Lokacija se ne nalazi u vodozaštitnom području, a udaljena je oko 1 km od granice III zone sanitarne zaštite. U razdoblju od 1967. do kraja 2018. godine, na odlagalište otpada je odloženo cca 1.300.000 t otpada, odnosno 1.500.000 m<sup>3</sup> otpada (uz slijeganje).

Tijekom rada odlagališta otpada nastajale su sanitarne otpadne vode te tehnološke otpadne vode od pranja kotača vozila. Sanitarne otpadne vode prikupljane su u vodonepropusnom sabirnom bazenu, te zbrinjavane od strane ovlaštene pravne osobe (odvoz u sustav javne odvodnje). Tehnološke otpadne vode od pranja kotača vozila su se prije ispuštanja u obodni kanal pročistile na separatoru ulja i masti i taložniku. Sustav za prikupljanje procjednih voda s tijela odlagališta nije uspostavljen. Procjedne vode sa odlagališta neopasnog otpada nastaju procjeđivanjem oborina kroz otpad te ostaju zarobljene na dnu odlagališta u iskopanoj jami (dokazano istražnim radovima).

Odlagalište neopasnog otpada „Kaštijun“ zatvoreno je za rad tj. odlaganje otpada od 31. prosinca 2018. godine temeljem Odluke Istarske županije donesene 28. prosinca 2018. godine. Od tog datuma, sav organizirano prikupljen otpad s područja Grada Pule i Grada

Vodnjana te općina Barban, Fažana, Ližnjan, Marčana, Medulin i Svetvinčenat, odvozi se na Županijski centar za gospodarenje otpadom (ŽCGO) „Kaštijun“ na obradu.

U tijeku su aktivnosti na konačnom zatvaranju odlagališta otpada ugradnjom završnog pokrovnog sloja u skladu sa projektom dokumentacijom i ishodenim dozvolama.

Ugradnjom završnog pokrovnog sloja spriječit će se prodor oborina u tijelo odlagališta i nastajanje novih procjednih voda. Obodni kanal oko tijela odlagališta je djelomično izgrađen. Prilikom sanacije i konačnog zatvaranja odlagališta otpada izgradit će se obodni kanal oko cijelog tijela odlagališta. Sve oborinske vode koje će se slijevati sa zatvorenog tijela odlagališta u obodni kanal će se preko taložnika odnosno retencijskog bazena te upojnih jaraka ispuštati u teren. Eventualni višak oborinskih voda moguće je iz retencijskog bazena odvoziti u sustav javne odvodnje.

Sustav otplinjavanja tijela odlagališta nije uspostavljen. Sanacijom i konačnim zatvaranjem tijela odlagališta ugradnjom završnog pokrovnog sloja, po tijelu odlagališta ugradit će se odzračnici koji će se povezati na baklju za spaljivanje odlagališnog plina čime će se uspostaviti aktivni sustav otplinjavanja tijela odlagališta.

#### **1.4. ŽUPANIJSKI CENTAR GOSPODARENJA OTPADOM**

Županijski centar za gospodarenje otpadom „Kaštijun“ (u nastavku ŽCGO Kaštijun), smješten uz odlagalište otpada Kaštijun, ukupne je površine od 16,6 ha, a sastoji se iz više tehničko tehnoloških cjelina od kojih su najvažnije ulazno - izlazna zona (5,2 ha), radna zona (2,9 ha) i zona za obradu i odlaganje otpada (8,5 ha). Dana 2. srpnja 2018. godine ŽCGO Kaštijun započinje s prihvatom i obradom otpada od isporučitelja javne usluge u Istarskoj županiji.

Na Centru se odvijaju sljedeći procesi:

- preuzimanje i prihvata prikupljenog komunalnog otpada
- biološka obrada
- mehanička obrada
- biološka obrada na biorektorskoj plohi
- obrada otpadnih voda



U ŽCGO „Kaštijun“ otpad se prihvaća od isporučitelja javne usluge ili se s pretovarnih stanica (Rovinj, Poreč, Umag, Buzet, Pazin i Labin) doprema kamionima sa specijalnim poluprikolicama. Prilikom preuzimanja otpada vrši se kontrola, provjera dokumentacije i vaganje te se otpad upućuje na daljnju obradu. Sustav vođenja svih procesa (prihvata i obrade otpada) je potpuno automatiziran.

Otpad se istovaruje u prihvatnu jamu postrojenja za mehaničko-biološku obradu (u nastavku MBO). Ulazni materijal u postrojenje za mehaničko-biološku obradu otpada predstavlja miješani komunalni otpad preostao nakon odvajanja (primarne selekcije) na mjestu nastanka više vrsta otpada (papir, metal, plastika, staklo, tekstil, biorazgradivi otpad,...) i dio zapremljene količine neopasnog proizvodnog otpada.

Predviđeni izlazni produkti procesa mehaničko-biološke obrade otpada su:

- inertizirana biostabilizirana frakcija – „biostabilat“, proizvod sličan kompostu (eng. CLO, Compost Like Output)
- čisti kompost
- goriva frakcija – gorivo iz otpada
- otpad pogodan za materijalnu oporabu
- isparena voda (vodena para) i CO<sub>2</sub>
- otpadna tehnološka (procjedna) voda.

Tehnologija mehaničko-biološke obrade otpada u osnovi obuhvaća dva ključna procesa – mehaničku i biološku obradu otpada. Mehanička obrada otpada se odnosi na postupke usitnjavanja i peletizacije, drobljenja i mljevenja te prosijavanja, ali i druge metode mehaničke separacije zaprimljenog otpadnog materijala (npr. separacija uslijed djelovanja magnetskih sila). Biološka obrada otpada sastoji se od postupaka biosušenja, biostabilizacije te aerobne (kompostiranje) ili anaerobne razgradnje.

Djelotvornost sortiranja komunalnog otpada u postrojenju MBO najviše ovisi o sastavu i kvaliteti materijala, koji ulazi u proces.

## 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. ISPITIVANJE U 2018. GODINI

Ispitivanje podzemnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2018. godini izvedeno je od strane Zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u mjesecu prosincu. Analiziran je uzorak podzemne vode iz jednog piezometra označenog B1. Rezultati analize prikazani su u Tablici 1.

Tablica 1. Rezultati analiza piezometra B1 u 2018.godini

Pokazatelj	PIEZOMETAR 2018. rezultati	
	mjerna jed.	B1 - 45,2 m
pH		6,77
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	18,8
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	3
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	0,62
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	0,32
Amonij	mg N/L	<0,0520
Nitrit	mg N/L	<0,0100
Dušik - ukupni	mg N/L	15,3
Nitrat	mg/L	15,2
Fosfor - ukupni	mg P/L	<0,171
Fenolni indeks	mg/L	0,00269
TOC	mg/L	1,05
Masti i ulja	mg/L	0,029
Ugljikovodici (uljni indeks)	mg/L	0,028
Krom 6 (Cr)	µg/L	<0,035
Olovo (Pb)	mg/L	<0,0003
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	0,0023
Željezo (Fe)	mg/L	0,0098
Bakar (Cu)	mg/L	0,0039
Zink(Zn)	mg/L	0,024
Nikal (Ni)	mg/L	0,0016
Kadmij (Cd)	mg/L	0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	<0,001
Arsen (As)	mg/L	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,019
Živa (Hg)	mg/L	<0,00002
Selen (Se)	mg/L	0,0006
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	<0,001
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	1

## 2.1.2. ISPITIVANJA U 2019. GODINI

Ispitivanja podzemnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2019. godini izvedena su od strane Euroinspekt Croatiakontrola d.o.o. iz Zagreba u mjesecu travnju. Analizirani su uzorci podzemne vode s tri piezometra označenih B1, B2 i B3. Rezultati analize prikazani su u Tablici 2.

Tablica 2. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u 2019.godini

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2019.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	14,6	15,1	16,1
temperatura zraka	°C	18,0	18,0	18,0
pH		6,9	6,9	6,9
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	25,0	25,0	25,0
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2	<2	<2
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	<15	<15	<15
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	<6	<6	<6
Amonij	mg NH <sub>4</sub> /L	<0,050	2,42	<0,050
Nitrit	mg NO <sub>2</sub> /L	<0,010	0,400	<0,010
Dušik - ukupni	mg/L	14,0	5,08	19,6
Nitrat	mgNO <sub>3</sub> /L	14,6	1,49	21,1
Fosfor - ukupni	mg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Fenolni indeks	mg/L	0,661	0,812	<0,050
TOC	mg/L	0,724	5,11	2,35
Masti i ulja	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1
Ugljikovodici (uljni indeks)	µg/L	<20	<20	<20
Krom 6 (Cr)	µg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Olovo (Pb)	µg/L	<50	<50	<50
Krom-ukupni (Cr)	µg/L	<25	<25	<25
Željezo (Fe)	µg/L	<25	<25	<25
Bakar (Cu)	µg/L	<25	<25	<25
Zink(Zn)	µg/L	<50	<50	<50
Nikal (Ni)	µg/L	<25	<25	<25
Kadmij (Cd)	µg/L	<25	<25	<25
Mangan (Mn)	µg/L	<25	2820	<25
Arsen (As)	µg/L	<7	<7	<7
Barij (Ba)	µg/L	<25	<25	<25
Živa (Hg)	µg/L	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Selen (Se)	mg/L	<0,01	<0,01	<0,01
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	µg/L	<1	<1	<1
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	<0,050	<0,050	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	1	1	1
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	1	1	1

### 2.1.3. ISPITIVANJA U 2020. GODINI

Ispitivanja podzemnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2020. godini izvedena su od strane Zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u mjesecu listopadu. Analizirani su uzorci podzemne vode s tri piezometra označenih B1, B2 i B3. Rezultati analize prikazani su u Tablici 3.

Tablica 3. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u 2020.godini

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2020.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	15,2	14,8	13,8
temperatura zraka	°C	19	21	17
pH		6,7	6,7	6,6
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	20,3	20,1	20,3
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2	<2	<2
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	8,5	2,2	33,7
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	0,51	0,45	1,48
Amonij	mg N/L	0,042	0,396	4,65
Nitrit	mg N/L	<0,010	<0,010	<0,010
Dušik - ukupni	mg N/L	10,474	9,935	17,15
Nitrat	mg/L	10,2	9,32	9,62
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,036	0,018	0,035
Fenolni indeks	mg/L	<2	<2	0,0029
TOC	mg/L	3,87	2,56	15,4
Masti i ulja	mg/L	0,03	0,031	0,034
Ugljikovodici (uljni indeks)	mg/L	0,026	0,028	0,027
Krom 6 (Cr)	µg/L	<0,011	<0,010	<0,011
Olovo (Pb)	mg/L	<0,0003	<0,0003	<0,0003
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	<0,001	<0,001	0,003
Željezo (Fe)	mg/L	0,063	0,029	0,01
Bakar (Cu)	mg/L	0,002	0,004	0,026
Zink(Zn)	mg/L	<0,010	<0,010	<0,010
Nikal (Ni)	mg/L	<0,001	0,002	0,007
Kadmij (Cd)	mg/L	<0,0001	0,0001	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	0,001	0,178	0,054
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,067	0,106	0,227
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	<0,001	<0,001	<0,001
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

## 2.1.4. ISPITIVANJA U 2021. GODINI

Ispitivanja podzemnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2021. godini izvedena su od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u mjesecu listopadu. Analizirani su uzorci podzemne vode s tri piezometra označenih B1, B2 i B3. Rezultati analize prikazani su u Tablici 4.

Tablica 4. Rezultati analiza piezometra B1, B2 i B3 u 2021. godini

pokazatelj	mjerna jed.	PIEZOMETRI 2021.		
		rezultat		
		B1 - 45,2m	B2 - 44,2 m	B3 - 43,0 m
temperatura vode	°C	16,0	17,0	16,0
temperatura zraka	°C	17,0	17,0	18,0
pH		6,7	6,8	6,9
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C	17,0	18,3	18,7
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	<2	<2	<2
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	0,88	11,2	4,37
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	1,83	0,55	<0,50
Amonij	mg N/L	<0,015	0,113	1,45
Nitrit	mg N/L	<0,010	<0,010	<0,010
Dušik - ukupni	mg N/L	10,926	10,913	11,901
Nitrat	mg/L	48,4	47,9	46,3
Fosfor - ukupni	mg P/L	0,027	0,028	0,038
Fenolni indeks	mg/L	<2	<2	2,7
TOC	mg/L	1,54	2,35	5,73
Masti i ulja	mg/L	0,019	0,019	0,019
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	<0,0001	0,001	0,013
Zink(Zn)	mg/L	0,011	0,012	0,015
Nikal (Ni)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Kadmij (Cd)	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Arsen (As)	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	0,011	0,15	0,25
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	<0,050	<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



## 2.1.5. KOMPARACIJA REZULTATA OD 2018. – 2021.

Prema Uredbi o standardu kakvoća voda (NN 96/2019) određuje se kemijsko stanje podzemnih voda. Kao osnovni pokazatelji u okviru nadzornog monitoringa podzemnih voda uzimaju se otopljeni kisik, pH vrijednost, električna vodljivost, 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, jesu 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). Umjetne sintetičke tvari su suma trikloetilena i tetrakloetilena, dok pokazatelj koji upućuje na prodore slane vode ili druge prodore je električna vodljivost.

U analizi piezometra u 2018. godini, od strane Zavoda za javno zdravstvo Istarske županije, svi navedeni pokazatelji iz Uredbe nalaze se ispod granične vrijednosti prema Tablici 3. Priloga 6. Uredbe o standardu kakvoća voda.

Prema navedenim pokazateljima analize piezometara u 2019. godini, od strane Euroinspekt Croatiakontrola d.o.o. iz Zagreba, pokazuju vrijednosti nitrita, nitrata, ukupnog fosfora, arsena i žive ispod graničnih vrijednosti prema Tablici 3. Priloga 6. Uredbe o standardu kakvoća voda. Rezultati za kadmij i olovo ne mogu se usporediti s graničnim vrijednostima od 5 i 10  $\mu\text{g/L}$ , jer su izraženi kao  $<25$  i  $<50$   $\mu\text{g/L}$ , dok je rezultat amonija tri puta veći od propisane granične vrijednosti u piezometru B2.

U 2020. godini, prema analizama Zavoda za javno zdravstvo Istarske županije, amonij je devet puta veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3, dok su ostali parametri ispod graničnih vrijednosti.

U 2021. godini, prema analizama Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije, amonij je tri puta veći od propisanih graničnih vrijednosti u piezometru B3. Ostali parametri su ispod granične vrijednosti.

Povećane vrijednosti amonija kroz trogodišnje praćenje mogu se pripisati antropogenom utjecaju poljoprivrede u okolici, posebice uporabom gnojiva, te procjednim vodama iz odlagališta Kaštijun koji je u fazi 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. i 2021. godini.

---

## 2.2. PRAĆENJE STANJA OTPADNIH VODA

Na lokaciji ŽCGO Kaštijun nalazi se Uređaj za pročišćavanje otpadnih voda (*dalje u tekstu: UPOV*) koji se koristi za obradu slijedećih tokova otpadnih voda:

1. **Sanitarne otpadne vode:** vode koje nastaju u objektima unutar ŽCGO (higijenski prostori za osoblje)
2. **Tehnološke otpadne vode:**
  - koje nastaju u procesu mehaničko-biološke obrade otpada (prihvatna jama, aerobni bioreaktorski proces), te iz procesa pročišćavanja otpadne zračne struje u biofiltru
  - procjedne vode koje nastaju u procesu anaerobne obrade otpada na bioreaktorskom odlagalištu i procjedne vode sa odlagališta neopasnog otpada
3. **Oborinske vode:** vode sa manipulativnih površina (prometnice unutar ŽCGO-a) koje se dodatno obrađuju na separatorima ulja i masti, te oborinske vode koje se prikupljaju sa krovova zgrada.

Otpadne vode se prikupljaju u zasebnim spremnicima smještenim u blizini UPOV-a, te se zatim biološki obrađuju u reaktorima tipa SBR (*sequencing batch reactor = fazno šaržni reaktor*) s dodatnom obradom otpadne vode sistemom reverzne osmoze (RO) s dvije faze.

Za obradu viška mulja koristi se aerirani spremnik koji uravnotežuje hidrauličko opterećenje stvaranja mulja i dozvoljava petodnevno zgušnjavanje i proces odvodnjavanja, minimalizirajući neugodni miris iz spremnika mulja i smetnju osoblju. Odabir visoko učinkovitih centrifuga smanjuje stvaranje nepoželjne pare i postiže visok stupanje uklanjanja vode iz mulja.

Mogući mirisi i onečišćivači zraka, koji proizlaze iz prikupljanja otpadnih voda, prikupljaju se i usmjeravaju na dva odvojena filtra zraka, jedan za sirove procjedne vode, za koje je amonijak glavni onečišćivač zraka, te drugi za prostore za skladištenje kemikalija čiji su glavni zagađivači hlapivi organski spojevi.

Spremnici s bioreaktorima su napravljeni od vodonepropusnog armiranog betona otpornog na koroziju, a uz njih se nalaze ostali spremnici te iznad njih, u odvojenim prostorijama, smještene su potrebne elektromehaničke komponente.

U zgradi u blizini SBR-ova postavljen je sustav reverzne osmoze (RO).

Proces obrade voda zatvoreni je sustav jer se obrađena voda ponovno koristi (re-use) unutar ŽCGO Kaštijun za hlađenje u rashladnim tornjevima, za čišćenje zraka u skruberima, za sustav navodnjavanja hortikulture, za praonicu kamiona te u ostale tehnološke svrhe.

Vrednovanje mjerenja emisija u vode provodi se uzimanjem trenutnog uzorka iz spremnika permeata reverzne osmoze te se, ukoliko je koncentracija tvari trenutnog uzorka veća od maksimalno dopuštene koncentracije iz Rješenje o okolišnoj dozvoli, konstatira prekoračenje.

## 2.2.1. ISPITIVANJA U 2018. GODINI

Ispitivanje otpadne vode na području ŽCGO Kaštijun u 2018. godini izvedeno je od strane Zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u prosincu. Analizirani su uzorci otpadne vode iz spremnika permeata reverzne osmoze prema fizikalno-kemijskim ispitivanjima otpadne vode na pokazatelje navedene u okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Rezultati analize prikazani su u Tablici 5.

Tablica 5. Rezultati analiza otpadne vode u 2018.godini

pokazatelj	mjerna jed.	MDK	OTPADNA VODA 2018. rezultati
			13.12.
temperatura vode	°C	30	15,2
pH		6,0-9,0	8,53
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C		17,4
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	25	1,5
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	100	0,66
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	20	0,44
Amonij	mg N/L	5	0,0527
Nitrit	mg N/L	1	<0,0100
Dušik - ukupni	mg N/L	15	3,75
Nitrat	mg/L	2	3,7
Fosfor - ukupni	mg P/L	2	<0,171
Fenolni indeks	mg/L	0,1	0,00341
TOC	mg/L	30	0,4
Ukupna ulja i masti	mg/L	20	0,026
Ukupni ugljikovodici	mg/L	10	<0,025
Krom 6 (Cr)	mg/L	0,1	<0,035
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	<0,0003
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	0,5	<0,001
Željezo (Fe)	mg/L	2	<0,005
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	0,008
Zink(Zn)	mg/L	2	0,034
Nikal (Ni)	mg/L	0,5	<0,001
Kadmij (Cd)	mg/L	0,1	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	2	0,0013
Arsen (As)	mg/L	0,1	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	5	<0,008
Živa (Hg)	mg/L	0,01	<0,00002
Selen (Se)	mg/L	0,02	<0,0005
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	0,1	<0,001
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	0,5	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	4	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	3	1

U analiziranom trenutnom uzorku u 2018. godini, maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) prelazio je parametar nitrat.

## 2.2.2. ISPITIVANJA U 2019. GODINI

Ispitivanja otpadnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2019. godini izvedena su od strane Euroinspekt Croatiakontrola d.o.o. iz Zagreba u mjesecu ožujku, listopadu, studenom i prosincu. U studenom analize je izvršio i Zavod za javno zdravstvo Istarske županije. Analizirani su uzorci otpadne vode iz spremnika permeata reverzne osmoze prema fizikalno-kemijskim ispitivanjima otpadne vode na pokazatelje navedene u okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Rezultati analize prikazani su u Tablici 6.

Tablica 6. Rezultati analiza otpadne vode u 2019.godini

pokazatelj	mjerna jed.	MDK	OTPADNA VODA 2019.				
			rezultat				
			29.03.	02.10.	06.11.		19.12.
Croat.	ZZJZIŽ						
temperatura vode	°C	30	15,1	21,0	19,9	22,3	19,6
temperatura zraka	°C		14,0	22,0		14,0	14,0
pH		6,0-9,0	7,1	6,5	7,8	8,5	6,6
temperatura uzorka pri mjerenju pH	°C		25,0	25	25	22,2	25
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	25	<2	7	<2	2	5
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	100	<15	<15	30	1,96	<15
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	20	<6	<6	12	0,99	<6
Amonij	mg N/L	5	<0,050	0,06	<0,050	<0,0520	<0,050
Nitrit	mg N/L	1	<0,010	0,08	0,01	<0,0100	<0,010
Dušik - ukupni	mg N/L	15	2,73	3,12	5,5	1,45	12,1
Nitrat	mg/L	2	2,51	2,7	1,2	1,38	<0,230
Fosfor - ukupni	mg P/L	2	<0,050	0,105	<0,050	<0,171	0,85
Fenolni indeks	mg/L	0,1	<0,050	<0,050	<0,050	0,00413	<0,050
TOC	mg/L	30	1,21	<30	<30	0,42	<3
Ukupna ulja i masti	mg/L	20	<0,1	<0,1	0,27	<4,8	<0,1
Ukupni ugljikovodici	mg/L	10	<0,1	<0,1	<0,1	<1,5	<0,1
Krom 6 (Cr)	mg/L	0,1	<0,010	<0,010	<0,010	<0,011	<0,010
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	<0,035	<0,100	<0,100	0,002	<0,010
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	0,5	<0,025	<0,100	<0,100	<0,001	<0,010
Željezo (Fe)	mg/L	2	<0,025	<0,100	<0,100	0,015	<0,010
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	<0,010	<0,100	<0,100	<0,001	<0,010

Zink(Zn)	mg/L	2	<0,050	<0,050	<0,050	0,011	<0,050
Nikal (Ni)	mg/L	0,5	<0,025	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100
Kadmij (Cd)	mg/L	0,1	<0,0015	<0,100	<0,100	<0,0001	<0,100
Mangan (Mn)	mg/L	2	<0,025	<0,100	<0,100	<0,001	<0,100
Arsen (As)	mg/L	0,1	<0,007	<0,060	<0,060	<0,001	<0,060
Barij (Ba)	mg/L	5	<0,025	<0,2	<2	<0,012	<2
Živa (Hg)	mg/L	0,01	<0,0003	<0,005	<0,005	<0,00002	<0,005
Selen (Se)	mg/L	0,02	<0,01	<0,01	<0,01	<0,001	<0,01
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,0010	<0,001
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	0,5	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	4	1	1	2	2	1
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	3	1	1	1	1	1

Od ukupno četiri analizirana uzorka tokom 2019. godine, dva nisu odgovarala (ožujak i listopad) zahtjevima navedenim u okolišnoj dozvoli. Maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) prelazio je parametar nitrat.

### 2.2.3. ISPITIVANJA U 2020. GODINI

Ispitivanja otpadnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2020. godini izvedena su od strane Euroinspekt Croatiakontrola d.o.o. iz Zagreba u mjesecu veljači, te od Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u svibnju, lipnju, rujnu, listopadu i prosincu. Analizirani su uzorci otpadne vode iz spremnika permeata reverzne osmoze prema fizikalno-kemijskim ispitivanjima otpadne vode na pokazatelje navedene u okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Rezultati analize prikazani su u Tablici 7.

Tablica 7. Rezultati analiza otpadne vode u 2020. godini

pokazatelj	mjerna jed.	MDK	OTPADNA VODA 2020. rezultati					
			10.02.	27.05.	18.06.	09.09.	05.10.	09.12.
temperatura vode	°C	30	16,7	21,3	21,5	25,4	23,3	16,8
temperatura zraka	°C		11,0	15,0	21,0	21,0	15,0	11,0
pH		6,0-9,0	6,7	9	7,1	8,2	7,7	7,5
temperatura uzorka pri mjerjenju pH	°C		25,0	22,0	22,2	24,5	22,6	20,2
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	25	4	3	2	3	7	7
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /L	100	<15	0,77	0,64	1,79	0,99	<0,30
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	20	<6	0,39	0,34	0,82	0,47	0,28
Amonij	mg N/L	5	<0,050	<0,050	<0,050	0,0752	0,096	0,072
Nitrit	mg N/L	1	0,1	<0,0100	<0,0100	<0,0100	<0,010	<0,010
Dušik - ukupni	mg N/L	15	0,268	1,38	0,818	1	10,2	2,97
Nitrat	mg N/L	2	0,21	1,1	0,707	0,68	6,51	2,83
Fosfor - ukupni	mg P/L	2	<0,050	<0,171	<0,171	<0,171	<0,171	<0,171
Fenolni indeks	mg/L	0,1	<0,050	0,00122	0,00175	0,00056	<0,0020	<0,0020
TOC	mg/L	30	8,05	0,69	0,4	0,49	0,63	0,61
Ukupna ulja i masti	mg/L	20	<0,1	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8
Ukupni ugljikovodici	mg/L	10	<0,1	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Krom 6 (Cr)	mg/L	0,1	<0,010	<0,0110	<0,011	<0,011	<0,011	<0,010
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	<0,035	0,001	0,0006	<0,0003	0,0008	0,0006
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	0,5	<0,025	<0,001	<0,001	<0,001	<0,010	<0,001
Željezo (Fe)	mg/L	2	<0,025	0,011	<0,005	0,017	0,018	0,035
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	<0,010	0,014	<0,001	0,003	0,005	0,038
Zink(Zn)	mg/L	2	<0,050	<0,010	<0,001	<0,010	<0,025	0,025
Nikal (Ni)	mg/L	0,5	<0,025	<0,001	0,002	<0,001	<0,001	<0,001
Kadmij (Cd)	mg/L	0,1	<0,0015	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	2	<0,025	<0,001	<0,001	<0,001	0,003	<0,001
Arsen (As)	mg/L	0,1	<0,007	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	5	<2	<0,012	<0,002	<0,012	<0,012	<0,012
Živa (Hg)	mg/L	0,01	<0,005	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Selen (Se)	mg/L	0,02	<0,01	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/L	0,1	<0,001	<0,0010	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	0,5	<0,050	0,05	<0,050	<0,050	<0,050	0,074
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	4	1	2	2	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	3	1	1	1	1	1	1

Od ukupno šest analiziranih uzoraka tokom 2020. godine, dva nisu odgovarala (listopad i prosinac) zahtjevima navedenim u okolišnoj dozvoli. Maksimalno dopuštene koncentracije (MDK) prelazio je parametar nitrat.



## 2.2.4. ISPITIVANJA U 2021. GODINI

Ispitivanja otpadnih voda na području ŽCGO Kaštijun u 2021. godini izvedena su od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u veljači, srpnju, kolovozu, rujnu, studenom i prosincu. Analizirani su uzorci otpadne vode iz spremnika permeata reverzne osmoze prema fizikalno-kemijskim ispitivanjima otpadne vode na pokazatelje navedene o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Rezultati analize prikazani su u Tablici 8.

Tablica 8. Rezultati analiza otpadne vode u 2021. godini

pokazatelj	mjerna jed.	MDK	OTPADNA VODA 2021.					
			rezultati					
			24.02.	28.07.	24.08.	28.09.	16.11.	14.12.
temperatura vode	°C	30	16,4	27,2	27,2	24,0	20,0	17,0
temperatura zraka	°C		18,0	27,0	20,0	23,0	13,0	10,0
pH		6,0-9,0	6,9	7,5	7,8	6,8	6,8	7,5
temperatura uzorka pri mjerenu pH	°C		17,4	24,3	24,8	24,4	20,3	20,2
suspendirane tvari - ukupne	mg/L	25	4	4	3	4	3,5	4
KPK - bikromat	mg O <sub>2</sub> /l	100	0,67	0,74	0,53	0,9	0,67	0,77
BPK 5	mg O <sub>2</sub> /L	20	0,28	0,47	0,2	0,44	0,2	0,37
Amonij	mg N/L	5	0,08	0,117	0,61	0,36	<0,050	<0,050
Nitrit	mg N/L	1	<0,0100	0,0192	<0,010	0,0131	<0,0100	<0,010
Dušik - ukupni	mg N/L	15	1,11	1,3	1,52	1,83	0,059	0,134
Nitrat	mg N/L	2	0,818	1,01	0,839	1,37	<0,57	<0,57
Fosfor - ukupni	mg P/L	2	<0,171	<0,171	<0,171	0,36	<0,171	<0,171
Fenolni indeks	mg/L	0,1	0,0022	0,03	0,009	0,014	<0,050	<0,050
TOC	mg/L	30	0,612	1,15	0,74	<0,40	0,63	0,44
Ukupna ulja i masti	mg/L	20	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8	<4,8
Ukupni ugljikovodici	mg/L	10	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
Krom 6 (Cr)	mg/L	0,1	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011	<0,011
Olovo (Pb)	mg/L	0,5	<0,0003	<0,0003	0,0009	0,0006	0,0005	0,0003
Krom-ukupni (Cr)	mg/L	0,5	0,003	<0,001	0,005	0,001	<0,001	0,004
Željezo (Fe)	mg/L	2	0,006	<0,005	0,017	0,009	0,016	1,35
Bakar (Cu)	mg/L	0,5	<0,001	0,03	0,053	0,04	0,044	<0,001
Zink(Zn)	mg/L	2	0,069	0,011	0,013	<0,010	<0,010	<0,010
Nikal (Ni)	mg/L	0,5	0,009	<0,001	0,02	0,007	<0,001	0,007
Kadmij (Cd)	mg/L	0,1	<0,0001	0,0002	<0,0001	<0,0001	0,0004	<0,0001
Mangan (Mn)	mg/L	2	<0,001	0,001	0,001	<0,001	0,002	0,002
Arsen (As)	mg/L	0,1	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Barij (Ba)	mg/L	5	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012	<0,012
Živa (Hg)	mg/L	0,01	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002	<0,00002
Selen (Se)	mg/L	0,02	<0,001	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	<0,001
BTEX (benzen, toluen, etilbenzen i ksilen)	mg/l	0,1	0,001	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006	<0,0006
Adsorbinski organski halogeni (AOX)	mg/L	0,5	<0,050	<0,050	0,062	<0,050	<0,050	<0,050
Toksičnost na svjetleće bakterije	LID <sub>L</sub>	4	2	2	2	2	2	2
Test akutne toksičnosti na dafnije	LID <sub>D</sub>	3	1	1	1	2	1	2

Od ukupno šest analiziranih uzoraka tokom 2021. godine, svi su odgovarali zahtjevima navedenim u okolišnoj dozvoli.

## **2.2.5. ZAKLJUČAK**

Prekoračenja su zabilježena isključivo kod parametra nitrata i to u prosincu 2018. godine (ZZJZIŽ), ožujku i listopadu 2019. godine (Euroinspekt Croatiakontrola d.o.o.), te listopadu i prosincu 2020. godine (NZZJZIŽ). Najveće zabilježeno prekoračenje nitrata od 6,51 mg N/L od dopuštenih 2 mg N/L zabilježeno je u listopadu 2020. godine. Ostala su prekoračenja bila znatno manja i kretala su se između 2,51 i 3,7 mg N/L.

Prekoračene granice nitrata u analiziranim trenutnim uzorcima obrađene otpadne vode ne predstavljaju ekološku i zdravstvenu prijetnju, jer se voda ponovno koristi u zatvorenom sustavu ŽCGO Kaštijun.

## **2.3 PRAĆENJE KVALITETE TLA**

### **2.3.1 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. Dva uzorka tla su uzeta na udaljenosti od 500 metara (uzorak 1 i 2) i dva na 1000 metara južno od ograde ŽCGO Kaštijun (uzorak 3 i 4). Udaljenost mjesta uzorkovanja uzoraka 1 i 2, odnosno uzoraka 3 i 4 je pet metara. Svi su uzorci uzeti na dubini od 0,1 do 0,25 metara.

Uzorkovanje je provedeno prema normama HRN ISO 18400-104 i HRN ISO 18400-102. Mjerenja su provedena vlastitim metodama za analizu tla razvijenima u Službi za zdravstvenu ekologiju, Odjelu za zaštitu i unapređenje okoliša NZZJZIŽ. 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).

### **2.3.2. 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 zaštititi 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 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 9.** 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 10.** 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

### 2.3.3. METODE MJERENJA

#### 2.3.3.1. UZORKOVANJE

Uzorci tla uzeti su na lokaciji 500 m i 1000 m južno od ŽCGO Kaštijun (Tablica 11.). Uzorkovanje se sprovelo štihačom na dubini od 0,1 do 0,25 metara. Kod uzorkovanja tla štihačom potrebno je na površini tla odstraniti biljne ostatke i iskopati prikopku. Štihačom se vertikalno izgadi jedna stijenka prikopke i po njoj se odreže plastica tla. Uzorak čini samo dio tla sa sredine štihače širine 5 cm, a dio tla s lijeve i desne strane se baca. Prosječan uzorak tla od 1 kg sastoji se od izmiješanih pojedinačnih uzoraka ravnomjerno uzetih s određenih lokacija.

Tablica 11. Koordinate mjesta uzorkovanja.

BROJ UZORKA	1	2	3	4
MJERNA TOČKA	500 m južno izvan ograde ŽCGO Kaštijun, na dubini 0,1-0,25 m		1000 m južno izvan ograde ŽCGO Kaštijun, na dubini 0,1-0,25 m	
KOORDINATE MJESTA UZORKOVANJA	44°50'01"N 13°53'08"E		44°49'55"N 13°53'23"E	

#### 2.3.3.2. 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.

#### 2.3.3.3. ODREĐIVANJE UKUPNOG SADRŽAJA ODABRANIH ELEMENATA

Ukupan sadržaj metala određen je vlastitom metodom i 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.

#### **2.3.3.4. ODREĐIVANJE SADRŽAJA ODABRANIH POSTOJANIH ORGANSKIH ONEČIŠĆUJUĆIH TVARI**

Sadržaj odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari (engl. POPs, *Persistent Organic Pollutants*), određen je vlastitom metodom. Organske onečišćujuće tvari ekstrahirane se 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.

## 2.3.4. REZULTATI I RASPRAVA

### 2.3.4.1. 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 12. Rezultati mjerenja pH vrijednosti.

BROJ UZORKA	1	2	3	4
pH VRIJEDNOST U 1M OTOPINI KCl	6,6	6,7	6,8	6,8

Tablica 13. MDK za elemente u tlu poljoprivrednog zemljišta čija je pH vrijednost u 1M otopini KCl viša od 6. Vrijednosti su iskazane u mg/kg zrakovihog tla.

ELEMENT	MDK/mgkg <sup>-1</sup>
As	30
Cd	2
Co	60
Cr	120
Cu	120
Hg	1,5
Mo	15
Ni	75
Pb	150
Zn	200

Elementi za koje je određen MDK prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) 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 0,700 mg/kg suhe tvari za Se.

Vrijednosti udjela određene analizama ni u jednom uzorku ne prelaze MDK ni za jedan element. Najviši postotak vrijednosti MDK pokazuje sadržaj Hg u uzorku br. 1 – 91,3%. Ostale vrijednosti su ispod 79%. Prosječno najviše vrijednosti u postotku MDK pokazuje Mo (61,3%), a najniže Pb (21,0%). Usporedne vrijednosti postotka MDK za svaki element prikazane su u tablici 18.

**Tablica 14.** Postotci vrijednosti MDK za pojedini element u uzorcima (%MDK) i srednja vrijednost dobivenih postotaka (%MDK<sub>sr.</sub>).

ELEMENT	MDK/ mgkg <sup>-1</sup>	%MDK (uzorak 1)/%	%MDK (uzorak 2)/%	%MDK (uzorak 3)/%	%MDK (uzorak 4)/%	%MDK sr./%
As	30	45,0	71,0	40,3	47,3	50,9
Cd	2	23,0	34,9	33,5	39,6	32,7
Co	60	27,0	35,3	24,0	23,8	27,5
Cr	120	31,0	33,2	37,8	26,9	32,2
Cu	120	36,3	41,7	33,5	31,8	35,8
Hg	1,5	91,3	68,7	35,1	28,1	55,8
Mo	15	78,7	76,0	46,4	44,3	61,3
Ni	75	50,0	63,9	43,3	45,9	50,8
Pb	150	18,3	28,1	18,2	19,5	21,0
Zn	200	26,3	39,0	26,5	28,45	30,1

Na slici 4. i u tablici 15. prikazana su kretanja vrijednosti pojedinog elementa čiji je MDK propisan Pravilnikom (NN 71/2019). Radi lakšeg prikaza, prikazane su srednje vrijednosti udjela elemenata na pojedinoj udaljenosti od ŽGCO Kaštijun iskazane kao postoci srednjih vrijednosti udjela u svim uzorcima (stupci *relativne vrijednosti* u tablici 11). Iz prikaza je vidljivo da su dobivene vrijednosti niže na 1000 metara udaljenosti u odnosu na uzorke tla uzete na 500 metara udaljenosti od ŽGCO za Hg, Mo, As, Co, Ni, Pb, Cu i Zn. Obrnuta kretanja su detektirana za Cr (99,5% srednje vrijednosti na 500 m i 100,5% na 1000 m) i Cd (88,5% i 111,5%). Numeričke vrijednosti su prikazane u tablici 11, gdje je:



$w(\text{uzorak})$  = udio pojedinog elementa u pojedinom uzorku u mg/kg zrakosuhog tla

$w_{sr.}(500m)$  = srednja vrijednost udjela pojedinog elementa u uzorcima uzetim na udaljenosti od 500 m od ŽGCO u mg/kg zrakosuhog tla, prema izrazu:

$$w_{sr.}(500m) = \frac{w(\text{uzorak } 1) + w(\text{uzorak } 2)}{2}$$

$w_{sr.}(1000m)$  = srednja vrijednost udjela pojedinog elementa u uzorcima uzetim na udaljenosti od 1000 m od ŽGCO u mg/kg zrakosuhog tla, prema izrazu:

$$w_{sr.}(1000m) = \frac{w(\text{uzorak } 3) + w(\text{uzorak } 4)}{2}$$

$w_{sr.}$  = srednja vrijednost udjela pojedinog elementa u svim uzorcima u mg/kg zrakosuhog tla, prema izrazu:

$$w_{sr.} = \frac{w(\text{uzorak } 1) + w(\text{uzorak } 2) + w(\text{uzorak } 3) + w(\text{uzorak } 4)}{4}$$

$w(500m)$  = relativna srednja vrijednost udjela pojedinog elementa u uzorcima uzetim na udaljenosti od 500 m od ŽGCO prema srednjoj vrijednosti udjela tog elementa u svim uzorcima u postocima, prema izrazu:

$$w(500m) = \frac{w_{sr.}(500m)}{w_{sr.}}$$

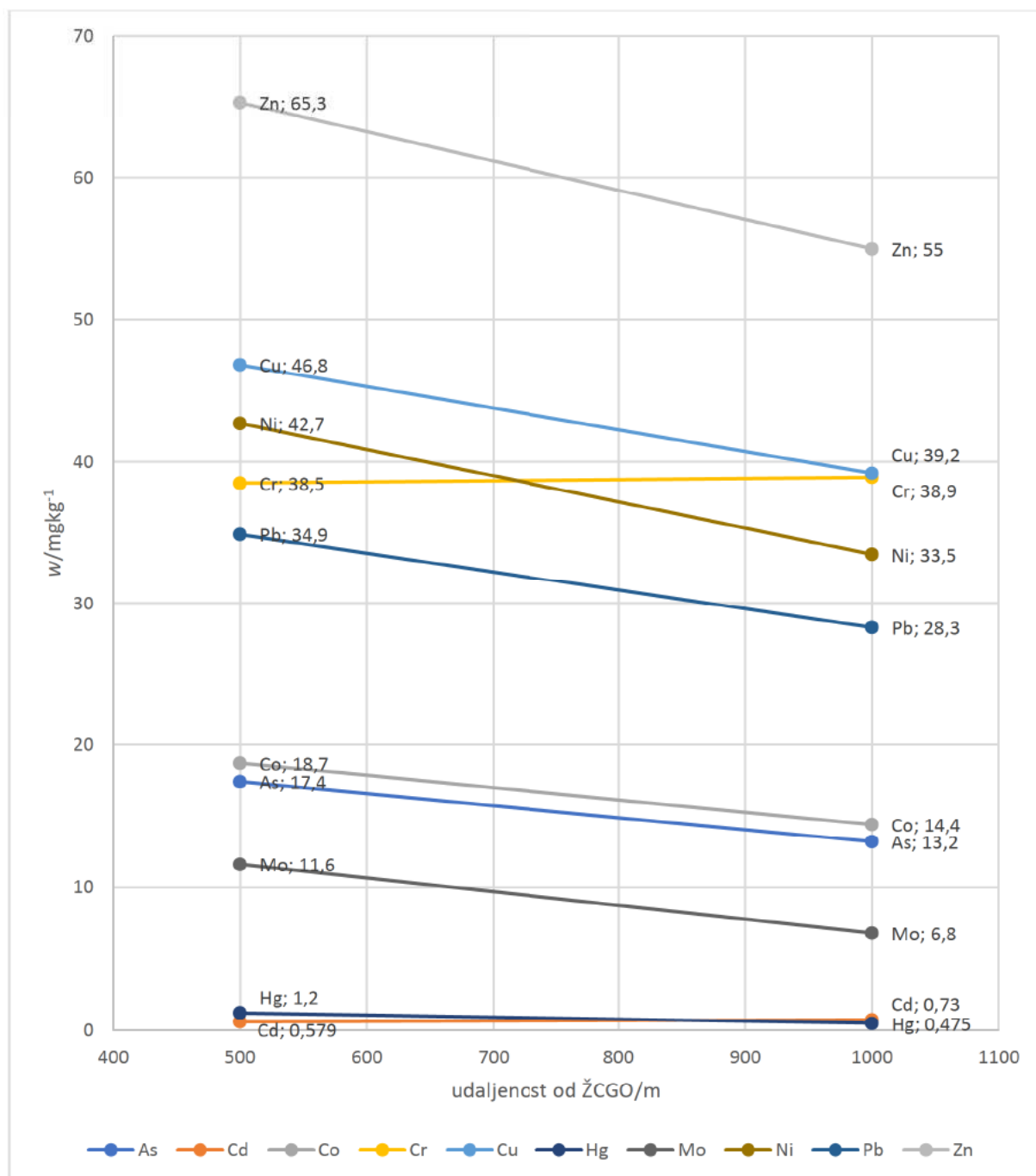
$w(1000m)$  = relativna srednja vrijednost udjela pojedinog elementa u uzorcima uzetim na udaljenosti od 1000 m od ŽGCO prema srednjoj vrijednosti udjela tog elementa u svim uzorcima u postocima, prema izrazu:

$$w(1000m) = \frac{w_{sr.}(1000m)}{w_{sr.}}$$

**Tablica 15.** Obrada podataka radi prikaza kretanja vrijednosti elemenata čiji je MDK propisan Pravilnikom (NN 71/2019).

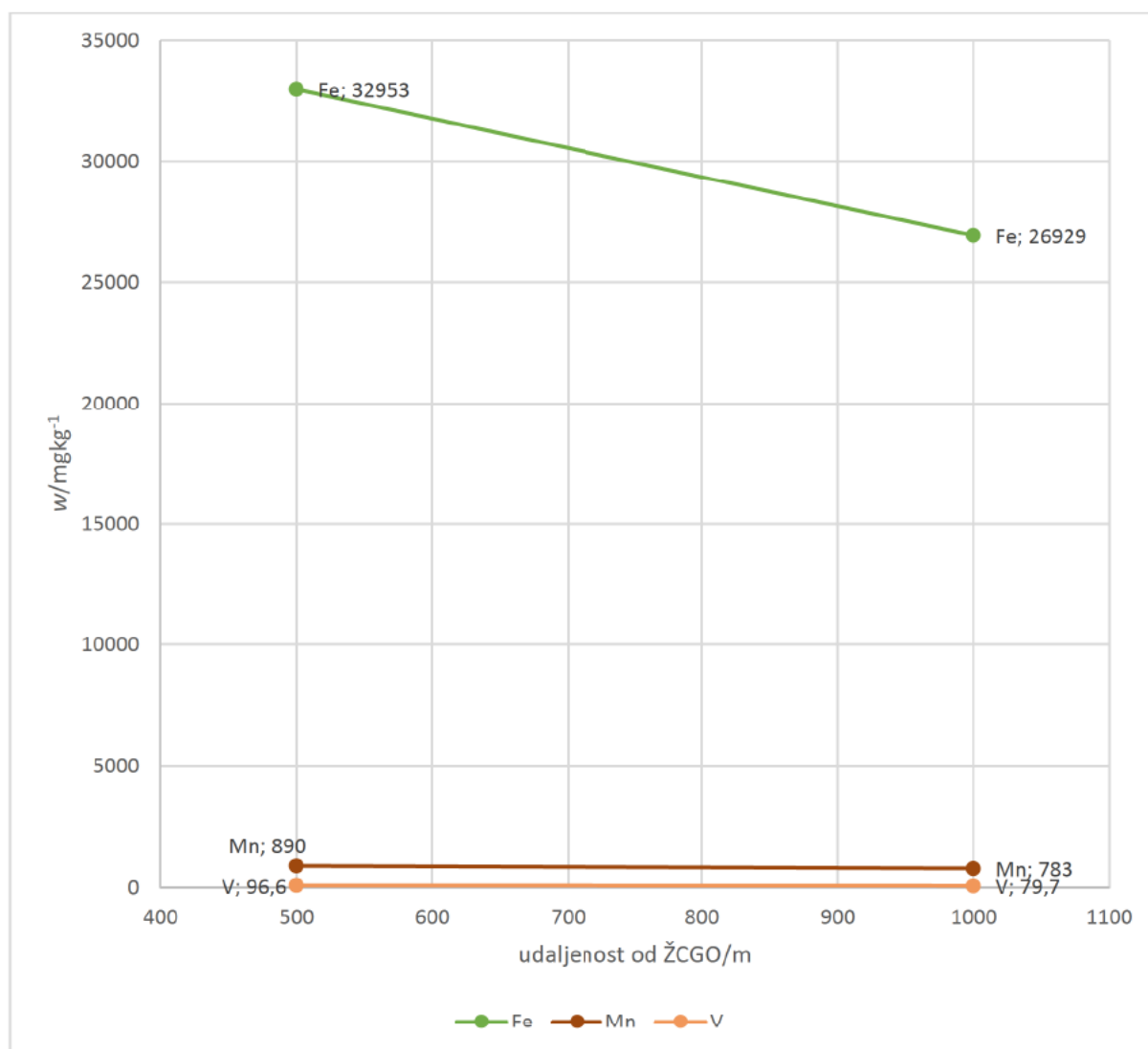
ELEMENT	w(uzorak 1)/mgkg <sup>-1</sup>	w(uzorak 2)/mgkg <sup>-1</sup>	w <sub>sr.</sub> (500m)/mgkg <sup>-1</sup>	w(uzorak 3)/mgkg <sup>-1</sup>	w(uzorak 4)/mgkg <sup>-1</sup>	w <sub>sr.</sub> (1000m)/mgkg <sup>-1</sup>	w <sub>sr.</sub> /mgkg <sup>-1</sup>
<b>As</b>	13,5	21,3	17,4	12,1	14,2	13,2	15,3
<b>Cd</b>	0,460	0,698	0,579	0,669	0,791	0,730	0,655
<b>Co</b>	16,2	21,2	18,7	14,4	14,3	14,4	16,5
<b>Cr</b>	37,2	39,8	38,5	45,4	32,3	38,9	38,7
<b>Cu</b>	43,6	50	46,8	40,2	38,1	39,2	43,0
<b>Fe</b>	27605	38301	32953	26175	27683	26929	29941
<b>Hg</b>	1,37	1,03	1,20	0,527	0,422	0,475	0,837
<b>Mn</b>	834	946	890	801	764	783	836
<b>Mo</b>	11,8	11,4	11,6	6,96	6,64	6,80	9,20
<b>Ni</b>	37,5	47,9	42,7	32,5	34,4	33,5	38,1
<b>Pb</b>	27,5	42,2	34,9	27,3	29,2	28,3	31,6
<b>Sb</b>	<1,00	<1,00	-	<1,00	<1,00	-	-
<b>Se</b>	<0,700	<0,700	-	<0,700	<0,700	-	-
<b>V</b>	60,2	133	96,6	80,0	79,3	79,7	88,1
<b>Zn</b>	52,6	77,9	65,3	53,0	56,9	55,0	60,1

Slika 4. Udjeli elemenata definiranog MDK prema udaljenosti od ŽGCO



Kretanja vrijednosti udjela Fe, Mn i V, za koje nisu definirane vrijednosti MDK su prikazana na slici 5. I u ovom slučaju je vidljivo da su dobivene vrijednosti niže na 1000 metara udaljenosti u odnosu na udjele metala u uzorcima uzorkovanim na 500 metara udaljenosti od ŽGCO. Elementi čiji su udjeli ispod granica kvantifikacije (Sb i Se) isključeni su iz prikaza.

Slika 5. Udjeli elemenata za koje nije definirana vrijednost MDK prema udaljenosti od ŽGCO



### 2.3.4.2. ODABRANA PERZISTENTNA ORGANSKA ONEČIŠĆIVALA

Rezultati mjerenja sadržaja odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari u uzorcima tla prikazani su u tablici 16. Sadržaj je iskazan kao udio ( $w$ ) u  $\mu\text{g}/\text{kg}$  suhog tla, 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 16.** Rezultati mjerenja odabranih postojanih organskih onečišćujućih tvari. Vrijednosti su iskazane u  $\mu\text{g}/\text{kg}$  suhog tla.

BROJ UZORKA	1	2	3	4	
MJERNA TOČKA	500 m južno izvan ograde ŽCGO Kaštijun, na dubini 0,1-0,25 m		1000 m južno izvan ograde ŽCGO Kaštijun, na dubini 0,1-0,25 m		
KOORDINATE UZIMANJA UZORKA	44°50'01"N 13°53'08"E		44°49'55"N 13°53'23"E		
PARAMETAR	w/ $\mu\text{gkg}^{-1}$	w/ $\mu\text{gkg}^{-1}$	w/ $\mu\text{gkg}^{-1}$	w/ $\mu\text{gkg}^{-1}$	MDK w/ $\mu\text{gkg}^{-1}$
Pentaklorbenzen	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	
Heksaklorbenezen	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	
Alfa HCH	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
Beta HCH	<0.100	<0.100	0.105	<0.100	
Gamma HCH	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
Delta HCH	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
Suma HCH spojevi	<0.100	<0.100	0.105	<0.100	100
Heptaklor	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	
Heptaklor epoksid	0.281	<0.100	0.367	0.631	
Izodrin	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
Aldrin	<0.050	<0.050	<0.050	<0.050	
Dieldrin	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
Endrin	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
Endrin aldehid	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	

<b>Suma dieldrin+aldrin+endrini</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	100
<b>Endosulfan alfa</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>Endosulfan beta</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>Endosulfan sulfat</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>ppDDD</b>	0.955	<0.500	1.130	4.640	
<b>ppDDE</b>	0.282	1.308	0.105	0.121	
<b>ppDDT</b>	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
<b>opDDT</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>Suma DDT/DDE/DDD</b>	1.237	1.793	1.271	4.761	100
<b>Alaklor</b>	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	
<b>Cis klordan</b>	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
<b>Trans klordan</b>	<0.100	<0.100	<0.100	<0.100	
<b>Klorpirifos</b>	1.459	2.974	<1.000	<1.000	
<b>Klorfenvinfos</b>	<1.000	<1.000	<1.000	2.165	
<b>Metoksiklor</b>	<1.000	<1.000	<1.000	<1.000	
<b>PCB 28</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>PCB 52</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>PCB 101</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>PCB 118</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>PCB 153</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>PCB 138</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>PCB 180</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	
<b>PCB UK</b>	<0.500	<0.500	<0.500	<0.500	500

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

### **2.3.5. ZAKLJUČAK**

U četiri uzorka tla iz okolice ŽGCO 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 postojećih organskih onečišćujućih tvari definiran je MDK prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) i dobivene koncentracije su ispod propisanih vrijednosti MDK za tla čija je pH vrijednost viša od 6.

## 2.4. PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA

### 2.4.1. UVOD

U skladu sa Zakonom o zaštiti zraka (NN 127/19) i Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20), sukladno sa programom mjerenja pokazatelja onečišćenja zraka iz Riješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine KLASA UP/I 351-03/14-02/19 URBPRJ: 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 (Tablica 17.):

Tablica 17. Prikaz pokazatelja koji se prate na postaji Kaštijun

	NO <sub>2</sub> / NO <sub>x</sub>	PM10	PM2,5	H <sub>2</sub> S	NH <sub>3</sub>	R-SH*	Metereološki pokazatelji
<b>Kaštijun</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input 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 za prizemni ozon,
- **druga kategorija kvalitete zraka** – onečišćen zrak: prekoračene su granične vrijednosti (GV), 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 18. Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

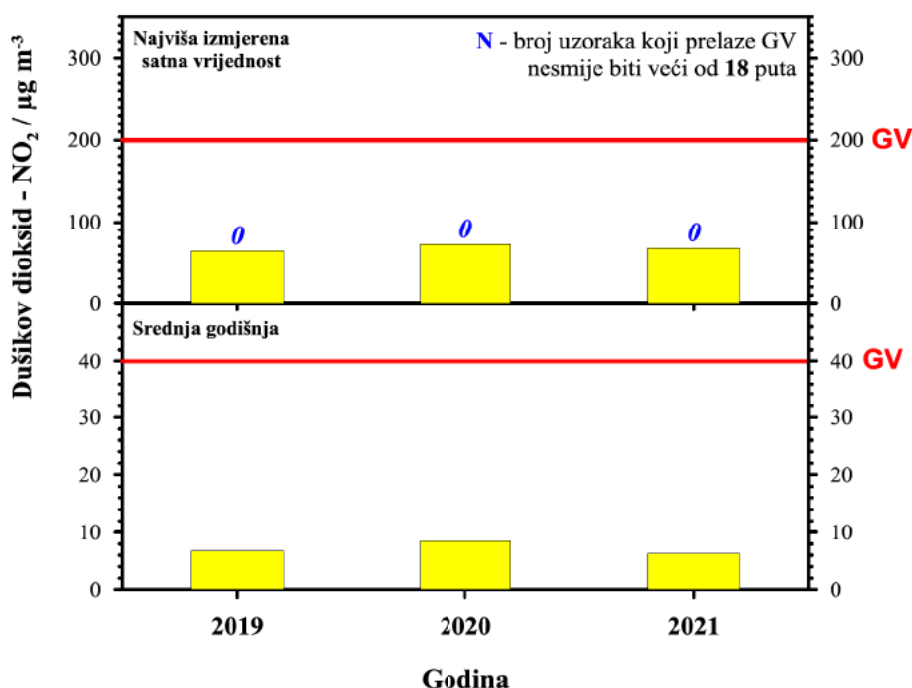
Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost (GV)	Napomena
NO <sub>2</sub>	1 sat	200 µg/m <sup>3</sup>	GV ne smije biti prekoračena više od 18 puta tijekom kalendarske godine
	kalendarska godina	40 µg/m <sup>3</sup>	-
PM 2,5	kalendarska godina	20 µg/m <sup>3</sup>	1. siječnja 2020. godine-
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)

## 2.4.2. KATEGORIZACIJA PODRUČJA NA OSNOVI RAZINA DUŠIKOVA DIOKSIDA U ZRAKU

Na mjernoj postaji Kaštijun izmjerene koncentracije dušikova dioksida u promatranom razdoblju nisu prelazile granične vrijednosti, i nije došlo do prekoračenje praga upozorenja ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (Slika 6.).

Slika 6. Usporedba rezultata mjerenja dušikova dioksida sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka na automatskoj postaji ŽGCO Kaštijun



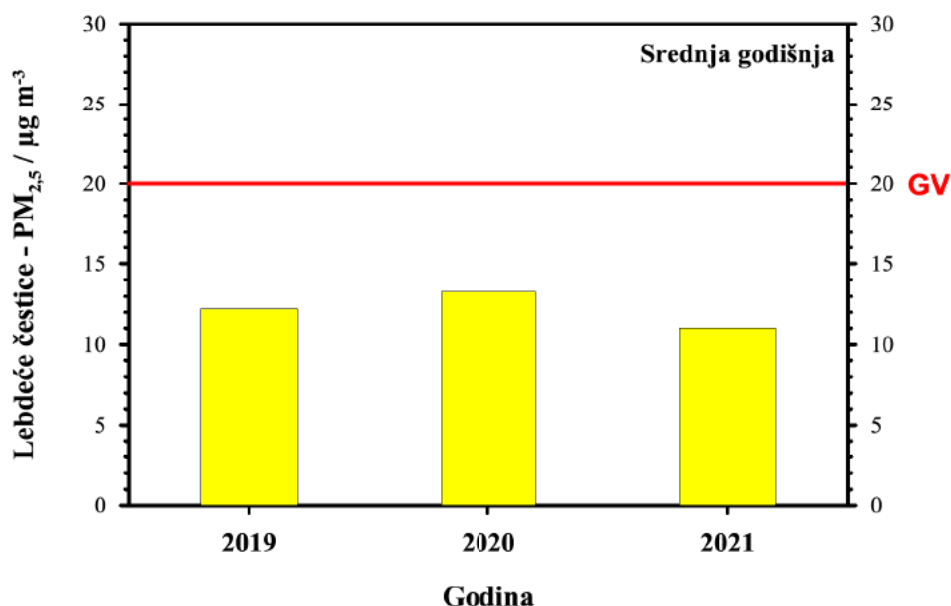
S obzirom na dušikov dioksid na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

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

Prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20), 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, uključivši i 2019. godinu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijuna u prvu kategoriju zraka s obzirom na praćeni parametar.

Slika 7. Usporedba rezultata mjerenja koncentracija lebdećih čestica frakcije PM<sub>2,5</sub> sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka mjerenih na automatskoj postaji ŽGCO Kaštijun

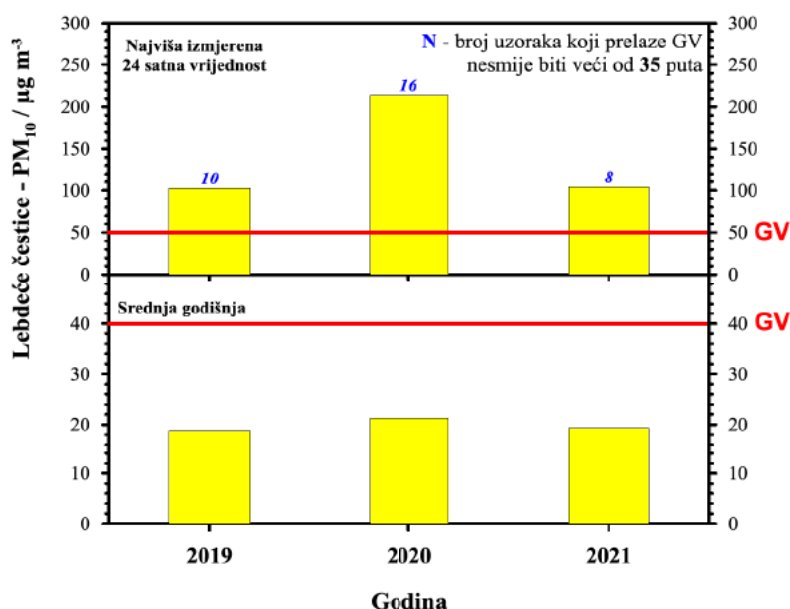


S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM<sub>2,5</sub> na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

#### 2.4.4. 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, i izmjerene razine prate višegodišnje prosjeke na ovom području.

Slika 8. 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 pojedinim godinama, ali značajno manje puta od dozvoljenih 35 u godini. Veći broj prekoračenja i značajno visoke izmjerene vrijednosti u 2020. godini mogu se pripisati prodoru zračnih masa sa područja Turkmenistana koje su donijele znatne količine pustinjskog pijeska i koje su u ožujku zabilježene na svim mjernim postajama na području Hrvatske.

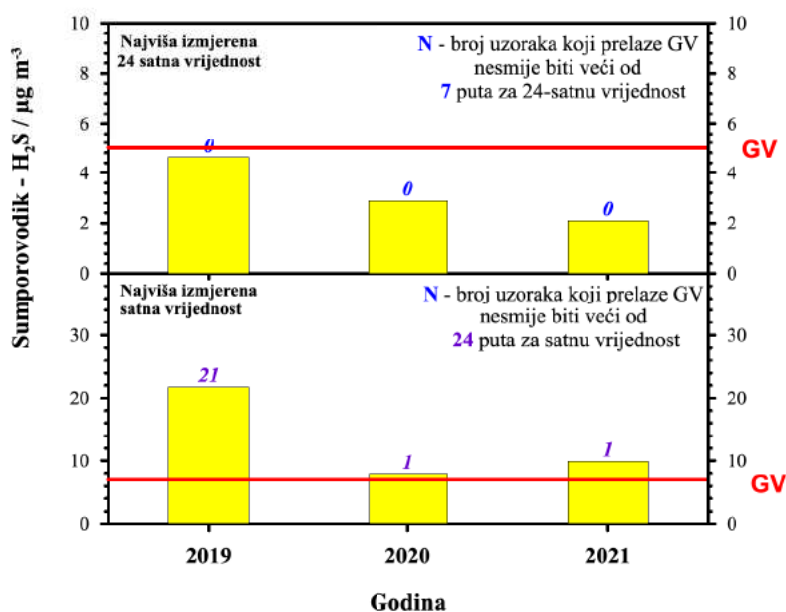
S obzirom na lebdeće čestice frakcije PM<sub>10</sub> na praćenom području ŽGCO Kaštijuna kvaliteta zraka je *prve kategorije - čist ili neznatno onečišćen zrak*: nisu prekoračene granične vrijednosti (GV).

## 2.4.5. 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 9. Usporedba rezultata mjerenja sumporovodika sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka ocjenom kvalitete življenja - dodijavanje mirisom

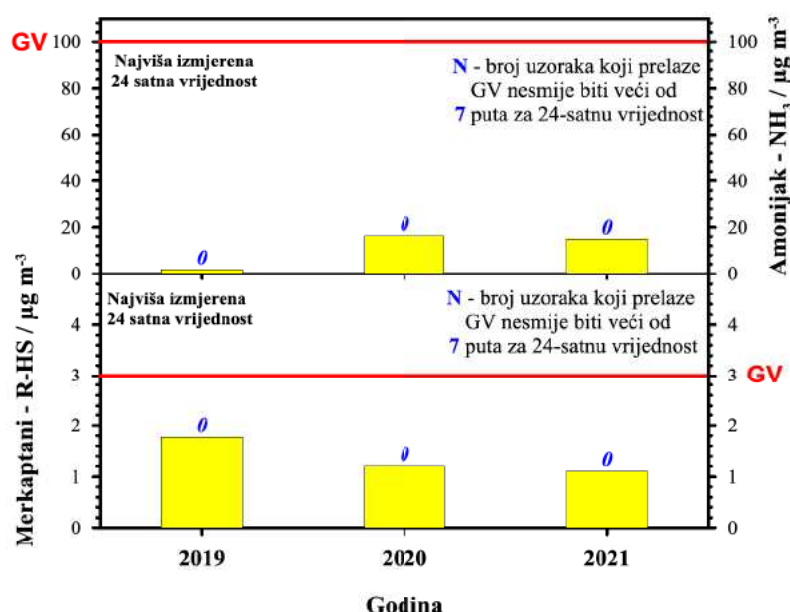


Iako su zabilježene epizode kada dolazi do prekoračenja GV za satnu vrijednost, broj prekoračenja zadovoljava graničnu vrijednost, a srednje dvadesetčetiri satne vrijednosti nisu ni jednom prekoračile GV u promatranom periodu, što svrstava područje ŽGCO Kaštijuna u prvu kategoriju zraka s obzirom na 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 10. Usporedba rezultata mjerenja merkaptana i amonijaka sa kriterijima za vrednovanje kvalitete zraka ocjenom kvalitete življenja - dodijavanje mirisom



Granične vrijednosti - propisane Uredbom o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) za merkaptan i 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)

## 2.4.6. ZAKLJUČAK

Na praćenom području ŽGCO Kaštijuna 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.

## 2.5 MJERENJE PM10 FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA I SADRŽAJA METALA U NJIMA NA PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN ZA 2021. GODINU

### 2.5.1. UVOD

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. Uzorkovanje se provodilo tijekom 2021. godine kroz četiri turnusa od 14 uzastopnih dana uključujući sva četiri godišnja doba.

Mjerno mjesto postavljeno je uz postojeću automatsku mjernu postaju AMP Kaštijun unutar centra za gospodarenje otpadom (Slika 11.) 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 11. : Sekvencijalni uzorkivač na mjernom mjestu AMP Kaštijun





## 2.5.2. ZAKONSKI PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

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

Prema definiciji iz Uredbe:

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

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

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

II kategorija – onečišćen zrak ( $C > GV/CV$ ), gdje je C izmjerena koncentracija, a GV/CV granična/ciljna vrijednost.

U tablici 19. navedene su granične i ciljne vrijednosti onečišćujućih tvari prema navedenoj Uredbi za onečišćujuće tvari koje su se ispitivale u zraku na području ŽCGO Kaštijun.

Tablica 19.: Granične 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 <sub>10</sub>	24 sata	50 µg/m <sup>3</sup>	35 puta
	1 godina	40 µg/m <sup>3</sup>	-
Olovo (Pb) u PM <sub>10</sub>	1 godina	0,5 µg/m <sup>3</sup>	-
Kadmij (Cd) u PM <sub>10</sub>	1 godina	5 ng/m <sup>3</sup>	(CV)
Arsen (As) u PM <sub>10</sub>	1 godina	6 ng/m <sup>3</sup>	(CV)
Nikal (Ni) u PM <sub>10</sub>	1 godina	20 ng/m <sup>3</sup>	(CV)

### **2.5.3. METODE MJERENJA**

Uzorkovanje je provedeno pomoću aparata za uzorkovanje malih volumena zraka (LVS), odnosno sekvencijalnim uzorkivačem tip Leckel SEQ47/50-CD. Uzorci lebdećih čestica PM<sub>10</sub> sakupljeni su na filterima od kvarcnih vlakana promjera 47 mm. Masa sakupljenih lebdećih čestica određena je standardnom referentnom gravimetrijskom metodom prema HRN EN 12341:2014.

Nakon određivanja mase čestica iz prikupljenih uzoraka, u postupku određivanja sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u lebdećim česticama PM<sub>10</sub>, filteri su razoreni mikrovalnom digestijom i analizirani pomoću masenog spektrometra (ICP-MS) prema HRN EN 14902:2007 i HRN EN 14902/AC:2007.

### **2.5.4. REZULTATI I RASPRAVA**

#### **– 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 PM<sub>10</sub> frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 μm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka.

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

Uzorkovanje je provedeno kroz četiri turnusa ispitivanja po 14 dana. Ukupno je prikupljeno 56 uzoraka. Razdoblje trajanja pojedinih turnusa prikazani su u tablici 20., a zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM<sub>10</sub> i sadržaja metala u njima prikazani su u tablici 21. U tablici 22. prikazane su srednje izmjerene koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima mjerenja, a rezultati svih pojedinačnih mjerenja u 2021. godini. prikazani su u tablici 23.

Tablica 20.: Razdoblje trajanja pojedinih turnusa uzorkovanja

Redni broj	Godišnje doba	Razdoblje uzorkovanja
I turnus	Proljeće	01.03.- 14.03.2021.
II turnus	Ljeto	01.06.- 14.06.2021.
III turnus	Jesen	06.09.- 19.09.2021.
IV turnus	Zima	23.11.- 06.12.2021

Tablica 21.: Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM<sub>10</sub> i sadržaja metala u njima

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2021.

Onečišćujuća tvar	N	OP(%)	C <sub>sr</sub>	C <sub>M</sub>	C <sub>50</sub>	C <sub>98</sub>	n>GV
PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	56	15	19,5	51,8	18,6	41,7	1
Pb u PM <sub>10</sub> (μg/m <sup>3</sup> )	56	15	0,003	0,010	0,002	0,007	-
Cd u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	56	15	0,068	0,218	0,054	0,204	-
As u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	56	15	0,326	2,321	0,190	0,960	-
Ni u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	56	15	1,869	15,23	1,397	10,11	-

N- broj podataka

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

C<sub>sr</sub> - prosječna koncentracija, aritmetička sredina

C<sub>Max</sub> - najviša izmjerena vrijednost

C<sub>min</sub> - najniža izmjerena vrijednost

C<sub>50</sub> - medijan, vrijednost ispod koje je 50% podataka

C<sub>98</sub> - 98-percentil, vrijednost ispod koje je 98% podataka

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

Izmjerene koncentracije PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica kreću se u rasponu od 6,1 do najviše 51,8 µg/m<sup>3</sup>. Srednja izmjerena koncentracija tijekom četiri turnusa mjerenja iznosi 19,5 µg/m<sup>3</sup> i ispod je godišnje granične vrijednosti (GV= 40 µg/m<sup>3</sup>). Promatrajući prosječne izmjerene koncentracije po turnusima, vidljivo je da su one podjednake tijekom prva tri turnusa mjerenja, dok je u četvrtom (zimskom) turnusu srednja izmjerena koncentracija niža, unatoč tome što je jedino prekoračenje dnevne granične vrijednosti zabilježeno upravo u ovom turnusu. Mogući razlog tome su meteorološke prilike, odnosno pojačano provjetranje područja tijekom zimskog razdoblja. Izmjerene koncentracije PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica u skladu su sa očekivanim vrijednostima obzirom na lokaciju mjerenja i aktivnosti koje se tu odvijaju.

Tablica 22.: Prosječne koncentracije onečišćujućih tvari po turnusima

Onečišćujuća tvar	I turnus	II turnus	III turnus	IV turnus
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	22,5	18,2	23,3	14,0
Pb u PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	0,003	0,002	0,003	0,001
Cd u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	0,092	0,036	0,096	0,049
As u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	0,326	0,139	0,518	0,321
Ni u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	2,086	2,103	1,325	1,963

Tijekom promatranog razdoblja zabilježeno je jedno prekoračenje dnevne (24-satne) granične vrijednosti od 50 µg/m<sup>3</sup> (24.11.2021., 51,8 µg/m<sup>3</sup>) u četvrtom turnusu mjerenja. Važeća Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku dozvoljava do 35 prekoračenja granične vrijednosti u kalendarskoj godini. Kako se u ovom slučaju radi o indikativnim mjerenjima, s obuhvatom podataka manjim od Pravilnikom propisanih 90%, za procjenu zahtjeva granične vrijednosti koristi se usporedba sa 90.4-percentilom umjesto broja prekoračenja na koji znatno utječe pokrivenost podacima.

Dobivena vrijednost 90.4-percentila iznosi 29,9 µg/m<sup>3</sup> i ispod je granične vrijednosti od 50 µg/m<sup>3</sup>. 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>10</sub>.

Tablica 23.: Koncentracije lebdećih čestica PM<sub>10</sub> i sadržaja metala u njima

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2021.

Datum	PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Pb ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Cd ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	Ni ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	As ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
01.03.2021.	19,6	0,004	0,136	1,495	0,417
02.03.2021.	26,7	0,010	0,209	1,659	2,321
03.03.2021.	41,8	0,007	0,218	1,469	0,653
04.03.2021.	32,5	0,003	0,113	2,038	0,198
05.03.2021.	14,2	0,002	0,019	1,753	0,086
06.03.2021.	10,8	0,002	0,036	1,052	0,091
07.03.2021.	20,5	0,004	0,073	1,397	0,190
08.03.2021.	29,5	0,003	0,091	1,605	0,181
09.03.2021.	24,9	0,003	0,073	1,642	0,190
10.03.2021.	23,7	0,003	0,091	1,224	0,109
11.03.2021.	21,5	0,002	0,027	1,070	0,063
12.03.2021.	20,9	0,002	0,054	1,152	0,023
13.03.2021.	21,1	0,002	0,145	10,793	0,023
14.03.2021.	6,9	0,001	0,005	0,852	0,023
01.06.2021.	14,4	0,002	0,054	2,492	0,109
02.06.2021.	15,1	0,002	0,036	1,995	0,100
03.06.2021.	20,6	0,003	0,036	2,195	0,181
04.06.2021.	19,3	0,002	0,045	3,228	0,045
05.06.2021.	16,5	0,001	0,027	2,566	0,023
06.06.2021.	17,9	0,003	0,018	3,437	0,023
07.06.2021.	15,8	0,003	0,027	1,696	0,023
08.06.2021.	27,9	0,003	0,054	2,286	0,227
09.06.2021.	25,2	0,004	0,054	1,804	0,354
10.06.2021.	20,9	0,003	0,027	2,077	0,544
11.06.2021.	16,4	0,002	0,005	1,388	0,154
12.06.2021.	14,5	0,003	0,063	1,360	0,118
13.06.2021.	14,7	0,001	0,005	1,696	0,023
14.06.2021.	15,9	0,001	0,054	1,224	0,023
06.09.2021.	22,3	0,003	0,100	1,187	0,498
07.09.2021.	25,7	0,004	0,127	1,397	0,680
08.09.2021.	23,5	0,003	0,127	1,124	0,589
09.09.2021.	24,9	0,003	0,118	1,596	0,553
10.09.2021.	27,3	0,003	0,100	1,379	0,562
11.09.2021.	40,4	0,004	0,163	1,542	0,744
12.09.2021.	24,8	0,004	0,145	1,097	0,744
13.09.2021.	30,0	0,004	0,136	1,143	0,961
14.09.2021.	31,0	0,004	0,127	2,821	0,952
15.09.2021.	24,8	0,003	0,073	1,932	0,399
16.09.2021.	22,0	0,002	0,054	1,115	0,272
17.09.2021.	8,3	0,001	0,027	0,725	0,109

18.09.2021.	8,6	0,001	0,027	0,698	0,100
19.09.2021.	12,8	0,001	0,018	0,798	0,091
23.11.2021.	15,2	0,002	0,045	0,290	0,426
24.11.2021.	51,8	0,004	0,100	2,240	0,862
25.11.2021.	12,4	0,001	0,073	0,589	0,254
26.11.2021.	12,4	0,001	0,045	0,290	0,190
27.11.2021.	10,7	0,000	0,027	3,972	0,345
28.11.2021.	8,7	0,001	0,027	1,315	0,127
29.11.2021.	7,8	0,001	0,045	0,290	0,218
30.11.2021.	13,2	0,001	0,036	0,608	0,190
01.12.2021.	13,9	0,002	0,063	0,290	0,082
02.12.2021.	6,1	0,000	0,027	0,290	0,172
03.12.2021.	8,3	0,001	0,045	15,234	0,317
04.12.2021.	10,6	0,000	0,027	1,496	0,916
05.12.2021.	13,6	0,003	0,063	0,290	0,272
06.12.2021.	11,1	0,001	0,054	0,290	0,127

– Sadržaj metala olova, kadmija, arsena i nikla u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica

Nakon određivanja koncentracije PM<sub>10</sub> 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 PM<sub>10</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,003 µg/m<sup>3</sup> i ispod je godišnje granične vrijednosti od 0,5 µg/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija olova od 0,010 µg/m<sup>3</sup> zabilježena je u I turnusu mjerenja na dan 02.03.2021. Srednje izmjerene koncentracije olova u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> podjednake su kroz sva četiri turnusa mjerenja.

Srednja izmjerena koncentracija kadmija u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,068 ng/m<sup>3</sup> i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 5 ng/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija kadmija od 0,218 ng/m<sup>3</sup> zabilježena je u I turnusu mjerenja na dan 03.03.2021. Promatrajući po turnusima mjerenja, tijekom I i III turnusa (proljeće i jesen) srednje izmjerene koncentracije kadmija u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> više su u odnosu na II i IV turnus mjerenja (ljetno i zima).

---

Srednja izmjerena koncentracija arsena u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 0,326 ng/m<sup>3</sup> i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 6 ng/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija arsena od 2,321 ng/m<sup>3</sup> zabilježena je u I turnusu mjerenja na dan 02.03.2021. Promatrajući po turnusima mjerenja, najniža koncentracija arsena u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> zabilježena je u II, a najviša u III turnusu (ljetno i jesen), dok su srednje izmjerene koncentracije tijekom I i IV turnusa (proljeće i zima) podjednake.

Srednja izmjerena koncentracija nikla u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> tijekom sva četiri turnusa mjerenja iznosi 1,869 ng/m<sup>3</sup> i ispod je godišnje ciljne vrijednosti od 20 ng/m<sup>3</sup>. Najviša izmjerena koncentracija nikla od 15,23 ng/m<sup>3</sup> zabilježena je u IV turnusu mjerenja na dan 03.12.2021. Promatrajući po turnusima mjerenja, izmjerene koncentracije podjednake su tijekom cijele godine izuzev III turnusa (jesen) kada su zabilježene niže vrijednosti.

Koncentracije pojedinih metala u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica usporedive su sa rezultatima koji se dobivaju na širem području Primorsko-goranske županije, te niti jedan od metala ne odskaje 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 PM<sub>10</sub>.

## 2.5.5. INTERPRETACIJA REZULTATA U ODNOSU NA PRAGOVE PROCJENE

Prema Zakonu o zaštiti zraka definiraju se:

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

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata mjerenja iz 2021. godine u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena Tablica A iz Priloga 2. Uredbe koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u Tablici 24., a u tablici 25. prikazani su zbirni rezultati procjenjivanja na mjernom mjestu Kaštijun.

Tablica 24.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM <sub>10</sub>	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
	donji			20 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	-
Pb u PM <sub>10</sub>	gornji	kalendarska godina	1 godina	0,35 µg m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
	donji			0,25 µg m <sup>-3</sup> (50% GV)	
Cd u PM <sub>10</sub>	gornji	kalendarska godina	1 godina	3 ng m <sup>-3</sup> (60% GV)	-
	donji			2 ng m <sup>-3</sup> (40% GV)	



As u PM <sub>10</sub>	gornji	kalendarska godina	1 godina	3,6 ng m <sup>-3</sup> (60% GV)	-
	donji			2,4 ng m <sup>-3</sup> (40% GV)	
Ni u PM <sub>10</sub>	gornji	kalendarska godina	1 godina	14 ng m <sup>-3</sup> (70% GV)	-
	donji			10 ng m <sup>-3</sup> (50% GV)	

#### – Rezultati procjenjivanja za 2021. 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 PM<sub>10</sub> gornju granicu procjenjivanja (35 µg/m<sup>3</sup>) prelaze 3 uzorka (5%), dok donju granicu procjenjivanja (25 µg/m<sup>3</sup>) prelazi 12 uzoraka (21%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, te je zadovoljen i gornji i donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM<sub>10</sub> za vrijeme usrednjavanja od 24 sata. Srednja izmjerena koncentracija lebdećih čestica PM<sub>10</sub> iznosi 19,5 µg/m<sup>3</sup> i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m<sup>3</sup>).

Srednja izmjerena koncentracija olova u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> iznosi 0,003 µg/m<sup>3</sup> i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (0,35 odnosno 0,25 µg/m<sup>3</sup>).

Srednja izmjerena koncentracija kadmija u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> iznosi 0,068 ng/m<sup>3</sup> i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (3 odnosno 2 ng/m<sup>3</sup>).

Srednja izmjerena koncentracija arsena u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> iznosi 0,326 ng/m<sup>3</sup> i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (3,6 odnosno 2,4 ng/m<sup>3</sup>).

Srednja izmjerena koncentracija nikla u lebdećim česticama PM<sub>10</sub> iznosi 1,869 ng/m<sup>3</sup> i ispod je gornjeg i donjeg praga procjene na godišnjoj razini (14 odnosno 10 ng/m<sup>3</sup>).

Tablica 25.: Rezultati procjenjivanja na mjernom mjestu Kaštijun za 2021. godinu

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Donji prag procjene	Gornji prag procjene	Učestalost prekoračenja
PM <sub>10</sub>	24 sata	ispod	ispod	N>GPP = 3 N>DPP = 12 (dozvoljeno 35)
	1 godina	ispod	ispod	-
Pb u PM <sub>10</sub>	1 godina	ispod	ispod	-
Cd u PM <sub>10</sub>	1 godina	ispod	ispod	-
As u PM <sub>10</sub>	1 godina	ispod	ispod	-
Ni u PM <sub>10</sub>	1 godina	ispod	ispod	-

N>GPP– broj uzoraka većih od gornjeg praga procjene

N>DPP – broj uzoraka većih od donjeg praga procjene

## 2.5.6. KATEGORIZACIJA PODRUČJA PREMA STUPNJU ONEČIŠĆENOSTI ZRAKA

Tablica 26.: Kategorije kvalitete zraka prema stupnju onečišćenosti zraka

Mjerno mjesto: Kaštijun

Godina: 2021.

Onečišćujuća tvar	Nedovoljno podataka	I kategorija C<GV/CV	II kategorija C>GV/CV
Lebdeće čestice PM <sub>10</sub>		<b>X</b>	
Pb u PM <sub>10</sub>		<b>X</b>	
Cd u PM <sub>10</sub>		<b>X</b>	
As u PM <sub>10</sub>		<b>X</b>	
Ni u PM <sub>10</sub>		<b>X</b>	

## 2.5.7. ZAKLJUČAK

Temeljem rezultata mjerenja koncentracije PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na lokaciji ŽCGO Kaštijun kroz 4 turnusa ispitivanja tijekom 2021. 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<sub>10</sub> 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.
- I kategorija kvalitete zraka odnosno čist ili neznatno onečišćen zrak obzirom na izmjereni sadržaj olova, kadmija, arsena i nikla u PM<sub>10</sub> frakciji lebdećih čestica. Rezultati mjerenja zadovoljavaju pripadajuću graničnu odnosno ciljnu vrijednosti za ove metale.

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 prekoračenje dnevne granične vrijednosti za PM<sub>10</sub> frakciju lebdećih čestica.

Koncentracije svih mjerenih onečišćujućih tvari ispod su gornjeg i donjeg praga procjene za pripadajuće vrijeme usrednjavanja.

Prema dobivenim rezultatima mjerenih parametara na ovoj lokaciji ne očekuje se štetan utjecaj na zdravlje stanovništva i/ili okoliš u cjelini.

## **2.6. OLFAKTOMETRIJSKA MJERENJA NA UTJECAJNOM PODRUČJU ŽCGO KAŠTIJUN U 2021. GODINI**

### **2.6.1. UVOD**

Program praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun uključuje i olfaktometrijska mjerenja u 2021. godini na području općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići.

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.).

Razgradnjom organskih tvari na odlagalištima otpada nastaje odlagališni plin ili bioplin. U aerobnoj fazi nastaju kisik ( $O_2$ ), dušik ( $N_2$ ) i ugljikov dioksid ( $CO_2$ ), a u anaerobnim uvjetima nastaje metan ( $CH_4$ ). Plinovi koji se formiraju tijekom biorazgradnje poput sumporovodika i hlapivih organskih spojeva poput merkaptana mogu širiti neugodne mirise što predstavlja problem za lokalno stanovništvo. Miris se može neutralizirati spaljivanjem plinova, a najbolje raspoložive tehnike za sprječavanje emisije neugodnih mirisa su adsorpcija, korištenje biofiltera, vrećastog filtera, termičke oksidacije i mokrog ispiranja (EU L 208/38-2018/1147). Proces i ovisi o vrsti odloženog otpada, udjelu vode i načinu odlaganja.

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.

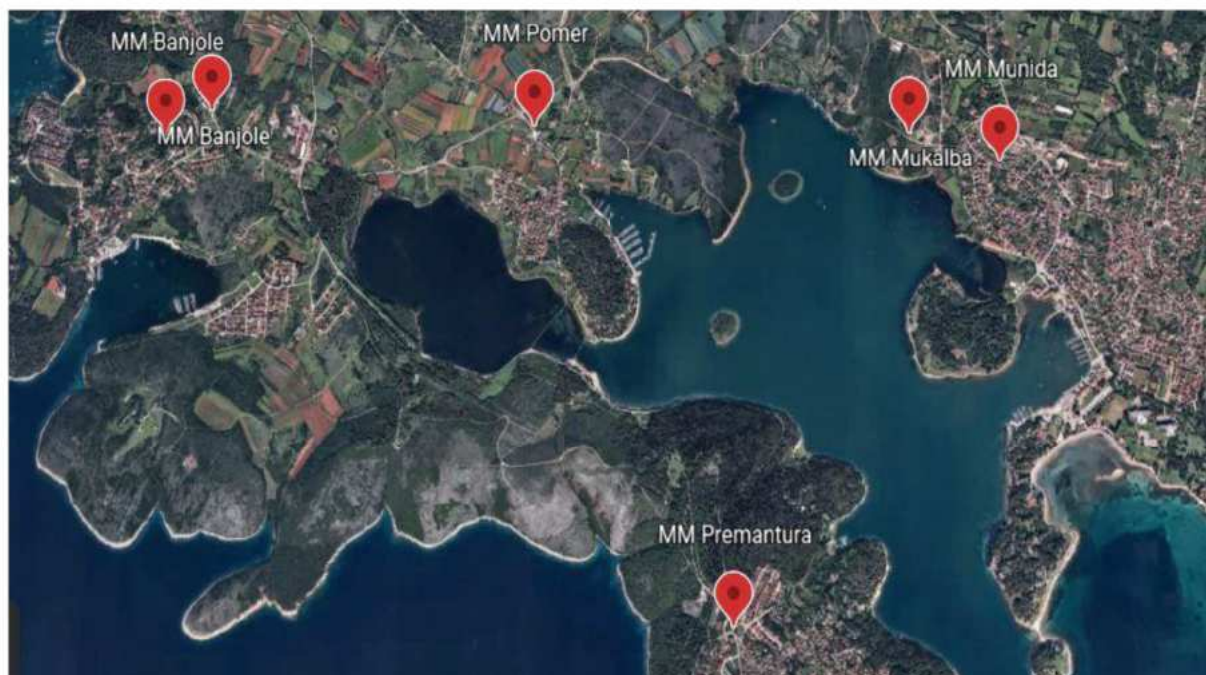
Pozicije odabrane za olfaktometrijska mjerenja:

Slika 12. Pozicije olfaktometrijskih mjerenja



(Izvor: Google Earth, 2022.)

Slika 13. Pozicije olfaktometrijskih mjerenja



(Izvor: Google Earth, 2022.)

## 2.6.2. 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 14.).

Slika 14. 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, 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 13725:2003)

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 13725:2003).

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.

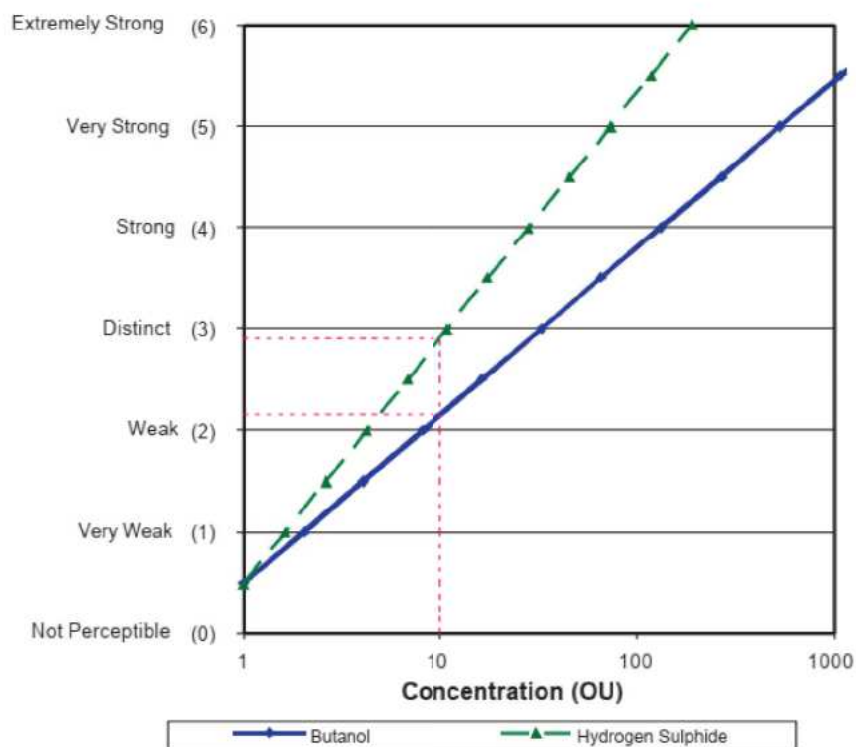
Kategorije intenziteta mirisa prikazane su u Tablici 27.

Tablica 27. 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
Prekomjeran	6



Slika 15. 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 2021. godini (Tablica 30. i 31.).

## 2.6.3 REZULTATI I RASPRAVA

Mjerenja su provedena kroz četiri godišnja doba. Razdoblja trajanja mjerenja prikazani su u tablici 28.

Tablica 28. Razdoblja mjerenja

Redni broj	Godišnje doba	Razdoblje mjerenja
1	Proljeće	26.03.- 20.06.2021.
2	Ljeto	21.06.- 22.09.2021.
3	Jesen	23.09.- 20.12.2021.
4	Zima	21.12-31.12.2021

Prikaz ukupnih provedenih mjerenja tijekom 2021. godine na svim pozicijama, te zbirnih dnevnih i noćnih mjerenja nalaze se u tablici 29.

Tablica 29. Zbirni rezultati dnevnih i noćnih mjerenja

UKUPNA MJERENJA 2021.								
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>								
	294	165 (56,1%)	70 (23,8%)	31 (10,5%)	18 (6,1%)	6 (2,0%)	4 (1,4%)	0
<b>Naselja općine Medulin, naselja Valdebek i Šikići <sup>(2)</sup></b>								
	1764	1756 (99,54%)	4 (0,23%)	4 (0,23%)	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 70 mjerenja (23,8%): 15 mjerenja (5,1%) u proljetnom razdoblju mjerenja, 20 mjerenja (6,8%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 31 mjerenje (10,5%) u jesenskom razdoblju mjerenja i 4 mjerenja (1,4%) u zimskom razdoblju mjerenja.

Slab miris bio je prisutan u 31 mjerenju (10,5%): 10 mjerenja (3,4%) u proljetno razdoblje mjerenja, 17 mjerenja (5,8%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 4 mjerenja (1,4%) u jesenskom razdoblju mjerenja. Tijekom zimskog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni neugodni mirisi.

Izražen miris bio je prisutan u 18 mjerenja (6,1%): 5 mjerenja (1,7%) u proljetnom razdoblju mjerenja, 8 mjerenja (2,7%) u ljetnom razdoblju mjerenja, 5 mjerenja (1,7%) u jesenskom razdoblju mjerenja. Tijekom zimskog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni neugodni mirisi.

Jak miris zabilježen je kod 6 mjerenja (2,0%): 1 mjerenje (0,3%) u proljetnom razdoblju mjerenja, 4 mjerenja (1,4%) u ljetnom razdoblju mjerenja i 1 mjerenje (0,3%) u jesenskom razdoblju mjerenja. Tijekom zimskog razdoblja mjerenja nisu zabilježeni neugodni mirisi.

Izuzetno jak miris zabilježen je kod 4 mjerenja (1,4%): 3 mjerenja (1,0%) u ljetnom razdoblju mjerenja i 1 mjerenje (0,3%) u zimskom razdoblju mjerenja (Tablica 30.).

Tablica 30. Jak i izuzetno jak miris na području ŽCGO Kaštijun

Datum i vrijeme	OU intenzitet	Datum i vrijeme	OU Intenzitet
25.05.2021 10:30	1024 Jak	08.06.2021 22:00	467 Izuzetno jak
08.06.2021 10:00	993,27 Jak	14.06.2021 10:40	1585,98 Izuzetno jak
24.06.2021 10:00	1204 Slab	13.07.2021 22:00	1585,98 Izuzetno jak
24.06.2021 22:00	2230,05 Jak	4.11.2021 22:10	260,49 Izuzetno jak
15.07.2021 9:50	899,20 Jak	-	-
02.11.2021 22:00	111,76 Jak	-	-

Tijekom razdoblja mjerenja prikazanih u tablici 31., 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 8 mjerenja (0,45%) zabilježeni su izuzetno slabi i slabi neugodni mirisi.

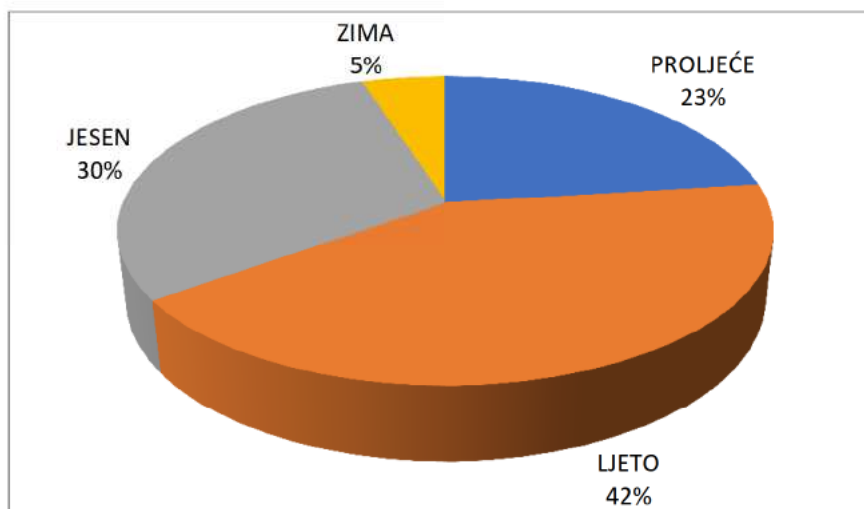
Pojavnost neugodnih mirisa zabilježena je tijekom ljetnog razdoblja mjerenja u 5 mjerenja (0,28%) u naselju Vinkuran (Debeli vrv i Cota) i Valbonaša, u proljetnom razdoblju mjerenja, u 1 mjerenju (0,06%) na poziciji u Valbonaši i u zimskom razdoblju mjerenja u 2 mjerenja (0,28%) na pozicijama u Banjolama.

U razdoblju mjerenja za godišnje doba ljeto zabilježena je najviša pojavnost neugodnih mirisa u 57 mjerenja, od kojih je 52 mjerenja zabilježeno na ŽCGO Kaštijun, a ostalih 5 mjerenja u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota) i Valbonaša .

Slijedi jesensko razdoblje mjerenja sa pojavljivanjem mirisa u 41 mjerenju na ŽCGO Kaštijun, zatim proljetno razdoblje sa 32 mjerenja od kojih je 31 na ŽCGO Kaštijun i 1 mjerenje u naselju Valbonaša, te zimsko razdoblje sa 7 mjerenja u kojima su se pojavljivali neugodni mirisi od kojih je 2 mjerenja bilo u naselju Banjole.

Pojavnost neugodnih mirisa po godišnjim dobima u 137 mjerenja prikazana je kružnim grafikonom Slika 16.

Slika 16. Raspodjela pojavnosti neugodnih mirisa na svim pozicijama



#### 2.6.4. 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 15.).

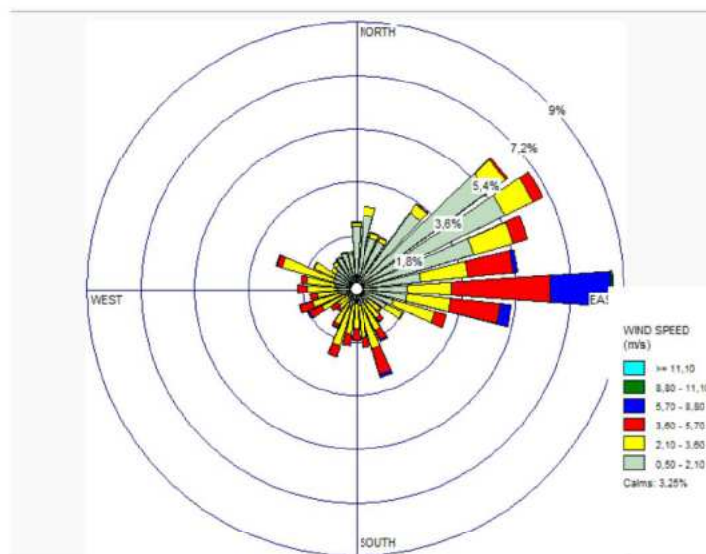
U ljetnom razdoblju mjerenja na mikrolokacijama Vinkuran (Debeli vrv i Cota) u 4 dnevna mjerenja, te Valbonaša, u 1 noćnom mjerenju zabilježeni su neugodni mirisi sa koncentracijama od 2,92 OU i 11,88 OU, tijekom kojih je ispitivač zabilježio vjetar sjever-sjeveroistok iz smjera ŽCGO Kaštijun, što potvrđuje i meteorološka stanica na ŽCGO Kaštijun.

Tijekom proljetnog razdoblja mjerenja zabilježen je neugodni miris u naselju Valbonaša s koncentracijom od 5,94 OU, tijekom noćnog mjerenja sa vjetrom iz smjera sjeveroistok.

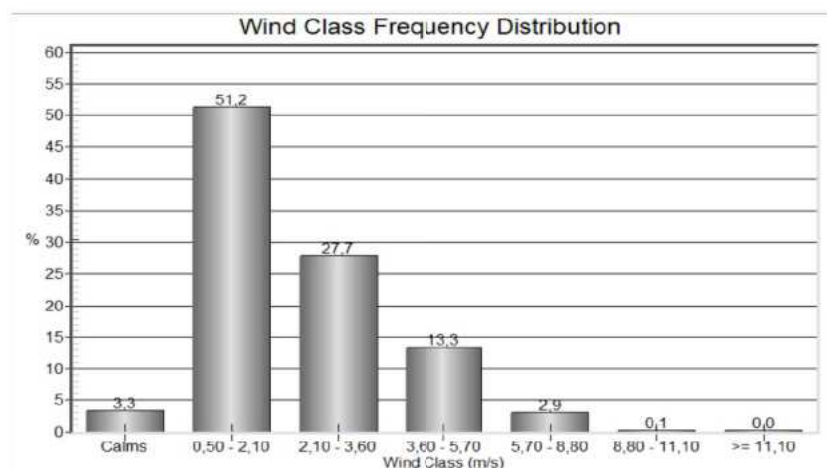
Tijekom zimskog razdoblja u 2 noćna mjerenja zabilježen je neugodni miris u naselju Banjole s koncentracijom mirisa od 5,94 OU i vjetrom iz smjera sjeveroistok.

U tablici 30. zabilježeno je vrijeme pojavnosti mirisa i pozicija te usporedba smjera vjetra.

Slika 17. Ruža vjetrova 2021. godine (WRPlot View program)



Slika 18. Brzina vjetra 2021. 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 18. prema podacima preuzetim sa meteorološke stanice ŽCGO Kaštijun.

Tablica 31. 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
15.04.2021 21:55	5,14 Slab	Valbonaša	12,67 Slab	Sjever-Sjeveroistok	Sjeveroistok Valbonaša
01.07.2021 21:50	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	2,92 Izuzetno slab	Istok-Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
10.08.2021 7:25	11,88 Slab	Vinkuran (Debeli vrv)	3,92 Slab	Sjeveroistok	Sjever-Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
17.08.2021 20:35	2,92 Izuzetno slab	Valbonaša	2,92 Izuzetno slab	Istok-Sjeveroistok	Istok-Sjeveroistok Valbonaša
20.08.2021 8:50	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Debeli vrv)	10 Izuzetno slab	Istok-Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Debeli vrv)
20.08.2021 9:00	2,92 Izuzetno slab	Vinkuran (Cota)	10 Izuzetno slab	Istok-Sjeveroistok	Sjeveroistok Vinkuran (Cota)
9.12.2021 22:20	5,94 Slab	Banjole	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole (Kamik)
9.12.2021 22:10	5,94 Slab	Banjole (Kamik)	2,92 Izuzetno slab	Sjeveroistok	Sjeveroistok Banjole

Uspoređujući rezultate mjerenja pojavnosti mirisa na lokacijama u Tablici 31. može se zaključiti da vjetar doprinosi disperziji onečišćenja neugodnim mirisima sa ŽCGO Kaštijun prema naseljima u neposrednoj blizini (Vinkuran, Banjole, Valbonaša).

Slika 19. Mikrolokacije pojavnosti neugodnih mirisa: Naselja Banjole 1, Banjole 2, Valbonaša, Vinkuran (Debeli vrv i Cota)



Naselje Banjole 1



Naselje Banjole 2



Naselje Vinkuran – Cota



Naselje Vinkuran – Debeli vrv



Naselje Valbonaša



## 2.6.5. ZAKLJUČAK

U promatranim razdobljima na pozicijama u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek od ukupno 1764 mjerenja u 99,54% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,23% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,23% slučajeva slab miris.

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

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 sustavu za otplinjavanje od 7. lipnja 2021. do 16. srpnja 2021. 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 iznimno jak miris na pozicijama ŽCGO Kaštijuna, međutim pojavnost neugodnih mirisa na drugim pozicijama u naseljima nije bila zabilježena.

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 42%.

### **3. BIOLOŠKI MONITORING**

#### **3.1. UVOD**

U blizini ŽCGO, dugo godina je djelovao gradski deponij Kaštijun, koji je u međuvremenu saniran i prestalo se s njegovim korištenjem, te je navedeno područje potencijalno opterećeno različitim toksičnim tvarima koje mogu utjecati na ljudsko zdravlje onih koji u blizini žive i rade. Razina izloženosti pojedine osobe zagađivalima iz okoliša (zrak, voda, hrana) može se procijeniti mjerenjem karakterističnih pokazatelja u biološkim uzorcima, biološkim monitoringom. Biološki monitoring je prvi korak u procjeni toksičnih učinaka nekog zagađivala u ljudi.

Toksični spojevi kao što su BTEX (benzen, toluen, etilbenzen, izomeri ksilena) ispuštaju se u okoliš putem ispušnih plinova automobila, neprofesionalnim zbrinjavanjem i paljenjem raznovrsnog komunalnog otpada i rada brojnih industrijskih postrojenja. Najtoksičniji po ljudsko zdravlje je benzen, koji je još davne 1982. godine agencija IARC (International Agency for Research on Cancer) svrstala u kategoriju ljudskih kancerogena. Dokazano je da koncentracija unesenih BTEX-a u ljudski organizam korelira sa blizinom stanovanja ili djelovanja ljudi u odnosu na glavne gradske prometnice te blizinom stanovanja spram odlagališta otpada.

Nepovoljni štetni učinci okoliša, zajedno sa odgovorom organizma na štetne učinke neodgovarajućeg načina života, poput nedovoljno sna i odmora, stresnog načina života, nepravilne prehrane, sjedilačkog načina života te pušenja, pijenja alkoholnih pića i uzimanja opijata utječu ne samo na povećani rizik obolijevanja od mnogih bolesti i kraćeg životnog vijeka, već mogu dodatno nepovoljno utjecati na zaštitni, imunološki odgovor organizma. Također, imunološki sustav tijekom upalnog odgovora koji se primjerice događa uslijed pretilosti i metaboličkih disfunkcija (primjerice šećerna bolest, metabolički sindrom, poremećaji rada štitnjače, itd.), kao i tijekom mnogih bolesti povezanih sa upalnim odgovorom organizma (primjerice ateroskleroza, srčano-žilne bolesti, reumatoidni artritis, disbioza crijeva, virusne infekcije, itd.), dodatno će pogoršati kvalitetu zdravlja i života.

Način prehrane i njen sastav imaju značajan utjecaj na kvalitetu zdravlja. Primjerice, nepravilne prehrambene navike povećavaju rizik od kroničnih nezaraznih bolesti (srčano-žilne bolesti, šećerna bolest tip 2, neki oblici karcinoma, metabolički sindrom, komplikacije

debljine, itd.) povezanih sa dobi i utječu na veću smrtnost. S druge strane, pravilni načini prehrane mogu odgoditi ili spriječiti pojavu bolesti povezanih sa dobi, čime se pridonosi očuvanju i produljenju zdravlja te životnog vijeka.

Cilj ovog monitoringa je bio istražiti:

- postoje li statistički značajne razlike u koncentraciji benzena, toluena, etilbenzena i izomera ksilena u urinu stanovništva koje živi u blizini ŽCGO Kaštijun;
- postoje li promijenjene vrijednosti imunoloških parametara u perifernoj krvi;
- postoje li razlike u izražaju pojedinih enzima i njihovih molekularnih inhibitora,
- postoje li razlike u vrijednostima spirometrijskih parametara;
- definirati kvalitetu prehrane, njenog utjecaja na zdravlje i kvalitetu života u blizini ŽCGO Kaštijun.

U biološkom monitoringu sudjelovali su stanovnici naselja Medulin, Vintijan, Vinkuran, Banjole, Premantura, Pomer, Pješćana Uvala, Valbonaša i mjesnih odbora Valdebek i Busoler.

Svi su odabrani ispitanici u ovom monitoringu prošli vrlo stroge kriterije odabira i svojim vlastoručnim potpisom pristali na predmetna istraživanja. Sukladno svim visokim bioetičkim standardima, uključujući osnove dobre kliničke prakse i Helsinšku deklaraciju, dobivena je sukladno proceduri dozvola Etičkog povjerenstva Nastavnog-zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije i Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije za provođenje studije na ljudima. Svi ispitanici planiranih ispitnih skupina morali su zadovoljiti čitav niz kriterija koje smo sabrali u Anketi o zdravstvenom stanju, životnim i prehrambenim navikama ispitanika (Prilog 1.). Kontrolna grupa ispitanika odabrana je među stanovnicima otoka Maloga Lošinja, kao poznatog ekološki čistog područja, područja poznate zdrave mikrokline i pulmološkog lječilišta, prema istim kriterijima odabira kao i izložena grupa ispitanika. Imunološki parametri promatrani u ovome istraživanju uspoređivani su i sa dodatnom kontrolnom grupom dobrovoljnih darivatelja krvi prema istim kriterijima odabira za sudjelovanje u istraživanjima. Dobrovoljni darivatelji krvi, njih cca 50, dolaze s područja Rijeke i preko 20 godina dobrovoljno daruju krv.

Ovako koncipiranim monitoringom želi se pripomoći u dokazivanju i rasvjetljavanju eventualnih promjena zdravlja u stanovnik koji žive na spomenutom području, te na temelju dobivenih rezultata eventualno predložiti profilaktičke mjere za suzbijanje daljnega ugrožavanja zdravlja ljudi, a sve u cilju kvalitetnog upravljanja zdravstvenim rizicima. Radi potrebe provođenja biološkog monitoringa na ljudima, sakupilo se, sa spomenutog područja, koje je izloženo radu ŽCGO-a, 50 ispitanika i s kontrolnog područja također 50 ispitanika, koji su svojim potpisom pristali na navedeno istraživanje i istovremeno odgovarali svim uključujućim kriterijima postavljenim u ovome istraživanju. Svi ispitanici koji nisu zadovoljavali apsolutno sve postavljene rigorozne uključujuće kriterije momentalno su bili isključeni iz daljnjih promatranja.

## **3.2. METODE ISTRAŽIVANJA**

### **3.2.1. ODABIR ISPITANIKA**

Primijenjene su rutinske, specifične kliničke i laboratorijske metode:

- pismena anketa zdravstvenih tegoba, ocjena zdravstvenog stanja i načina života uzorka stanovnika,
- ciljane akreditirane laboratorijske tehnike na svim uzorcima humanog urina i periferne venske krvi,
- spirometrijska mjerenja,
- ispitivanja kvalitete prehrane,
- ispitivanje zdravlja, kvalitete života i okoliša te navika u gospodarenju otpadom.

Ispitanici su određeni na temelju prostorne raspodjele, odabranih kriterija, zdravstvenog stanja i spremnosti na uključivanje u istraživanje. U istraživanjima se ocijenilo stanje zdravlja i bolesti stanovništva. Kao humani uzorak koristio su prvi jutarnji urin (srednji mlaz) i periferna venska krv ispitanika oba spola. Svi ispitanici planiranih ispitnih skupina morali su zadovoljiti čitav niz kriterija koji su sabrani u anketi o zdravstvenom stanju, životnim i prehrambenim navikama ispitanika. Svaki je ispitanik ispunjavao anketu samostalno. Obavezni uključujući kriteriji koje je svaki ispitanik morao zadovoljiti da bi postao dobrovoljan član ispitne skupine su bili slijedeći:

- punoljetan (18-65 godina)
- poslovno sposoban
- živi (prebivalište) na području istraživanja duže od 5 godina
- nema menstrualni ciklus u vrijeme ispitivanja (ispitanici ženskoga spola)
- nema zdravstvenih problema sa jetrom
- nema nikakvih zdravstvenih problema (zubobolja, glavobolja, bolovi u tijelu, vrtoglavice, nesаницe, mučnine, proljevi) minimalno zadnjih mjesec dana
- ne upotrebljava nikakve lijekove minimalno zadnjih mjesec dana
- nepušač
- ne boluje od bronhalne astme, kronične opstruktivne bolesti pluća, akutne respiratorne infekcije
- nije djelatnik u naftnoj rafineriji
- unutar 24 sata nije bio izložen bojama i lakovima za drvo ili metal.

### **3.2.2. MJERENJA KONCENTRACIJA BTEX-A U URINU**

Kod svih odabranih ispitanika određene su koncentracije BTEX-a u urinu metodom plinske kromatografije, koja se zasniva na mikroekstrakciji analita na čvrstoj fazi (HS-SPME); HR EN ISO 11423-1:2002-određivanje benzena i njegovih derivata, 1. dio: metoda analize para iznad otopine plinskom kromatografijom. Uzorke urina prikupio je Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije, dok su analize izvršene u akreditiranim laboratorijima Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Određivanje benzena kao najopasnijeg lako hlapivog aromata za ljudsko zdravlje predstavlja glavni pokazatelj prisutnosti VOC spojeva (engl. Volatile organic compounds), koji su karakteristični za deponijske plinove. Svi uzorci urina ispitanika s područja ŽCGO Kaštijun odrađeni su paralelno na koncentracije BTEX-a u suradnji sa Institutom za medicinska istraživanja i medicinu rada iz Zagreba (IMI) kao kontrolnim laboratorijem, istom tehnikom.

### **3.2.3. ODREĐIVANJE KONCENTRACIJA S-BENZILMERKAPTURNE KISELINE I S-FENILMERKAPTURNE KISELINE**

Određene su koncentracije razgradnih metabolita benzena u ljudskome urinu svih ispitanika. Riječ je o određivanju koncentracija dvaju visokospecifičnih bioindikatora u ljudskome urinu, razgradnih metabolita benzena, slobodnih i ukupnih s-fenilmerkapturanih kiselina i s-benzil merkapturane kiseline, UPLC/MS/MS tehnikom. Razlog mjerenja ovih razgradnih metabolita leži u činjenici da predstavljaju dva ključna metabolita benzena u humanome urinu koji ne mogu nastati niti jednim metaboličkim putem u organizmu i predstavljaju objektivan dokaz izloženosti benzenu isključivo iz okoliša.

### **3.2.4. ODREĐIVANJE IZRAŽAJA ENZIMA MATRIKS METALOPROTEINAZE-9 I MATRIKS METALOPROTEINAZE-2 (MMP-9 I MMP-2) I TKIVNIH INHIBITORA TIMP-1 I TIMP-2**

Na svim ispitanicima određeni su izražaji enzima Matriks metaloproteinaze-9, Matriks metaloproteinaze-2 (MMP-9 i MMP-2) i Tkivnih inhibitora TIMP-1 i TIMP-2 u urinu. Za određivanje stupnja ekspresije enzima Matriks metaloproteinaza MMP-9 i MMP-2 i njihovih Tkivnih inhibitora TIMP-1 i TIMP-2 u ljudskome organizmu (urinu), koristila se metoda enzimskog imuno-eseja tzv. ELISA eseja. Ovako koncipirana, koristi se za precizno određivanje izražaja navedenog enzima i inhibitora koristeći se urinom kao ispitivanim medijem, te specijalnim i visoko selektivnim ELISA kitovima proizvedenim točno za tu ulogu. Matriks metaloproteinaze i njihovi tkivni inhibitori imaju važnu ulogu u mnogim biološkim, fiziološkim, patofiziološkim i biokemijskim procesima ljudskog organizma. Njihova uloga vrlo je važna kod same biološke aktivacije u procesu organogeneze i patoloških procesa koji mogu nastati tijekom organogeneze, metabolizma izvanstaničnih matriks proteina (membranskih i stromalnih glikoproteina kao što su kolagen I, II i V, fibronektin, lamin) prilikom njihove razgradnje, rasta i razvoja. Matriks metaloproteinaze imaju jednu od ključnih uloga prilikom procesa reprodukcije, rasta i razvoja, upalnih procesa izazvanih mnogobrojnim endogenim i egzogenim uzrocima, morfogeneze, popravka i remodeliranja tkiva prilikom ozljeda i upalnih procesa. Mnoga relevantna znanstvena istraživanja utjecaja okolišnih zagađivala na promjene u izražaju matriks metaloproteinaza (pogotovo MMP-9 i

MMP-2) ukazuju na važnost tih enzima kao ranog imunološkog odgovora u ljudi na povećano okolišno zagađenje u prvome redu hlapljivim aromatskim ugljikovodicima kao što su benzen, toluen, etilbenzen i izomeri ksilena.

### **3.2.5. SPIROMETRIJSKA MJERENJA DINAMIČKIH I STATIČKIH PLUĆNIH FUNKCIJA**

Na svim ispitanicima ispitne skupine Nastavni zavod za javno zdravstvo Istarske županije odradio je spirometrijska mjerenja dinamičkih i statičkih plućnih funkcija, dok je to isto na ispitanicima kontrolne skupine odradio Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Svakom ispitaniku određene su dinamičke i statičke plućne funkcije pomoću specijalnog digitalnog mobilnog Spirometra (Winspiro-PRO 1.3; Roma; Italy), koji u sebi sadrži kompletnu programsku opremu i informatičku podršku za preciznu dijagnostiku dinamičkih plućnih funkcija. Analizirani su slijedeći spirometrijski parametri: FVC, FEV 1%, PEF, FEF 25,75, FEF 25%, FEF 75%, FIVC, FIV 1, FIV 1% i FIV1/FIVCx100 i PIF.

### **3.2.6. IMUNOFENOTIPIZACIJA PERIFERNE VENSKE KRV I – IMUNOLOŠKE PRETRAGE**

Uzorci krvi ispitne skupine dostavljeni su od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Istarske županije u Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Kod svih ispitanika (ispitna i kontrolna skupina) određene su pojedine limfocitne subpopulacije (T, B limfociti, NK stanice, NKT stanice, Treg stanice), koncentracije unutarstanične molekule-perforina u CD3+, CD4+, CD8+, CD19+ stanicama, kao i sadržaj ukupnog perforina u limfocitima odabranih ispitanika. Navedene analize odradio je Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije u suradnji sa Zavodom za fiziologiju i imunologiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, kao partnerske institucije u istraživanju. Imunološke pretrage izvršene su metodom protočne citometrije na protočnom citometru (FACSCalibur).

### **3.2.7. STATISTIČKA OBRADA PODATAKA**

Svi dobiveni podaci obrađeni su pomoću statističkog programa Student T test, koristeći se operativnim sustavom Statistica 12.7 for Windows, Microsoft Excel (Statsoft Inc, Tulsa, OK, SAD). Statističku obradu podataka odradio je Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije.

### **3.2.8. ODREĐIVANJE UTJECAJA PREHRANE I NAČINA ŽIVOTA NA ZDRAVLJE ISPITANIKA**

Ispitanici su ispunili anketu o svojim socio-demografskim podacima, tjelesnoj masi i visini, načinu života, koji uključuje procjenu tjelesne aktivnosti, vrijeme provedeno u sjedilačkim navikama, spavanju, svojim prehrambenim navikama, unosu dodataka prehrani i kvaliteti života. Za procjenu tjelesne aktivnosti korišten je validirani upitnik, koji se koristio u istraživanjima europskog prospektivnog istraživanja o raku i prehrani (engl. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition – EPIC), prema kojem su ispitanici razvrstani na tjelesno neaktivan/na i tjelesno aktivan/na.

Za procjenu prehrambenih navika ispitanika, odnosno njihovog prosječnog cjelodnevnog unosa energije i hranjivih tvari, ispitanici su ispunili validirani polu-kvantitativni upitnik o učestalosti konzumiranja 70 različitih vrsta namirnica. Dobiveni energetske unos kao i unos hranjivih tvari uspoređen je sa preporukama o preporučenom dnevnom unosu s obzirom na dob i spol. Prehrana bogata cjelovitim žitaricama, povrćem, voćem, vlaknima, mono- i poli-nezasićenim masnim kiselinama, vitaminima C, E, karotenoidima i polifenolnim spojevima povezuje se sa smanjenom razinom upale, nižim rizikom obolijevanja od srčano-žilnih bolesti, nekih oblika karcinoma i drugih bolesti vezanih uz upalne procese, primjerice oporavak od virusne ili bakterijske infekcije. Navedenim namirnicama i hranjivim tvarima obiluje tradicionalna mediteranska prehrana.



Mediterranska prehrana obiluje namirnicama biljnog porijekla, ribom te maslinovim uljem, a time i zaštitnim hranjivim tvarima, koje imaju zaštitni učinak na organizam djelujući antioksidativno i protuupalno. Stoga je kvaliteta prehrane ispitanika ocijenjena sa devetodijelnim Mediteranskim prehrambenim indeksom (engl. Mediterranean Dietary Score, MDS).

Prehrana kojoj je dodijeljeno 3 ili manje bodova nema karakteristike medietranske prehrane, prehrana sa 4 i 5 bodova ima umjerene karakteristike medietranske prehrane, dok prehrana kojoj je dodijeljeno 6 i više bodova pripada tradicionalnoj mediteranskoj prehrani.

Upalni potencijal prehrane ispitanika procijenjen je Prehrambenim upalnim indeksom (engl. Dietary Inflammatory Indeks, DII®), koji ocjenjuje 45 hranjivih i nehranjivih tvari. Prehrana koja ima Prehrambeni upalni indeks manji od 0, odnosno negativan ima karakteristike protuupalne prehrane dok prehrana koja je ocijenjena sa pozitivnim, većim od 0, indeksom označava pro-upalnu prehranu.

Za procjenu unosa dodataka prehrani korištera su pitanja o unosu vrsta dodataka prehrani, gdje su ispitanici bilježili i razlog njihovog unosa. Za obradu statističkih podataka korišten je računalni software Statistica 12.7 for Windows (Statsoft Inc, Tulsa, OK, SAD).

### **3.2.9. PERCEPCIJA ZDRAVLJA, KVALITETE ŽIVOTA I OKOLIŠA TE NAVIKA U GOSPODARENJU OTPADOM**

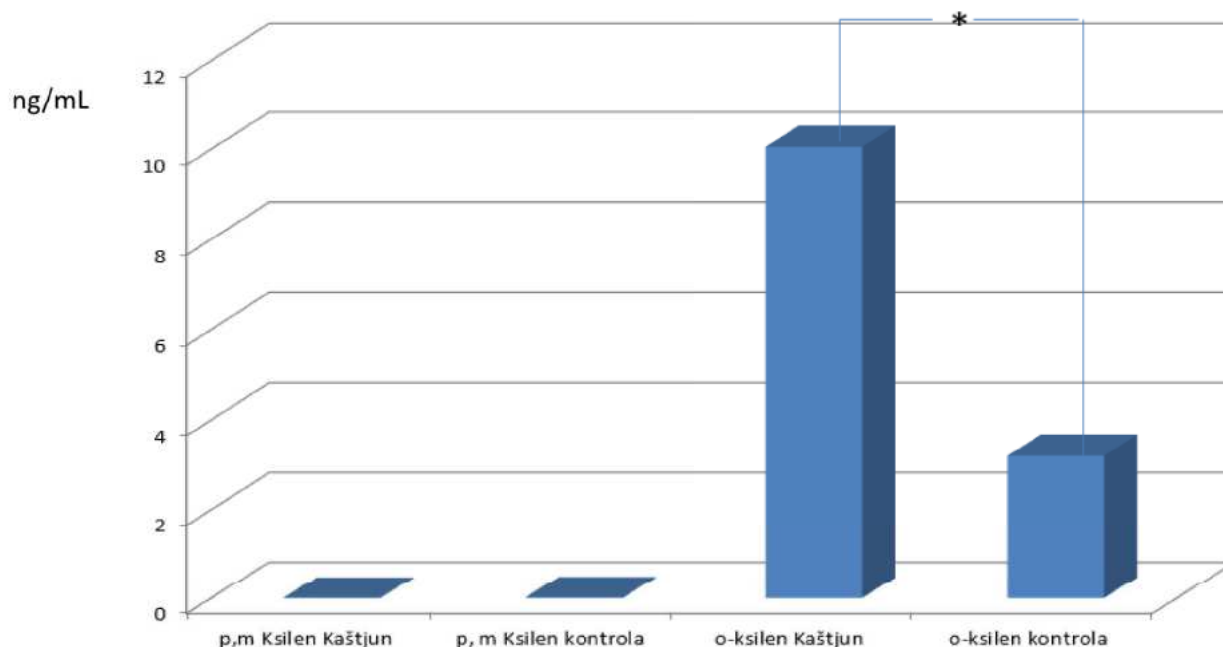
Anketiranje ispitanika o njihovim zdravstvenim tegobama, ocjeni zdravstvenog stanja i načinu života provedeno je uz pomoć Ankete o zdravstvenom stanju, životnim i prehrambenim navikama ispitanika. U Anketi se nalaze pitanja koja su korištena u sličnim istraživanjima provedenima od strane Nastavnog zavoda za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije. Kako bi, osim zdravlja, ispitali i kvalitetu života stanovnika u neposrednoj blizini ŽCGO Kaštijun, a posebno vezanu uz okoliš i navike u gospodarenju otpadom, u navedenu anketu su dodana pitanja prema upitniku SZO o kvaliteti života, prema anketi o kvaliteti života u Irskoj- Quality of life in Ireland te prema Eurobarometru Navike Europljana prema gospodarenju otpadom.

### 3.3. REZULTATI

#### 3.3.1. KONCENTRACIJE BTEX-A U URINU ISPITANIKA

U svim uzorcima urina ispitanika s područja ŽCGO Kaštjun nisu detektirane koncentracije benzena, toluena i etilbenzena. Jedino su detektirane koncentracije p,m-ksilena i o-ksilena, koji su prikazani u grafu na slici 20. Zvezdicom je na grafu označena statistička značajnost (\*) u usporedbi s kontrolnom skupinom.

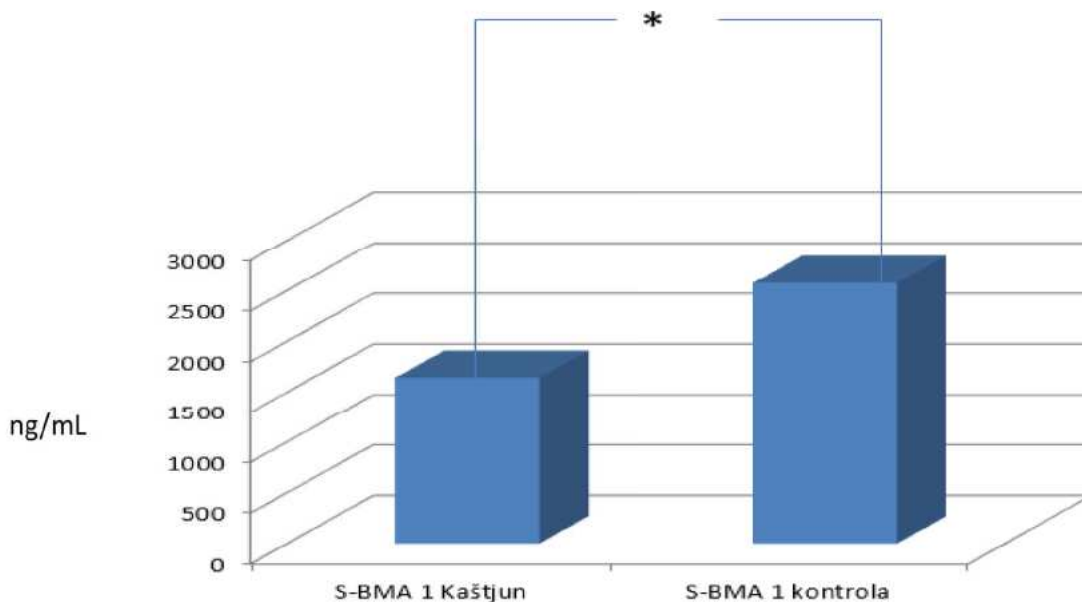
Slika 20. Statistička usporedba dobivenih rezultata koncentracija p, m i o-ksilena u urinu ispitanika i kontrolne skupine ( $\mu\text{g/L}$ )



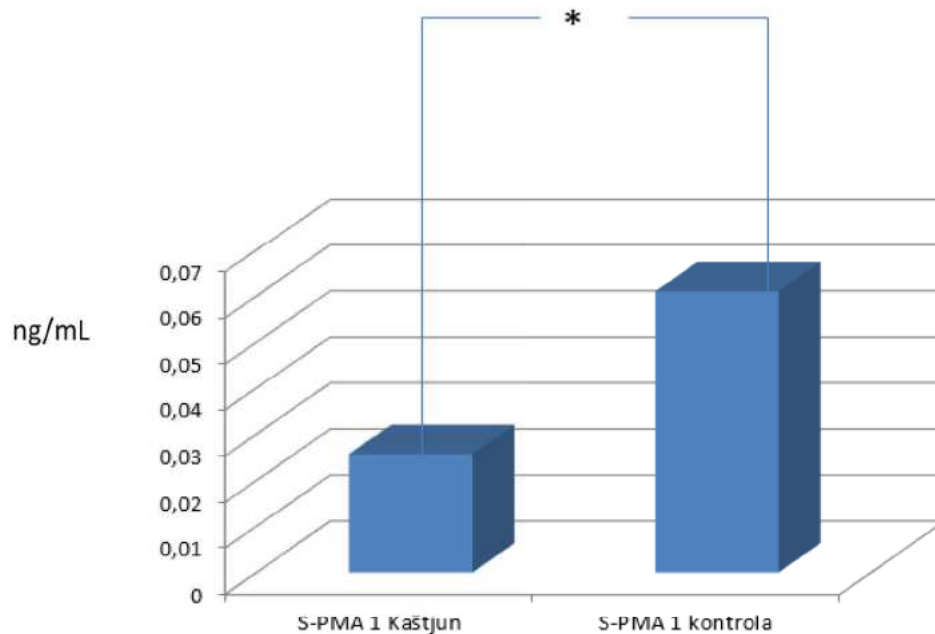
### 3.3.2. KONCENTRACIJE S-BENZILMERKAPTURNE KISELINE I S-FENILMERKAPTURNE KISELINE U URINU ISPITANIKA

Kod analize s-benzilmerkapturane (S-BMA) i s-fenilmerkapturane (S-PMA) kiseline u urinu ispitanika i kontrolne skupine uočena je statistička značajnost (\*) u razlikama koncentracija (Slika 21. i 22.).

Slika 21. Statistička usporedba koncentracija s-benzilmerkapturane (S-BMA) kiseline u urinu ispitanika i kontrolne skupine



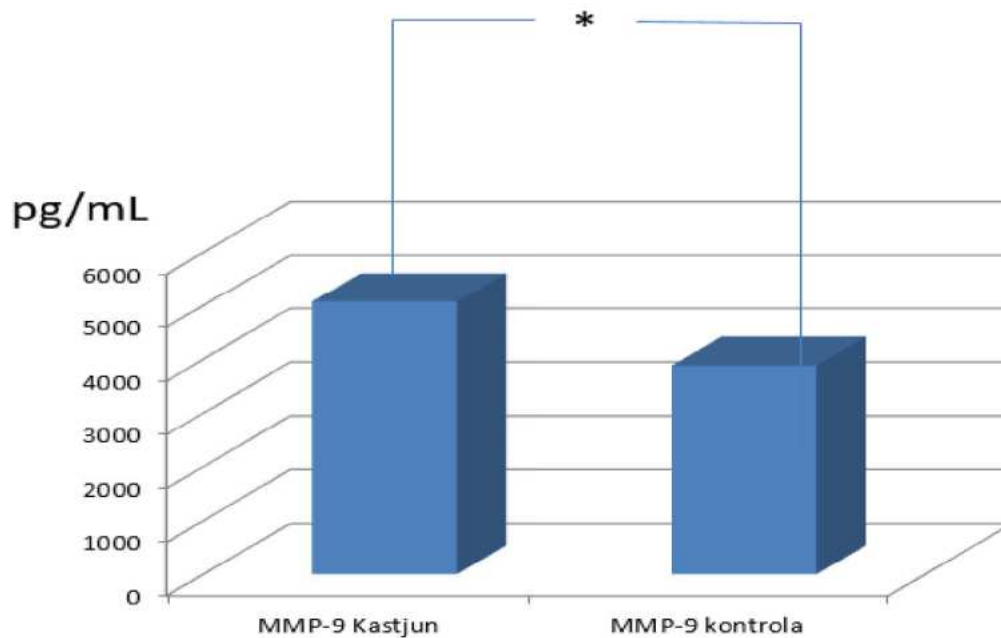
Slika 22. Statistička usporedba koncentracija s-fenilmerkapturne (S-PMA) kiseline u urinu ispitanika i kontrolne skupine



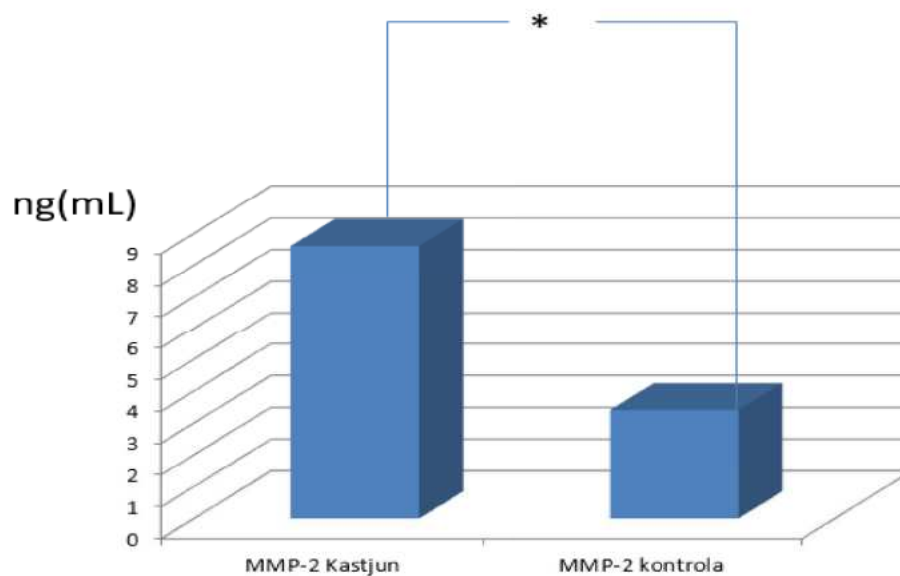
### 3.3.3. KONCENTRACIJE ENZIMA MATRIKS METALOPROTEINAZE-9 I MATRIKS METALOPROTEINAZE-2 (MMP-9 I MMP-2) I TKIVNIH INHIBITORA TIMP-1 I TIMP-2 U URINU ISPITANIKA

Prilikom analiza Matriks metaloproteinaze 9 (MMP-9) i Matriks metaloproteinaze 2 (MMP-2) između ispitanika i kontrolne skupine uočena je statistička značajnost (\*) u razlikama koncentracija (Slika 23. i 24.).

Slika 23. Statistička usporedba rezultata koncentracija (izražaja) Matriks metaloproteinaze 9 (MMP-9) između ispitanika i kontrolne skupine

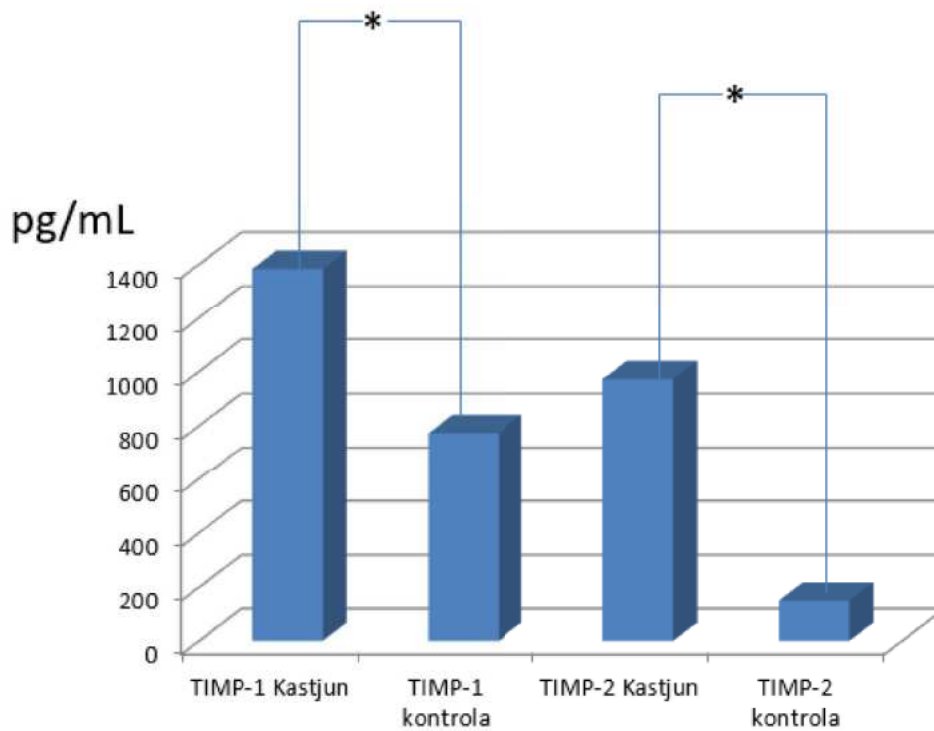


Slika 24. Statistička usporedba rezultata koncentracija (izražaja) Matriks metaloproteinaze 2 (MMP-2) između ispitanika i kontrolne skupine



Kod analize Tkivnih inhibitora matriks metaloproteinaza 1 i 2 (TIMP-1 i TIMP-2) u urinu ispitanika i kontrolne skupine također je uočena statistička značajnost (\*) u razlikama koncentracija (Slika 25.).

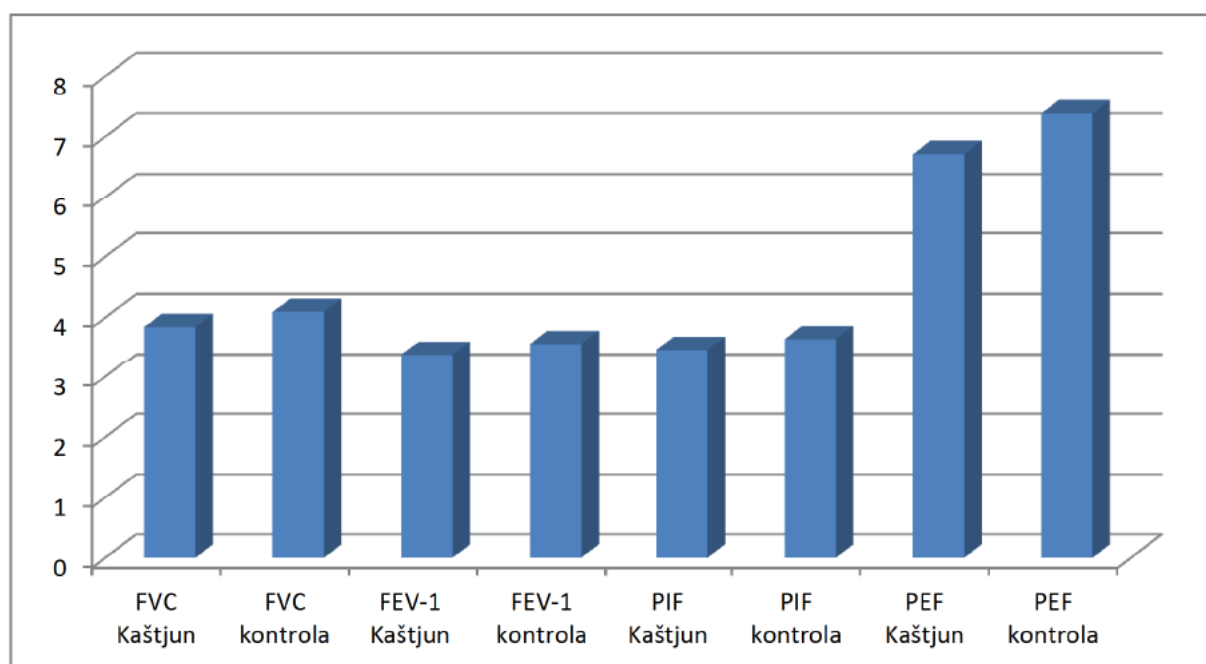
Slika 25. Statistička usporedba rezultata koncentracija Tkivnih inhibitora matriks metaloproteinaza 1 i 2 (TIMP-1 i TIMP-2) u urinu ispitanika i kontrolne skupine



### 3.3.4. REZULTATI SPIROMETRIJSKIH MJERENJA DINAMIČKIH I STATIČKIH PLUĆNIH FUNKCIJA

Među rezultatima spirometrijskih mjerenja (FVC, FEV-1, PIF i PEF) ispitne i kontrolne skupine nema statističke značajnosti (\*), već su svi navedeni parametri gotovo podjednaki s kontrolnim (Slika 26.)

Slika 26. Statistička usporedba rezultata spirometrijskih mjerenja ispitne i kontrolne skupine



Legenda:

FVC: forsirani vitalni kapacitet

FEV-1: forsirani ekspiracijski volumen u 1.sekundi

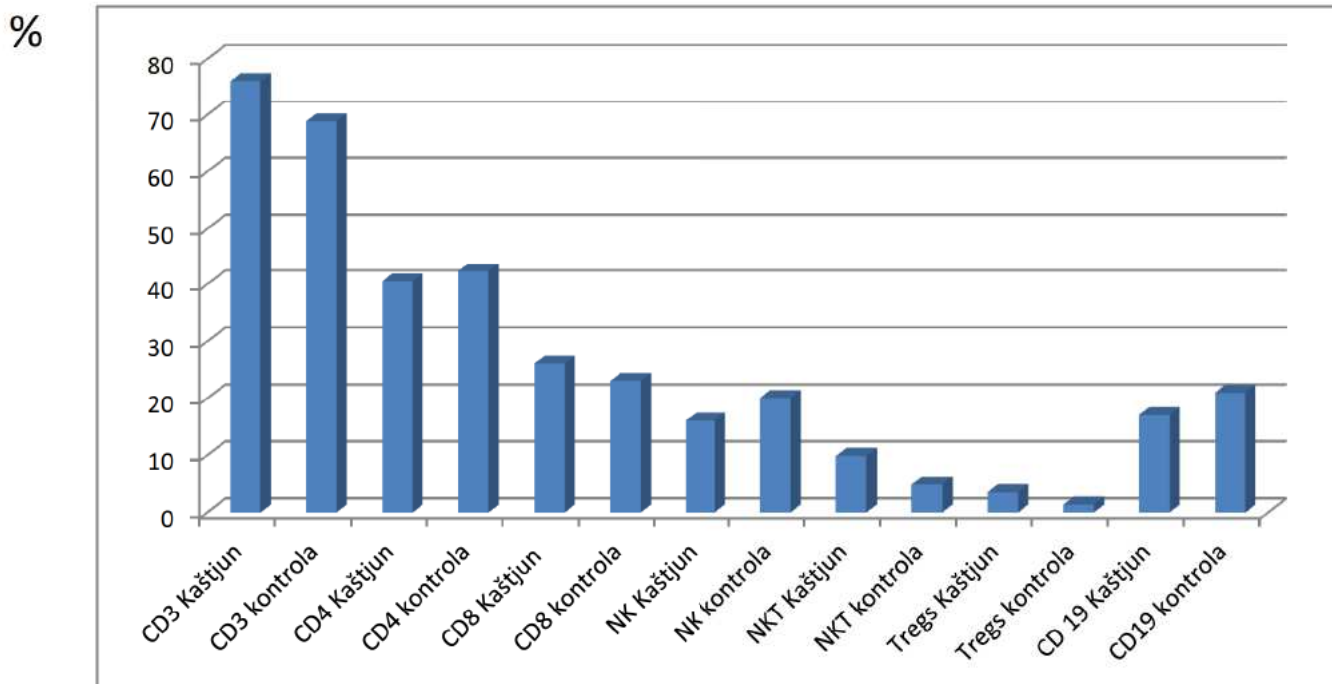
PIF: vršni protok pri udisaju (najveća brzina postignuta prilikom udaha)

PEF: vršni protok pri izdisaju (najveća brzina postignuta prilikom izdaha)

### 3.3.5. PROMJENE STANIČNOG I HUMORALNOG IMUNOLOŠKOG ODGOVORA, UROĐENE I STEČENE IMUNOSTI

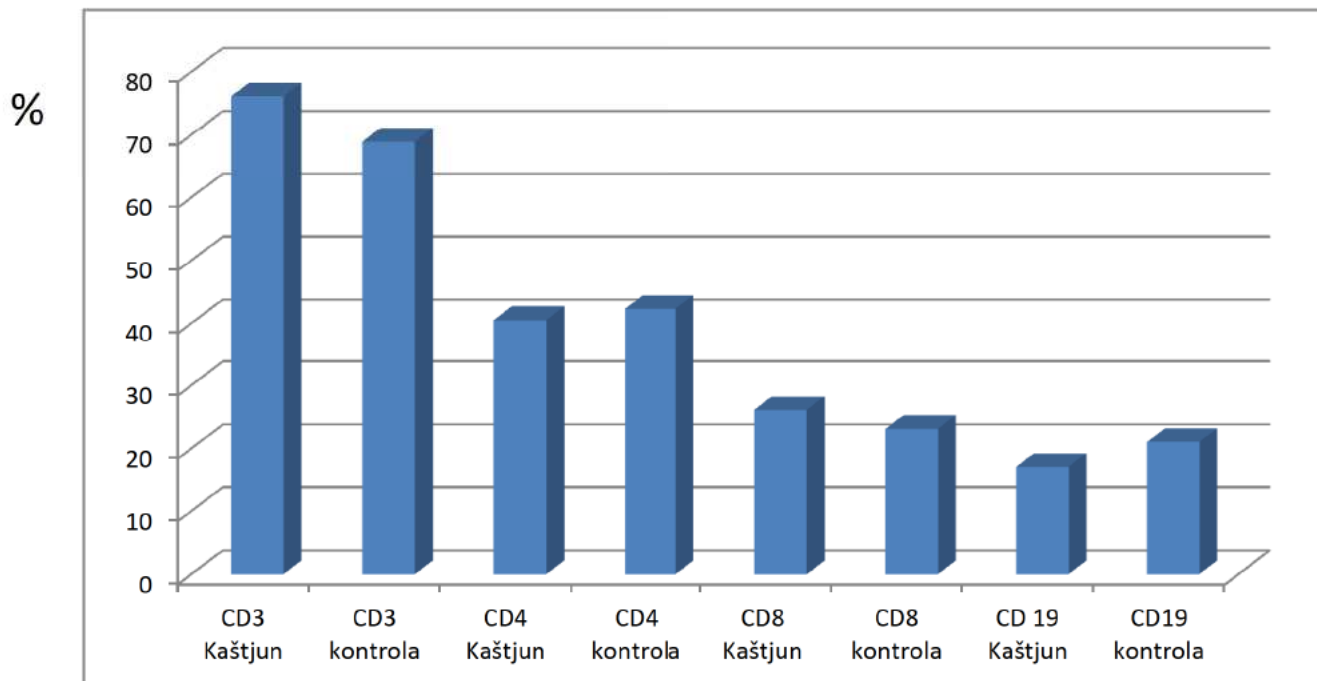
Prilikom analiza promjene staničnog i humoralnog imunološkog odgovora, urođene i stečene imunosti ispitne i kontrolne skupine, statističke značajnosti (\*) uočene su između limfocitne subpopulacije NKT i Tregs stanica (urođena imunost) (Slika 29.).

Slika 27. Promjene staničnog i humoralnog imunološkog odgovora, urođene i stečene imunosti ispitne i kontrolne skupine

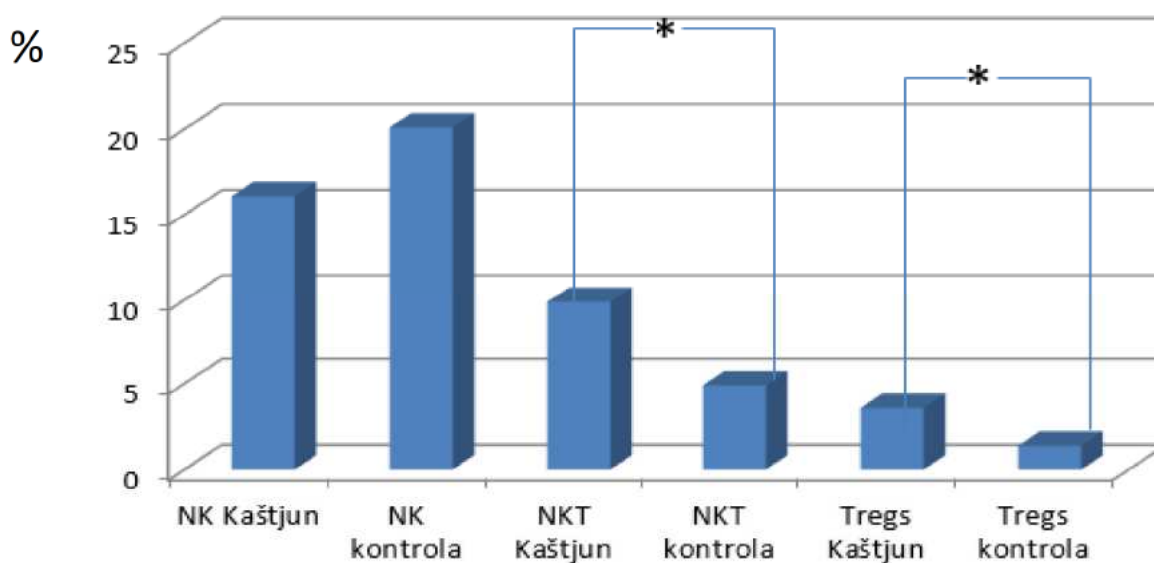




Slika 28. Promjene staničnog i humoralnog imunološkog odgovora ispitne i kontrolne skupine – statistička usporedba rezultata između grupa



Slika 29. Promjene urođene imunosti između ispitne i kontrolne skupine – statistička usporedba rezultata između grupa



### 3.3.6 UTJECAJ PREHRANE I STILA ŽIVOTA NA ZDRAVLJE ISPITANIKA

U ovom je istraživanju sudjelovalo 50 ispitanika, prosječne dobi od 43 godine, ali je u statističku obradu uzeto 39 ispitanika. Ispitanici koji nisu uzeti u obradu nisu na odgovarajući način ispunili anketu i time se nisu mogli obraditi na pravilan način. Upitnik je ispunilo značajno više žena od muškaraca (69,2% odnosno 8%,  $p=0,025$ ). Iz dobivenih podataka o tjelesnoj masi i visini ispitanika pokazalo se da je polovica ispitanika bila normalno uhranjena (53,8%), a trećina je ispitanika bila s prekomjernom tjelesnom masom (38,5%); dok je ispitanika s pretilošću bilo značajno najmanje (7,7%,  $p < 0,001$ ).

Razina tjelesne aktivnosti se statistički značajno razlikovala: kod ispitanika je značajno više tjelesno manje i nedovoljno aktivnih (69,2%) i tjelesno neaktivnih (30,8%,  $p=0,025$ ). Šestina ispitanika (15,4%) u svoje slobodno vrijeme svakodnevno sjedi duže od 4 sata, te gotovo podjednako njih (15,4%) gleda TV dulje od 3 sata dnevno.

Dodatke prehrani uzimaju dvije petine ispitanika (43,6%), najviše kao potporu imunitetu (88,2%) te zbog nedostatka određenog nutrijenta i kao potpora prehrani (11,8%). Četiri petine ispitanika svakodnevno doručkuje (76,9%), što predstavlja dobre prehrambene navike. Razmatrajući kvalitetu prehrane, prosječna energetska vrijednost prehrane ispitanika bila je odgovarajuća u odnosu na preporučene vrijednosti s obzirom na dob i spol (Tablica 32.).

Prosječni energetske udjeli hranjivih tvari u prosječnoj energetske vrijednosti prehrane bili su neodgovarajući. Prosječni energetske udjel proteina bio je unutar poželjnog udjela od 11 do 15%, prosječni energetske udjel ukupnih masti bio je izrazito visok u odnosu na preporučeni energetske unos od 25 do 30%, dok je prosječni energetske udjel ugljikohidrata bio niži od preporučenog udjela od 50 do 60% (Tablica 32. i slika 30.).

Odgovarajući unos hranjivih tvari u odnosu na preporučene vrijednosti s obzirom na dob i spol ispitanici su imali za unos mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina, omega-3 i omega-6 masnih kiselina, za vitamine A, C i E te za minerale kalcij, magnezij i cink, te beta-karotene (Tablica 32. i 33.). Veći unos od preporučenog bilježi se za unos ukupnih masti, osobito zasićenih i trans-masnih kiselina, kolesterol, te za unos natrija, koji je dva i pol puta veći od preporučenog (Tablica 32. i 33.). Nedovoljan unos hranjivih tvari u odnosu na

preporučene vrijednosti ispitanici su imali za unos ugljikohidrata, biljnih vlakana, vitamina D, minerala selen, i poli-fenolnih skupina (flavan-3-ol, flavoni, flavonoli, flavononi, antocijanidini) (Tablica 32. i 33.).

Ispitanici su konzumirali odgovarajuću količinu žitarica i proizvoda od žitarica, ali manje integralnih proizvoda, odgovarajuću količinu mlijeka i mliječnih proizvoda, ribe, grahorica, te voća i povrća u odnosu na preporuke pravilne prehrane s obzirom na preporučeni dnevni i tjedni unos skupina namirnica (Tablica 34.). U odnosu na navedene preporuke, ispitanici su konzumirali višu količinu mesa, mesnih proizvoda, jaja, slastica, slatkiša i slanih grickalica, te su pili napitke koji sadrže kofein, čiji unos ipak nije prelazio preporučenu dnevnu granicu podnošljivosti od 400mg/dan (Tablica 33.). Iako trenutno nije utvrđen preporučeni unos polifenolnih spojeva, ispitanici su njihov prosječni unos imali niži od prosječnog unosa europske populacije od oko 400mg/dan (Tablica 33.).

Koristeći Mediteranski prehrambeni indeks pokazalo se da prosječna prehrana ispitanika umjereno pripada mediteranskoj prehrani, odnosno da ima umjerene karakteristike mediteranske prehrane. Trećina ispitanika (28,2%) ima prehranu koja nema karakteristike mediteranske prehrane, polovica (51,3%) ima prehranu sa umjerenim karakteristikama, a njih značajno najmanje, samo petina konzumira prehranu prema tradicionalnoj mediteranskoj prehrani (20,5%,  $p < 0,001$ ) (Tablica 35.).

Koristeći Prehrambeni upalni indeks za ocjenu upalnog potencijala prehrane, prosječna prehrana ispitanika imala je pro-upalni potencijal, odnosno ona sadrži više hranjivih tvari koje se povezuju sa povišenim razinama upalnih biomarkera poput interleukina ili citokina (prvenstveno C-reaktivnim proteinom, interleukinom-6 i faktorom tumorske nekroze alfa), ponajviše zbog prekomjernog unosa zasićenih i trans-masnih kiselina, kolesterola i natrija u odnosu na preporučene vrijednosti. Pri tome je značajno više ispitanika, odnosno tri petine ispitanika (61,5%,  $p < 0,001$ ) imalo prehranu sa upalnim potencijalom prehrane (Tablica 35.).

Tablica 32. Prosječni dnevni energetske unos i unos hranjivih tvari u odnosu na preporučeni dnevni unos mještana u blizini ŽCGO Kaštijun

Hranjive tvari	Prosječna vrijednost	Standardna devijacija	Median
<b>Energija (kcal)</b>	2009,45	717,50	1986,05
<b>Energija (% PDU)*</b>	100,47	35,87	99,30
<b>Proteini (g/dan)</b>	72,53	27,41	72,79
<b>Proteini (kcal %)</b>	14,58	2,76	14,91
<b>Proteini (% PDU)*</b>	126,43	49,32	117,93
<b>Ukupne masti (g/dan)</b>	99,94	38,88	97,47
<b>Ukupne masti (kcal %)</b>	44,41	5,27	44,31
<b>Zasićene masne kiseline (g/dan)</b>	31,77	13,06	32,22
<b>Zasićene masne kiseline (kcal %)</b>	14,19	2,93	13,83
<b>Mono-nezasićene masne kiseline (g/dan)</b>	40,38	16,60	40,46
<b>Mono-nezasićene masne kiseline (kcal %)</b>	18,05	4,19	17,51
<b>Poli-nezasićene masne kiseline (g/dan)</b>	18,63	7,68	17,33
<b>Poli-nezasićene masne kiseline (kcal %)</b>	8,35	1,84	8,33
<b>Omega-3 masne kiseline (g/dan)</b>	1,19	0,86	0,94
<b>Omega-3 masne kiseline (% PDU)*</b>	148,61	107,57	116,90
<b>Omega-6 masne kiseline (g/dan)</b>	0,56	0,29	0,53
<b>Omega-6 masne kiseline (% PDU)*</b>	140,43	73,54	131,71
<b>Trans masne kiseline (g/dan)</b>	1,55	0,80	1,59
<b>Trans masne kiseline (% PDU)*</b>	155,07	80,45	158,54
<b>Kolesterol (mg/dan)</b>	392,75	203,41	379,87
<b>Kolesterol (% PDU)*</b>	130,92	67,80	126,62
<b>Ukupni ugljikohidrati (g/dan)</b>	185,85	63,63	183,63
<b>Ukupni ugljikohidrati (kcal %)</b>	37,55	6,67	37,84
<b>Biljna vlakna (g/dan)</b>	21,17	8,82	19,95
<b>Biljna vlakna (% PDU)*</b>	84,67	35,30	79,79
<b>Alkohol (g/dan)</b>	10,92	16,16	0,00
<b>Alkohol (kcal %)</b>	3,47	5,19	0,00

\* PDU % = udio preporučenog dnevnog unosa (%) s obzirom na dob i spol

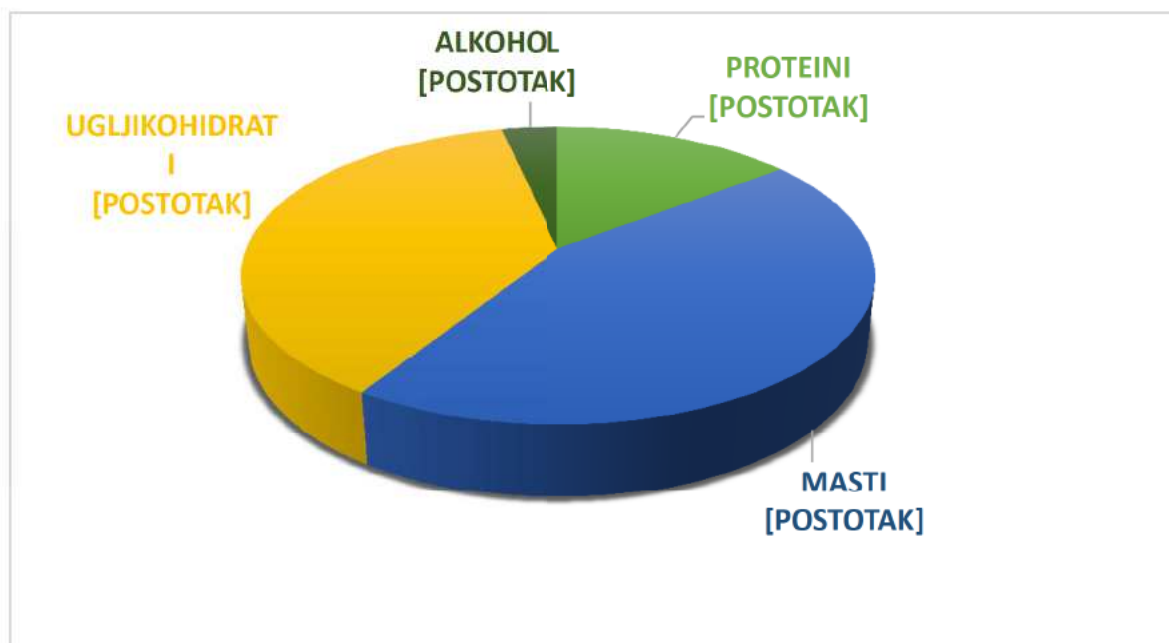
Tablica 33. Prosječni dnevni unos mikro-hranjivih i nehranjivih tvari u odnosu na preporučeni dnevni unos mještana u blizini ŽCGO Kaštijun

Hranjive tvari	Prosječna vrijednost	Standardna devijacija	Median
<b>Vitamin A (mcg/dan)</b>	1465,77	1566,86	480,15
<b>Vitamin A (% PDU)*</b>	146,58	156,69	48,02
<b>Vitamin D (mcg/dan)</b>	2,80	2,22	3,02
<b>Vitamin D (% PDU)*</b>	28,02	22,15	30,24
<b>Vitamin E (mg/dan)</b>	20,84	12,76	16,11
<b>Vitamin E (% PDU)*</b>	189,43	116,01	146,47

<b>Vitamin C (mg/dan)</b>	114,93	56,50	110,22
<b>Vitamin C (% PDU)*</b>	127,70	62,78	122,47
<b>Natrij (g/dan)</b>	4993,85	2360,10	5721,05
<b>Natrij (% PDU)*</b>	249,69	118,01	286,05
<b>Kalij (g/dan)</b>	2888,34	918,91	2662,82
<b>Kalij (% PDU)*</b>	115,53	36,76	106,51
<b>Kalcij (mg/dan)</b>	916,39	359,65	812,51
<b>Kalcij (% PDU)*</b>	114,55	44,96	101,56
<b>Magnezij (mg/dan)</b>	344,01	141,55	320,73
<b>Magnezij (% PDU)*</b>	114,67	47,18	106,91
<b>Cink (mg/dan)</b>	11,17	4,16	10,96
<b>Cink (% PDU)*</b>	93,05	34,66	91,29
<b>Selen (mg/dan)</b>	26,37	15,24	23,92
<b>Selen (% PDU)*</b>	37,67	21,77	34,18
<b>Beta-karoten (mg/dan)</b>	4656,04	2299,39	3736,46
<b>Beta-karoten (% PDU)*</b>	116,40	57,48	93,41
<b>Poli-fenolni spojevi (mg/dan)</b>	338,62	247,78	259,41
<b>Kofein (mg/dan)</b>	270,19	224,81	215,69

\* PDU % = udio preporučenog dnevnog unosa (%) s obzirom na dob i spol

Slika 30. Prosječni energetske udio hranjivih tvari u ukupnom prosječnom dnevnom energetske unosu



Tablica 34. Prosječni unos skupina namirnica u odnosu na preporučeni dnevni i tjedni unos mještana u blizini ŽCGO Kaštijun

Namirnice	Prosječna vrijednost	Standardna devijacija	Median
Žitarice i proizvodi (g/dan)	152,33	66,78	149,43
Žitarice i proizvodi (PDU %)*	101,56	44,52	99,62
Mlijeko i mliječni proizvodi	301,02	206,58	271,43
Mlijeko i mliječni proizvodi (PDU %)*	120,41	82,63	108,57
Jaja (g/dan)	26,94	22,92	28,57
Jaja (PDU %)*	179,59	152,82	190,48
Meso i mesni proizvodi (g/dan)	147,88	82,83	142,86
Meso i mesni proizvodi (PDU %)*	173,98	97,44	168,07
Riba (g/dan)	43,19	48,43	26,57
Riba (PDU %)*	123,41	138,38	75,92
Grahorice (g/dan)	52,80	30,90	62,86
Grahorice (PDU %)*	117,32	68,66	139,68
Povrće (g/dan)	291,94	126,37	274,29
Povrće (PDU %)*	97,31	42,12	91,43
Voće (g/dan)	264,98	203,68	240,00
Voće (PDU %)*	220,82	169,73	200,00
Orašasto voće (g/dan)	23,92	32,40	14,29
Slastice, slatkiši, slane grickalice (g/dan)	57,69	50,36	39,29
Voćni sok (mL/dan)	33,88	61,14	0,00
Osvježavajuća gazirani napitci (mL/dan)	24,69	49,53	0,00
Energetski napitak (mL/dan)	8,98	22,48	0,00
Alkoholna pića (mL/dan)	83,27	114,99	0,01

\*PDU % = udio preporučenog dnevnog unosa (%) skupina namirnica s obzirom na dob i spol

Tablica 35. Pripadnost mediteranskoj prehrani određena Mediteranskim prehrambenim indeksom i upalni potencijal prehrane određen Prehrambenim upalnim indeksom među mještanima u blizini ŽCGO Kaštijun

	N (%)	Prosječna vrijednost	Standardna devijacija	Median	p-vrijednost
Mediteranski prehrambeni indeks (MDS) (bodovi)		4,44	1,73	5,00	
Ne pripada mediteranskoj prehrani (MDS 0-3)	11 (28,2)	2,27	0,47	2,00	<0,001
Umjereno pripada mediteranskoj prehrani (MDS 4-5)	20 (51,3)	4,65	0,49	5,00	
Pripada mediteranskoj prehrani (MDS 6-9)	8 (20,5)	6,88	0,99	7,00	
Prehrambeni upalni indeks (DII® bodovi)		0,79	2,32	0,56	
Pro-upalna prehrana (DII® > 0)	24 (61,5)	2,43	1,49	2,47	<0,001
Protu-upalna prehrana (DII® <0)	15 (38,5)	-1,40	1,05	-1,04	

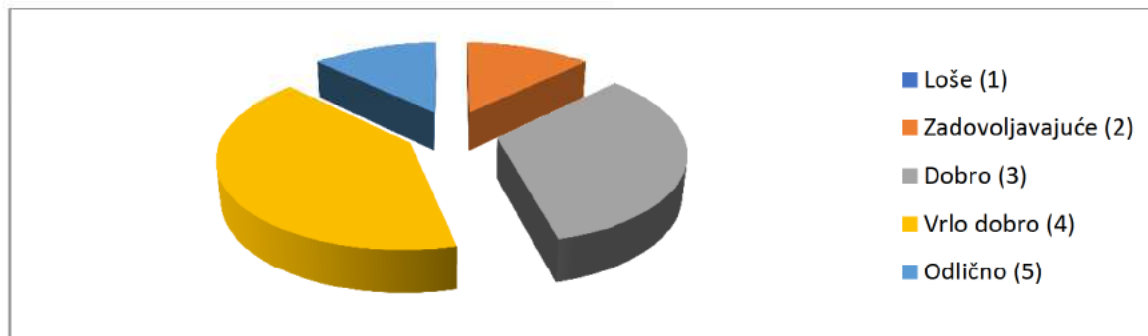
### 3.3.7. PERCEPCIJA ZDRAVLJA, KVALITETE ŽIVOTA I ZDRAVOG OKOLIŠA TE NAVIKA U GOSPODARENJU OTPADOM

Anketu je na odgovarajući način popunilo 39 ispitanika, od toga dvije trećine (26) ženskog spola, jedna osoba nije odgovorila kojeg je spola. Dvije trećine ispitanika (27) bila je u dobi 30-49 godina, a prosjek dobi je bio 42,3 godine.

Prema stručnoj spremi 15 ispitanika je imalo srednju školu, dok je ostalih 24 bilo više i visoko obrazovano.

Većina (16 ispitanika) je odgovorila da im je zdravlje vrlo dobro, što je i prosječna ocjena zdravlja (3,5 na skali od 1-5).

Slika 31. Samoprocjena zdravlja

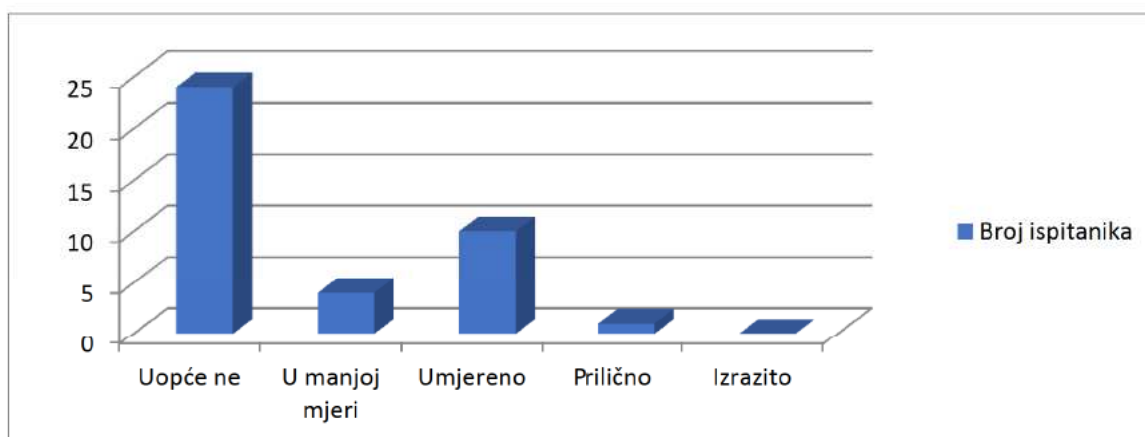


Uspoređujući svoje zdravlje sa zdravljem svojih vršnjaka, većina (32) je odgovorila da je ono podjednako, a ista je i prosječna ocjena.

U odnosu na prošlu godinu, 36 od 39 ispitanika navode da im je sada zdravlje podjednako, a 3 ispitanika lošije.

Na pitanje koliko su tijekom protekla 4 tjedna njihovo fizičko zdravlje ili emocionalni problemi utjecali na uobičajene društvene aktivnosti u obitelji, s prijateljima, susjedima ili drugim ljudima, većina je odgovorila s „uopće ne“, a prosječna ocjena je „u manjoj mjeri“.

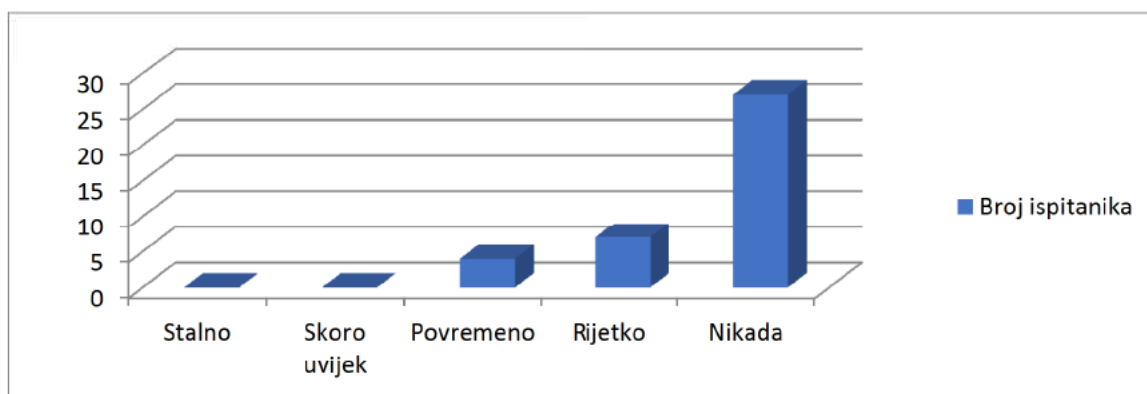
Slika 32. Utjecaj zdravlja na uobičajene društvene aktivnosti u protekla 4 tjedna





Na pitanje koliko su tijekom protekla 4 tjedna fizičko zdravlje ili emocionalni problemi ometali pri društvene aktivnosti, većina (27) je odgovorila „nikada“, što je i prosječna ocjena.

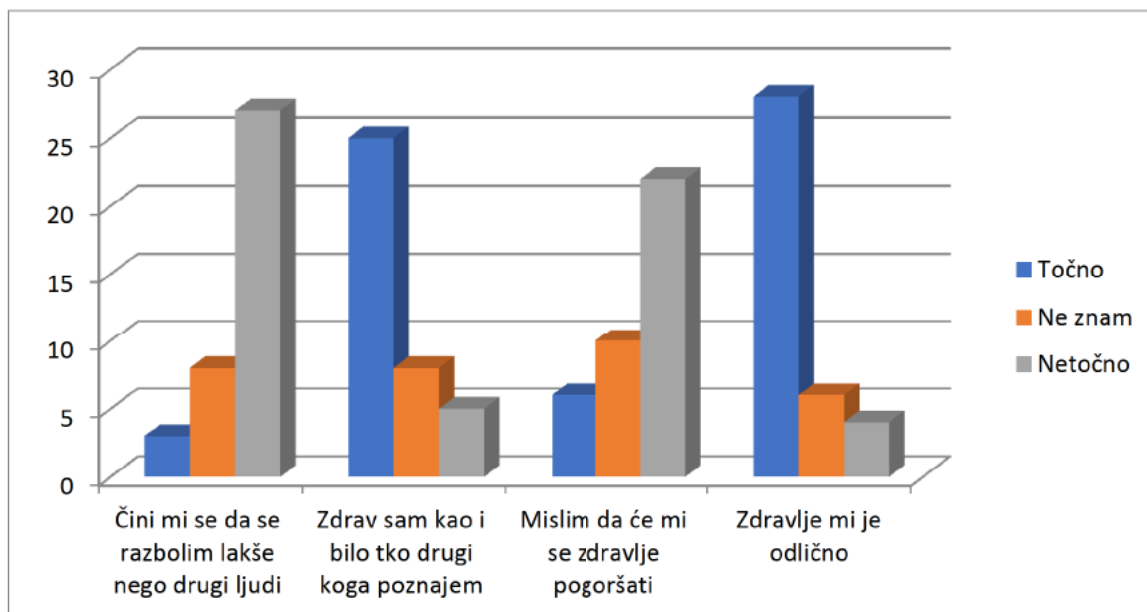
Slika 33. Učestalost ometanja uobičajenih društvenih aktivnosti u protekla 4 tjedna zbog zdravlja



Više od trećine ispitanika (27) smatra da je netočno da se razbole lakše od drugih, a prosječna ocjena je „uglavnom netočno“. Također 25 ispitanika smatra da je zdravo kao bilo koji njihov poznanik (prosječna ocjena „uglavnom točno“).

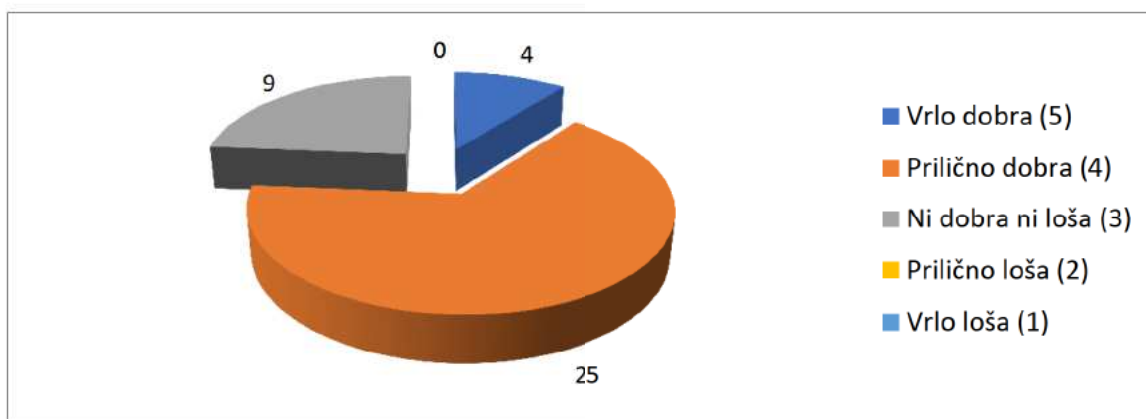
Većina (22) misli da nije točno da će im se zdravlje neće pogoršati, s prosječnom ocjenom „uglavnom netočno“, a da je njihovo zdravlje odlično misle dvije trećine ispitanika (28), prosječna ocjena „uglavnom točno“.

Slika 34. Samoprocjena zdravlja u odnosu na druge, u sadašnjosti i u budućnosti



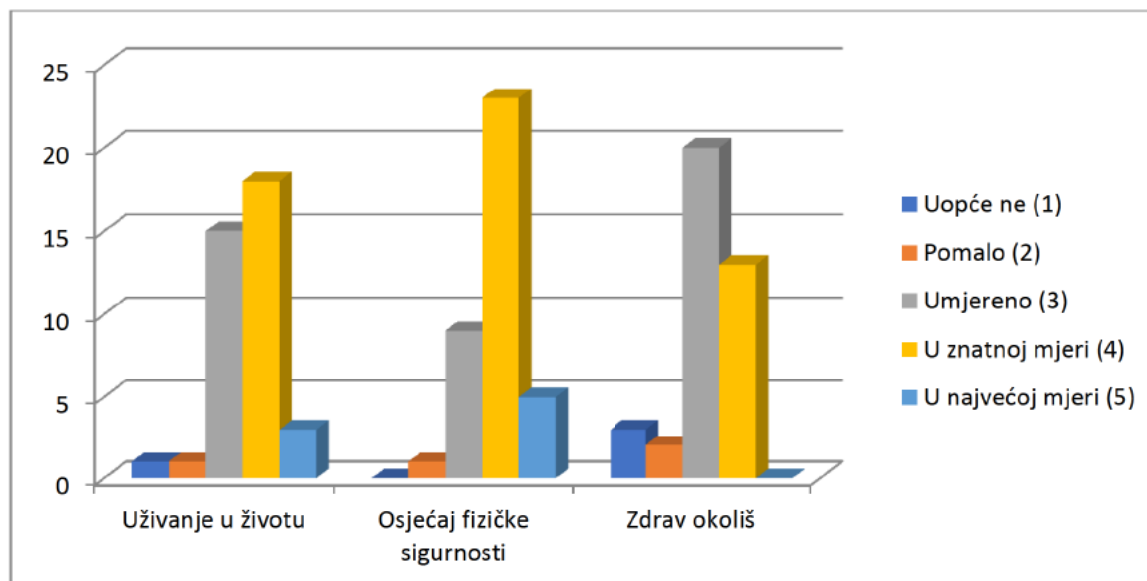
Opću kvalitetu svog života većina, kako muškaraca tako i žena procjenjuje kao „prilično dobru“, što je ujedno i prosječna ocjena (3,9 na skali od 1 do 5; 4,0 za muškarce i 3,8 za žene).

Slika 35. Samoprocjena opće kvalitete života



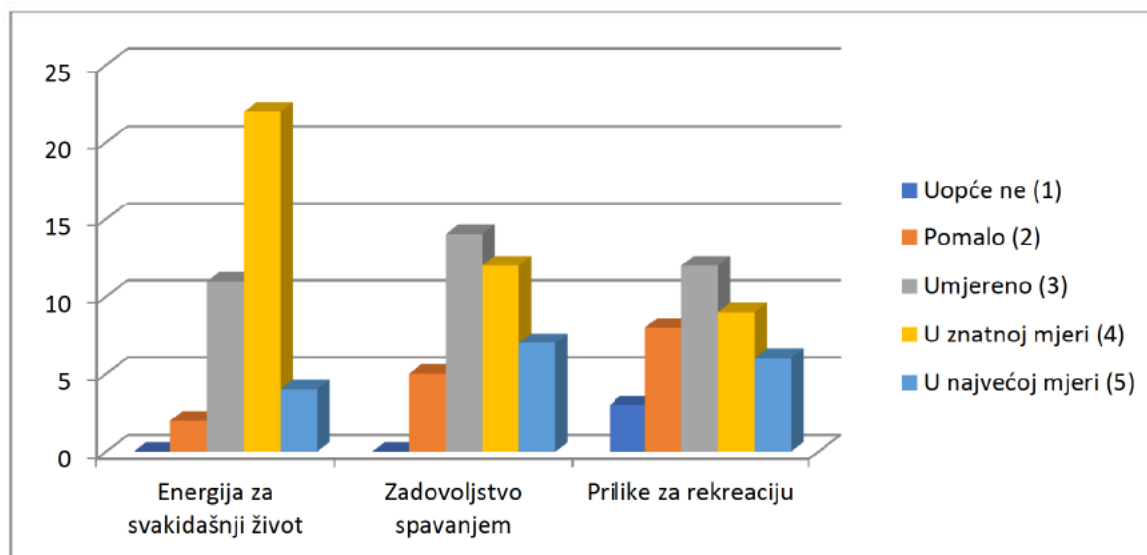
Većina je izjavila da „u znatnoj mjeri“ uživa u životu (prosječna ocjena 3,7), da se „u znatnoj mjeri“ osjeća fizički sigurnima (prosječna ocjena 3,8), no okoliš u kojem žive ocijenili su „umjereno“ zdravim (prosječna ocjena 3,1).

Slika 36. Samoprocjena uživanja u životu, osjećaja fizičke sigurnosti i zdravog okoliša



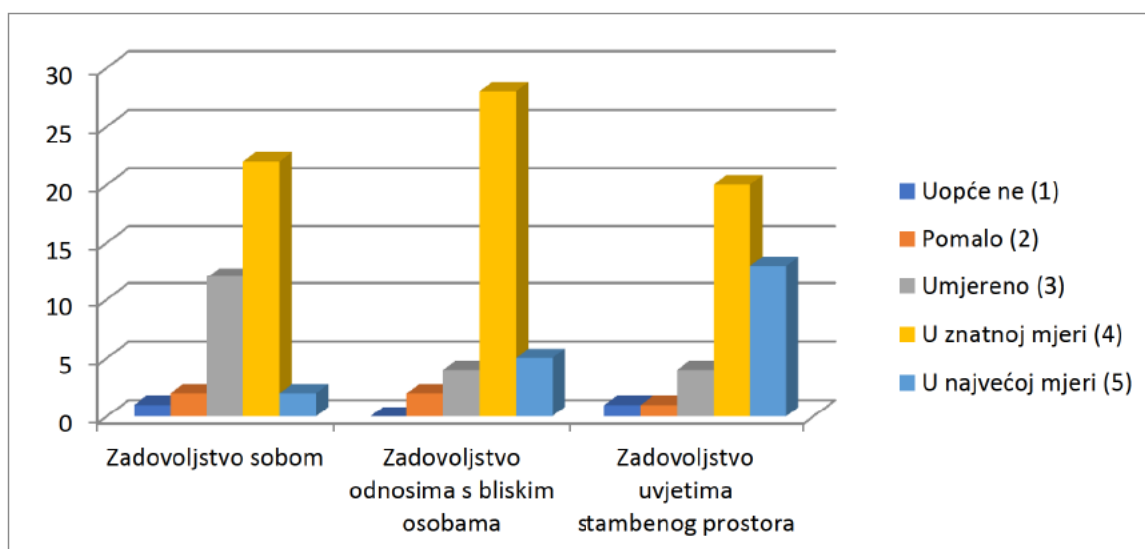
U protekla dva tjedna, većina navodi da je „u znatnoj mjeri“ imala energije za svakidašnji život (prosječna ocjena 3,7), zadovoljna svojim snom (prosječna ocjena 3,5), ali „umjerenih“ prilika za rekreaciju (prosječna ocjena 3,2).

Slika 37. Samoprocjena energije za život, zadovoljstva spavanjem i prilikama za rekreaciju



U protekla dva tjedna, većina navodi da je „u znatnoj mjeri“ zadovoljna samim sobom (prosječna ocjena 3,6), odnosima s bliskim osobama (prosječna ocjena 3,9) i svojim stambenim prostorom (prosječna ocjena 4,1).

Slika 38. Samoprocjena zadovoljstva samim sobom, odnosima s bliskim osobama i stambenim prostorom



Na pitanje koliko su navedene tvrdnje o okolišu važne za ostvarenje kvalitetnog života i na pitanje koliko navedene tvrdnje o okolišu opisuju mjesto na kojem sada žive, ispitanici su odgovore davali prema skali od 5 stupnjeva:

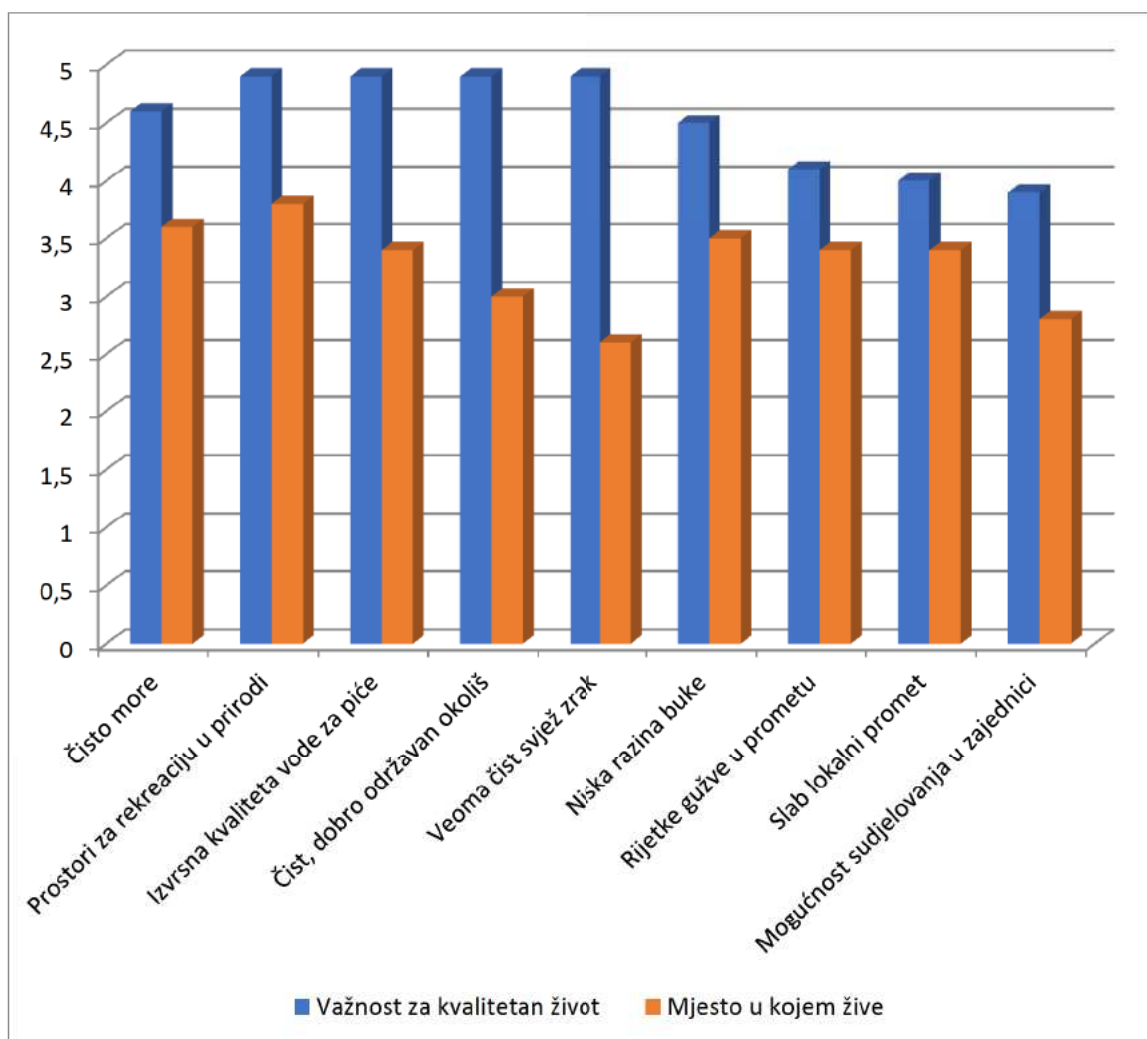
- Uopće ne (ocjena 1),
- Pomalo (ocjena 2),
- Umjereno (ocjena 3),
- U znatnoj mjeri (ocjena 4) i
- U najvećoj mjeri (ocjena 5).

Na slici 39. prikazane su prosječne ocjene na oba pitanja.

Na pitanje koliko su navedene tvrdnje o okolišu važne za ostvarenje kvalitetnog života, ispitanici smatraju da su izvrsna kvaliteta vode za piće, veoma čist svjež zrak te čist, dobro održavan okoliš „u najvećoj mjeri“ važne za kvalitetan život (prosječna ocjena 4,9). Također većina smatra „u najvećoj mjeri“ važnim za kvalitetan život čisto more (prosječna ocjena 4,6), nisku razinu buke i dostupne prostore za rekreaciju u prirodi (prosječna ocjena 4,5). Rijetke gužve u prometu (prosječna ocjena 4,1), slab lokalni promet (prosječna ocjena 4,0) i mogućnost sudjelovanja u zajednici (prosječna ocjena 3,9) prepoznaju kao one koji „u znatnoj mjeri“ utječu na kvalitetu života.

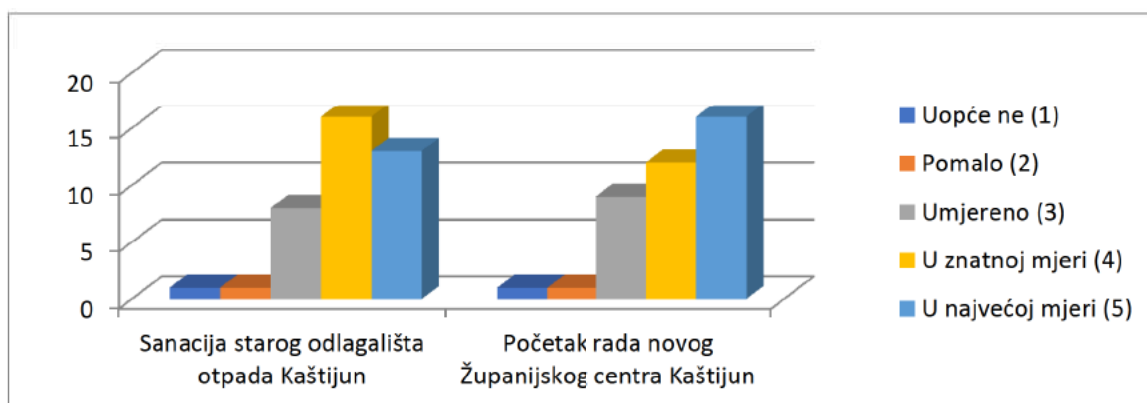
Na pitanje koliko navedene tvrdnje o okolišu opisuju mjesto na kojem sada žive, ispitanici smatraju da „u znatnoj mjeri“ imaju dostupne prostore za rekreaciju u prirodi (prosječna ocjena 3,8), čisto more (prosječna ocjena 3,6) i nisku razinu buke (prosječna ocjena 3,5). „Umjerenim“ su opisali mjesto u kojem žive kroz sve ostale tvrdnje o kvalitetnoj vodi za piće, rijetkim gužvama u prometu i slabom lokalnom prometu (prosječne ocjene 3,4), okolišu (prosječna ocjena 3,0), sudjelovanju u zajednici (prosječna ocjena 2,8) i svježem, čistom zraku (prosječna ocjena 2,6).

Slika 39. Prosječne ocjene važnosti okoliša za kvalitetu života i prosječne ocjene stanja okoliša u mjestu u kojem žive



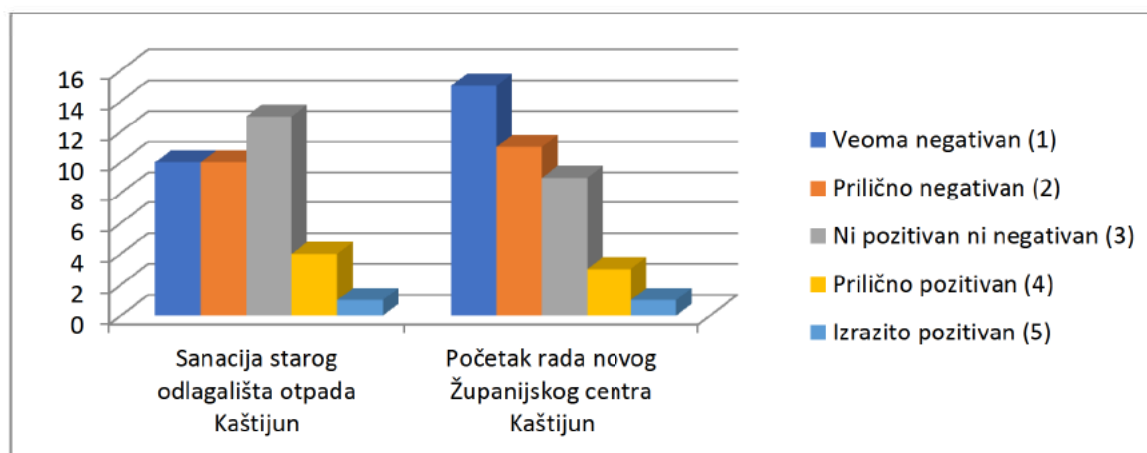
Sanacija starog odlagališta otpada Kaštijun (prosječna ocjena 4,0), kao i početak rada novog ŽCGO (prosječna ocjena 4,1) „u znatnoj mjeri“ utječu na kvalitetu života ispitanika.

Slika 40. Samoprocjena veličine utjecaja Kaštijuna na kvalitetu života



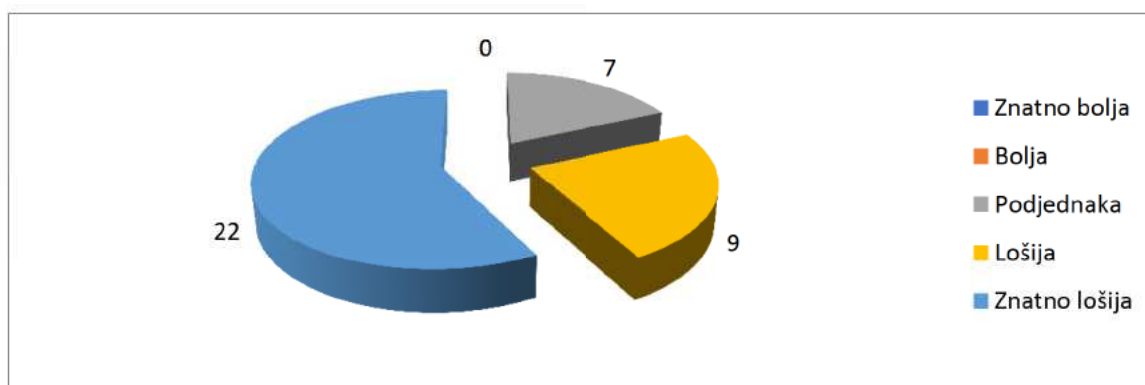
Ispitanici smatraju da na njihovu kvalitetu života sanacija starog odlagališta otpada Kaštijun utječe „prilično negativno“ (prosječna ocjena 2,4), baš kao i početak rada novog ŽCGO (prosječna ocjena 2,1).

Slika 41. Samoprocjena aspekta utjecaja Kaštijuna na kvalitetu života



Ispitanici smatraju da bi prilikom prodaje svoje nekretnine u blizini Kaštijuna postigli „lošiju“ cijenu (prosječna ocjena) u odnosu na sličnu nekretninu u gradu/općini, većina smatra da bi bila „znatno lošija“, a nekolicina da bi bila „podjednaka“.

Slika 42. Samoprocjena cijene nekretnine ispitanika na području utjecaja Kaštijuna u odnosu na sličnu u njihovom gradu/općini



Na pitanja o stvaranju otpada, ispitanici su odgovore davali prema skali od 5 stupnjeva:

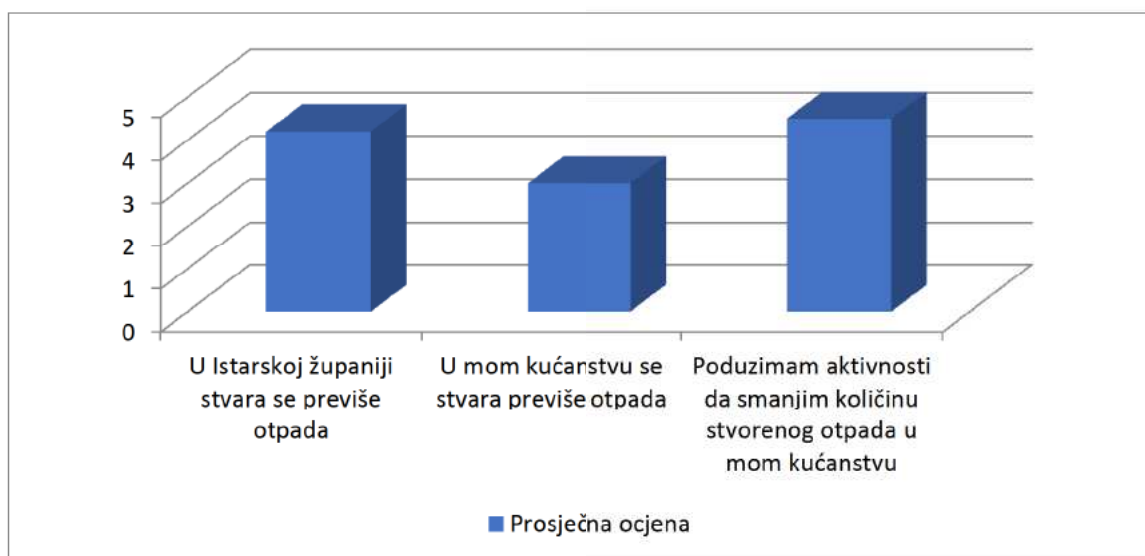
- Uopće se ne slažem (ocjena 1),
- Ne slažem se (ocjena 2),

- Djelomično se slažem/ne slažem (ocjena 3),
- Slažem se (ocjena 4) i
- U potpunosti se slažem (ocjena 5).

Na slici 43. prikazane su prosječne ocjene na tvrdnje o stvaranju otpada.

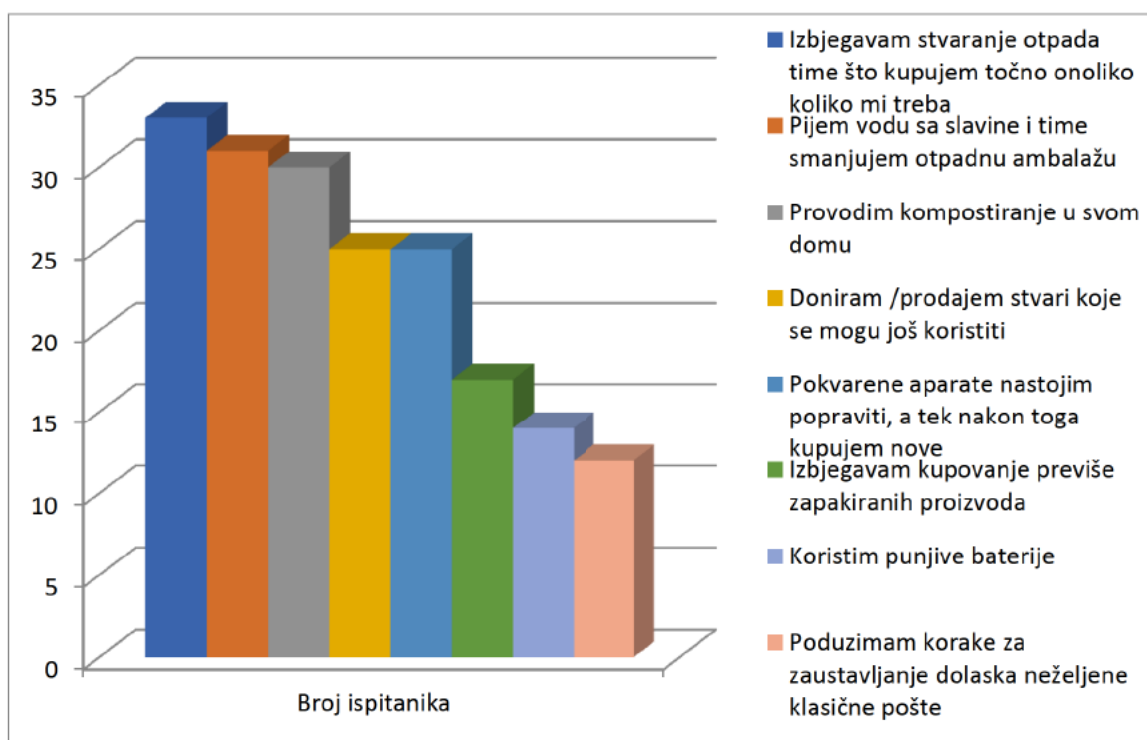
Ispitanici iskazuju „slaganje“ s tvrdnjom da se u Istarskoj županiji stvara previše otpada (prosječna ocjena 4,2), „djelomično se slažu/ ne slažu“ da se u njihovom kućanstvu stvara previše otpada (prosječna ocjena 3,0) te se „u potpunosti slažu“ da poduzimaju aktivnosti da smanje količinu otpada koje stvaraju u kućanstvu (prosječna ocjena 4,5).

Slika 43. Prosječne ocjene o stvaranju otpada u Županiji i u kućanstvu



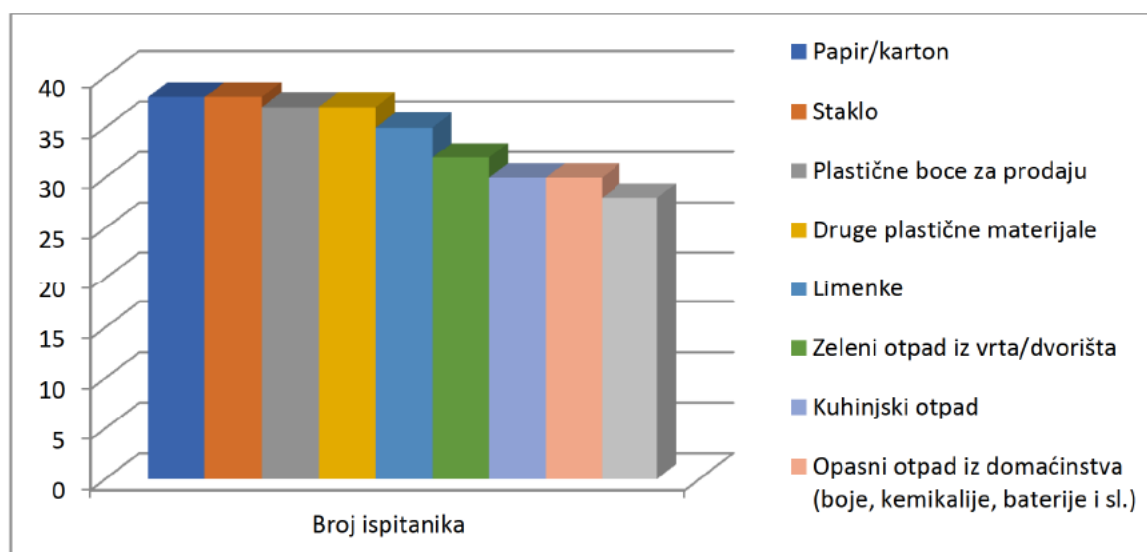
Od aktivnosti koje ispitanici poduzimaju kako bi smanjili količinu kućnog otpada, ispitanici najčešće navode da izbjegavaju stvaranje otpada hrane ili drugih oblika otpada time što kupuju točno onoliko koliko im treba (33 ispitanika), piju vodu iz slavine čime smanjuju otpadnu ambalažu (31), provode kompostiranje u svom domu (30), dok nešto manje ispitanika popravljaju aparate prije kupnje novog (25) i donira ili prodaje stvari koje se još mogu iskoristiti (25). Manje od polovine ispitanika izbjegava kupovanje previše zapakiranih proizvoda (17), koristi baterije na punjenje (14), zaustavlja dolazak klasične pošte (12), a neki su dodatno naveli da odvajaju otpad (1), recikliraju (2), koriste višekratne vrećice (1).

Slika 44. Aktivnosti koje ispitanici poduzimaju za smanjenje količine otpada



Većina ispitanika navodi da odvajaju staklo i papir/karton (38 ispitanika), plastične boce i druge plastične materijale (37), limenke (35), zeleni otpad iz vrta/dvorišta (32), opasni otpad iz domaćinstva i kuhinjski otpad (30), električni i elektronski otpad (28). Dodatno navode da odvajaju odjeću i obuću (2), metal (1) i korišteno ulje (1).

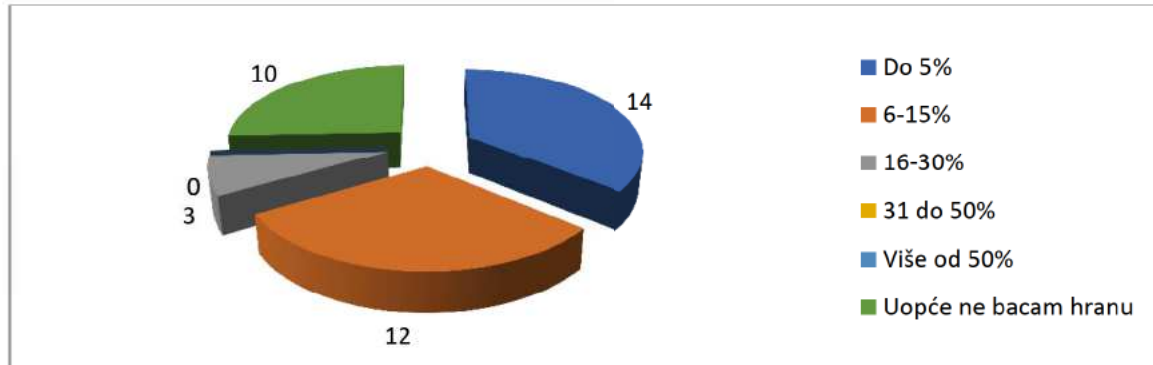
Slika 45. Vrste otpada koje ispitanici odvajaju





Ispitanici najčešće procjenjuju da u otpad bacaju do 5% hrane koju kupe (14 ispitanika), 6-15% hrane baca 12 ispitanika, ali uopće ne bacaju hranu 10 ispitanika, dok 16 – 30% kupljene hrane bacaju 3 ispitanika. U prosjeku baca se do 5 % kupljene hrane.

Slika 46. Samoprocjena postotka hrane koju ispitanici bace u otpad



### 3.4. ZAKLJUČCI

Tijekom 2021. godine, različitim znanstveno utemeljenim i stručno provjerenim metodama istražene su koncentracije hlapljivih aromatskih ugljikovodika (BTEX-a) u urinu ispitanika šireg područja utjecaja Županijskog centra za gospodarenje otpadom Kaštijun (ŽCGO). Na istim ispitanicima provedena su usporedna mjerenja koncentracija razgradnih produkata benzena, s-benzilmerkapturane kiseline i s-fenilmerkapturane kiseline u urinu, spirometrijski su određene statičke i dinamičke plućne funkcije svih odabranih ispitanika, pratio se imunološki i enzimatski odgovor ispitanika, te se pomoću ankete odredio se utjecaj načina prehrane i stila života na njihovo zdravlje. Sva su se navedena mjerenja provela i na kontrolnim grupama ispitanika sa područja otoka Maloga Lošinja odnosno dobrovoljnih darivatelja krvi sukladno istim kriterijima odabira. Metodom protočne citometrije na protočnom citometru (FACSCalibur) Zavoda za fiziologiju i imunologiju Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, analizirali su se limfocitne subpopulacije iz periferne krvi stanovnika. Imunofenotipizacijom periferne krvi određene su kod svih ispitanika, kao i kod ispitanika kontrolnoga područja limfocitne subpopulacije (T, B limfociti, NKstanice, NKTstanice, T regulacijske stanice). Ispitao se citotoksični potencijal određivanjem koncentracije unutarstanične molekule perforina u pojedinim limfocitnim subpopulacijama (CD3+, CD4+, CD8+, CD16+, CD56+ stanicama), kao i sadržaj ukupnog perforina u limfocitima.

Rezultati istraživanja izloženosti ispitanika sa područja utjecaja Županijskog centra za gospodarenje otpadom Kaštijun (ŽCGO Kaštijun) hlapljivim aromatskim ugljikovodicima (BTEX: benzen, toluen, etilbenzen i izomeri ksilena) pokazali su izuzetno niske vrijednosti BTEX-a u urinu, na primjeru posebno toksičnog benzena i ne mjerljive. Ne postoji statistički značajna razlika u odnosu na kontrolnu grupu osim na primjeru o-ksilena, ali samo jedna jedina povišena frakcija aromatskog ugljikovodika ne može se povezati s utjecajem ŽCGO Kaštijun. Usporedno s time, dobivene koncentracije s-benzilmerkapturane kiseline i s-fenilmerkapturane kiseline u urinu ispitanika sa područja utjecaja ŽCGO Kaštijun u odnosu na kontrolno područje ukazuju i potvrđuju mjerenja benzena u urinu ispitanika. Kod ispitanika utjecaja ŽCGO Kaštijun zabilježene su statistički značajno niže koncentracije tih visoko specifičnih razgradnih produkata benzena u organizmu u odnosu na kontrolnu skupinu.

Što se tiče bioloških indikatora povećanog rizika izloženosti utjecajima iz okoliša, izmjerene su veće koncentracije (izražaj) enzima Matriks metaloproteinaze-9 i Matriks metaloproteinaze-2, Tkivnih inhibitora matriks metaloproteinaza TIMP-1 i TIMP-2 u urinu kod ispitanika s područja utjecaja ŽCGO Kaštijun u odnosu na kontrolnu skupinu ispitanika i utvrđena je statistička razlika. Nadalje, ovdje se ne može govoriti o utjecaju ŽCGO Kaštijun na zabilježene parametre jer su visoko specifični mjereni pokazatelji koncentracija BTEX-a u urinu u izloženoj grupi izuzetno niski, gotovo nemjerljivi. Matriks metaloproteinaze i njihovi tkivni inhibitori imaju veliku i važnu fiziološku ulogu u regeneraciji tkiva, aterosklerozi, te u cijeloj paleti različitih patofizioloških zbivanja. Uočene statistički značajne razlike mogu upućivati na veću izloženost zdravstvenim rizicima, te na veću aktivaciju obrambenih imunoloških mehanizama, doprinoseći na taj način boljoj prilagodbi organizma različitim potencijalno štetnim okolišnim čimbenicima. Čimbenici rizika za nastanak kroničnih nezaraznih bolesti povezani su uz suvremeni način života, a mogu biti promjenljivi i zadani. Promjenljivi rizični čimbenici su prehrana, pušenje, alkohol, hiperkolesterolemija, hipertenzija, tjelesna aktivnost, hiperglikemija, pretilost i izloženost stresu, dok su zadani čimbenici: dob, spol i familijarna anamneza.

Statističkom obradom rezultata imunološke analize limfocitnih subpopulacija periferne krvi ispitanika s područja utjecaja Kaštijuna zamijećen je snažniji urođeni imunološki odgovor, jer se postotak NKT i T regulacijskih stanica statistički značajno razlikuje u odnosu na uzorke iz kontrolne grupe. Stanice urođene imunosti imaju ulogu prve barijere protiv štetnih, patogenih tvari, ali mogu predstavljati i prvu liniju prilagodbe te na taj način braniti i čuvati organizam. Na imunološki odgovor utječe cijeli niz egzogenih i endogenih utjecaja, te je od izuzetne važnosti pratiti čimbenike koji ga modificiraju s ciljem prevencije bolesti i poboljšanja kvalitete života.

Mjerenja su dokazala da nema statistički značajnih razlika u spirometrijskim vrijednostima forsiranog vitalnog kapaciteta (FVC/L), forsiranog ekspiracijskog volumena u prvoj sekundi (FEV1/L) i PEF-a (vršni protok pri izdisaju tj. najveća brzina postignuta prilikom izdaha) između ispitne i kontrolne skupine.

Pokazalo se da dvije petine ispitanika ima prekomjernu tjelesnu masu i pretilost. Pretilost, odnosno prekomjerna količina masnog tkiva ključni je promjenjivi čimbenik rizika za

obolijevanje od kroničnih nezaraznih bolesti, osobito šećerne bolesti tipa 2, srčano-žilnih bolesti te nekih oblika karcinoma, što predstavlja neke od najvećih kliničkih i javnozdravstvenih izazova 21. stoljeća. Tome može doprinijeti i utvrđena tjelesna neaktivnost kod nešto više od polovice ispitanika, kao i sjedilački način života. Pri regulaciji navedenih bolesti i njihovog sprječavanja, ključna je kvaliteta prehrane. Pokazalo se da je prehrana bogata zasićenim mastima i rafiniranim šećerima jedan od glavnih čimbenika koji utječu na razvoj pretilosti i kroničnih nezaraznih bolesti, dok prehrana bogata voćem, povrćem, ekstra djevičanskim maslinovim uljem, mahunarkama, cjelovitim žitaricama, ribom, orašastim plodovima, poli-fenolnim spojevima, odnosno prehrana slična mediteranskoj prehrani, pokazuje povoljne učinke na smanjenje kardiometaboličkog rizika. Prehrana bogata jednostavnim šećerima, zasićenim i trans-masnim kiselinama, a istovremeno siromašna omega-3 masnim kiselinama, prirodnim antioksidantima i biljnim vlaknima porijeklom od voća, povrća i cjelovitih žitarica, može aktivirati urođeni imunostimulacijski sustav, pretjeranu sintezu pro-upalnih i smanjenu proizvodnju protu-upalnih citokina, uzrokujući potom veći rizik obolijevanja od upalnih bolesti i/ili im pogoršavati ishode.

Prosječna prehrana ispitanika, mještana u blizini ŽCGO Kaštijun, imala je pro-upalni potencijal, prvenstveno zbog većih ukupnih masti, zasićenih masnih kiselina, trans-masnih kiselina, kolesterola i natrija. Posljedica je to konzumiranja više količine mesa, mesnih proizvoda i jaja od preporučenih dnevnih i tjednih količina. Prehrana koja obiluje proteinima i zasićenim mastima, kolesterolom i natrijem, poput mesa i mesnih proizvoda, također se povezuje sa upalnim bolestima, osobito aterosklerozom te reumatoidnim artritisom. Riba obiluje omega-3 masnim kiselinama, koje se povezuju sa manjim upalnim biomarkerima za razliku od omega-6 masnih kiselina, koje se povezuju sa višim razinama upalnih biomarkera, čime povećavaju rizik za agregaciju trombocita i srčano-žilne bolesti. Ispitanici su unosili više količine omega-6 masnih kiselina u odnosu na preporučene vrijednosti te više u odnosu na količine omega-3 masne kiseline, čime se je dodatno pojačao pro-upalni potencijal prehrane. Ustanovljen odgovarajući unos omega-3 masnih kiselina, ponajviše zbog unosa ribe i orašastog voća u poželjnim, odnosno preporučenim količinama u ispitanika predstavlja umjereni zaštitni učinak na ublažavanje upalnih bolesti (srčano-žilne bolesti, astma, autoimune bolesti), radi protu-upalnog učinka omega-3 masnih kiselina. Također, utvrđena činjenica da tek petina ispitanika ima prehranu sa karakteristikama mediteranske prehrane predstavlja slab zaštitni učinak njihove prehrane, jer se tradicionalna mediteranska prehrana

povezuje s manjim rizikom od srčano-žilnih bolesti, metaboličkih komplikacija i manjim rizikom obolijevanja od nekih oblika raka.

Unos određenih hranjivih tvari iznad preporučene vrijednosti može povoljno utjecati na funkciju imuniteta, modulirati kronična upalna i autoimuna stanja te smanjiti rizik od infekcije. Takvim hranjivim tvarima smatraju se omega-3 masne kiseline i mikronutrijenti poput cinka, vitamina C, D i E te fitokemikalija, poput beta-karotena i poli-fenolnih spojeva. Mnoge od ovih hranjivih i nehranjivih sastojaka hrane povezane su s funkcijama za održavanje ili poboljšanje imunološkog odgovora, uključujući inhibiciju pro-upalnih medijatora (CRP, IL-6, TNF- $\alpha$ ), promicanje protu-upalnih funkcija, modulaciju imuniteta posredovanog stanicama, te komunikacija između urođenog i stečenog imunološkog sustava. Ustanovljen veći unos omega-3 masnih kiselina, vitamina A, C i E, kao i cinka u odnosu na preporučene vrijednosti u ispitanika može se smatrati povoljnim zaštitnim učinkom njihove prehrane na imunološki sustav, te zaštitu od kardiometaboličkih komplikacija. No, njihov nedovoljan unos zaštitnog vitamina D i selena u odnosu na preporučene vrijednosti značajno može umanjiti funkciju, odnosno odgovor imunološkog sustava.

Karotenoidi, poli-fenolni spojevi, antocijanidi, flavonoidi koji se nalaze u voću, povrću, integralnim žitaricama, ekstra djevičanskom maslinovom ulju, začinima, začinskom bilju i čajevima imaju snažna antioksidativna svojstva i protu-upalne učinke, zaštitni kardiometabolički i protu-tumorski učinak. Unos poli-fenolnih spojeva u ispitanika nije bio u onim količinama za koje se pokazalo da imaju klinički značajan učinak na smanjenje upalnih bolesti. Njihov unos u odgovarajućim količinama moguće je ostvariti povećanjem konzumiranja što raznovrsnijih namirnica biljne hrane koje ispitanici, iako imaju u odgovarajućoj količini, njihovu polovicu ipak čini konzumacija krumpira.

Temeljem dobivenih rezultata utvrđivanja socio-demografskih karakteristika, načina života i procjene kvalitete prehrane mještana u blizini ŽCGO Kaštijun može se zaključiti da su ispitanici u umjerenom riziku za razvoj kroničnih nezaraznih bolesti povezanih sa prekomjernom tjelesnom masom i pretilosti uslijed značajnog broja ispitanika sa prekomjernom tjelesnom masom i pretilosti. Ispitanici imaju prekomjerni unos ukupnih masti, osobito zasićenih i trans-masnih kiselina i kolesterola, te natrija, kao i nedovoljan unos vitamina D, selena i fenolnih spojeva. Sve to može predstavljati potencijalni rizični čimbenik

---

za razvoj kroničnih nezaraznih bolesti, smanjujući im zaštitni imunološki odgovor tijela i potencijalno djelujući pro-upalno, odnosno povećavajući rizik za razvoj bolesti vezanih uz upalu, poput srčano-žilnih bolesti. Suprotno, dvije trećine ispitanika imalo je umjerenu do karakterističnu pripadnost mediteranskoj prehrani, čime bi mogli ostvariti zaštitni učinak prehrane. Potrebno je što više promovirati mediteranski način prehrane što se smatra nasljeđem primorskih krajeva Republike Hrvatske kao i bavljenje tjelesnom aktivnosti kao javno-zdravstvene mjere zdravog načina života.

Ispitanici procjenjuju svoje zdravlje vrlo dobrim, podjednako zdravlju svojih vršnjaka, te podjednako u odnosu na prošlu godinu, a njihovo zdravlje u manjoj mjeri utječe odnosno ne ometa ih u njihovim uobičajenim društvenim aktivnostima. Također smatraju da je netočno da se razbole lakše nego drugi ljudi odnosno da će im se zdravlje pogoršati. Misle da su zdravi kao bilo koji poznanik i da im je zdravlje odlično. Percepcija trenutnog zdravlja kod ispitanika je prosječno vrlo dobra.

Kvalitetu života ispitanici procjenjuju prilično dobrom, u znatnoj mjeri uživaju u životu, osjećaju se fizički sigurnima, ali umjerenim procjenjuju stanje okoliša. Navode da u znatnoj mjeri imaju energije za život, zadovoljni su sobom, odnosima s bliskim osobama, stambenim prostorom i spavanjem, ali umjerenim procjenjuju svoje prilike za rekreaciju. Uz ranije opisan tip prehrane i nedovoljnu tjelesnu aktivnost, nedovoljne prilike za rekreaciju također doprinose budućem razvoju kroničnih nezaraznih bolesti kod ispitanika.

Ispitanici smatraju da su za kvalitetan život u najvećoj mjeri važne izvrsna kvaliteta vode za piće, veoma čist svjež zrak, čist i dobro održavan okoliš, čisto more, niska razina buke te dostupni prostori za rekreaciju u prirodi. Rijetke gužve u prometu, slab lokalni promet i mogućnost sudjelovanja u zajednici prepoznaju kao one koji su znatnoj mjeri važne za kvalitetu života. Ispitanici su iskazali visoku svijest o važnosti zdravog okoliša na kvalitetu života. Zdrav okoliš je jedna od glavnih odrednica zdravlja, zdravlja kao stanja potpunog fizičkog, psihičkog i socijalnog blagostanja, a ne samo odsustvo bolesti ili nepokretnosti (definicija Svjetske zdravstvene organizacije). Fizički okoliš (zrak, voda uvjeti stanovanja, uvjeti rada, buka, miris, vizualni okoliš, javna sigurnost, dostupnost trgovina, javni prijevoz i promet, korištenje prostora, odlaganje otpada, energija i druga lokalna pitanja u vezi okoliša),

---

uz biološke čimbenike, osobne i obiteljske prilike, stil života, socijalnu okolinu, javne usluge i javne politike ima ključni utjecaj na zdravlje i razlike u zdravlju.

Kada opisuju mjesto na kojem sada žive, ispitanici smatraju da u znatnoj mjeri imaju dostupne prostore za rekreaciju u prirodi, čisto more i nisku razinu buke. Međutim, lošije su (ocjenom umjereno) procijenili mjesto u kojem žive kroz sve ostale tvrdnje o vodi za piće, prometu, okolišu, sudjelovanju u zajednici te zraku, kojem su dali najlošiju ocjenu.

Ispitanici navode da sanacija starog odlagališta otpada Kaštijun kao i početak rada novog ŽCGO u znatnoj mjeri utječu na njihovu kvalitetu života. Također smatraju da na njihovu kvalitetu života sanacija starog odlagališta otpada Kaštijun utječe prilično negativno, baš kao i početak rada novog ŽCGO. Ispitanici percipiraju da bi, prilikom prodaje svoje nekretnine u blizini Kaštijuna, postigli lošiju cijenu u odnosu na sličnu nekretninu u njihovom gradu/općini, većina smatra da bi ta cijena bila i znatno lošija.

Sve navedeno ukazuje na trenutnu zabrinutost ispitanika o mogućem negativnom utjecaju starog i novog Kaštijuna na kvalitetu njihovog života.

Ispitanici smatraju da se u Istarskoj županiji stvara previše otpada, djelomično se slažu da se u njihovom kućanstvu stvara previše otpada te se u potpunosti slažu da poduzimaju aktivnosti za smanjenje količine otpada koje stvaraju u kućanstvu. Od aktivnosti koje poduzimaju kako bi smanjili količinu otpada, najčešće izbjegavaju stvaranje otpada time što kupuju točno onoliko koliko im treba, piju vodu iz slavine čime smanjuju otpadnu ambalažu, provode kompostiranje u svom domu, dok nešto manje ispitanika popravljaju aparate prije kupnje novog te donira ili prodaje stvari koje se još mogu iskoristiti.

Većina ispitanika navodi da odvajaju staklo i papir/karton, plastične boce i druge plastične materijale, limenke, zeleni otpad iz vrta/dvorišta, opasni otpad iz domaćinstva i kuhinjski otpad, električni i elektronski otpad. U prosjeku bacaju do 5 % kupljene hrane. Navedeno ukazuje na pozitivne navike u aktivnostima za smanjenje otpada, a posebno na odvajanje onih vrsta otpada čije je prikupljanje organizirano u zajednici na kućnom pragu.

## 4. ZAKLJUČAK PROGRAMA PRAĆENJA

ŽCGO Kaštijun započeo je sa radom 2. srpnja 2018. godine, nakon zatvaranja odlagališta za neopasni otpad Kaštijun. Cilj sanacije odlagališta Kaštijun je dovesti odlagalište otpada u stanje prihvatljivo za okoliš, dok se izgradnjom ŽCGO Kaštijun želio uspostaviti integralni sustav gospodarenja otpadom na području Istarske županije, koji bi služio organiziranom, gospodarski usmjerenom i cjelovitom načinu gospodarenja otpadom.

Radi neposredne blizine ŽCGO Kaštijun okolnim naseljima pristupilo se provođenju ovog programa praćenja u svrhu istrage utjecaja Županijskog centra za gospodarenjem otpadom i odlagališta neopasnog otpada Kaštijun na zdravlje mještana.

Praćenje ekoloških čimbenika:

Praćenje stanja podzemnih voda od 2018. do 2021. godine provodilo se na zahtjev ŽCGO Kaštijun, prema parametrima mjerenja emisija u vodu Rješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Stanje podzemnih voda analiziralo se putem tri piezometra smještenih na lokaciji ŽCGO Kaštijun. Vrednovanje rezultata za potrebe ovog programa praćenje provodilo se prema graničnim 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. i 2021. godini.

Praćenje stanja otpadnih voda odvijalo se putem uzoraka otpadne vode iz spremnika permeata reverzne osmoze prema fizikalno-kemijskim ispitivanjima otpadne vode na pokazatelje navedene u okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine. Prekoračenja su zabilježena isključivo kod parametra nitrata i to u prosincu 2018. godine, ožujku i listopadu 2019. godine, te listopadu i prosincu 2020. godine. Prekoračene granice nitrata u analiziranim trenutnim uzorcima obrađene otpadne vode ne predstavljaju ekološku i zdravstvenu prijetnju, jer se voda ponovno koristi u zatvorenom sustavu ŽCGO Kaštijun.



Kroz praćenje kvalitete tla provedene su analize ukupnog sadržaja metala i sadržaja organskih spojeva u uzorcima iz okoline ŽCGO Kaštijun. U četiri 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 postojećih organskih onečišćujućih tvari definiran je MDK prema Pravilniku o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja (NN 71/2019) i dobivene koncentracije su ispod propisanih vrijednosti MDK za tla čija je pH vrijednost viša od 6.

Praćenje kvalitete zraka provodi se u skladu sa Zakonom o zaštiti zraka (NN 127/19) i Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20), sukladno sa programom mjerenja pokazatelja onečišćenja zraka iz Riješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine na mjernoj postaji AMP Kaštijun od strane ovlaštenog laboratorija Ekonerg. Na praćenom području ŽCGO Kaštijuna 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).

Temeljem rezultata mjerenja koncentracije  $\text{PM}_{10}$  frakcije lebdećih čestica i sadržaja metala olova, kadmija, arsena i nikla u njima na lokaciji ŽCGO Kaštijun kroz 4 turnusa ispitivanja, tijekom 2021. 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  $\text{PM}_{10}$  frakciju lebdećih čestica i metala u njima. 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 2021. godini na pozicijama u naseljima Vintijan, Vinkuran, Pješćana uvala, Valbonaša, Banjole, Premantura, Pomer, Medulin, Šikići, Valdebek od ukupno 1764 mjerenja u 99,54% slučajeva nije zabilježena pojavnost neugodnih mirisa, dok je u 0,23% slučajeva zabilježen izuzetno slab miris, te u 0,23% slučajeva slab miris. Tijekom mjerenja zabilježeni su neugodni mirisi u naseljima Vinkuran, Valbonaša, Banjole, koji su bili kiselo-slatkog mirisa, te su se pojavljivali i u području ŽCGO Kaštijun. Utjecaj

vjetra iz smjera sjever, sjeveroistok, istok (0° - 90°) povezan je sa pojavnošću neugodnih mirisa u naseljima Vinkuran (Debeli vrv i Cota) i Valbonaša. Radovima na sustavu za otplinjavanje od 7. lipnja 2021. do 16. srpnja 2021. 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 pojava i intenzitet mirisa se smanjio, što je potvrđeno i mjerenjima. U tom razdoblju zabilježeni su jak i iznimno jak miris na pozicijama ŽCGO Kaštijuna, međutim pojava neugodnih mirisa na drugim pozicijama u naseljima nije bila 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 42%. Prema cjelogodišnjem praćenju i dobivenim rezultatima pojava neugodnih mirisa narušilo je kvalitetu života u naseljima.

Biološki monitoring:

Rezultati istraživanja izloženosti ispitanika iz okolice ŽCGO Kaštijun hlapljivim aromatskih ugljikovodicima (BTEX: benzen, toluen, etilbenzen i izomeri ksilena) pokazali su da su izmjerene vrijednosti BTEX-a u urinu izuzetno niske, na primjeru posebno toksičnog benzena i ne mjerljive. Ne postoji statistički značajna razlika u odnosu na kontrolnu grupu osim na primjeru o-ksilena, ali samo jedna jedina povišena frakcija aromatskog ugljikovodika ne može se povezati s utjecajem ŽCGO Kaštijun. Dobivene niže koncentracije s-benzilmerkapturane kiseline i s-fenilmerkapturane kiseline (razgradnih produkata benzena) u urinu ispitanika sa područja utjecaja ŽCGO Kaštijun u odnosu na kontrolno područje ukazuju i potvrđuju mjerenja benzena u urinu ispitanika.

Što se tiče bioloških indikatora povećanog rizika izloženosti toksičnim utjecajima iz okoliša, izmjerene su veće koncentracije (izražaj) enzima Matriks metaloproteinaze-9 i Matriks metaloproteinaze-2, Tkivnih inhibitora matriks metaloproteinaza TIMP-1 i TIMP-2 u urinu između ispitanika s područja utjecaja ŽCGO Kaštijun u odnosu na kontrolnu skupinu ispitanika i utvrđena je statistička razlika. Ovdje se ne može govoriti o utjecaju ŽCGO Kaštijun na zabilježene parametre, jer su visoko specifični mjereni pokazatelji koncentracija BTEX-a u urinu u izloženoj grupi izuzetno niski, gotovo nemjerljivi.

---

Statističkom obradom rezultata kod ispitanika s područja utjecaja Kaštijuna zamijećen je snažniji urođeni imunološki odgovor, jer se postotak NKT i T regulacijskih stanica statistički značajno razlikuje u odnosu na uzorke iz kontrolne grupe. Stanice urođene imunosti imaju ulogu prve barijere protiv štetnih, patogenih tvari, ali mogu predstavljati i prvu liniju prilagodbe te na taj način braniti i čuvati organizam.

Provedene ankete su pokazale da dvije petine ispitanika ima prekomjernu tjelesnu masu i pretilost. Prosječna prehrana ispitanika, mještana u blizini ŽCGO Kaštijun, imala je pro-upalni potencijal, prvenstveno zbog većih ukupnih masti, zasićenih masnih kiselina, trans-masnih kiselina, kolesterola i natrija. Posljedica je to konzumiranja više količine mesa i mesnih proizvoda i jaja od preporučenih dnevnih i tjednih količina. Ispitanici su unosili više količine omega-6 masnih kiselina u odnosu na preporučene vrijednosti te više u odnosu na količine omega-3 masne kiseline čime se je dodatno pojačao pro-upalni potencijal prehrane. Pro-upalna prehrana može aktivirati urođeni imunološki odgovor. Utvrđena činjenica da tek petina ispitanika ima prehranu sa karakteristikama mediteranske prehrane predstavlja slab zaštitni učinak njihove prehrane, jer se tradicionalna mediteranska prehrana povezuje s manjim rizikom od srčano-žilnih bolesti, metaboličkih komplikacija i manjim rizikom obolijevanja od nekih oblika raka.

Temeljem dobivenih rezultata utvrđivanja socio-demografskih karakteristika, načina života te procjene kvalitete prehrane mještana u blizini ŽCGO Kaštijun može se zaključiti da su ispitanici u umjerenom riziku za razvoj kroničnih nezaraznih bolesti povezanih sa prekomjernom tjelesnom masom i pretilosti. Dvije trećine ispitanika imalo je umjereno do karakterističnu pripadnost mediteranskoj prehrani čime bi mogli ostvariti zaštitni učinak prehrane.

Ispitanici procjenjuju svoje zdravlje vrlo dobrim, podjednako zdravlju svojih vršnjaka, te podjednako u odnosu na prošlu godinu, a njihovo zdravlje u manjoj mjeri utječe odnosno ne ometa ih u njihovim uobičajenim društvenim aktivnostima. Također smatraju da je netočno da se razbole lakše nego drugi ljudi odnosno da će im se zdravlje pogoršati. Misle da su zdravi kao bilo koji poznanik i da im je zdravlje odlično. Percepcija trenutnog zdravlja kod ispitanika je prosječno vrlo dobra.

Kvalitetu života ispitanici procjenjuju prilično dobrom, u znatnoj mjeri uživaju u životu, osjećaju se fizički sigurnima, ali umjerenim procjenjuju stanje okoliša. Navode da u znatnoj mjeri imaju energije za život, zadovoljni su sobom, odnosima s bliskim osobama, stambenim prostorom i spavanjem, ali umjerenim procjenjuju svoje prilike za rekreaciju. Uz ranije opisan tip prehrane i nedovoljnu tjelesnu aktivnost, nedovoljne prilike za rekreaciju također doprinose budućem razvoju kroničnih nezaraznih bolesti kod ispitanika.

Ispitanici smatraju da su za kvalitetan život u najvećoj mjeri važne izvrsna kvaliteta vode za piće, veoma čist svjež zrak, čist i dobro održavan okoliš, čisto more, niska razina buke te dostupni prostori za rekreaciju u prirodi. Rijetke gužve u prometu, slab lokalni promet i mogućnost sudjelovanja u zajednici prepoznaju kao one koji su znatnoj mjeri važne za kvalitetu života. Ispitanici su iskazali visoku svijest o važnosti zdravog okoliša na kvalitetu života. Zdrav okoliš ima ključni utjecaj na zdravlje i razlike u zdravlju.

Kada opisuju mjesto na kojem sada žive, ispitanici smatraju da u znatnoj mjeri imaju dostupne prostore za rekreaciju u prirodi, čisto more i nisku razinu buke. Međutim, lošije su (ocjenom umjereno) procijenili mjesto u kojem žive kroz sve ostale tvrdnje o vodi za piće, prometu, okolišu, sudjelovanju u zajednici te zraku, kojem su dali najlošiju ocjenu.

Ispitanici navode da sanacija starog odlagališta otpada Kaštijun kao i početak rada novog ŽCGO u znatnoj mjeri utječu na njihovu kvalitetu života. Također smatraju da na njihovu kvalitetu života sanacija starog odlagališta otpada Kaštijun utječe prilično negativno, baš kao i početak rada novog ŽCGO. Ispitanici percipiraju da bi, prilikom prodaje svoje nekretnine u blizini Kaštijuna, postigli lošiju cijenu u odnosu na sličnu nekretninu u njihovom gradu/općini, većina smatra da bi ta cijena bila i znatno lošija.

Sve navedeno ukazuje na trenutnu zabrinutost ispitanika o mogućem negativnom utjecaju starog i novog Kaštijuna na kvalitetu njihovog života.

Ispitanici smatraju da se u Istarskoj županiji stvara previše otpada, djelomično se slažu da se u njihovom kućanstvu stvara previše otpada te se u potpunosti slažu da poduzimaju aktivnosti za smanjenje količine otpada koje stvaraju u kućanstvu. Od aktivnosti koje poduzimaju kako bi smanjili količinu otpada, najčešće izbjegavaju stvaranje otpada time što kupuju točno

onoliko koliko im treba, piju vodu iz slavine čime smanjuju otpadnu ambalažu, provode kompostiranje u svom domu, dok nešto manje ispitanika popravlja aparate prije kupnje novog te donira ili prodaje stvari koje se još mogu iskoristiti.

Većina ispitanika navodi da odvajaju staklo i papir/karton, plastične boce i druge plastične materijale, limenke, zeleni otpad iz vrta/dvorišta, opasni otpad iz domaćinstva i kuhinjski otpad, električni i elektronski otpad. U prosjeku bacaju do 5 % kupljene hrane. Navedeno ukazuje na pozitivne navike u aktivnostima za smanjenje otpada, a posebno na odvajanju onih vrsta otpada čije je prikupljanje organizirano u zajednici na kućnom pragu.

Završna riječ:

Praćenjem ekoloških i humanih bioloških pokazatelja nije nađena direktna poveznica između okolišnih čimbenika i zdravlja ispitanika s područja ŽCGO Kaštijun. Obrambeni mehanizmi organizma neprestano su izloženi različitim čimbenicima iz okoline, te ukoliko su oni dodatno oslabljeni neadekvatnim načinom života (nepravilna prehrana, nedovoljna tjelesna aktivnost, debljina i sl.), podliježu razvoju kroničnih nezaznih bolesti. Prema cjelogodišnjem praćenju i dobivenim rezultatima pojavnost neugodnih mirisa narušila je kvalitetu života u naseljima. Anketiranje je pokazalo trenutnu zabrinutost ispitanika o stanju okoliša u kojem žive i mogućem negativnom utjecaju Kaštijuna na kvalitetu njihovog života. Razvijanje svijesti o proizvodnji što manje količine otpada, pravilnom recikliranju i naposljetku gospodarenju u svrhu očuvanja okoliša i zdravlja ljudi, trebao bi postati kolektivni cilj.

Program praćenja utjecaja na zdravlje mještana u blizini zone gospodarenja otpadom Kaštijun nastavlja se i u 2022. godini, a planirano je praćenje ekoloških pokazatelja: vode, tla, zraka i mirisa. Nastavkom Programa na području djelovanja ŽCGO Kaštijun osigurava se kontinuitet u praćenju mogućih zdravstvenih rizika i narušavanja kvalitete života.