

JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

**LETNA OCENA CELOTNE OBREMNITVE ZUNANJEGA ZRAKA  
NA OBMOČJU VREDNOTENJA ENOTE TE-TOL IN ENOTE TOŠ,  
LETO 2022**

Oznaka dokumenta: 222228-IMI-14-1

Ljubljana, marec 2023



JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

**LETNA OCENA CELOTNE OBREMNITVE ZUNANJEGA ZRAKA  
NA OBMOČJU VREDNOTENJA ENOTE TE-TOL IN ENOTE TOŠ,  
LETO 2022**

Oznaka dokumenta: 222228-IMI-14-1

Ljubljana, marec 2023

Direktor:

dr. Boris ŽITNIK, univ. dipl. inž. el.



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR  
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo  
Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

**T** +386 1 474 3601 **I E** info@eimv.si

**W** www.eimv.si

Oddelek za okolje

© Elektroinštitut Milan Vidmar, 2023

*Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira. Vsebina predstavlja informacije, ki se jih brez odobritve izvajalca ne sme uporabljati za nobene druge namene, razen za upravne postopke po Zakonu o varstvu okolja, Zakonu o ohranjanju narave, Zakonu o prostorskem načrtovanju oziroma Zakonu o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor.*

Naročnik: JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.  
Verovškova ulica 62, 1000 LJUBLJANA

Projekt: Izvajanje obratovalnega monitoringa emisij snovi v zrak in kakovosti zunanjega zraka

Naročilo: Pogodba: JPE-VOD-OK-81/22

Odgovorna oseba: Irena DEBELJAK, univ. dipl. inž. kem. tehn.

Izvajalec: ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR  
Oddelek za okolje  
Hajdrihova 2, 1000 LJUBLJANA

Delovni nalog: 222228

Projekt: 222228 – IMI: Obratovalni monitoring kakovosti zunanjega zraka

Vodje projekta: mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.  
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.

Aktivnost: 222228-IMI-14

Naloga: 222228-IMI-14-1

Naslov: Letna ocena celotne obremenitve zunanjega zraka na območju vrednotenja TE-TOL in enote TOŠ, leto 2022

Oznaka dokumenta: 222228-IMI-14-1

Datum izdelave: marec 2023

Število izvodov: 1 x tiskana verzija, 1 x arhiv izdelovalca, elektronska verzija (<https://www.gtd-eimv.si/>)

Avtorji: Kris ALATIČ, dipl. inž. meh.  
Branka HOFER, gim. mat.  
Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.  
Erik MARČENKO, dipl. inž. str.  
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.  
Marko PATERNOSTER, inž. el. energ.  
Tomaž ZAKŠEK, dipl. inž. kem. teh.  
mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.

Vodja oddelka:

mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.

Poročilo je bilo ustvarjeno z:

- Microsoft Office Word 2016, Microsoft Corporation,
- Microsoft Office Excel 2016, Microsoft Corporation,
- Okoljski informacijski sistem, OOK Reporter, verzija: v3.0 b20220218, Elektroinštitut Milan Vidmar.

## POVZETEK

Onesnaženost zraka ima lahko pomembne vplive na zdravje ljudi. Povišane ravni PM delcev in ostalih onesnaževalcev, kot so žveplov dioksid ali dušikovi oksidi, se v splošnem pojavljajo predvsem pozimi, ko se prometu, ki je pomemben vir onesnaženosti zraka, priključijo še dodatni viri onesnaženosti – mala kurišča in neugodni klimatski pogoji.

V poročilu so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanega zraka Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o.. Meritve se nanašajo na leto 2022. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanega zraka, ki jih pod nadzorom EIMV izvaja Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o. na lokaciji Zadobrova ter informativne meritve, ki jih zagotavlja Ministrstvo za okolje in prostor na lokaciji Bežigrad.

V merjenem obdobju se rezultati meritev  $SO_2$ ,  $NO_2/NO_x$ ,  $O_3$  in  $PM_{10}$  na lokaciji obravnavajo kot uradni rezultati meritev, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

Opozorilna vrednost in alarmna vrednost v merjenem obdobju za  $O_3$  nista bili preseženi. Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi za  $O_3$  je bila v merjenem obdobju presežena 14-krat.

Dnevna mejna vrednost  $PM_{10}$  je bila v merjenem obdobju presežena 1-krat (mesec januar 2023).





## KAZALO VSEBINE

<b>1.</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>9</b>
<b>2.</b>	<b>KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA .....</b>	<b>11</b>
2.1	OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA .....	12
2.2	ZAKONODAJA .....	13
2.3	PODATKI O MERILNIH MESTIH V MESTNI OBČINI LJUBLJANA .....	15
2.3.1.	Meteorologija.....	18
2.4	NADZOR SKLADNOSTI MERITEV .....	19
<b>3.</b>	<b>REZULTATI MERITEV - ZADOBROVA .....</b>	<b>21</b>
3.1	MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA .....	21
3.1.1.	Pregled koncentracij v zraku: SO <sub>2</sub> - Zadobrova .....	23
3.1.2.	Pregled koncentracij v zraku: NO <sub>2</sub> - Zadobrova .....	25
3.1.3.	Pregled koncentracij v zraku: NO <sub>x</sub> - Zadobrova .....	27
3.1.4.	Pregled koncentracij v zraku: O <sub>3</sub> - Zadobrova .....	29
3.1.5.	Pregled koncentracij v zraku: PM <sub>10</sub> - Zadobrova .....	31
3.2	METEOROLOŠKE MERITVE .....	33
3.2.1.	Pregled temperature in relativne vlage v zraku - Zadobrova.....	33
3.2.2.	Pregled hitrosti in smeri vetra - Zadobrova .....	35
<b>4.</b>	<b>INFORMATIVNI REZULTATI MERITEV ARSO - BEŽIGRAD .....</b>	<b>37</b>
4.1	MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA .....	37
4.1.1.	Pregled koncentracij v zraku: NO <sub>2</sub> – ARSO, Ljubljana – Bežigrad.....	37
4.1.2.	Pregled koncentracij v zraku: NO <sub>x</sub> – ARSO, Ljubljana – Bežigrad.....	39
4.1.3.	Pregled koncentracij v zraku: O <sub>3</sub> – ARSO, Ljubljana – Bežigrad .....	41
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>43</b>



## 1. UVOD

Doseganje ustrezne kakovosti zunanjega zraka pomembno vpliva na kvaliteto našega življenja. Onesnaženost zunanjega zraka se definira kot obstoj onesnažil v ozračju v količinah, ki negativno vplivajo na zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in podnebje (EEA, 2023). Poročilo je namenjen prikazu spremljanja in analize rezultatov merilnega sistema Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o. na merilnem mestu, ki je locirano v Zadobrovi ter spremljanju kakovosti zunanjega zraka v letu 2022 v mestni občini Ljubljana.

Poročilo obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnikih kakovosti zraka, merjenih onesnažil, zakonodaji, merilnem mestu in nadzoru skladnosti, ki se izvaja;
- zapise o opažanju, izvedenih servisnih in vzdrževalnih delih ter drugih posegih na merilni opremi ter o testiranjih merilnikov;
- rezultate meritev kakovosti zraka;
- komentar in povzetek rezultatov meritev kakovosti zraka;

V letu 2022 je bilo na merilnem mestu Javnega podjetja Energetike Ljubljane (Zadobrova) izmerjenih 99 % meritev  $SO_2$ , 92 % meritev  $NO_2$  in  $NO_x$ , 97 % meritev  $O_3$  in 98 % meritev  $PM_{10}$ . Vsi rezultati na lokaciji se obravnavajo kot uradni rezultati meritev, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90%.

Opozorilna vrednost in alarmna vrednost v merjenem obdobju za  $O_3$  nista bili preseženi. Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi za  $O_3$  je bila v merjenem obdobju presežena 14-krat.

Dnevna mejna vrednost  $PM_{10}$  je bila v merjenem obdobju presežena 1-krat (mesec januar 2023).

Trenutne vrednosti koncentracij  $SO_2$ ,  $NO_2/NO_x$ ,  $O_3$ ,  $PM_{10}$  in meteoroloških parametrov v zunanjem zraku so dostopne na spletni strani [www.okolje.info](http://www.okolje.info), TE-TOL  
[[http://www.okolje.info/?link=dbViewTetoIValue&option=com\\_content&Itemid=179](http://www.okolje.info/?link=dbViewTetoIValue&option=com_content&Itemid=179)].



## 2. KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA

Emisije so lahko primarnega izvora in so emitirane v atmosfero direktno iz vira, lahko pa se pod določenimi pogoji tvorijo v ozračju, torej so sekundarnega izvora. Učinkovita ukrepanja na področju zmanjšanja vpliva onesnaženja zahtevajo dobro razumevanje virov emisij, njihov transport in obnašanje v atmosferi ter njihov vpliv na ljudi, ekosistem, podnebje ter posledično na družbo in gospodarstvo.

Nadzor nad izpusti onesnaževal se lahko doseže z učinkovito zakonodajo, ki omogoča sodelovanje in ukrepanje na globalni, nacionalni in lokalni ravni ter vključuje vse deležnike tudi gospodarstvo in ozaveščanje javnosti.

S sprejetjem **Zakona o varstvu okolja** (Uradni list RS, št. 44/22) je bil vzpostavljen pravni red za spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti. Med cilji tega zakona sta tudi preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja in ohranjanje ter izboljševanje kakovosti okolja.

Na kakovost zraka poleg virov emisij v okolju vplivajo tudi dejavniki, kot so klimatske značilnosti prostora ter meteorološki pojavi, reliefna razgibanost površja in fizikalno-kemijski procesi v ozračju. Variacija vseh teh elementov je predstavljena na spodnji sliki (Slika 1). Lokalna meteorologija in reliefna razgibanost površja sta tesno povezani s koncentracijo emisij v zunanjem zraku, zato je za celovit vpogled na stanje kakovosti zunanjega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov, kot so vertikalni profil vetra, smer in hitrost vetra, temperatura, gibanje zračnih mas, padavine, sončno sevanje, količino padavin in vlažnost ter upoštevanje reliefne razgibanosti površja. Lokalna meteorologija je odvisna tudi od reliefne raznolikosti v okolju, saj le-ta vpliva predvsem na gibanje zračnih mas. V primeru ugodnih meteoroloških razmer lahko emisije potujejo na dolge razdalje in tako vplivajo na večje območje.



Slika 1: Elementi, ki vplivajo na kakovost zunanjega zraka v urbanem okolju.

## 2.1 OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA

Kratkotrajna in dolgotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam onesnaževal ima velik vpliv na obolevnost prebivalstva zaradi bolezni dihal in posledično tudi kardiovaskularnih obolenj. Poleg tega pa ima velik vpliv na ekonomski vidik saj zmanjšuje življenjsko dobo prebivalstva, povečuje stroške zdravljenja in zmanjšuje produktivnost v gospodarstvu zaradi izostanka delavcev. Onesnaževala, ki imajo največji vpliv na zdravje ljudi so SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> in O<sub>3</sub>. Pred izpostavljenostjo visokim koncentracijam onesnažil je potrebno še posebno zaščititi otroke, starejše, nosečnice, ljudi, ki se veliko zadržujejo zunaj ter bolnike dihal in srčnih bolezni. Onesnaženje pa ima negativni vpliv tudi na biodiverzitetu, torej na vegetacijo in ekosistem v okolju, kar vodi v različne pomembne okoljske vplive ter na kvaliteto vode, tal in na ekosistemske storitve. Zaradi tega moramo biti pozorni na naslednja onesnaževala: SO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub> in NO<sub>x</sub>. Spodnja tabela prikazuje posamezna onesnaževala, ki so obravnavana v tem poročilu in njihov izvor ter vpliv na zdravje ljudi in biodiverzitetu.

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku.

ONESNAŽEVALO IN VIRI	VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO
<p><b>Žveplov dioksid (SO<sub>2</sub>)</b> je pri sobni temperaturi plin, brez barve, ki se dobro raztaplja v vodi. Poglavitni izvor žveplovega dioksida sta izgorevanje goriv (nafte in premoga) in drugi industrijski procesi (predelava rud). Uporablja se za beljenje, dezinfekcijo in kot konzervans v hrani.</p>	<p>Kratkoročno izpostavljanje žveplovem dioksidu povzroči težave astmatikom in občutljivim ljudem predvsem v bližini industrije, ki je brez ustreznega čiščenja. Otroci v krajih z onesnaženim zrakom pogosteje zbolevajo za kašljem, bronhitisom in infekcijami globlje v dihalih, kot otroci ki žive v manj onesnaženih krajih.</p>
<p><b>Dušikovi oksidi (NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>)</b> Dušikov dioksid je plin, rdečkastorjave barve, z značilnim jedkim vonjem. je derivat benzena. Najbolj izstopajoči viri so motorji z notranjim zgorevanjem, termoelektrarne in v manjši meri tovarne celuloze. Precejšnji onesnaževalci so tudi grelniki vode in peči na gospodinjski plin (propan/butan). Nastaja tudi med jedrskimi eksplozijami v zraku.</p>	<p>Pri višjih koncentracijah dušikovega dioksida, ki je najstrupenejši dušikov oksid, so na udaru predvsem kronični bronhitiki in astmatiki. V ranljivih skupinah pride pri vdihovanju dušikovega dioksida do pojave kašlja, bronhitisa, oslabilve imunskega sistema (večja verjetnost okužb), povečanja alergijskih reakcij ter do večje stopnje obolevnosti. Astmatiki lahko z okvaro pljuč reagirajo že po kratkotrajni izpostavljenosti.</p>
<p><b>Delci PM<sub>10</sub></b> PM<sub>10</sub> so grobi delci z aerodinamičnim premerom med 2,5 μm in 10 μm. Sestavljeni so iz različnih organskih in anorganskih snovi, pretežno pa iz žvepla, nitrata, amonijaka, črnega ogljika, mineralov in vode. Lahko so primarnega ali sekundarnega izvora (tvorijo se pri kemijski reakciji drugih škodljivih snovi v zraku, kot SO<sub>2</sub> ali NO<sub>2</sub>). Glavni vir je izgorevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci.</p>	<p>PM<sub>10</sub> delci prizadenejo največ ljudi v primerjavi z drugimi onesnaževali. Zaradi njihove majhnosti lahko penetrirajo globoko v pljuča. Povečujejo umrljivost in obolevnost za boleznimi dihal in kardiovaskularnih bolezni.</p>
<p><b>Ozon (O<sub>3</sub>)</b> Ozon (O<sub>3</sub>) je visoko reaktiven plin, ki ga sestavljajo trije atomi kisika.</p>	<p>Lahko je »koristen« ali »škodljiv«, odvisno od višine nahajanja v ozračju. S terminom »koristen ozon« označujemo stratosferski ozon, ki je posledica naravnega procesa tvorbe ozona. V stratosferi je ozonska plast, ki se razširja do višine okoli 50 kilometrov, največ ozona pa je na višinah med 18 in 25 kilometrov. Stratosferski ozon predstavlja naravni ščit pred nevarnim sončnim ultravijoličnim sevanjem.</p> <p>S terminom »škodljivi ozon« označujemo prizemni (troposferski) ozon. Antropogeni viri, kot so izpuhi motornih vozil, industrijske emisije, hlapci goriv in topil, predstavljajo glavne vire dušikovih oksidov (NO<sub>x</sub>) in hlapnih organskih spojin (VOC), ki so predhodniki ozona (O<sub>3</sub>).</p>

## 2.2 ZAKONODAJA

Ocenjevanje kakovosti zraka je treba izvajati kljub dobremu nadzoru vnosa snovi v zrak pri viru. Če je bilo včasih ocenjevanje kakovosti zraka osredotočeno predvsem na področje ob velikih onesnaževalcih zraka, se danes pojavlja potreba po nadzoru tudi na drugih področjih. Obstaja namreč vrsta nenadziranih manjših izpustov snovi v zrak, kot so avtomobilski izpuhi, manjša kurišča, kurjenje na prostem ter tudi manjše industrijske naprave, ki so nadzirane zgolj občasno ali trajno in lahko v kombinaciji z neugodnimi meteorološkimi razmerami negativno vplivajo na kakovost zraka.

Monitoring kakovosti zunanega zraka pomeni spremljanje in nadzorovanje stanja onesnaženosti zraka s sistematičnimi meritvami ali drugimi metodami in z njimi povezanimi postopki. Način spremljanja in nadzorovanja je predpisan v podzakonskih aktih – uredbah in pravilniku: **Uredbi o kakovosti zunanega zraka** (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22) in **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22). Ti predpisi so bili sprejeti na podlagi **Zakona o varstvu okolja** (Uradni list RS, št. 44/22), ki sta v skladu z **Direktivo 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanega zraka in čistejšem zraku za Evropo**. V letu 2007 je bila sprejeta tudi **Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja** (Uradni list RS, št. 31/07, 70/08, 61/09, 50/13, 44/22 – ZVO-2 in 48/22), ki povzročiteljem obremenitve zunanega zraka med drugim predpisuje zahteve v zvezi z ocenjevanjem kakovosti zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanega zraka.

V skladu z **Zakonom o varstvu okolja** in **Uredbo o kakovosti zunanega zraka** so določeni naslednji normativi za vrednotenje kakovosti zraka spodnjih plasti atmosfere, ki so tudi v skladu s priporočili Svetovne zdravstvene organizacije (SZO) – **World Health Organization (WHO)**.

Predpisane mejne vrednosti za **posamezne snovi v zraku** so:

Tabela 2: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za žveplov dioksid (SO<sub>2</sub>) in smernice WHO.

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	Alarmna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	WHO (µg/m <sup>3</sup> )
1 ura	Zdravje	350 (ne sme biti presežena več kot 24-krat v koledarskem letu)	-	
3-urni interval	Zdravje	-	500	
1 dan	Zdravje	125 (ne sme biti presežena več kot 3-krat v koledarskem letu)	-	20
Čas merjenja		Kritična vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	Sprejemljivo preseganje (µg/m <sup>3</sup> )	
zimski čas od 1. oktobra do 31. marca	Vegetacija	20	-	
koledarsko leto	Vegetacija	20	-	

Tabela 3: Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična za dušikove okside (NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>) in smernice WHO.

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	Alarmna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	WHO (µg/m <sup>3</sup> )
1 ura	Zdravje	200 (velja za NO <sub>2</sub> ) (ne sme biti presežena več kot 18-krat v koledarskem letu)	-	200
3-urni interval	Zdravje	-	400 (velja za NO <sub>2</sub> )	
koledarsko leto	Zdravje	40 (velja za NO <sub>2</sub> )	-	40
Čas merjenja		Kritična vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	Sprejemljivo preseganje (µg/m <sup>3</sup> )	
koledarsko leto	Vegetacija	30 (velja za NO <sub>x</sub> )	-	

\*Opomba: Od leta 2010, vključno z njim, za dušikov dioksid ni sprejemljivega preseganja

Tabela 4: Ciljne, opozorilne in alarmna vrednost za ozon (O<sub>3</sub>) in smernice WHO.

Čas merjenja	Cilj	Mejna ali ciljna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	Alarmna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	Opozorilna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	WHO (µg/m <sup>3</sup> )
največja dnevna 8-urna drseča srednja vrednost	Zdravje	120 µg/m <sup>3</sup> (ne sme biti presežena več kot 25 dni v koledarskem letu triletnega povprečja)	-	-	100
vrednost AOT40 od maja do julija	Vegetacija	izračunana iz urnih vrednosti) 18.000 (µg/m <sup>3</sup> )-h v povprečju petih let	-	-	
1 h	Zdravje	-	-	180	-
1 h	Zdravje	-	240		-

Tabela 5: Dolgoročna ciljna vrednost za ozon (O<sub>3</sub>).

Cilj	Čas merjenja	Dolgoročni cilj (µg/m <sup>3</sup> )
zdravje	največja dnevna 8-urna drseča srednja vrednost v koledarskem letu	120 µg/m <sup>3</sup>
vegetacija	vrednost AOT40 (izračunana iz urnih vrednosti) od maja do julija	6.000 (µg/m <sup>3</sup> )-h

Tabela 6: Mejne vrednosti za delce PM<sub>10</sub>.

Čas merjenja	Mejna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	WHO (µg/m <sup>3</sup> )
1 dan	50 (ne sme biti presežena več kot 35-krat v koledarskem letu)	50
Koledarsko leto	40*	20

\* Datum do katerega je bilo potrebno doseči mejno vrednosti je 01.01.2005.

Tabela 7: Mejne vrednosti za delce PM<sub>2,5</sub>.

Čas merjenja	Mejna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	WHO (µg/m <sup>3</sup> )
1 dan		25
Koledarsko leto	20*	10
Triletno povprečje	20**	-

\* Datum do katerega je bilo potrebno doseči mejno vrednosti je 01.01.2020.

\*\* Datum do katerega je bilo potrebno doseči mejno vrednosti je 01.01.2015.



## 2.3 PODATKI O MERILNIH MESTIH V MESTNI OBČINI LJUBLJANA

Sistematične meritve ravni onesnaženosti zunanjega zraka na stalnih merilnih mestih so se v Republiki Sloveniji začele v sredini 70. let prejšnjega stoletja (ARSO, letno poročilo 2021<sup>1</sup>). Danes državno merilno mrežno (DMKZ) tvori 27 merilnih mest, v Mestni občini Ljubljana se meritve izvajajo na naslednjih lokacijah:

- Lj Bežigrad (meritve izvaja ARSO);
- Lj Celovška (meritve izvaja ARSO);
- Lj Vič (meritve izvaja ARSO);
- Lj Center (meritve izvaja EIMV);
- Lj Zadobrova (meritve izvaja EIMV).

Rezultati se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO). Spodnja tabela (Tabela 8) prikazuje meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v MOL, v nadaljevanje pa je bolj podrobno predstavljena lokacija Zadobrova.

Tabela 2: Parametri merjeni v Mestni občini Ljubljana.

Merilno mesto	Parametri									
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	benzen	težke kovine v PM <sub>10</sub>	PAH v PM <sub>10</sub>	Meteorologija
Lj Bežigrad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Lj Celovška	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓
Lj Vič	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
Lj Center	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓
Lj Zadobrova	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	✓

### • Merilno mesto Zadobrova

Monitoring kakovosti zunanjega zraka se v okolici Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o. izvaja od začetka 90. let prejšnjega stoletja. Meritve kakovosti zraka se izvajajo z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o. (ekološki informacijski sistem - EIS) na lokaciji Zadobrova. Z njim upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar, Ljubljana. Postopke za izvajanje meritev in postopke nadzora skladnosti prav tako predpisuje Elektroinštitut Milan Vidmar, ki izdeluje tudi končno obdelavo rezultatov meritev in potrdi njihovo veljavnost.

Koordinate merilnih postaj (D96<sup>2</sup>) v monitoringu kakovosti zunanjega zraka:

Merilna postaja	Nadmorska višina (m)	x/n	y/e
AMP Zadobrova	280	467760.26	103600.16

Klasifikacija merilnih mest v monitoringu kakovosti zunanjega zraka:

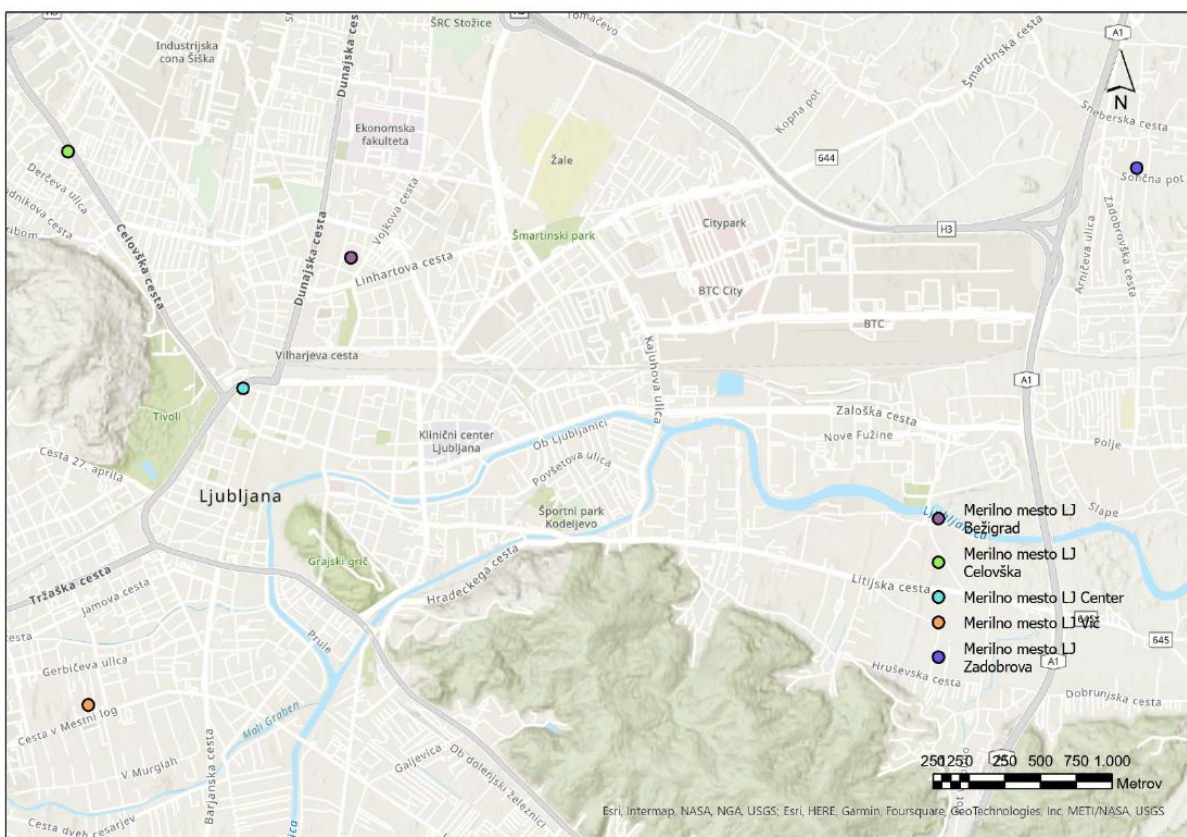
Merilna postaja	Tip merilnega mesta	Geografski opis	Tip območja	Značilnosti območja
AMP Zadobrova	B – ozadje	16 – ravnina	S – predmestno	R – stanovanjsko, A – kmetijsko

<sup>1</sup> [https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Letno\\_porocilo\\_2021\\_Final.pdf](https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Letno_porocilo_2021_Final.pdf)

<sup>2</sup> D96 – Državni koordinatni sistem



Slika 2: Lokacija merilne postaje kakovosti zunanjega zraka AMP Zadobrova (vir: Google Earth, QGIS, 2022).



Slika 4: Lokacije merilnih postaj v MOL (vir: Google Earth, QGIS, 2023).

Pri **monitoringu kakovosti zunanjega zraka** je uporabljena merilna oprema, ki je skladna z referenčnimi merilnimi metodami. Meritve kakovosti zraka se opravljajo po naslednjih standardnih preskusnih metodah:

- SIST EN 14212:2012; SIST EN 14212:2012/AC:2014: Standardna metoda za določanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco;
- SIST EN 14211:2012: Standardna metoda za določevanje koncentracije dušikovega dioksida in dušikovega monoksida s kemiluminiscenco;
- SIST EN 14625:2012: Standardna metoda za določanje koncentracije ozona z ultravijolično fotometrijo;
- SIST EN 12341:2014: Standardna gravimetrijska metoda za določevanje masne koncentracije frakcije lebdečih delcev PM<sub>10</sub> ali PM<sub>2,5</sub>.

Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji AMP Zadobrova:

Naziv postaje	Parametri kakovosti zraka				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
AMP Zadobrova	✓	✓	✓	✓	✓

Rezultati meritev so obdelani po kriterijih dokumenta: **Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., Ocena skladnosti delovanja AMP kakovosti zunanjega zraka z zahtevami RS in EU, leto 2022.** Ustreznost meritev kakovosti zunanjega zraka se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Zagotavljanje kakovosti rezultatov je skladno s Prilogo 1 **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22) in **Programom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o. za leto 2022.**

• **Informativne meritve – ARSO Bežigrad**

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), katere krovna ustanova je Ministrstvo za okolje in prostor, ima svoje uradno merilno mesto na naslovu Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana. Mikro lokacija merilnega mesta je med Vojkovo in Linhartovo cesto, na dvorišču Agencije. Makro lokacija pa je med obema enotama Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o. Vrednosti na postaji Bežigrad so le informativne narave. Rezultati meritev so uradni ob izdaji publikacije Kakovosti zraka v Sloveniji za določeno leto. Za kakovost in verodostojnost meritev je odgovorna ARSO.

Koordinate merilne postaje (D96<sup>2</sup>) AMP Bežigrad:

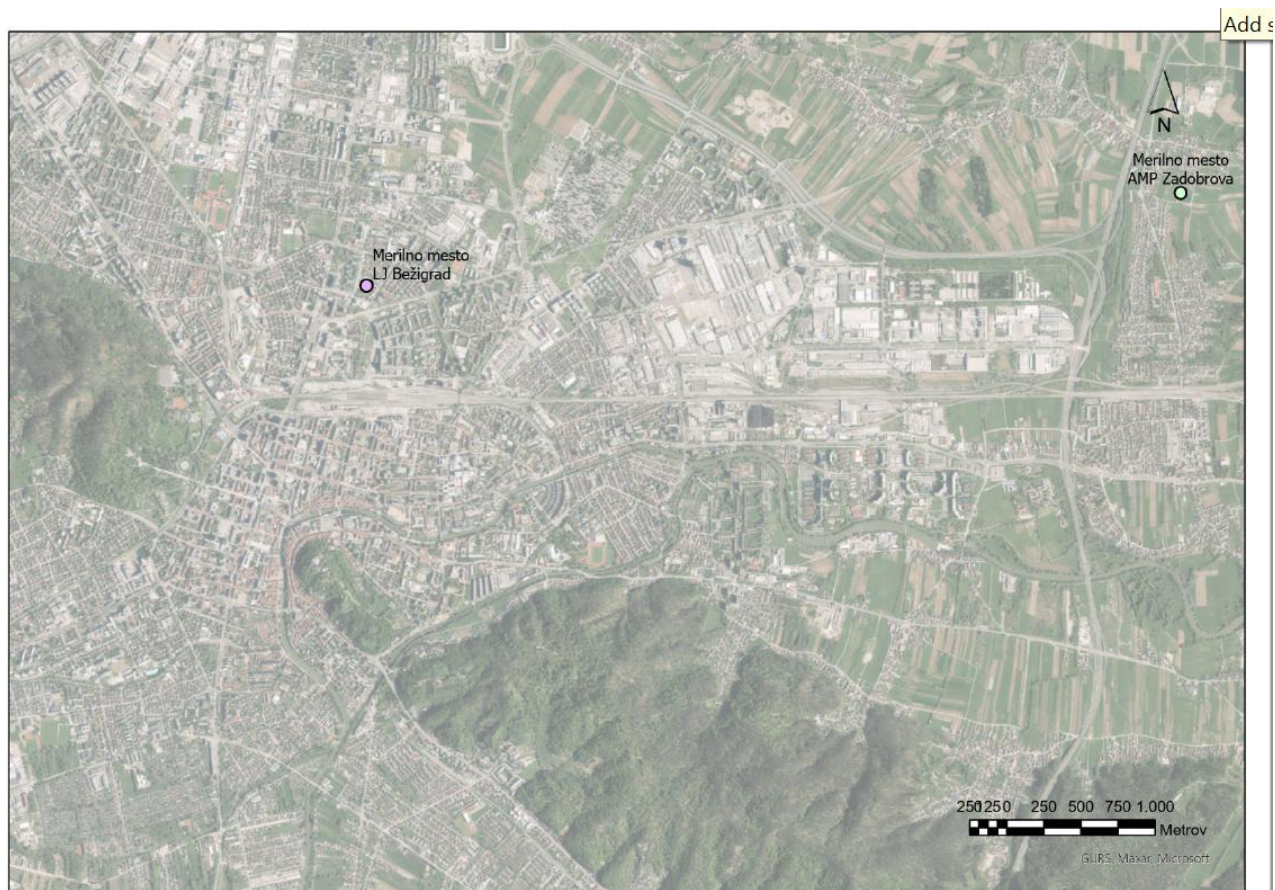
Merilna postaja	Nadmorska višina (m)	x/n	y/e
LJ Bežigrad	299	462302.19	102976.28

Klasifikacija merilnih mest v monitoringu kakovosti zunanjega zraka:

Merilna postaja	Tip merilnega mesta	Geografski opis	Tip območja	Značilnosti območja
LJ Bežigrad	B – ozadje	16 – ravnina	U – urbano	R – stanovanjsko, C – poslovno

Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji AMP Bežigrad:

Naziv postaje	Parametri kakovosti zraka				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	PM <sub>10</sub>
LJ Bežigrad	-	✓	✓	✓	✓



Slika 5: Lokacija merilne postaje LJ Bežigrad (vir: Google Earth, QGIS, 2023).

### 2.3.1. Meteorologija

Lokalna meteorologija in reliefna razgibanost površja sta tesno povezani s koncentracijo emisij v zunanjem zraku, zato je za celovit vpogled na stanje kakovosti zunanjega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov. Izvajajo se meritve smeri in hitrosti vetra, temperature zraka in relativne vlage.

Prav tako se na lokaciji Tivolska-Vošnjakova izvajajo meritve hrupa. Ustreznost meritev kakovosti zunanjega zraka se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Zagotavljanje kakovosti rezultatov je skladno z **Zakonom o državni meteorološki, hidrološki, oceanografski in seizmološki službi** (ZDMHS) (Ur.l. RS, št. 60/17).

Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatski merilni postaji:

Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatskih merilnih postajah:

Merilna postaja	Temperatura zraka	Smer in hitrost vetra	Relativna vlaga
AMP Zadobrova	✓	✓	✓

Meritve meteoroloških parametrov se izvajajo po naslednjih merilnih principih:

- Merjenje smeri in hitrosti vetra je izvedeno z ultrazvočnim anemometrom na višini 10 m. Merilnik meri vrednosti trodimenzionalnega vektorja hitrosti vetra. Vektor se določa na podlagi meritve časa preleta zvoka na treh ustrezno postavljenih poteh. Sistem na ta način združuje meritev hitrosti in smeri vetra brez mehansko vrtljivih senzorjev;
- Merjenje temperature zraka je izvedeno z aspiriranim dajalnikom temperature s termolinearnim termistorskim vezjem;

- Merjenje relativne vlažnosti zraka je izvedeno s kapacitivnim dajalnikom, ki s pomočjo elektronskega vezja linearizira in ojača spremembe vlage v zraku ter jih pretvori v ustrezen analogen električni izhodni signal.

Rezultati meritev so obdelani po kriterijih dokumenta: **Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., Ocena skladnosti delovanja AMP kakovosti zunanjega zraka z zahtevami RS in EU**. Ustreznost meritev kakovosti zunanjega zraka se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Zagotavljanje kakovosti rezultatov je skladno s Prilogo 4 **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 - ZVO-2) in **Programom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o. za leto 2022**.

## 2.4 NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

Za veljavnost izmerjenih vrednosti je nujno potreben nadzor delovanja merilnega sistema in skladnost le tega z zahtevami standardov ter evropskimi direktivami na področju kakovosti zraka.

Za učinkovito zagotavljanje nadzora nad delovanjem merilnika in kakovostjo rezultatov (QA/QC) so pomembni 4 nivoji, ki vodijo od izbire merilne opreme do analize končnih rezultatov (Slika 6). Zaradi možnosti kasnejše medsebojne primerjave merilnih rezultatov se zahteva, da uporabljena merilna oprema in vzpostavljen sistem, nista unikatna ampak delujeta po sprejetih dogovorjenih principih. To določata prva dva nivoja skladnosti, ki sta zahtevana tudi s predpisi. Nivoja skladnosti 3. in 4. se osredotočata na izvajanje in zagotavljanje skladnosti meritev. Tako podatki, ki uspešno prestanejo 3. nivo nadzora skladnosti predstavljajo izmerjene vrednosti. Te se sproti objavljajo na spletnih straneh in imajo status informativnih podatkov. Vzporedno s 3. nivojem poteka 4. nivo oziroma validacija izmerjenih vrednosti. Podatki, ki uspešno prestanejo ta nivo skladnosti so merilni rezultati, ki se jih objavi skladno z zahtevami standarda ISO/IEC 17025.

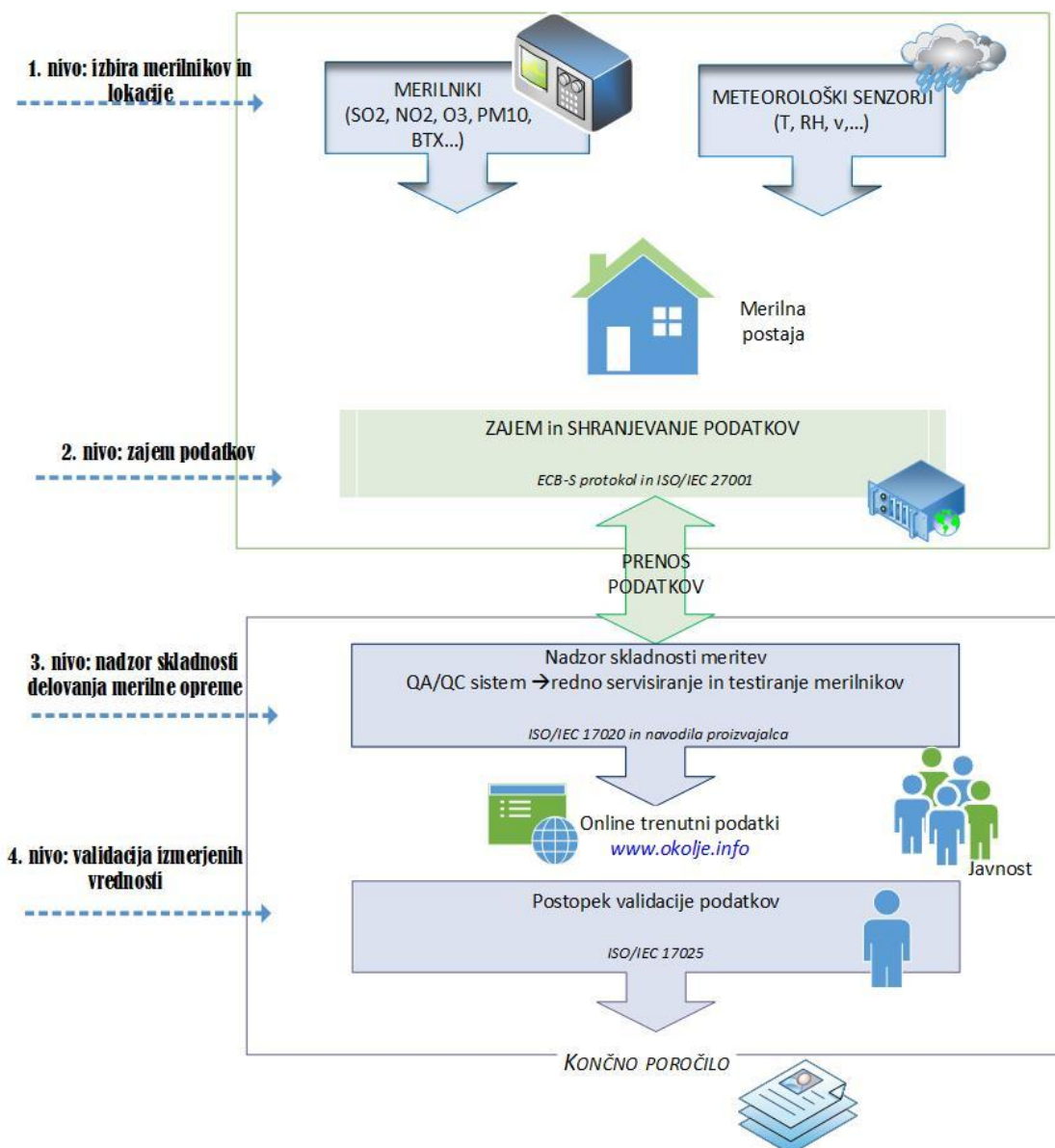
Nadzor skladnosti meritev je zasnovan 4 nivojsko:

1. nivo: izbira analizatorjev, ki ustrezajo zahtevam referenčnih metod za merjenje koncentracij onesnažil v zunanjem zraku,
2. nivo: izbira lokacije AMP, ustreznost sistema vzorčenja, sistema za zajem podatkov, pogojev okolja, program rednih pregledov in vzdrževanja,
3. nivo: nadzor skladnosti delovanja merilne opreme, linearnosti, negotovosti meritev, izpolnjevanja zahtev glede razpoložljivosti meritev
4. nivo: validacija izmerjenih vrednosti, ocena merilne negotovosti, statistična analiza izmerjenih vrednosti, nadzor odstopanja od predpisanih mej.

Po zaključenem 4 stopenjskem procesu se stanje o kakovosti v zunanjem zraku na določeni lokaciji, ki odraža učinkovitost sistema QA/QC, opiše v poročilu za določeno časovno obdobje.

Izmerjene vrednosti so ustrezne kakovosti v primeru, da izpolnjuje spodnje predpostavke:

- so skladne s prilogo 1 **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22) in je zagotovljena 90 % razpoložljivost za merilnike SO<sub>2</sub>, NO/NO<sub>x</sub> in trdnih delcev PM<sub>10</sub>,
- je zagotovljena stabilnost ničelne in referenčne točke za merilnike SO<sub>2</sub>, NO/NO<sub>x</sub>,
- se redno izvaja dvotočkovno uravnavanje (na 3-mesece)
- se 1-krat letno opravi test skladnosti.



Slika 6: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanje zraka v okoljskem informacijskem sistemu.

### 3. REZULTATI MERITEV - ZADOBROVA

Merilno mesto Zadobrova je opremljeno za trajen monitoring kakovosti zunanjega zraka. Z merilnim mestom upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar. Merilno mesto ima ustrezno električno instalacijo, je klimatizirano in opremljeno s komunikacijsko opremo, ki omogoča stalno povezavo avtomatskih postaj z internim informacijskim sistemom.

V poročilu so za leto 2022 podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> in statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov v letu 2022 na tej lokaciji.

#### 3.1 MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

##### Pregled preseženih vrednosti: SO<sub>2</sub> leto 2022

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Zadobrova	0	0	0	99

##### Pregled preseženih vrednosti: NO<sub>2</sub> leto 2022

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Zadobrova	0	0	-	92

##### Pregled preseženih vrednosti: O<sub>3</sub> leto 2022

	nad OV	AV	nad VZL	podatkov
postaja	urne v.	urne v.	8 urne v.	%
Zadobrova	0	0	14	97

##### Pregled preseženih vrednosti: delci PM<sub>10</sub> leto 2022

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Zadobrova	-	-	1	98

##### Pregled srednjih koncentracij: SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2022 in pretekla leta

postaja	2020	2021	2022
Zadobrova	2	2	3

##### Pregled srednjih koncentracij: NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2022 in pretekla leta

postaja	2020	2021	2022
Zadobrova	16	16	17

##### Pregled srednjih koncentracij: NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2022 in pretekla leta

postaja	2020	2021	2022
Zadobrova	29	26	30

**Pregled srednjih koncentracij: O<sub>3</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2022 in pretekla leta**

postaja	2020	2021	2022
Zadobrova	29	30	42

**Pregled srednjih koncentracij: delci PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2022 in pretekla leta**

postaja	2020	2021	2022
Zadobrova	23	24	23

**Pregled srednjih koncentracij SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za 01.10.2021 - 01.04.2022**

postaja	*
Zadobrova	3

**Pregled srednjih koncentracij NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za 01.01.2022 - 31.12.2022**

postaja	**
Zadobrova	30



### 3.1.1. Pregled koncentracij v zraku: SO<sub>2</sub> - Zadobrova

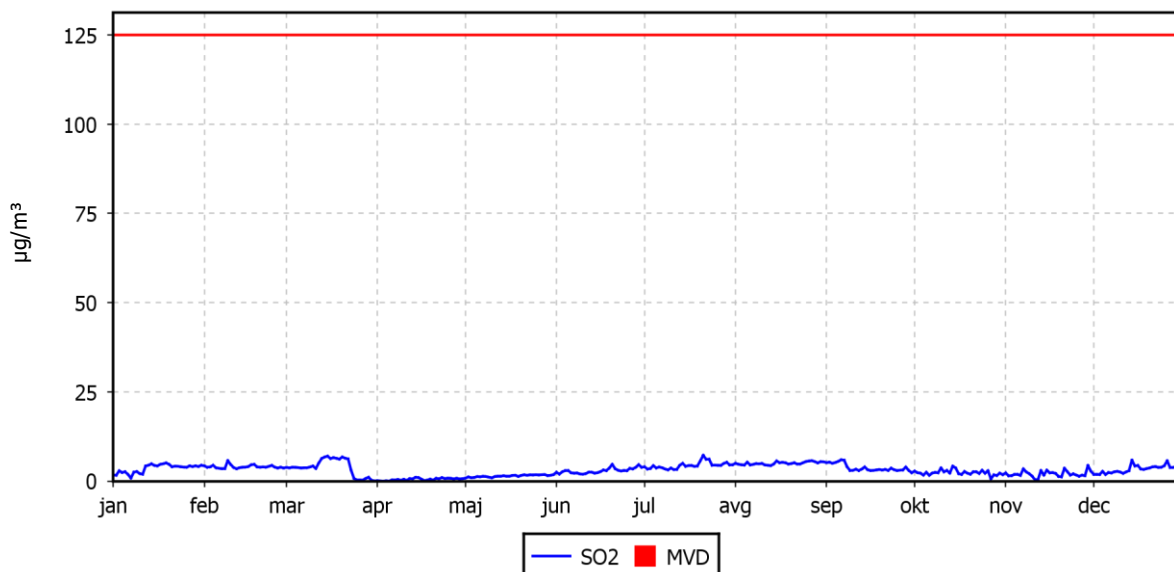
V letu 2022 je izmerjeno 99 % pravih rezultatov urnih koncentracij SO<sub>2</sub> v zraku. Urna mejna vrednost (350 µg/m<sup>3</sup>) in dnevna mejna vrednost SO<sub>2</sub> (125 µg/m<sup>3</sup>) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO<sub>2</sub> je znašala 16 µg/m<sup>3</sup>, dosežena dne 09.02.2022 ob 13:00, medtem ko je maksimalna dnevna koncentracija znašala 7 µg/m<sup>3</sup>, dosežena dne 21.07.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 3 µg/m<sup>3</sup>. Srednja koncentracija v zimskem obdobju (01.10.2021 – 01.04.2023) je prav tako znašala 3 µg/m<sup>3</sup>. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri WSW.

Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	8702	99%
Maksimalna urna koncentracija:	16 µg/m <sup>3</sup>	09.02.2022 13:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	7 µg/m <sup>3</sup>	21.07.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m <sup>3</sup>	03.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	3 µg/m <sup>3</sup>	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.21 - 1.4.22):	3 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad vrednostjo 75 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad vrednostjo 50 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 500 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Percentilna vrednost		
- 99.7 p.v. - urnih koncentracij:	10 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.2 p.v. - dnevnih koncentracij:	7 µg/m <sup>3</sup>	

#### DNEVNE KONCENTRACIJE - SO<sub>2</sub>

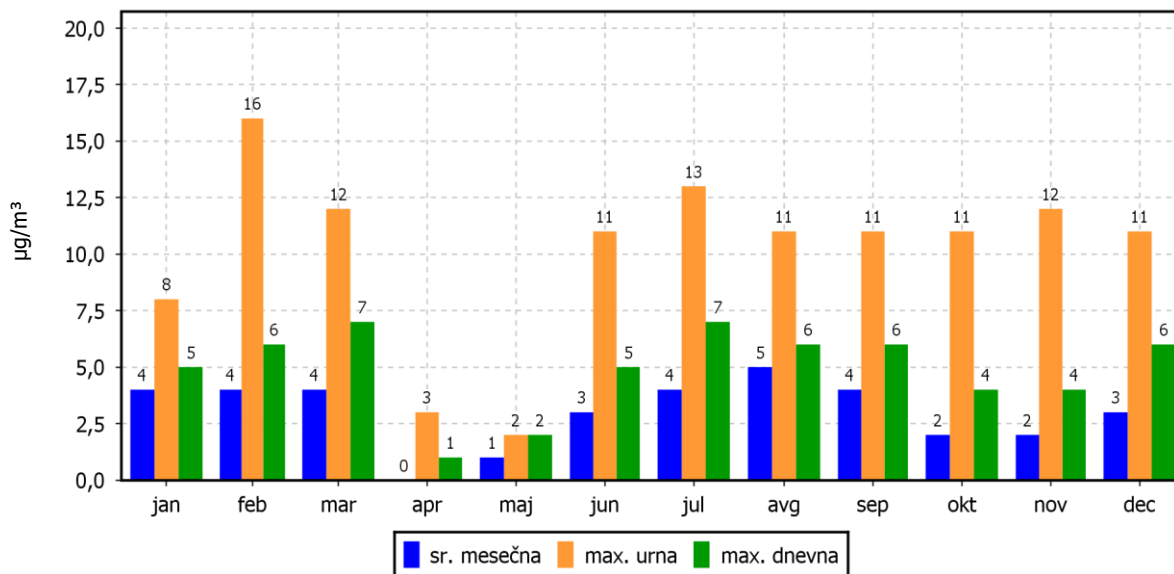
Zadobrova  
 01.01.2022 do 01.01.2023



## KONCENTRACIJE - SO<sub>2</sub>

Zadobrova

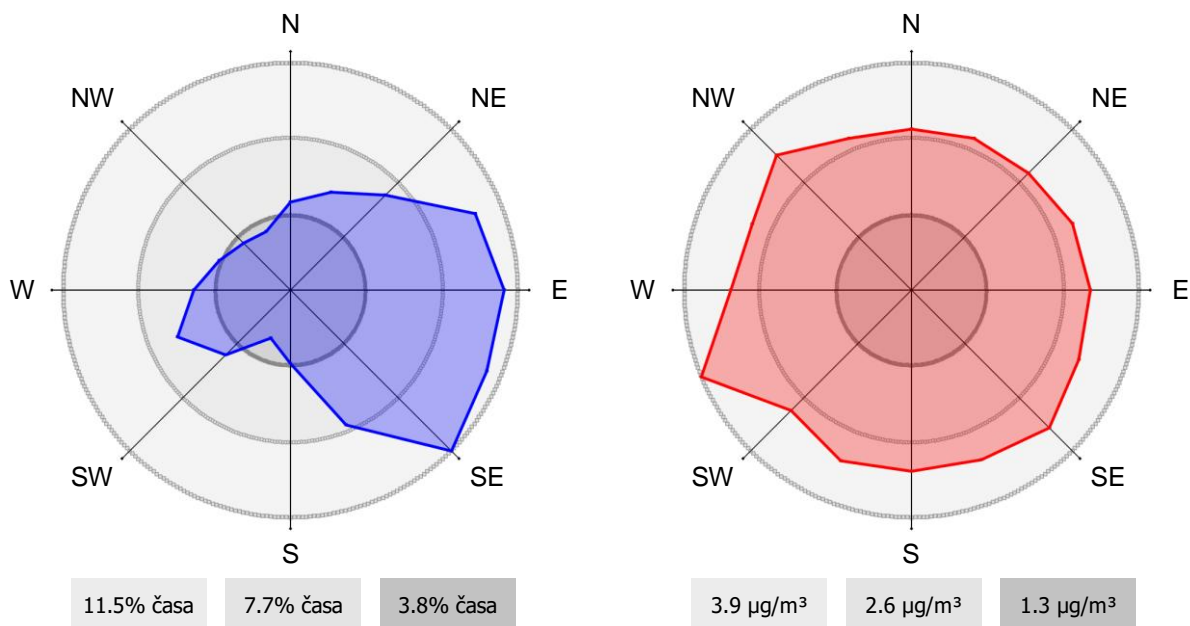
01.01.2022 do 01.01.2023



## ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2022 do 01.01.2023



### 3.1.2. Pregled koncentracij v zraku: NO<sub>2</sub> - Zadobrova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 92 % pravih rezultatov meritev NO<sub>2</sub>. Urna mejna vrednost (200 µg/m<sup>3</sup>) ni bila presežena, prav tako ni bila presežena alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m<sup>3</sup>) NO<sub>2</sub>. Maksimalna urna koncentracija NO<sub>2</sub> je znašala 79 µg/m<sup>3</sup>, dosežena dne 06.01.2022 ob 08:00, maksimalna dnevna koncentracija 57 µg/m<sup>3</sup> je bila dosežena dne 09.01.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 17 µg/m<sup>3</sup>. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri NW.

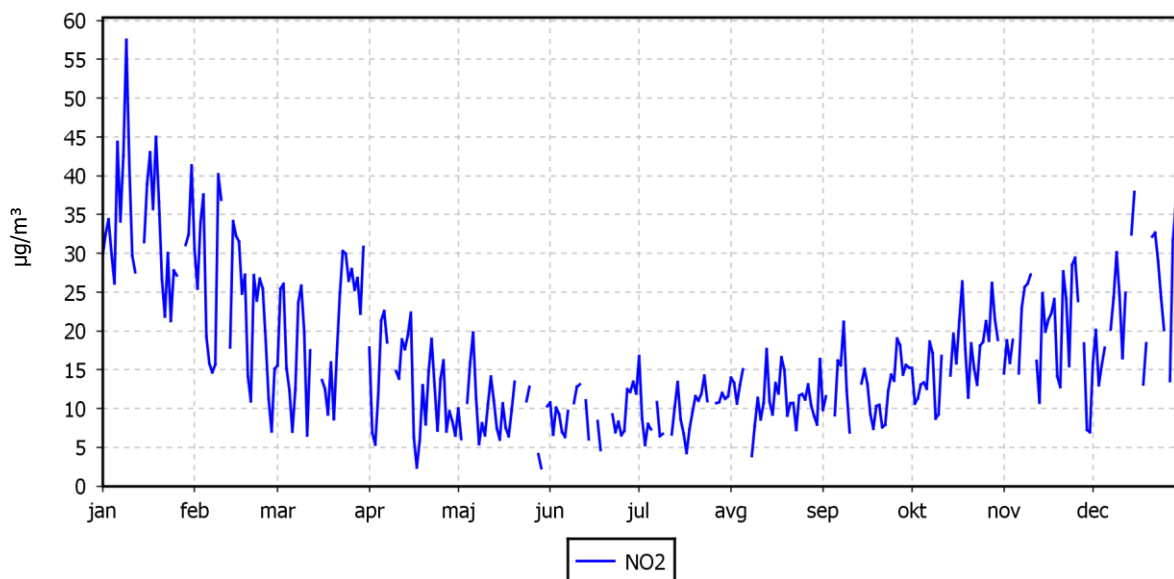
Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	8026	92%
Maksimalna urna koncentracija:	79 µg/m <sup>3</sup>	06.01.2022 08:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	57 µg/m <sup>3</sup>	09.01.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	2 µg/m <sup>3</sup>	29.05.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	17 µg/m <sup>3</sup>	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.21 - 1.4.22):	23 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 200 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad vrednostjo 140 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 400 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	50 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	50 µg/m <sup>3</sup>	

#### DNEVNE KONCENTRACIJE - NO<sub>2</sub>

Zadobrova

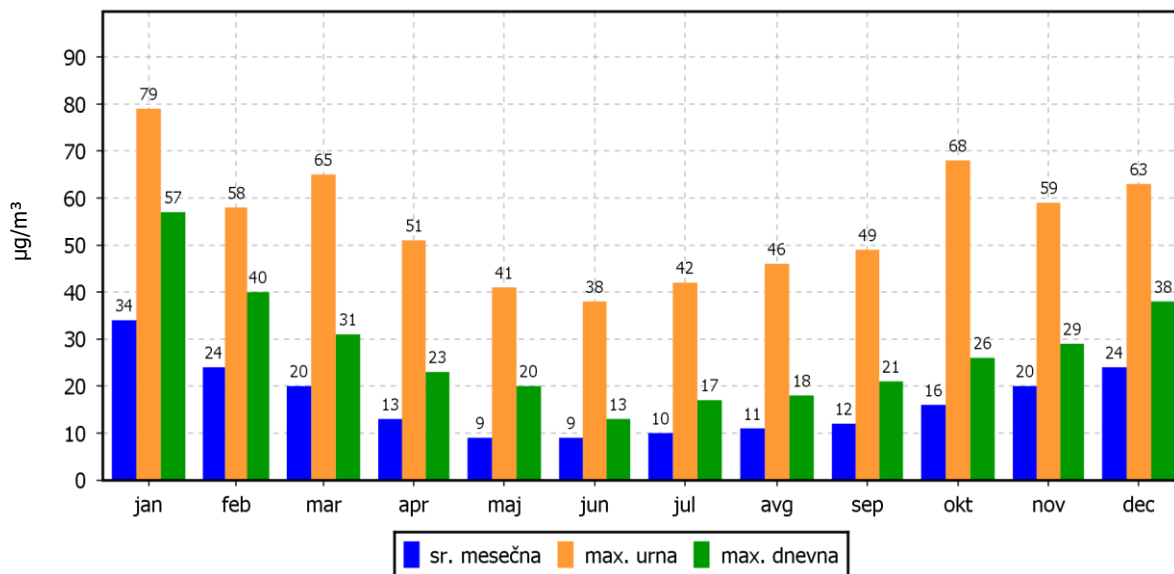
01.01.2022 do 01.01.2023



## KONCENTRACIJE - NO<sub>2</sub>

Zadobrova

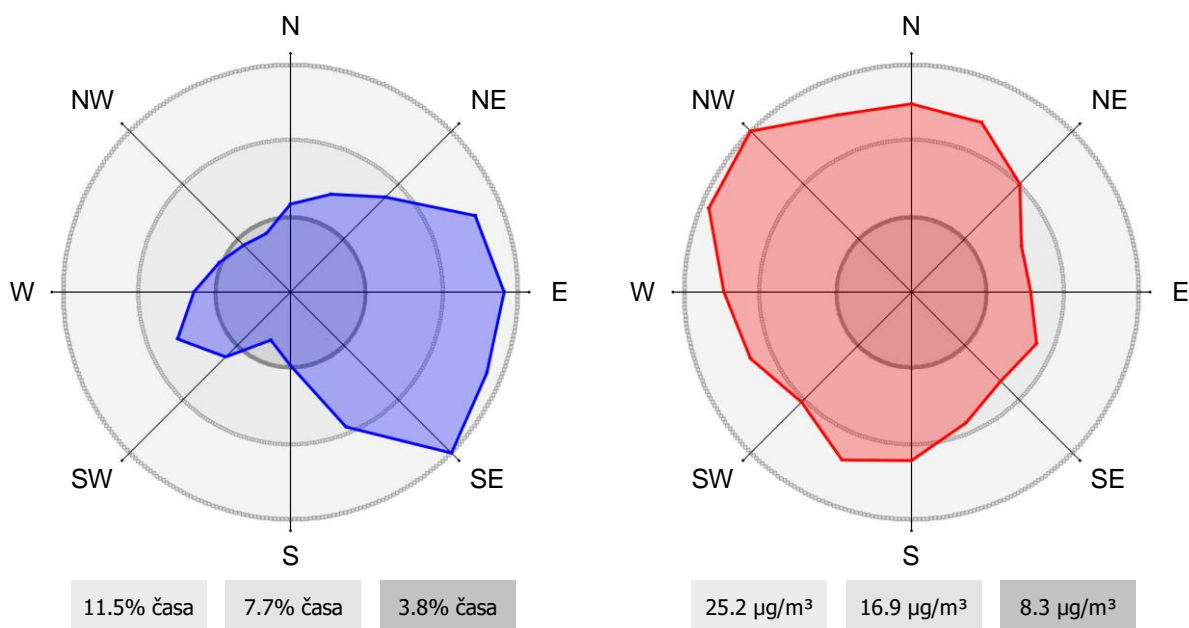
01.01.2022 do 01.01.2023



## ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2022 do 01.01.2023



### 3.1.3. Pregled koncentracij v zraku: NO<sub>x</sub> - Zadobrova

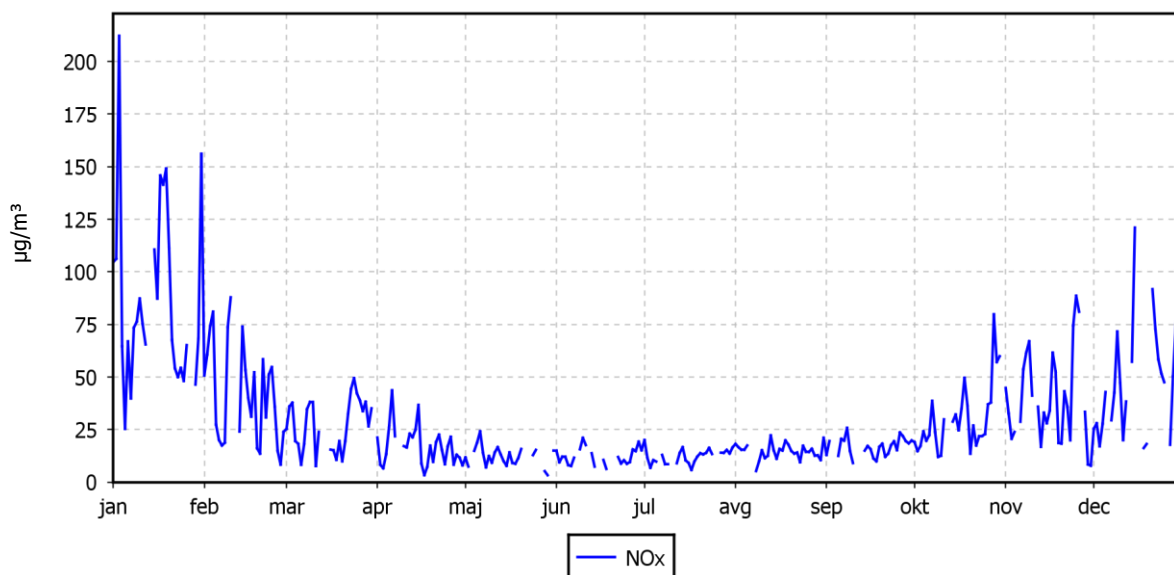
Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	8028	92%
Maksimalna urna koncentracija:	362 µg/m <sup>3</sup>	03.01.2022 23:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	212 µg/m <sup>3</sup>	03.01.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m <sup>3</sup>	29.05.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	30 µg/m <sup>3</sup>	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.21 - 1.4.22):	44 µg/m <sup>3</sup>	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	144 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	177 µg/m <sup>3</sup>	

#### DNEVNE KONCENTRACIJE - NO<sub>x</sub>

Zadobrova

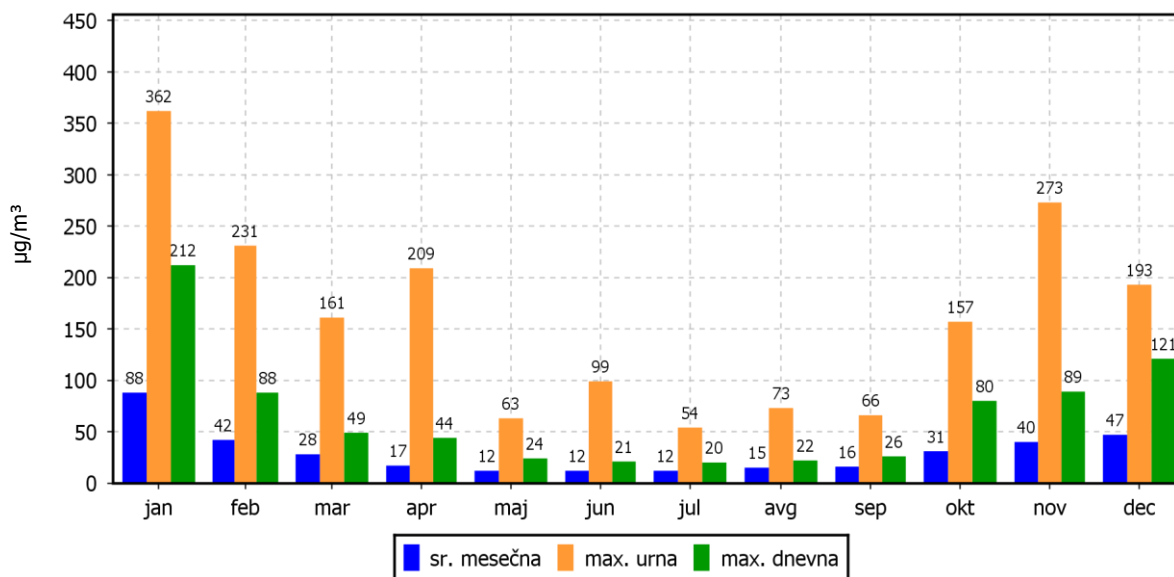
01.01.2022 do 01.01.2023



## KONCENTRACIJE - NO<sub>x</sub>

Zadobrova

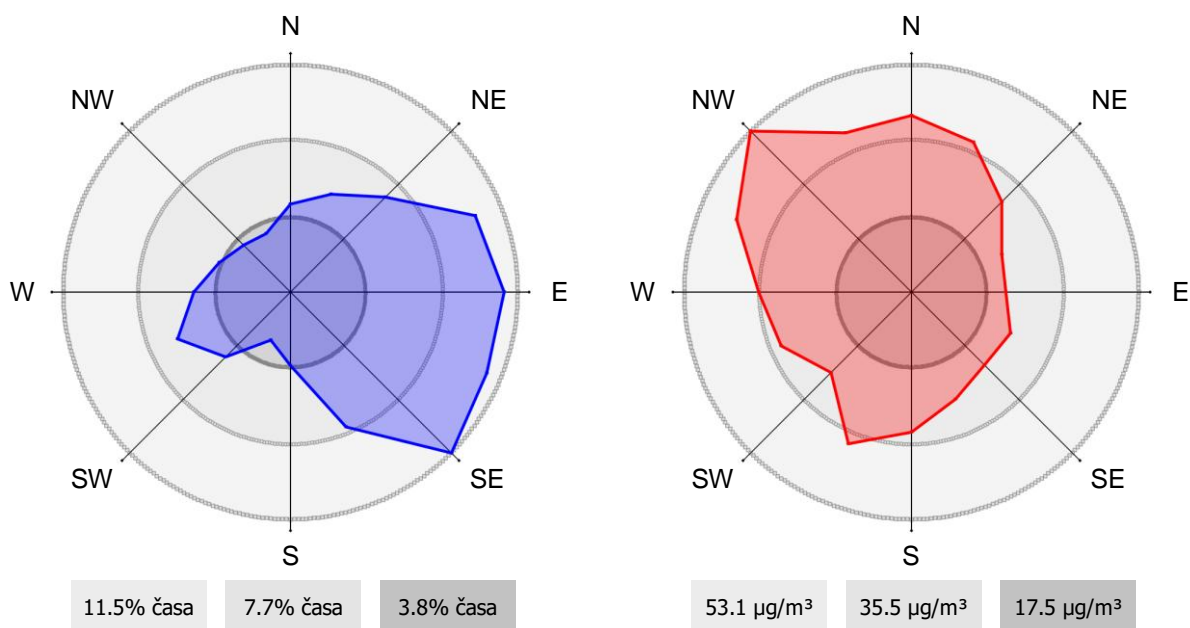
01.01.2022 do 01.01.2023



## ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2022 do 01.01.2023



### 3.1.4. Pregled koncentracij v zraku: O<sub>3</sub> - Zadobrova

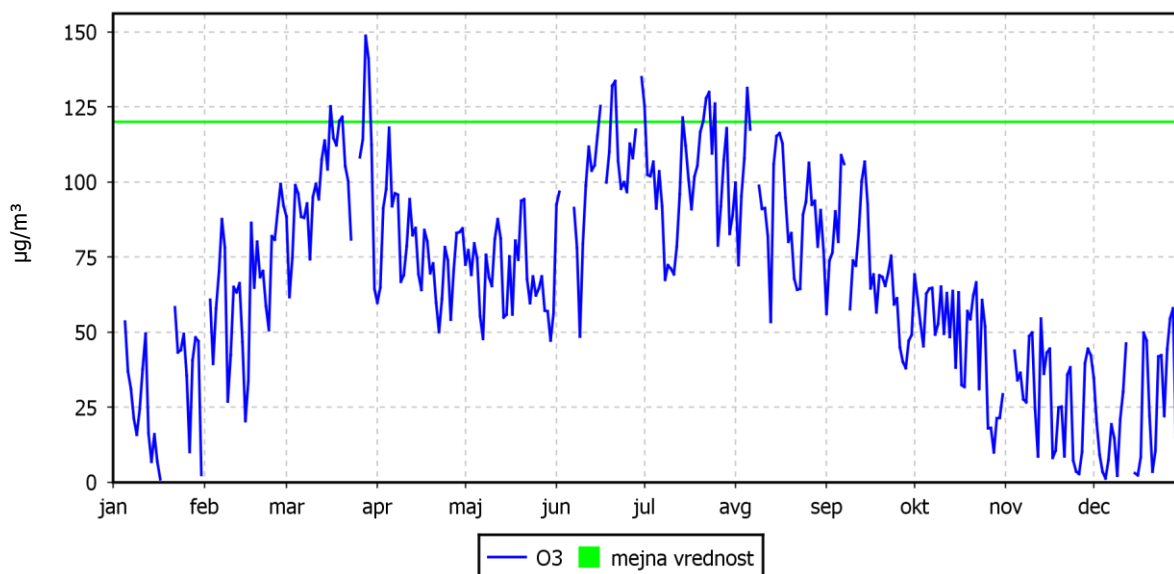
V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 97 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev O<sub>3</sub> v zraku. Maksimalna urna koncentracija delcev O<sub>3</sub> je znašala 165 µg/m<sup>3</sup>, dosežena 28.03.2022 OB 18:00. Maksimalna dnevna koncentracija 107 µg/m<sup>3</sup> je bila izmerjena dne 29.03.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 42 µg/m<sup>3</sup>. Opozorilna vrednost in alarmna vrednost v merjenem obdobju za O<sub>3</sub> nista bili preseženi. Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi za O<sub>3</sub> je bila v merjenem obdobju presežena 14-krat. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri WSW in SW.

Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	8441	97%
Maksimalna urna koncentracija:	165 µg/m <sup>3</sup>	28.03.2022 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	107 µg/m <sup>3</sup>	29.03.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m <sup>3</sup>	31.01.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	42 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov urne koncentracije		
- nad OV 180 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad AV 240 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	119 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.9 p.v. - dnevnih koncentracij:	106 µg/m <sup>3</sup>	
AOT40:		obdobje
- mesečna vrednost	26566 (µg/m <sup>3</sup> ).h	1.1. do 1.1.
- varstvo rastlin	14062 (µg/m <sup>3</sup> ).h	1.5. do 1.8.
- varstvo gozdov	20354 (µg/m <sup>3</sup> ).h	1.4. do 1.10.
Dnevna 8-urna vrednost:		
- število primerov nad 120 µg/m <sup>3</sup> :	14	

#### DNEVNE 8-URNE SREDNJE VREDNOSTI O<sub>3</sub>

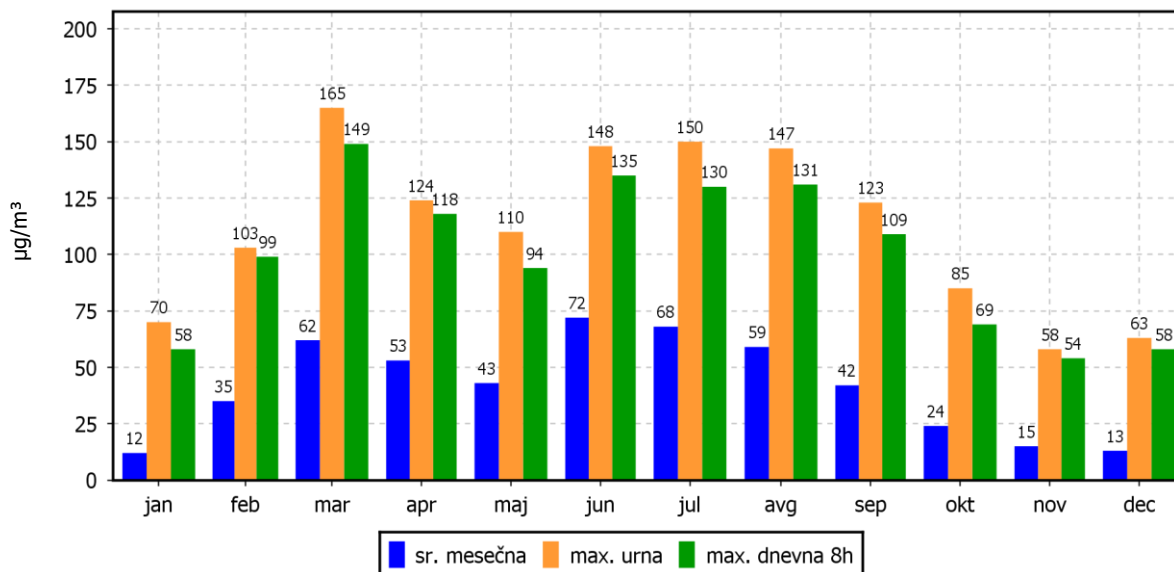
Zadobrova  
 01.01.2022 do 01.01.2023



### KONCENTRACIJE - O<sub>3</sub>

Zadobrova

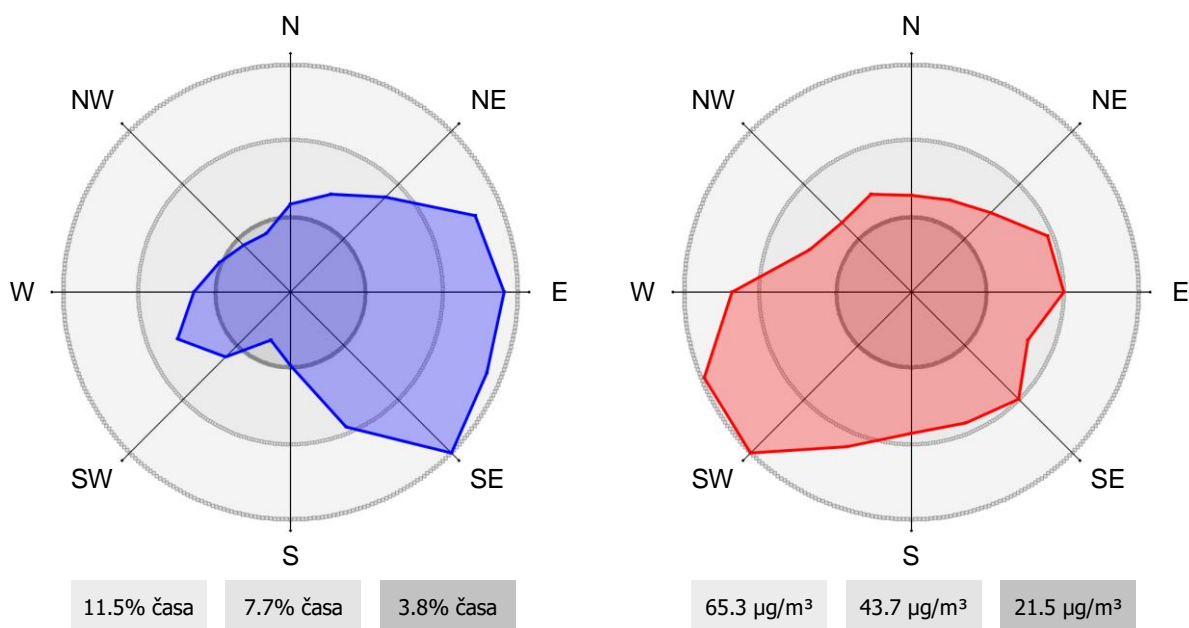
01.01.2022 do 01.01.2023



### ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2022 do 01.01.2023





### 3.1.5. Pregled koncentracij v zraku: PM<sub>10</sub> - Zadobrova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 98 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM<sub>10</sub> v zraku. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m<sup>3</sup>) je bila presežena 1-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev je znašala 183 µg/m<sup>3</sup>, dosežena dne 24.07.2022 OB 02:00. Maksimalna dnevna koncentracija 64 µg/m<sup>3</sup> je bila izmerjena dne 14.01.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 23 µg/m<sup>3</sup>. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno.

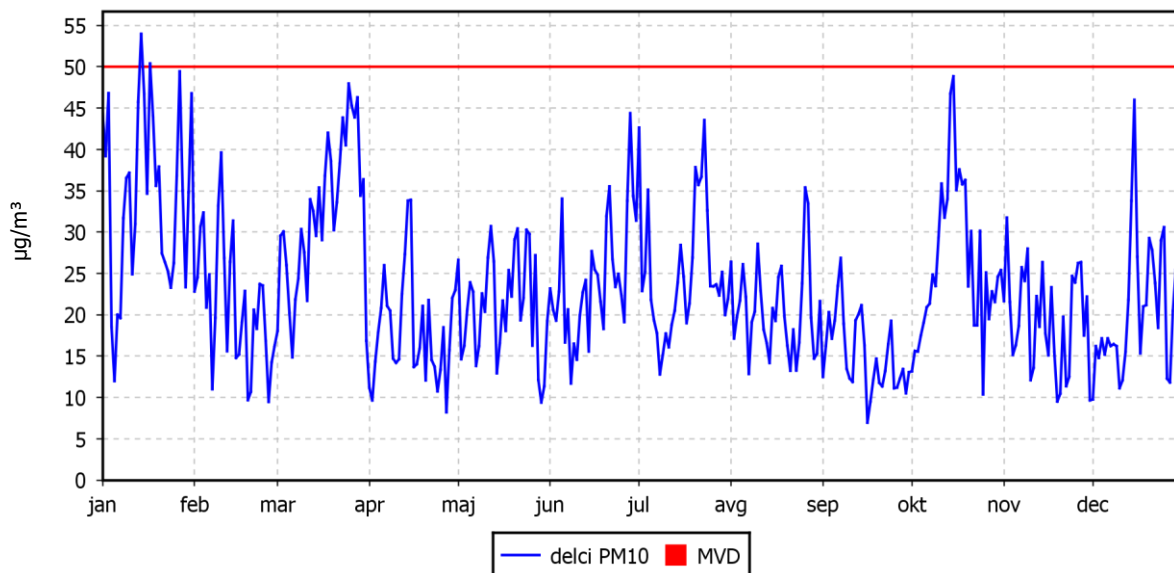
Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	8607	98%
Maksimalna urna koncentracija:	183 µg/m <sup>3</sup>	24.07.2022 02:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	54 µg/m <sup>3</sup>	14.01.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	7 µg/m <sup>3</sup>	16.09.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	23 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m <sup>3</sup> :	1	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	58 µg/m <sup>3</sup>	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	22 µg/m <sup>3</sup>	

#### DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM<sub>10</sub>

Zadobrova

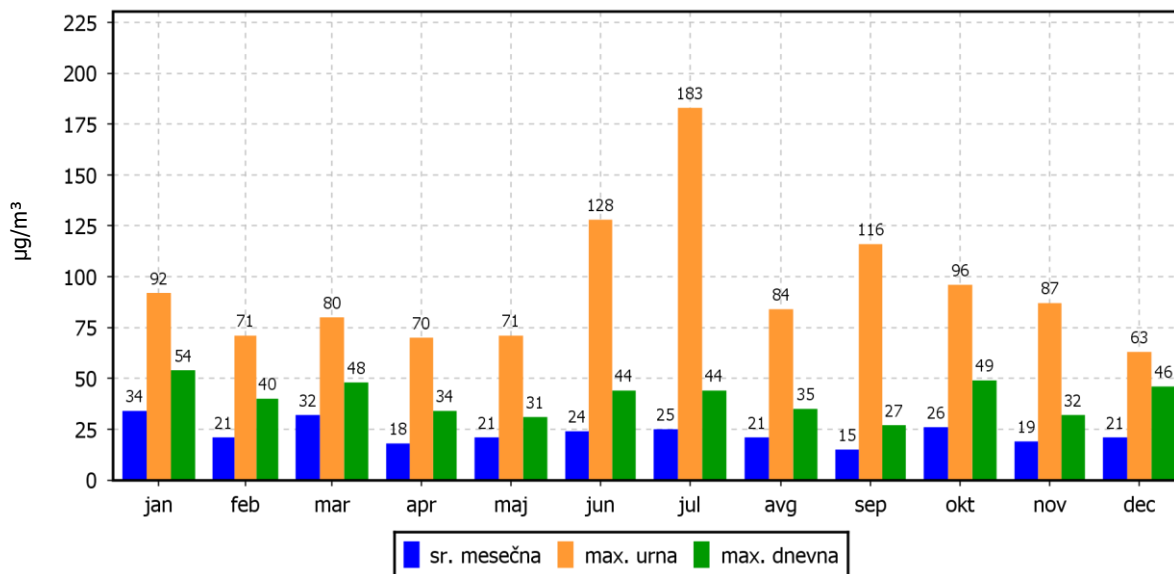
01.01.2022 do 01.01.2023



### KONCENTRACIJE - delci PM<sub>10</sub>

Zadobrova

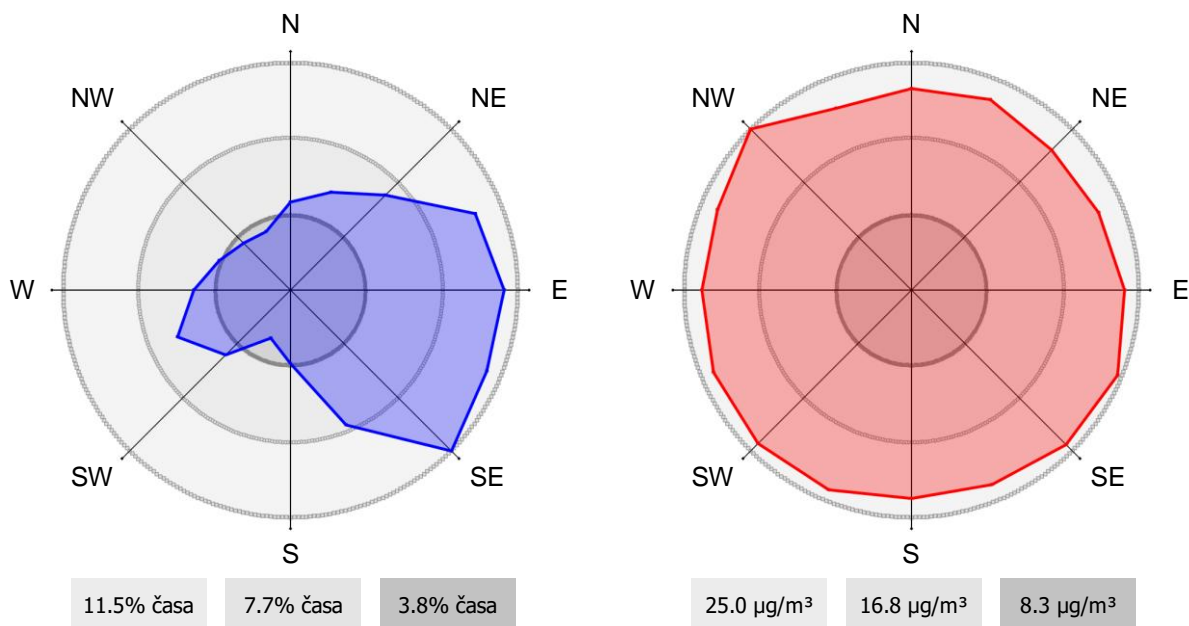
01.01.2022 do 01.01.2023



### ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2022 do 01.01.2023



## 3.2 METEOROLOŠKE MERITVE

### 3.2.1. Pregled temperature in relativne vlage v zraku - Zadobrova

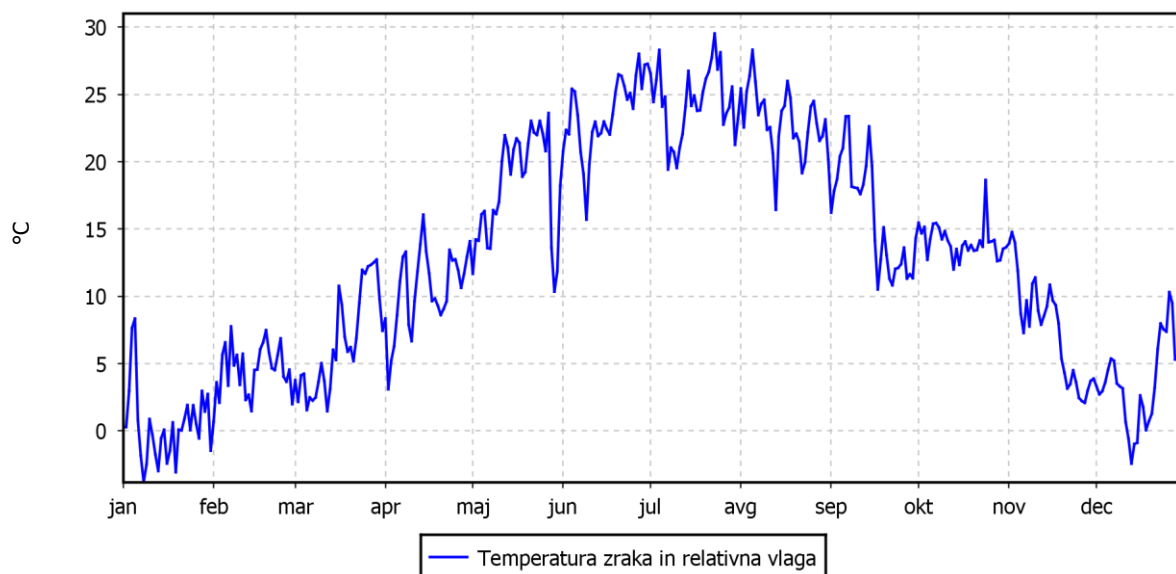
V merjenem obdobju je bila povprečna temperatura 13 °C in povprečna relativna vlažnost je znašala 68%. Veter je pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer E in SE.

Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8702	99%	8724	100%
Maksimalna urna vrednost	39 °C	23.07.2022 13:00:00	97%	17.09.2022 10:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	30 °C	23.07.2022	97%	18.11.2022
Minimalna urna vrednost	-9 °C	13.01.2022 07:00:00	15%	23.03.2022 16:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-4 °C	08.01.2022	37%	17.04.2022
Srednja vrednost v obdobju	13 °C		68%	

#### DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

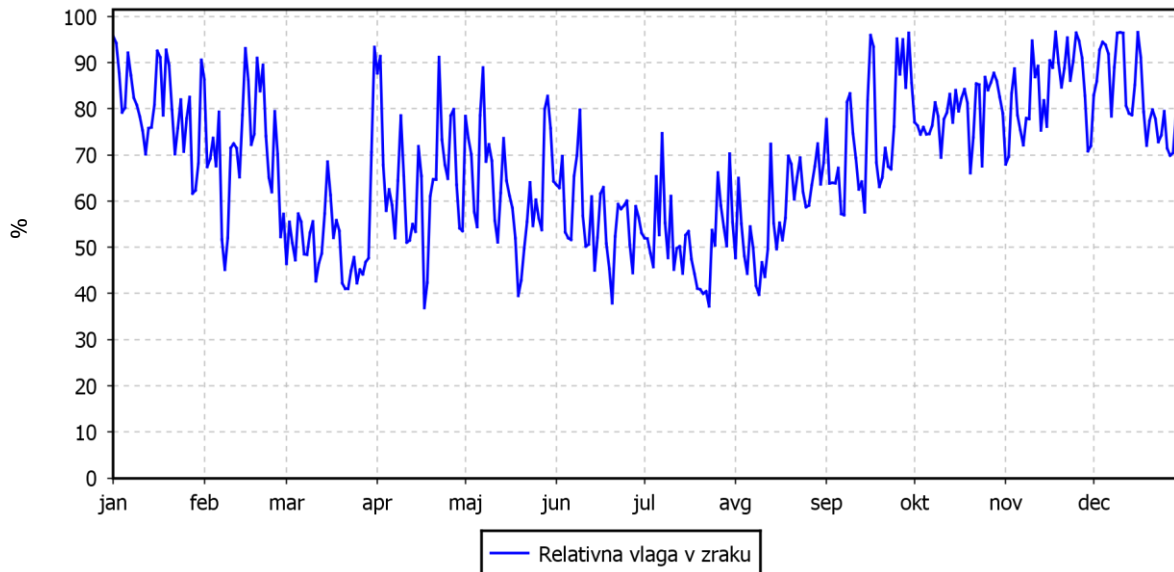
Zadobrova  
 01.01.2022 do 01.01.2023



### DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

Zadobrova

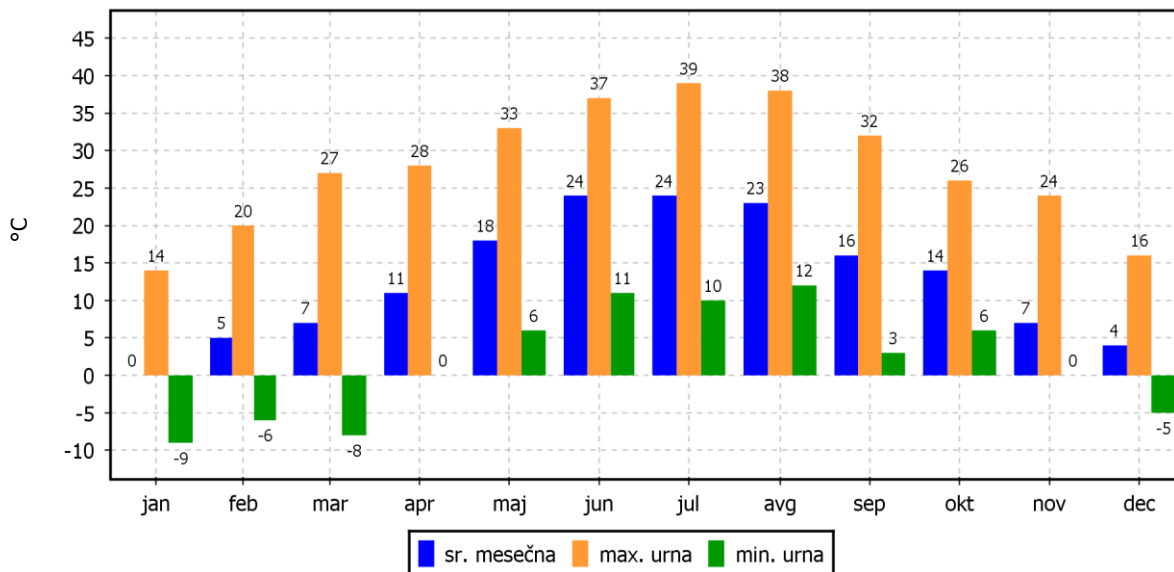
01.01.2022 do 01.01.2023



### TEMPERATURA ZRAKA

Zadobrova

01.01.2022 do 01.01.2023



### 3.2.2. Pregled hitrosti in smeri vetra - Zadobrova

Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

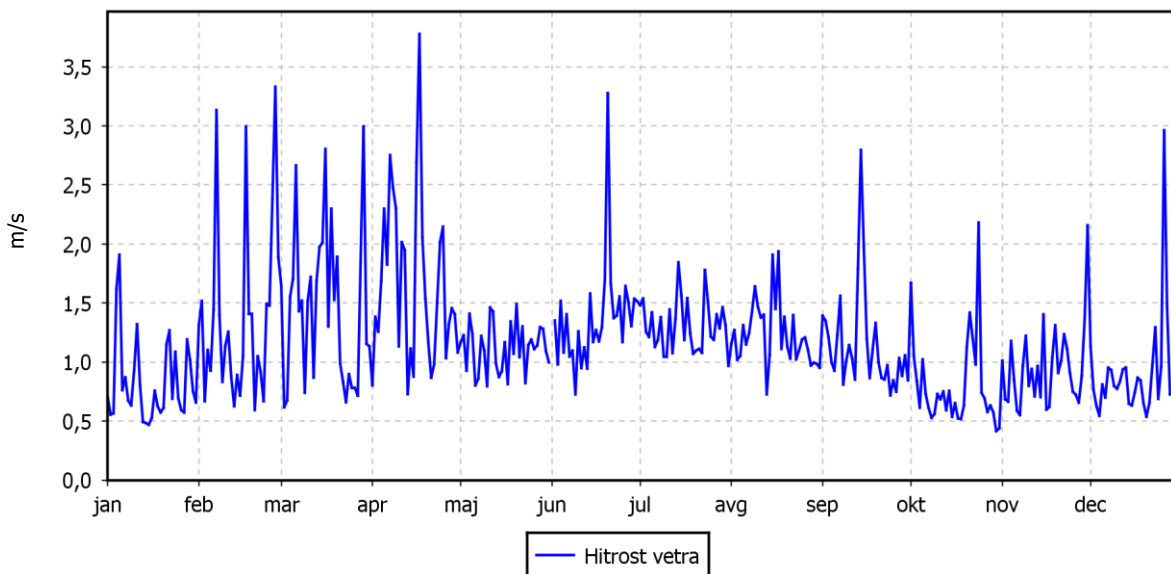
Razpoložljivih urnih podatkov:	8734	100%
Maksimalna urna hitrost:	6 m/s	17.02.2022 12:00:00
Maksimalna urna hitrost:	6 m/s	17.02.2022 12:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	07.10.2022 03:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	07.10.2022 03:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	1 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

Od (m/s)	0.1	0.2	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	vsota	delež
Do vklj. (m/s)	0.2	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	∞		
	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	‰
N	0	59	87	120	79	30	14	1	0	0	0	390	45
NNE	0	54	130	148	111	21	5	1	0	0	0	470	54
NE	0	94	164	170	108	39	15	7	0	0	0	597	68
ENE	0	181	214	162	148	65	75	37	4	0	0	886	101
E	1	246	221	159	102	64	77	66	11	0	0	947	108
ESE	2	330	264	122	70	86	59	8	0	0	0	941	108
SE	0	279	249	125	107	102	118	28	0	0	0	1008	115
SSE	0	123	120	111	104	76	83	30	0	0	0	647	74
S	0	46	69	66	75	47	22	0	0	0	0	325	37
SSW	0	25	48	55	61	25	14	2	0	0	0	230	26
SW	0	25	32	43	67	81	108	50	2	0	0	408	47
WSW	0	30	48	64	51	58	131	148	11	0	0	541	62
W	1	44	53	64	75	29	72	82	8	0	0	428	49
WNW	0	51	58	78	78	31	29	16	0	0	0	341	39
NW	0	56	74	73	53	20	9	6	3	0	0	294	34
NNW	0	49	65	70	60	21	6	10	0	0	0	281	32
SKUPAJ	4	1692	1896	1630	1349	795	837	492	39	0	0	8734	1000

### DNEVNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

Zadobrova

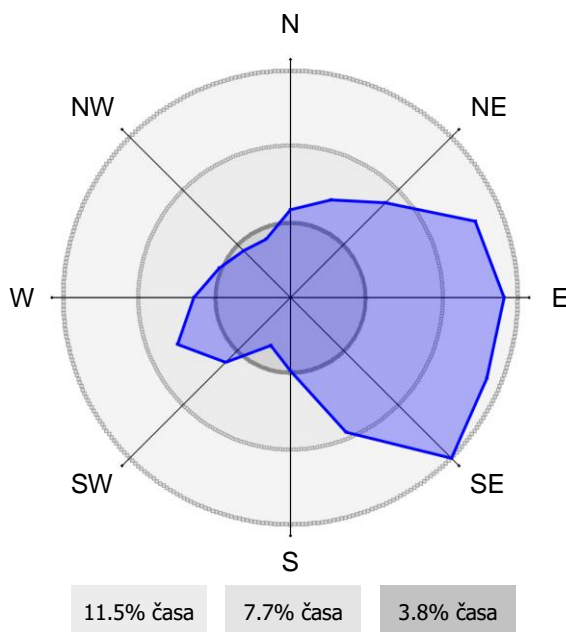
01.01.2022 do 01.01.2023



### ROŽA VETROV

Zadobrova

01.01.2022 do 01.01.2023



## 4. INFORMATIVNI REZULTATI MERITEV ARSO - BEŽIGRAD

### 4.1 MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO), katere krovna ustanova je Ministrstvo za infrastrukturo, ima svoje uradno merilno mesto na naslovu Vojkova cesta 1b, 1000 Ljubljana. Mikro lokacija merilnega mesta je med Vojkovo in Linhartovo cesto, na dvorišču agencije. Makro lokacija pa je med obema enotama Javnega podjetja energetika Ljubljana d.o.o. V nadaljevanju se prikazane vrednosti na postaji Bežigrad in so le informativne narave, saj so rezultati meritev uradni ob izdaji publikacije Kakovosti zraka v Sloveniji v določenem letu. Za kakovost in verodostojnost meritev je odgovorna ARSO.

Meritve SO<sub>2</sub> se na lokaciji Bežigrad ne izvajajo več od januarja 2021.

#### 4.1.1. Pregled koncentracij v zraku: NO<sub>2</sub> – ARSO, Ljubljana – Bežigrad

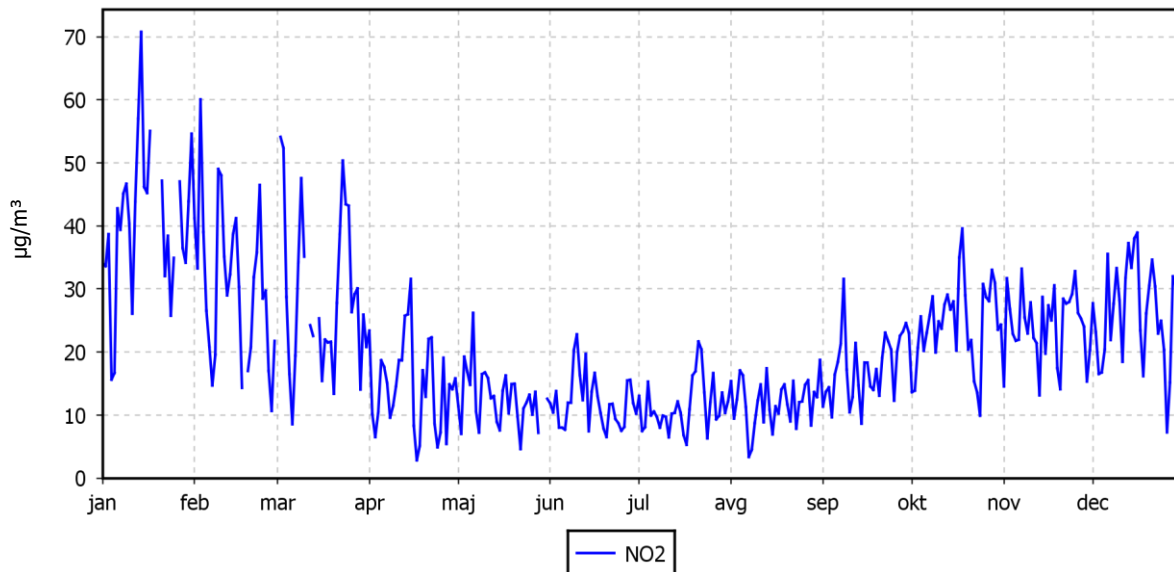
V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 94 % pravih rezultatov meritev NO<sub>2</sub>. Urna mejna vrednost (200 µg/m<sup>3</sup>) ni bila presežena, prav tako ni bila presežena alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m<sup>3</sup>) NO<sub>2</sub>. Spodnji graf prikazuje dnevne vrednosti NO<sub>2</sub> v letu 2022. Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 71 µg/m<sup>3</sup> je bila dosežena dne 14.01.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 71 µg/m<sup>3</sup>.

Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	8261	94%
Maksimalna urna koncentracija:	119 µg/m <sup>3</sup>	14.01.2022 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	71 µg/m <sup>3</sup>	14.01.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m <sup>3</sup>	17.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	21 µg/m <sup>3</sup>	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.21 - 1.4.22):	32 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 200 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad vrednostjo 140 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 400 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	64 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	63 µg/m <sup>3</sup>	

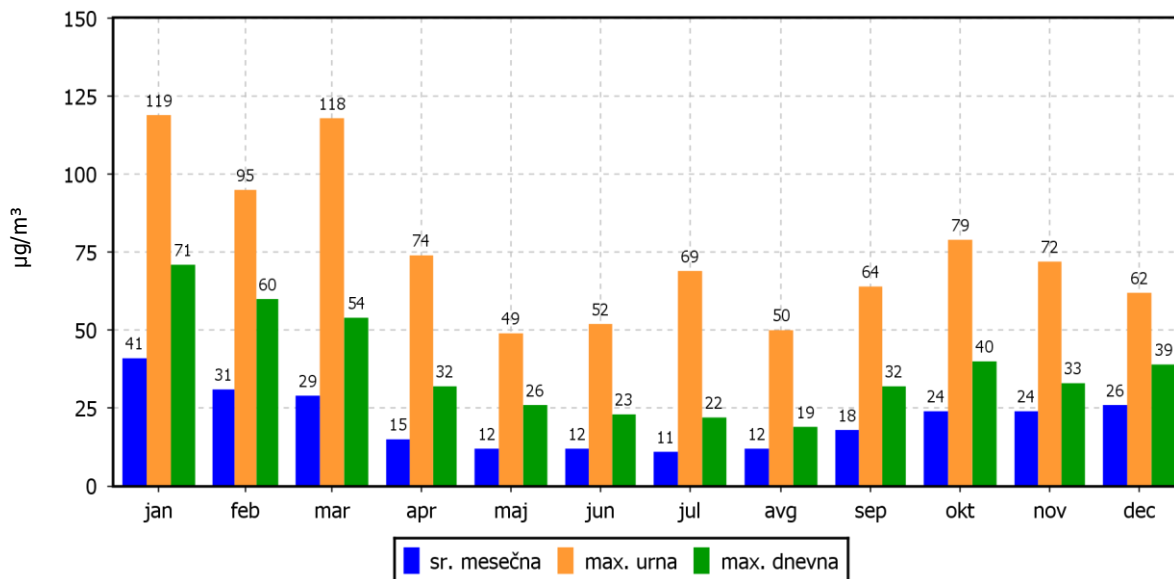
### ARSO

Ljubljana-Bežigrad  
01.01.2022 do 01.01.2023



### ARSO

Ljubljana-Bežigrad  
01.01.2022 do 01.01.2023





#### 4.1.2. Pregled koncentracij v zraku: NO<sub>x</sub> – ARSO, Ljubljana – Bežigrad

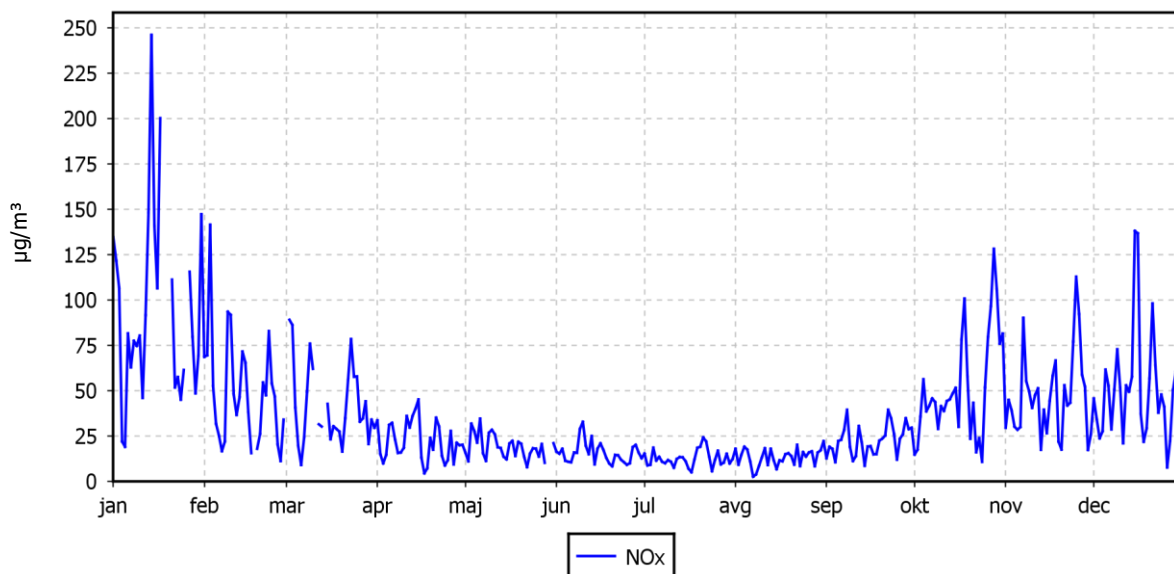
Dnevne koncentracije so se gibale med 2 in 246 µg/m<sup>3</sup>. Maksimalna dnevna koncentracija NO<sub>x</sub> je znašala 246 µg/m<sup>3</sup> in je bila dosežena dne 14.01.2022.

Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	8261	94%
Maksimalna urna koncentracija:	554 µg/m <sup>3</sup>	14.01.2022 20:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	246 µg/m <sup>3</sup>	14.01.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	2 µg/m <sup>3</sup>	07.08.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	36 µg/m <sup>3</sup>	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.21 - 1.4.22):	65 µg/m <sup>3</sup>	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	177 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	213 µg/m <sup>3</sup>	

#### ARSO

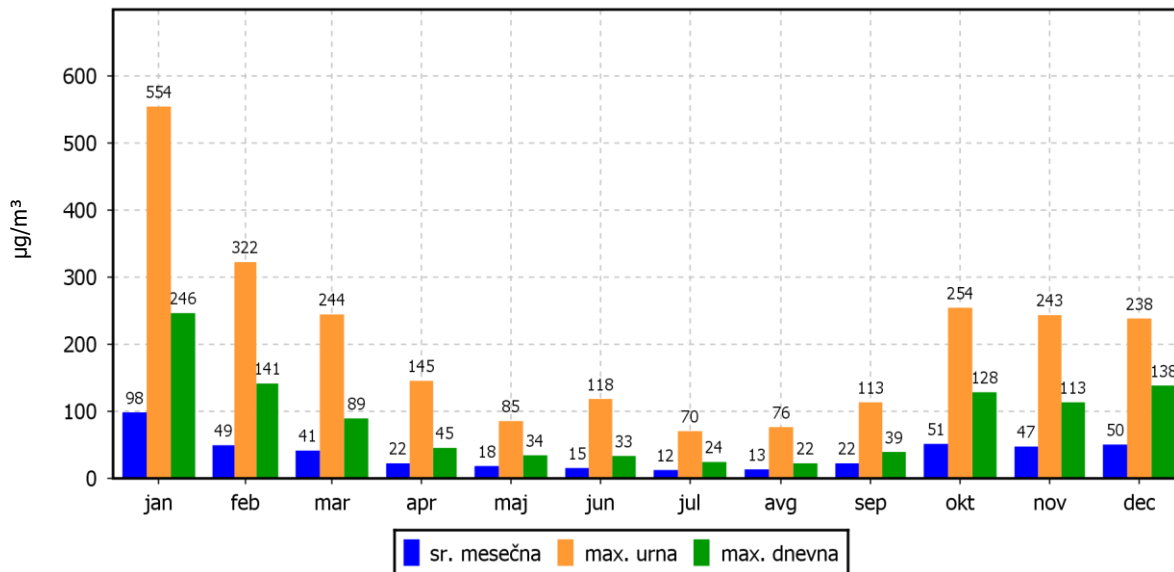
Ljubljana-Bežigrad  
 01.01.2022 do 01.01.2023



## ARSO

Ljubljana-Bežigrad

01.01.2022 do 01.01.2023

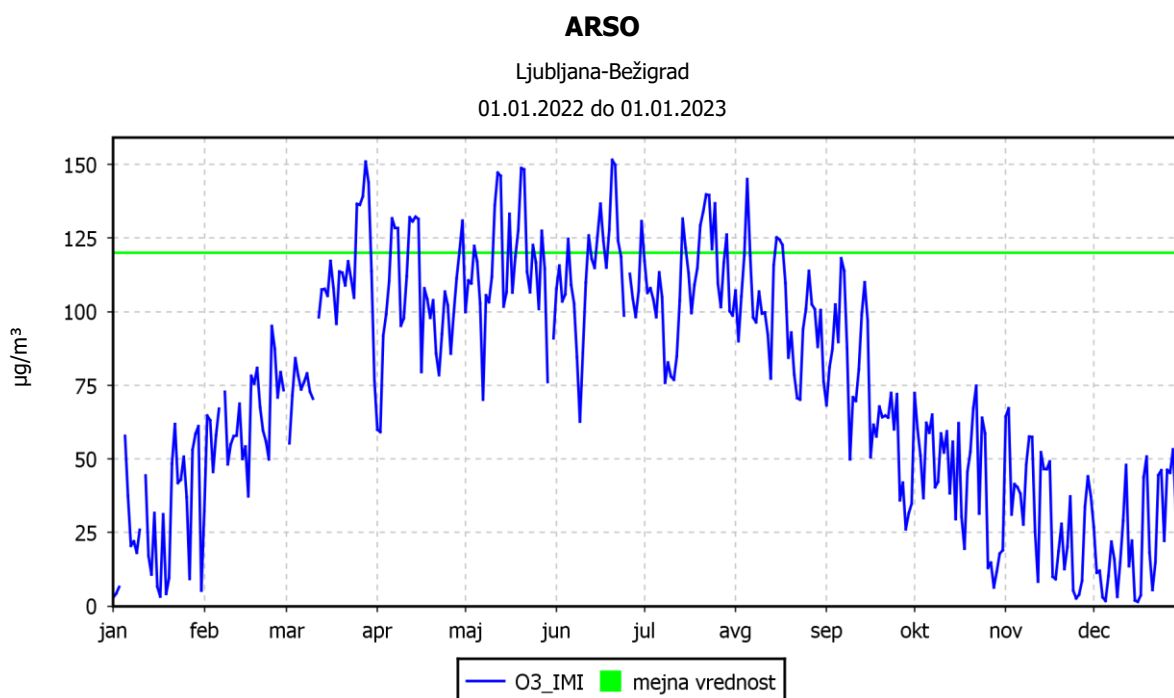


#### 4.1.3. Pregled koncentracij v zraku: O<sub>3</sub> – ARSO, Ljubljana – Bežigrad

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 95% pravih rezultatov urnih koncentracij delcev O<sub>3</sub> v zraku. Spodnji graf prikazuje dnevne vrednosti NO<sub>x</sub> v letu 2022. Maksimalna urna koncentracija delcev O<sub>3</sub> je znašala 171 µg/m<sup>3</sup>, dosežena 21.05.2022 ob 15:00. Maksimalna dnevna koncentracija 129 µg/m<sup>3</sup> je bila izmerjena dne 20.06.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 49 µg/m<sup>3</sup>.

Lokacija: Ljubljana (Zadobrova)  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

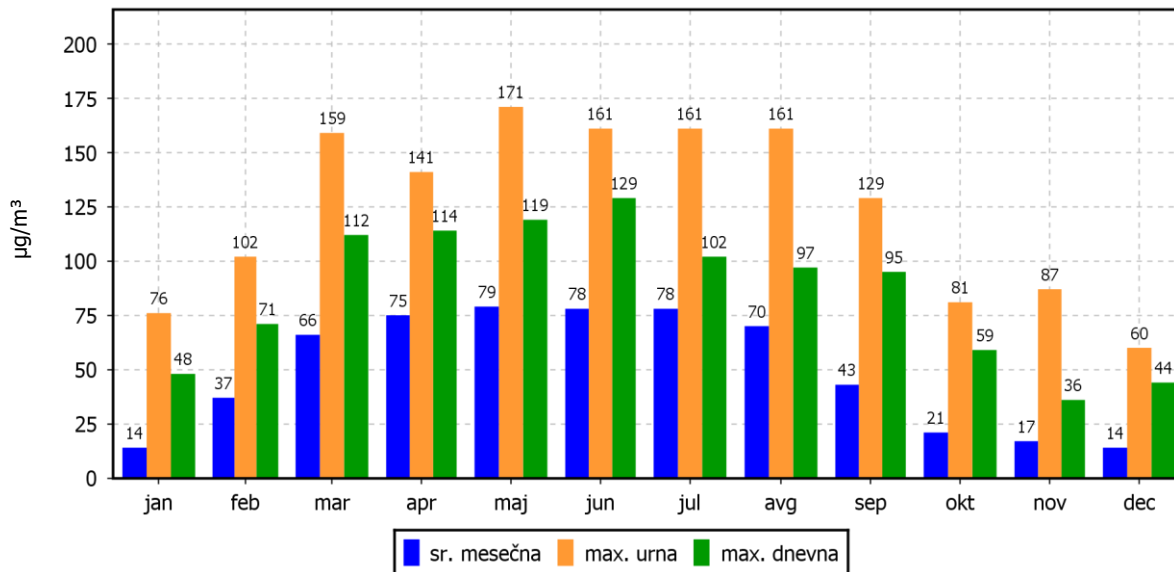
Razpoložljivih urnih podatkov:	8336	95%
Maksimalna urna koncentracija:	171 µg/m <sup>3</sup>	21.05.2022 15:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	129 µg/m <sup>3</sup>	20.06.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m <sup>3</sup>	31.01.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	49 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov urne koncentracije		
- nad OV 180 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad AV 240 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	134 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.9 p.v. - dnevnih koncentracij:	126 µg/m <sup>3</sup>	
AOT40:		obdobje
- mesečna vrednost	44401 (µg/m <sup>3</sup> ).h	1.1. do 1.1.
- varstvo rastlin	26038 (µg/m <sup>3</sup> ).h	1.5. do 1.8.
- varstvo gozdov	38841 (µg/m <sup>3</sup> ).h	1.4. do 1.10.
Dnevna 8-urna vrednost:		
- število primerov nad 120 µg/m <sup>3</sup> :	47	



### ARSO

Ljubljana-Bežigrad

01.01.2022 do 01.01.2023



## 5. ZAKLJUČEK

V letu 2022 je bilo na merilnem mestu Javnega podjetja Energetike Ljubljane (Zadobrova) izmerjenih 99 % meritev  $SO_2$ , 92 % meritev  $NO_2/NO_x$ , 97 % meritev  $O_3$  in 98 % meritev  $PM_{10}$ . Vsi rezultati na lokaciji se obravnavajo kot uradni rezultati meritev, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90%.

Opozorilna vrednost in alarmna vrednost v merjenem obdobju za  $O_3$  nista bili preseženi. Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi za  $O_3$  je bila v merjenem obdobju presežena 14-krat.

Dnevna mejna vrednost  $PM_{10}$  je bila v merjenem obdobju presežena 1-krat (mesec januar 2023).

Minimalna dnevna temperatura na lokaciji Zadobrova je znašala  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  (08.01.2022) in maksimalna dnevna vrednost  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (23.07.2022).

Rezultati meritev onesnaženosti zraka in meteoroloških parametrov na vplivnem področju Zadobrova kažejo, da koncentracije onesnažil v letu 2022 ne presegajo dovoljenih mejnih vrednosti iz česar lahko zaključimo, da je vpliv elektrarne na onesnaženost zraka v okviru predpisanih zakonskih zahtev.

Glede na to, da merilniki določajo koncentracijo le v 1 točki prostora je za učinkovit in celovit pregled nad dogajanjem v zunanjem zraku v lokalnem okolju priporočljivo dodati tudi druga orodja ocenjevanja kakovosti zraka, kot so:

- **Modelski izračuni:** modelski izračuni dopolnijo oceno kakovosti zunanjega zraka s prostorsko razporeditvijo onesnaženja, ki omogoča boljši vpogled v okoljske posledice onesnaževanja iz določenega vira in opredeljuje območja v okolici vira, ki so najbolj obremenjena. Torej z modelsko oceno se lahko določi dodatno obremenitev iz točno določenega posameznega vira.
- **Krajše merilne kampanje v lokalnem okolju:** še posebno v času večjih koncentracij je priporočljivo izvajati meritve tudi na drugih občutljivih točkah v prostoru.
- **Napoved pojava inverzije:** Poleg hitrosti vetra ima na koncentracije onesnaževal zelo pomemben vpliv tudi stabilnost ozračja. Spodnja plast atmosfere je v primeru temperaturne inverzije zelo stabilna in to negativno vpliva na razširjanje onesnaževal in privede do višjih koncentracij. Temperaturno inverzijo prepoznamo iz višinskega poteka temperature, kadar temperatura z višino narašča.



JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

**LETNA ANALIZA REZULTATOV MONITORINGA PADAVIN, NA OBMOČJU  
VREDNOTENJA ENOTE TE-TOL IN ENOTE TOŠ,  
LETO 2022**

Oznaka dokumenta: 222228-IMI-10-1

Ljubljana, januar 2023





JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

**LETNA ANALIZA REZULTATOV MONITORINGA PADAVIN, NA OBMOČJU  
VREDNOTENJA ENOTE TE-TOL IN ENOTE TOŠ,  
LETO 2022**

Oznaka dokumenta: 222228-IMI-10-1

Ljubljana, januar 2023

Direktor:

dr. Boris ŽITNIK, univ. dipl. inž. el.



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR  
Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo  
Hajdrihova 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

T +386 1 474 3601 I E info@eimv.si

W [www.eimv.si](http://www.eimv.si)

Oddelek za okolje

© Elektroinštitut Milan Vidmar, 2022

*Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira. Vsebina predstavlja informacije, ki se jih brez odobritve izvajalca ne sme uporabljati za nobene druge namene, razen za upravne postopke po Zakonu o varstvu okolja, Zakonu o ohranjanju narave, Zakonu o prostorskem načrtovanju oziroma Zakonu o umeščanju prostorskih ureditev državnega pomena v prostor.*

Naročnik: JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.  
Verovškova ulica 62, 1000 LJUBLJANA

Projekt: Izvajanje obratovalnega monitoringa emisij snovi v zrak in kakovosti zunanje zraka

Naročilo: Pogodba: JPE-VOD-OK-81/22, 26. 7. 2022

Odgovorna oseba: Irena DEBELJAK, univ. dipl. inž. kem. inž.

Izvajalec: ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR  
Oddelek za okolje  
Hajdrihova 2, 1000 LJUBLJANA

Delovni nalog: 222228

Projekt: 222228-IMI: Obratovalni monitoring kakovosti zunanje zraka

Vodje projekta: Jaroslav ŠKANTAR, univ. dipl. inž. el.  
Damjan KOVAČIČ, dipl. san. inž.  
mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.  
Andrej Šišteršič, univ. dipl. inž. str.  
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.  
Urška KUGOVNIK, univ. dipl. ekol.  
Tomaž ZAKŠEK, dipl. inž. kem. tehol.

Aktivnost: 222228-IMI-10

Naloga: 222228-IMI-10-1

Naslov: Letna analiza rezultatov monitoringa padavin na območju vrednotenja enote TE-TOL in enote TOŠ, leto 2022

Oznaka dokumenta: 222228-IMI-10-1

Datum izdelave:

Število izvodov: 1 x tiskana verzija, 1 x arhiv izdelovalca, elektronska verzija (<https://www.gtd-eimv.si/>)

Avtorji: Tomaž ZAKŠEK, dipl. inž. kem. tehol.  
Branka Hofer, gim. mat.  
Damjan KOVAČIČ, dipl. san. inž.  
mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.  
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.  
Urška KUGOVNIK, univ. dipl. ekol.  
mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.

Vodja oddelka:

mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.

Poročilo je bilo ustvarjeno z:

- Microsoft Office Word 2007, Microsoft Corporation,
- Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Corporation,
- Okoljski informacijski sistem, OOK Reporter, verzija: v3.0 b20201013b, Elektroinštitut Milan Vidmar.

## KAZALO VSEBINE

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. ZAKONSKE OSNOVE .....</b>	<b>3</b>
<b>3. MERILNA MREŽA IN LOKACIJA MERILNIH MEST .....</b>	<b>5</b>
<b>4. NABOR MERITEV, SKLADNOST MERILNE TEHNIKE IN KAKOVOST MERITEV.....</b>	<b>7</b>
<b>5. REZULTATI MERITEV.....</b>	<b>9</b>
5.1 KAKOVOST PADAVIN IN KOLIČINA USEDLIN .....	11
5.1.1 <i>Kakovost padavin in količina usedlin – Za deponijo.....</i>	<i>11</i>
5.1.2 <i>Kakovost padavin in količina usedlin – Elektroinštitut Milan Vidmar.....</i>	<i>17</i>
5.1.3 <i>Kakovost padavin in količina usedlin – Zadobrova .....</i>	<i>23</i>
5.1.4 <i>Kakovost padavin in količina usedlin – Kočevje.....</i>	<i>29</i>
5.2 TEŽKE KOVINE V USEDLINAH .....	34
5.2.1 <i>Težke kovine v usedlinah – Za deponijo.....</i>	<i>35</i>
5.2.2 <i>Težke kovine v usedlinah – Elektroinštitut Milan Vidmar.....</i>	<i>37</i>
5.2.4 <i>Težke kovine v usedlinah – Zadobrova .....</i>	<i>39</i>
5.3 RAZŠIRJENA ANALIZA TEŽKIH KOVIN V USEDLINAH .....	43
5.3.1 <i>Razširjena analiza težkih kovin v usedlinah .....</i>	<i>43</i>
5.4 PAH IN Hg V USEDLINAH .....	44
5.4.1 <i>PAH in Hg v usedlinah – Zadobrova.....</i>	<i>44</i>
<b>6. SKLEP .....</b>	<b>45</b>



## 1. UVOD

S sprejetjem Zakona o varstvu okolja (ZVO-1, Ur.l. RS, št. 41/2004 s spremembami) v letu 2004 je bil vzpostavljen pravni red za spodbujanje in usmerjanje družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti. Med cilji tega zakona sta tudi preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja in ohranjanje ter izboljševanje kakovosti okolja. Za doseganje ciljev oziroma nadzor nad doseganjem slednjih zakon predpisuje monitoring stanja okolja, kar obsega tudi monitoring kakovosti zunanjega zraka in z njim monitoring kakovosti padavin.

Eno od pomembnih meril stopnje onesnaženosti zunanjega zraka je sestava padavin oziroma usedlin. Snovi se na površje usedajo kot:

- mokre ali
- suhe usedline.

Mokre usedline nastajajo v procesu čiščenja plinov in delcev iz ozračja s tekočo (npr. kapljice vode) ali trdno (npr. kristali ledu) fazo. Suhe usedline pa se v obliki delcev ali plinov usedajo na površje v času, ko ni padavin. Kemijska sestava usedlin je tako merilo za stopnjo onesnaženosti zraka. Sestavine padavin so v večji meri produkti oksidacije najpogostejših onesnaževal, kot so SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO in ogljikovodiki. Z njihovim usedanjem prihaja do zakisljevanja in evtrofikacije okolja.





## 2. ZAKONSKE OSNOVE

S ciljem zmanjšati zakisljevanje kot tudi eutrofikacijo, je bila leta 1979 sprejeta **Konvencija o onesnaževanju zraka na velike razdalje preko meja**. Na njeni osnovi so države dolžne izvajati **EMEP program**, ki vključuje tudi spremljanje kakovosti padavin. V okviru mreže EMEP naj bi se v vzorcih padavin določalo sledeče komponente: pH,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , elektroprevodnost in pa nekatere kovine.

Po mednarodnem dogovoru je bila postavljena tudi mejna pH vrednost za kisle padavine, ki znaša 5,6 pH.

S stališča škodljivosti za zdravje in naravo se vedno večkrat omenjajo onesnaževala, kot so težke kovine in nekateri policiklični aromatski ogljikovodiki. Ti naj bi predstavljali tveganje za zdravje ljudi tako s koncentracijami v zraku kot tudi z usedanjem in to v že zelo majhnih koncentracijah, zato je bila v EU sprejeta četrta hčerinska direktiva na področju kakovosti zunanjega zraka:

- **Direktiva 2004/107/ES o arzenu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku.**

Določbe direktive so vnesene v slovenski pravni red z **Uredbo o arzenu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih ogljikovodikih (Ur.l. RS, št. 56/2006 in 44/2022 – ZVO-2)**.

V letu 2008 je bila sprejeta direktiva o kakovosti zunanjega zraka in čistejšemu zraku:

- **Direktiva 2008/50/ES o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo.**

V slovenski pravni red je bila vnesena z **Uredbo o kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22 – ZVO-2)**.

Omenjena pravna akta sicer ne predpisujeta mejnih vrednosti, vendar pa vključujeta zahteve po spremljanju kakovosti in količine usedlin.

Pri monitoringu padavin je potrebno upoštevati tudi zahteve Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2).



### **3. MERILNA MREŽA IN LOKACIJA MERILNIH MEST**

Monitoring kakovosti padavin in količine usedlin v okolici Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL se izvaja mesečno na treh lokacijah: Za deponijo, Elektroinštitut Milan Vidmar, Zadobrova ter na referenčni lokaciji Kočevje.



#### 4. NABOR MERITEV, SKLADNOST MERILNE TEHNIKE IN KAKOVOST MERITEV

Monitoring kakovosti padavin je sestavljen iz vzorčenja padavin na terenu in analiz vzorcev v laboratoriju.

V mesečnih vzorcih padavin se določa:

- volumen,
- prevodnost,
- koncentracije nitratov,
- koncentracije sulfatov
- koncentracije kloridov,
- koncentracije amoniaka,
- kovine Ca, Mg, Na, K in
- usedline ter
- težke kovine.

Padavine oziroma usedline vzorčimo z Bergerhoffovim zbiralnikom padavin.

Ker slovenska zakonodaja ne predpisuje posebnih zahtev glede meritev kakovosti padavin, se slednje izvaja v skladu z zahtevami programov EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) in GAW (Global Atmosphere Watch). Za določanje vsebnosti kovin se za vzorčenje in analizo uporablja standard prEN 15841.

Nabor parametrov, analizne metode in sistem zagotavljanja kakovosti podatkov za vzorčenje in analizo vzorcev padavin, ki je vpeljan v laboratoriju, sledi splošnim zahtevam programov EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) in GAW (Global Atmosphere Watch) in pa zahtevam, ki jih postavlja naša zakonodaja. Monitoring upošteva tudi zakonske zahteve glede reprezentativnosti mernih mest in zagotavljanja reprezentativnosti lokacije mernega mesta na območju na katerega vpliva vir onesnaževanja..

Vzorčenje in analize vzorcev padavin in usedlin so izvedene v kemijskem laboratoriju Elektroinštituta Milan Vidmar, z izjemo analiz težkih kovin, ki se izvajajo v Eurofins ERICo Slovenija d.o.o.

Pri obdelavi podatkov so uporabljene tudi določbe Odločbe sveta z dne 27. januarja 1997 o vzpostavitvi vzajemne izmenjave informacij in podatkov iz merilnih mrež in posameznih postaj za merjenje onesnaženosti zunanjega zraka v državah članicah.



## 5. REZULTATI MERITEV

V tabelah, grafih in prilogah v nadaljevanju so prikazani rezultati meritev kakovosti padavin in količine usedlin za leto 2022.





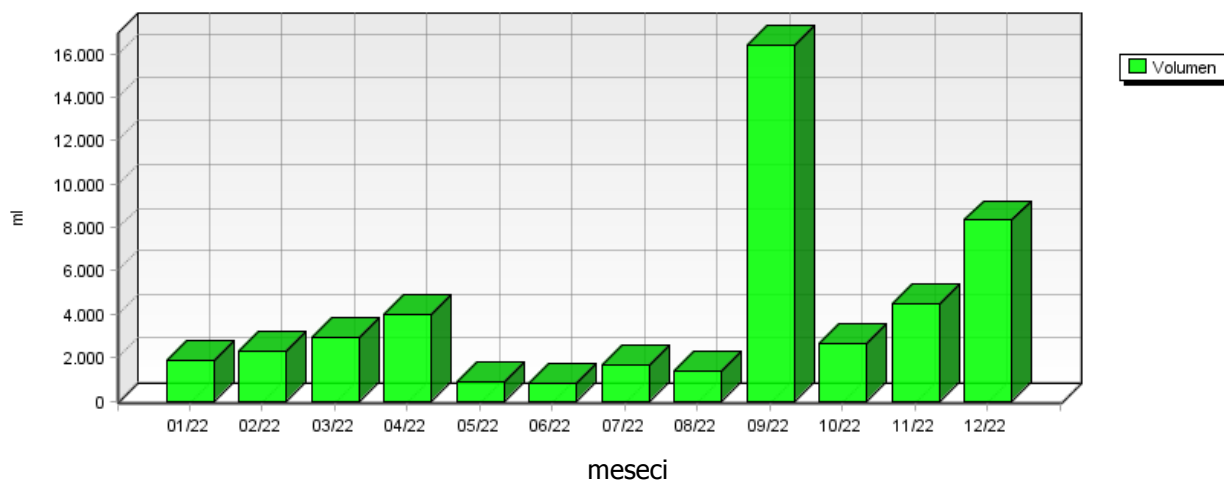
## 5.1 KAKOVOST PADAVIN IN KOLIČINA USEDLIN

### 5.1.1 Kakovost padavin in količina usedlin – Za deponijo

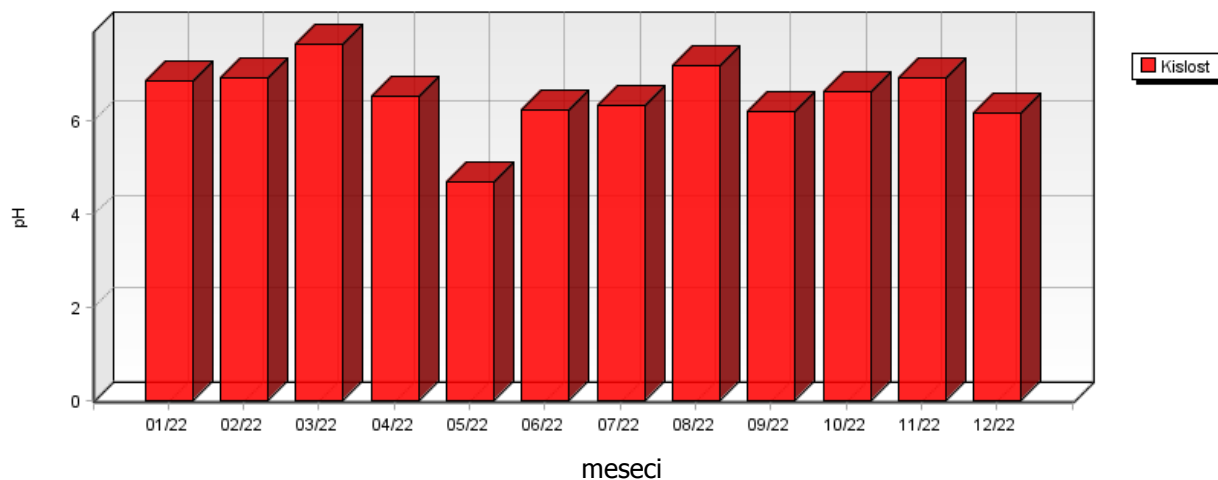
Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL  
 Postaja: Za deponijo  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Volumen ml	1890	2260	2930	3990	910	840	1630	1350	16430	2660	4490	8350
Kislost pH	6.87	6.93	7.66	6.53	4.68	6.22	6.34	7.17	6.19	6.62	6.92	6.16
Prevodnost $\mu\text{S/cm}$	26.70	34.60	35.11	21.50	57.10	57.80	34.60	46.40	6.80	27.90	13.00	10.90

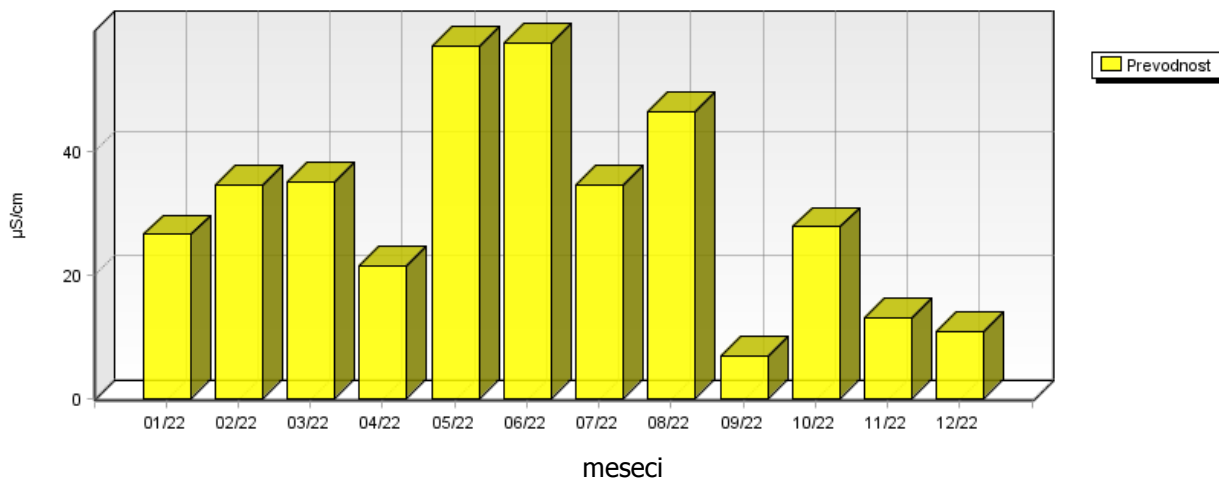
**Za deponijo  
VOLUMEN PADAVIN**



**Za deponijo  
KISLOST PADAVIN**

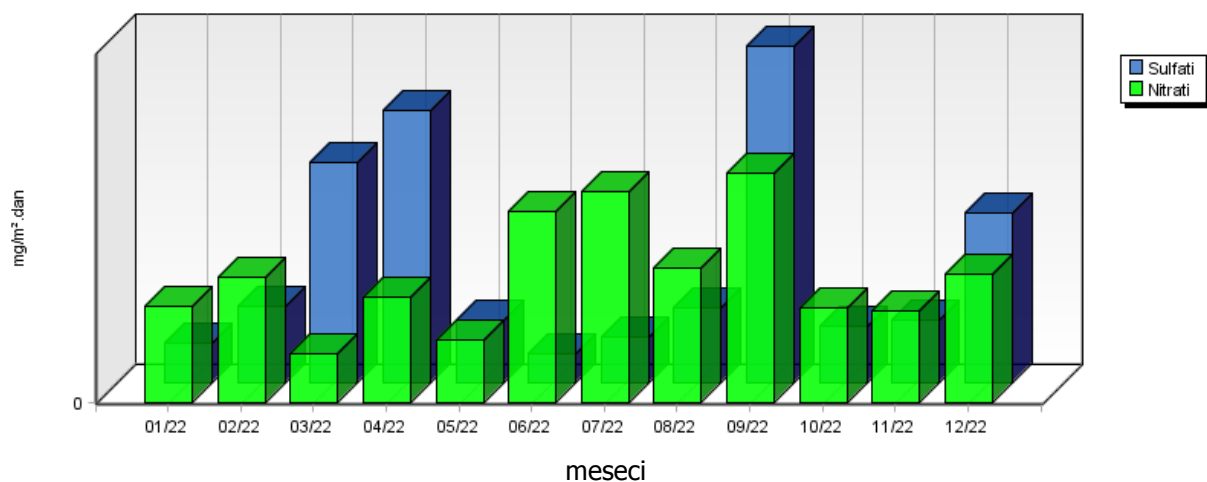


**Za deponijo  
PREVODNOST PADAVIN**

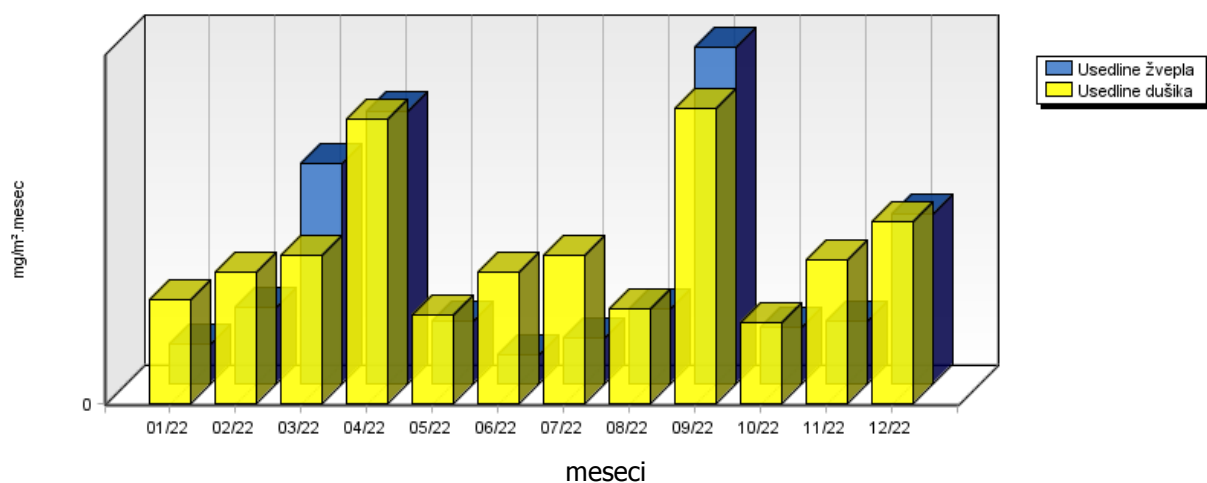


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Nitrati mg/m <sup>2</sup> .dan	4.67	6.06	2.35	5.09	3.02	9.25	10.28	6.55	11.16	4.57	4.42	6.24
Sulfati mg/m <sup>2</sup> .dan	1.89	3.71	10.68	13.22	3.03	1.40	2.17	3.59	16.40	2.69	2.99	8.34
Usedline dušika mg/m <sup>2</sup> .mesec	50.21	63.63	71.62	138.19	43.07	63.70	71.72	46.11	143.27	39.39	69.79	88.56
Usedline žvepla mg/m <sup>2</sup> .mesec	18.87	37.14	106.85	132.22	30.28	13.98	21.69	35.94	164.01	26.91	29.88	83.35

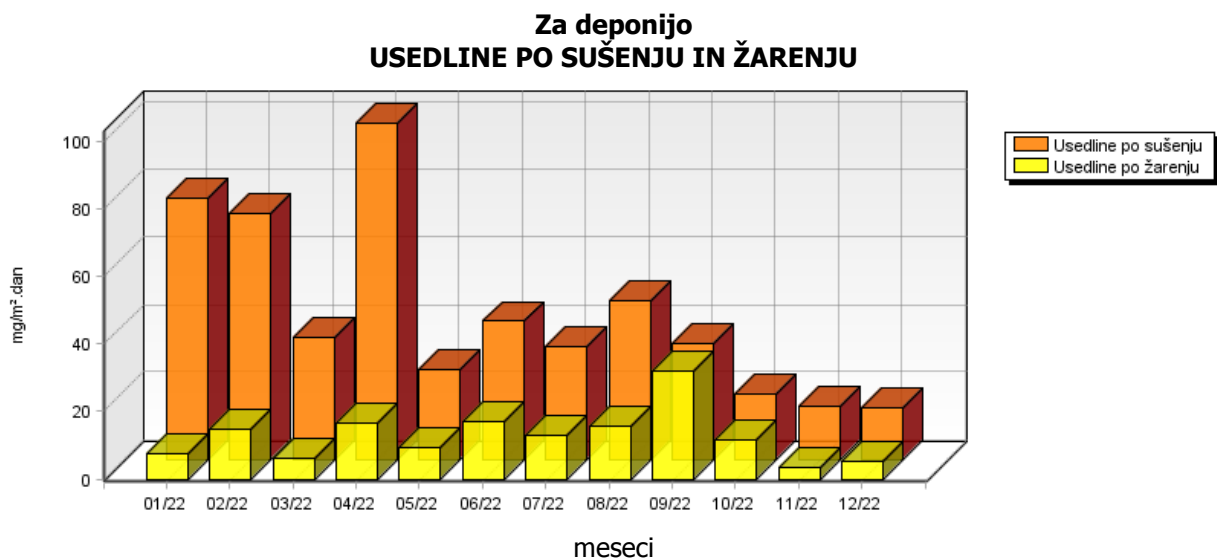
**Za deponijo  
SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH**



**Za deponijo  
USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA**

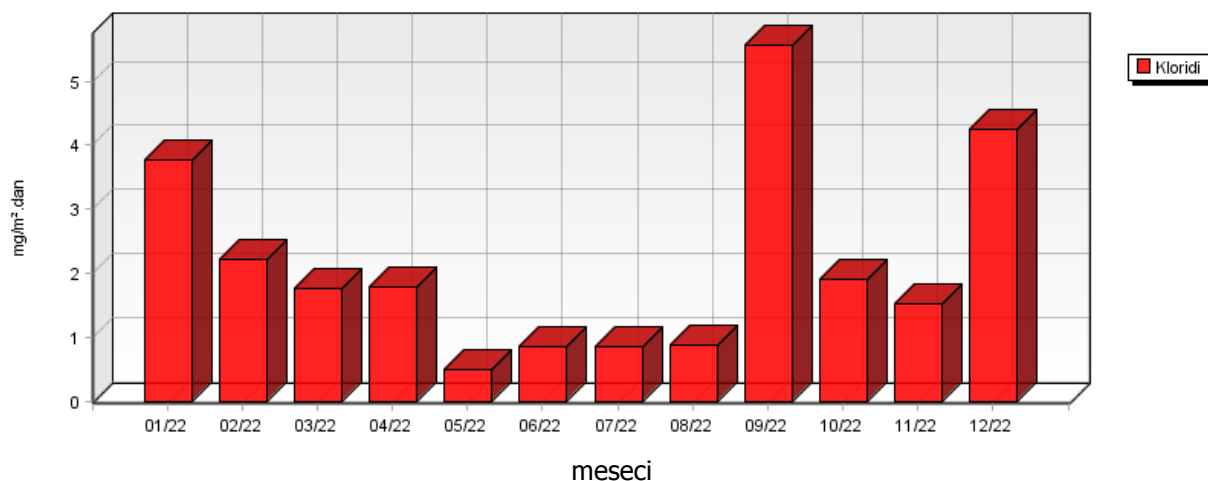


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Usedline po sušenju mg/m <sup>2</sup> .dan	77.52	72.66	36.23	99.82	26.68	41.06	33.48	47.61	34.14	19.36	15.86	15.27
Usedline po žarenju mg/m <sup>2</sup> .dan	7.55	14.59	6.04	16.75	9.34	17.07	12.76	15.81	31.96	11.69	3.61	5.41

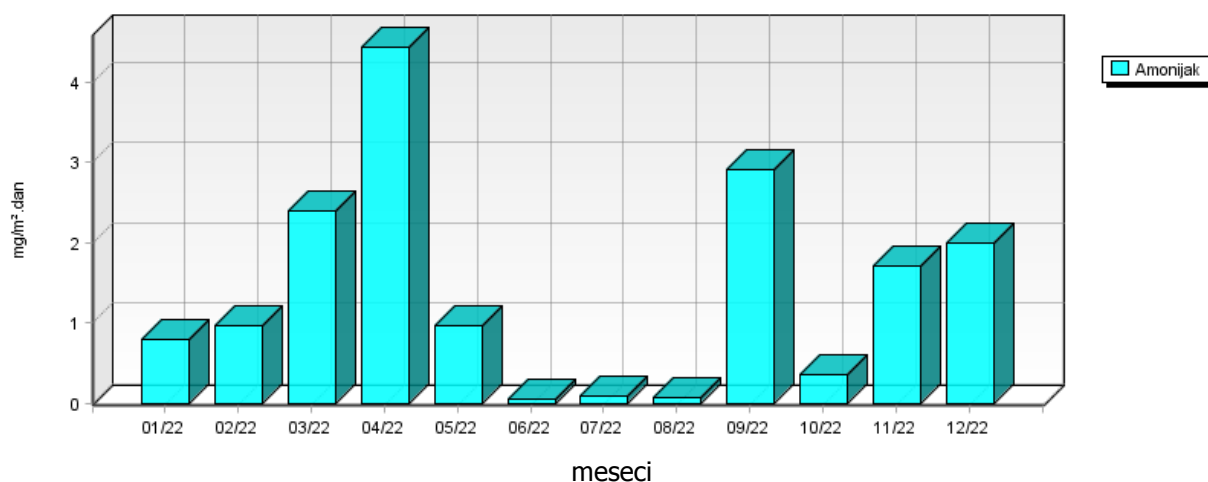


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Kloridi mg/m <sup>2</sup> .dan	3.77	2.23	1.75	1.79	0.49	0.84	0.84	0.87	5.58	1.90	1.52	4.25
Amonijak mg/m <sup>2</sup> .dan	0.80	0.97	2.39	4.44	0.97	0.05	0.09	0.07	2.90	0.36	1.71	1.98
Kalcij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.37	0.22	1.28	0.58	0.31	0.12	0.40	0.46	1.75	0.39	0.87	1.21
Magnezij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.33	0.07	0.17	0.82	0.11	0.05	0.11	0.12	0.58	0.08	0.26	0.98
Natrij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.07	1.67	1.66	1.25	0.39	0.47	0.13	0.26	2.45	0.11	2.50	4.65
Kalij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.15	1.21	0.30	0.35	2.57	1.31	0.12	0.18	0.78	0.05	1.07	0.79

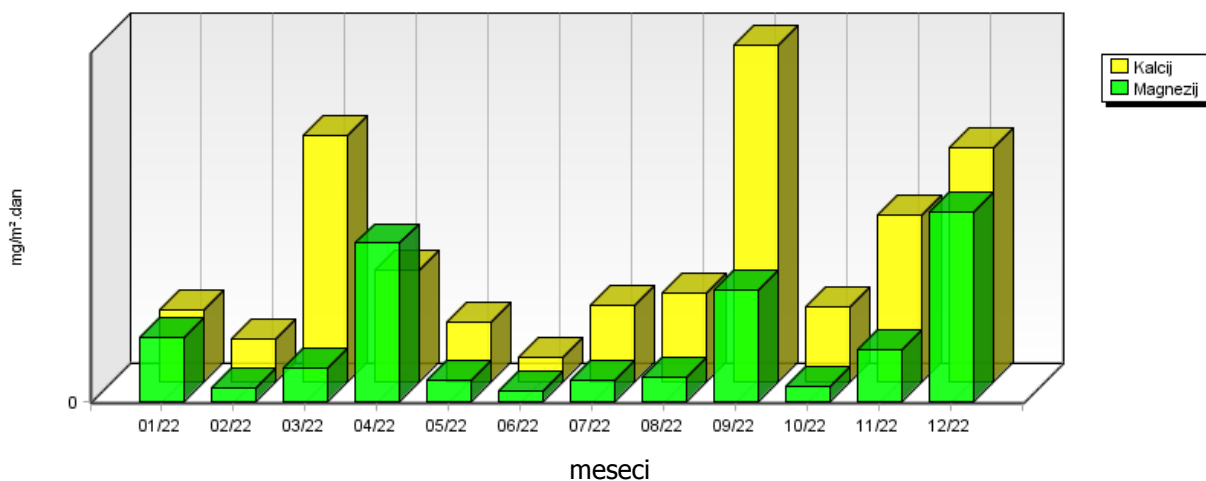
**Za deponijo  
KLORIDI V PADAVINAH**



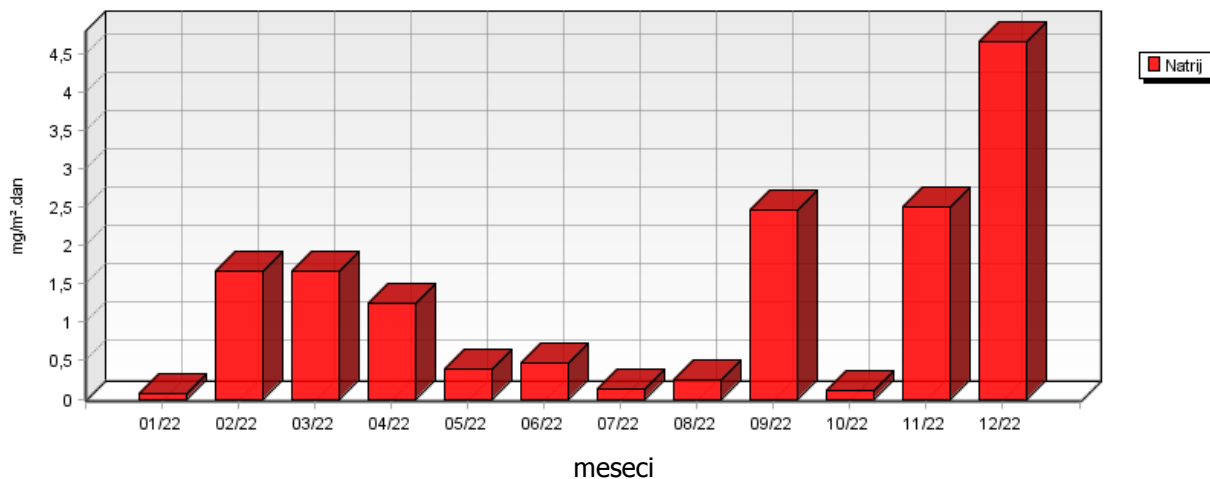
**Za deponijo  
AMONIJAK V PADAVINAH**



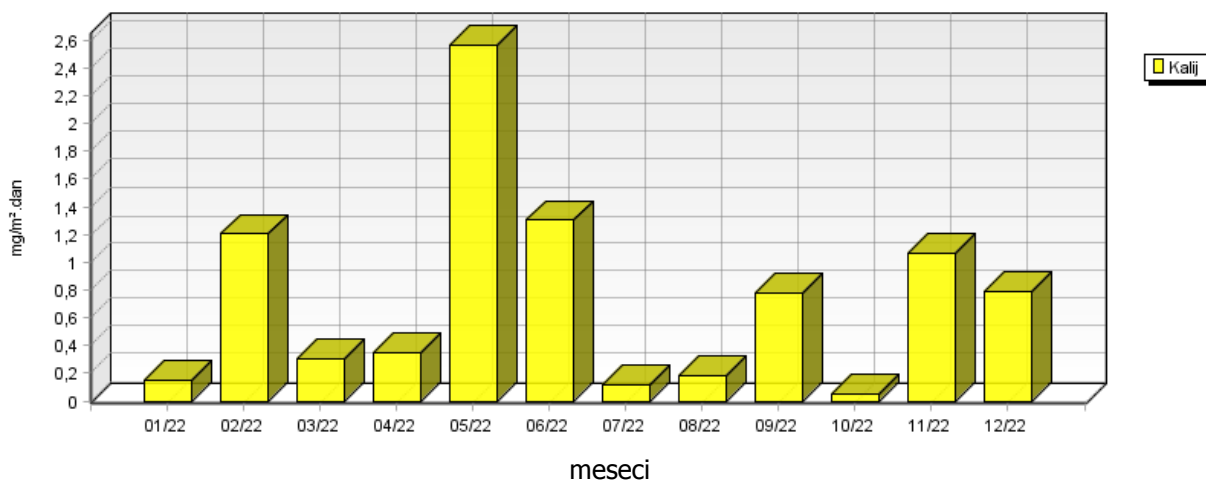
**Za deponijo  
KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH**



**Za deponijo  
NATRIJ V PADAVINAH**



**Za deponijo  
KALIJ V PADAVINAH**

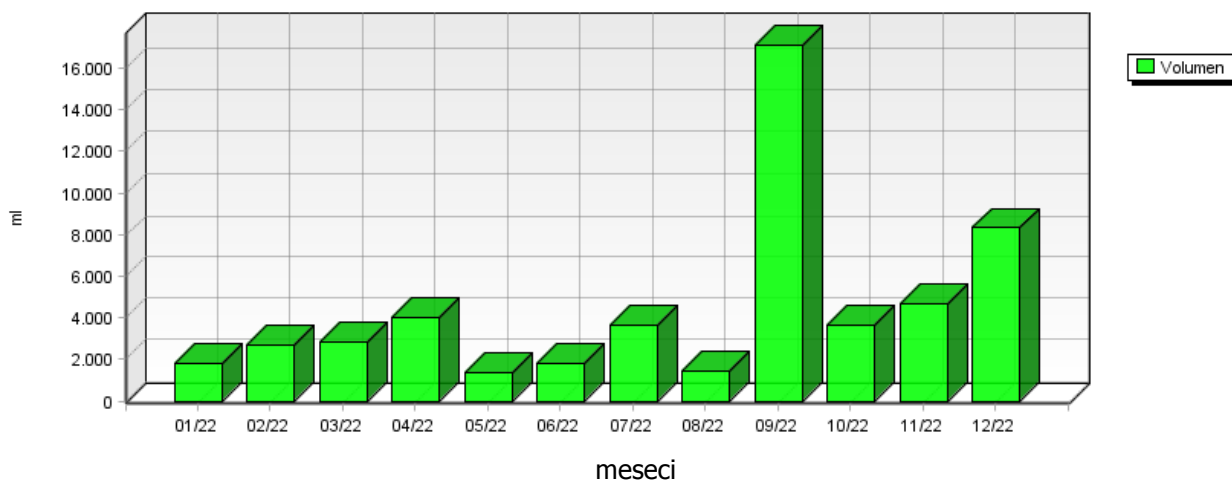


### 5.1.2 Kakovost padavin in količina usedlin – Elektroinštitut Milan Vidmar

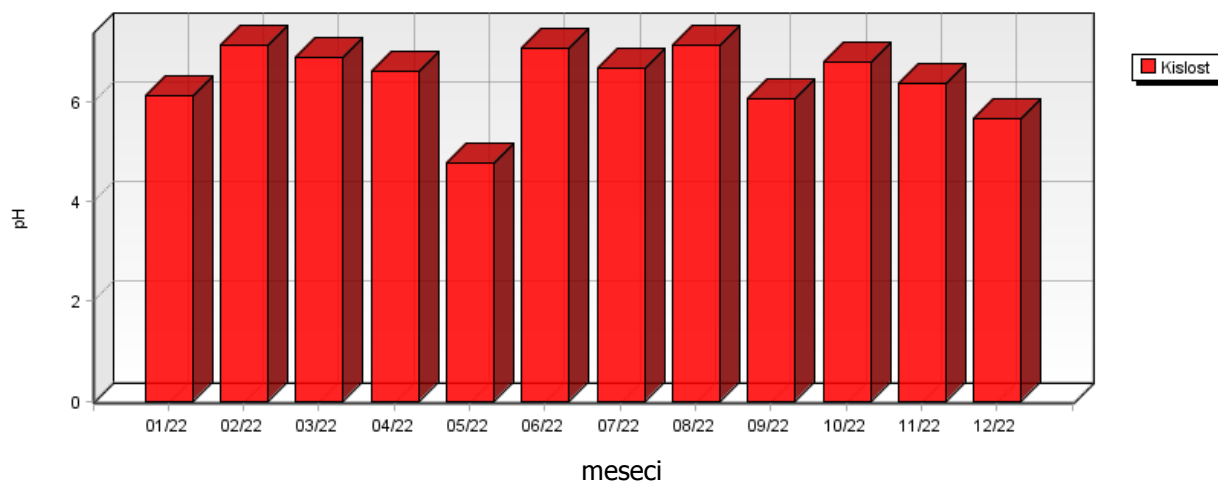
Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL  
 Postaja: Elektroinštitut Milan Vidmar  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Volumen ml	1830	2650	2850	4030	1350	1800	3660	1410	17150	3650	4670	8340
Kislost pH	6.12	7.14	6.87	6.61	4.77	7.07	6.66	7.13	6.06	6.78	6.36	5.64
Prevodnost $\mu\text{S/cm}$	17.80	25.50	18.50	15.90	36.50	33.70	15.80	34.10	11.10	12.30	11.80	13.30

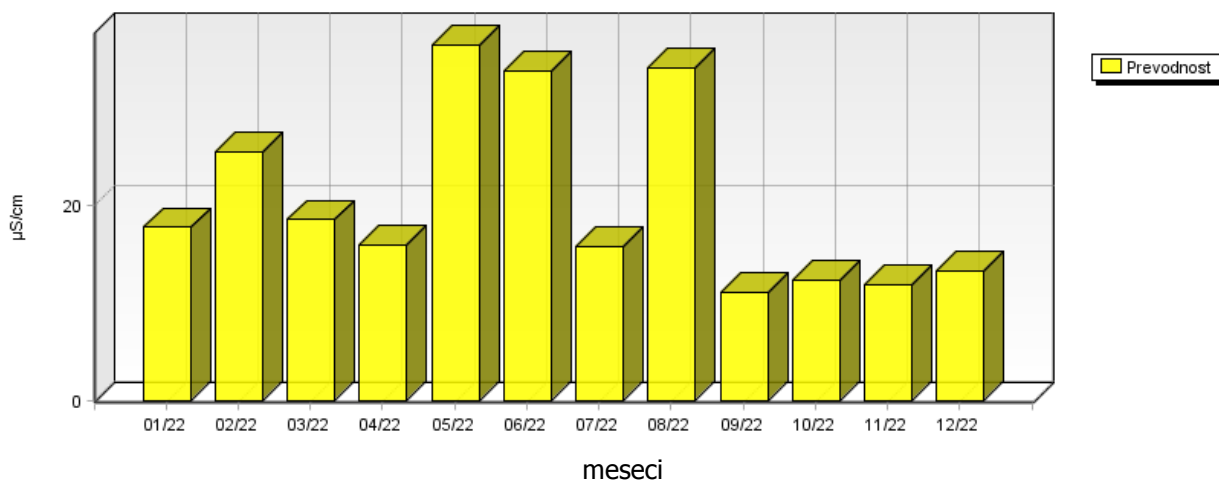
**Elektroinštitut Milan Vidmar  
VOLUMEN PADAVIN**



**Elektroinštitut Milan Vidmar  
KISLOST PADAVIN**



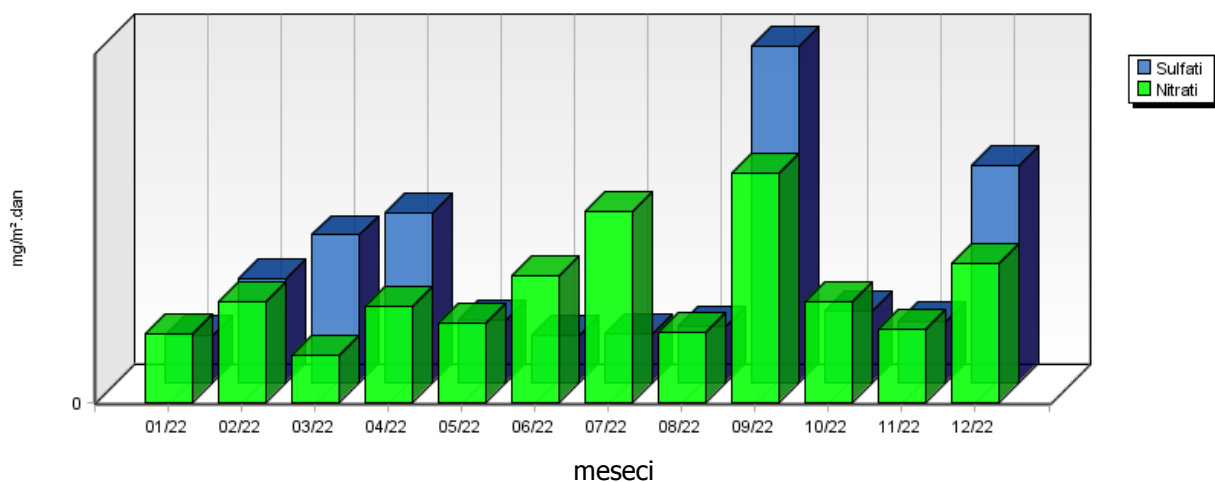
**Elektroinštitut Milan Vidmar  
PREVODNOST PADAVIN**



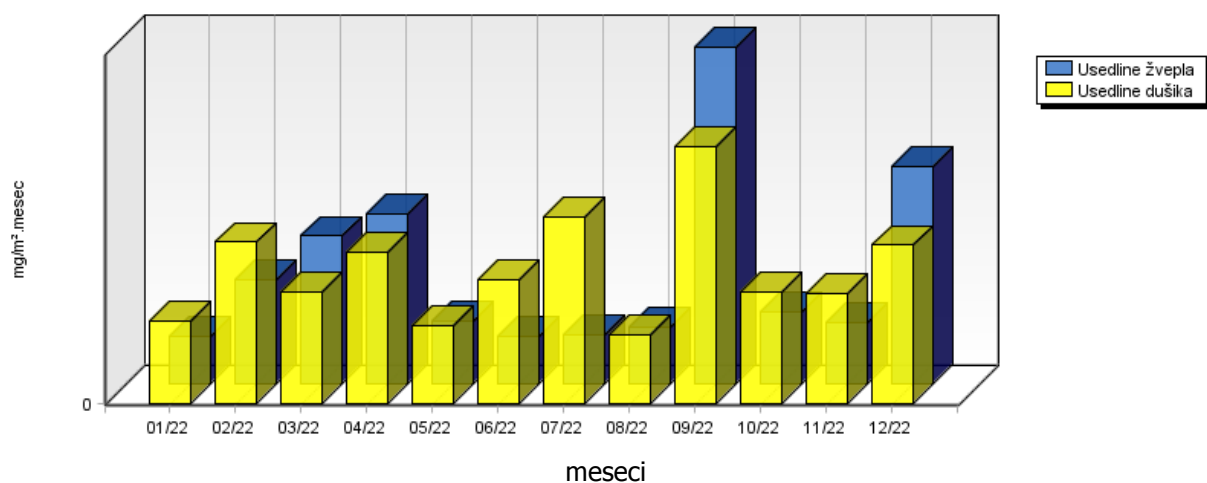


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Nitrati mg/m <sup>2</sup> .dan	3.45	5.07	2.38	4.84	4.00	6.43	9.69	3.52	11.65	5.13	3.71	7.02
Sulfati mg/m <sup>2</sup> .dan	2.41	5.24	7.55	8.68	3.14	2.40	2.44	2.82	17.12	3.64	3.11	11.04
Usedline dušika mg/m <sup>2</sup> .mesec	41.38	81.82	56.77	76.87	39.27	62.95	94.66	34.82	130.52	56.73	55.47	80.61
Usedline žvepla mg/m <sup>2</sup> .mesec	24.11	52.37	75.48	86.75	31.44	23.96	24.36	28.15	171.20	36.44	31.08	110.44

### Elektroinštitut Milan Vidmar SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH

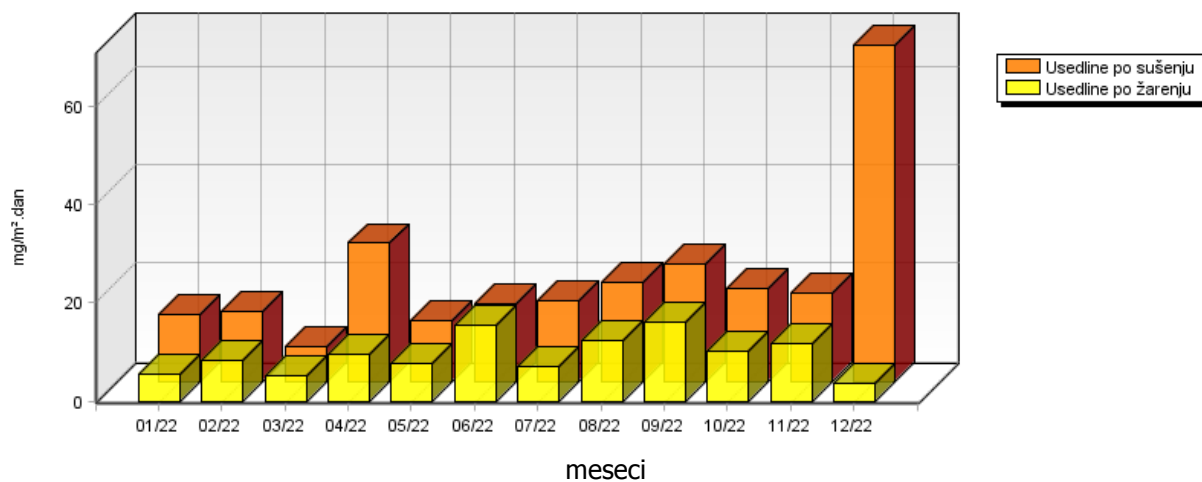


### Elektroinštitut Milan Vidmar USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA



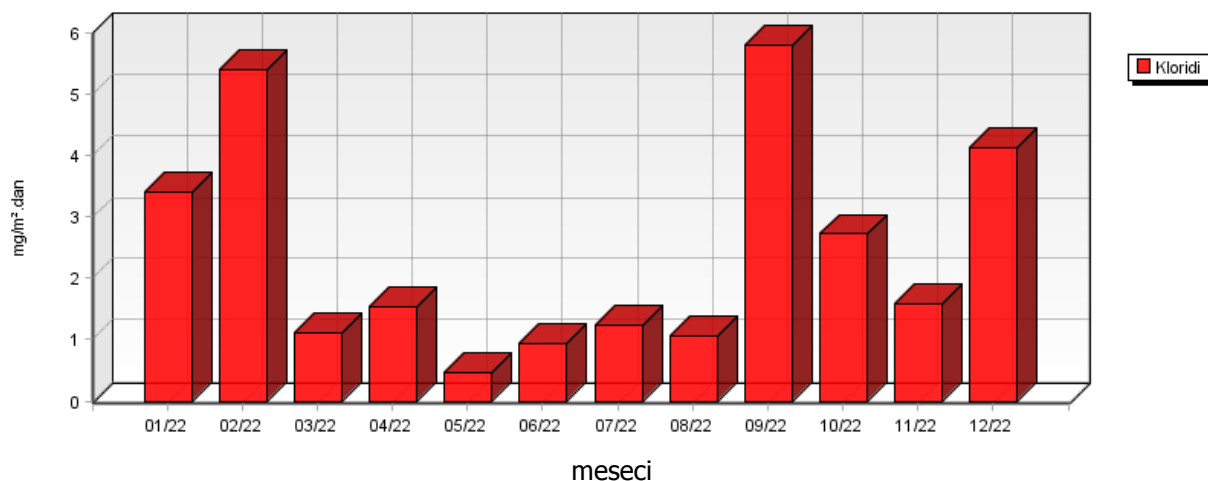
	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Usedline po sušenju mg/m <sup>2</sup> .dan	13.51	14.06	6.86	28.25	12.14	15.63	16.37	19.92	23.78	18.70	17.86	68.42
Usedline po žarenju mg/m <sup>2</sup> .dan	5.41	8.18	5.04	9.45	7.49	15.31	7.14	12.27	16.13	10.08	11.61	3.46

**Elektroinštitut Milan Vidmar  
USEDLINE PO SUŠENJU IN ŽARENJU**

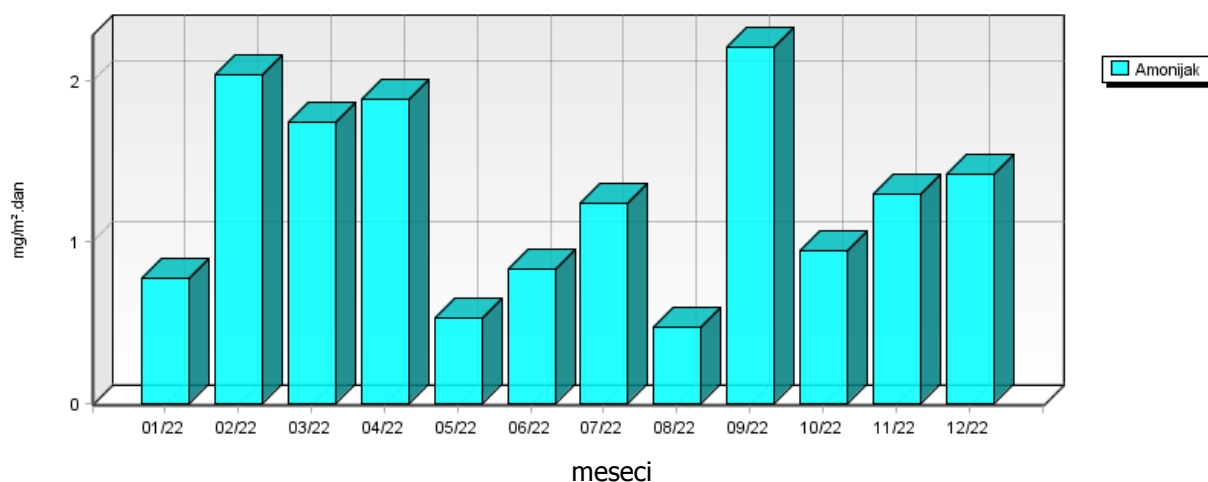


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Kloridi mg/m <sup>2</sup> .dan	3.42	5.40	1.10	1.53	0.46	0.93	1.24	1.07	5.82	2.73	1.59	4.13
Amonijak mg/m <sup>2</sup> .dan	0.77	2.03	1.74	1.89	0.52	0.83	1.24	0.47	2.21	0.94	1.30	1.42
Kalcij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.18	0.26	1.24	1.17	0.20	0.39	0.20	0.27	1.83	0.53	0.68	1.21
Magnezij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.38	0.16	0.08	0.36	0.12	0.03	0.18	0.10	0.61	0.11	0.41	0.49
Natrij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.06	2.64	1.35	0.85	0.36	0.46	0.34	0.29	3.03	0.25	2.79	4.13
Kalij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.06	1.21	0.24	0.71	0.78	0.41	0.62	0.19	3.96	0.17	0.89	0.51

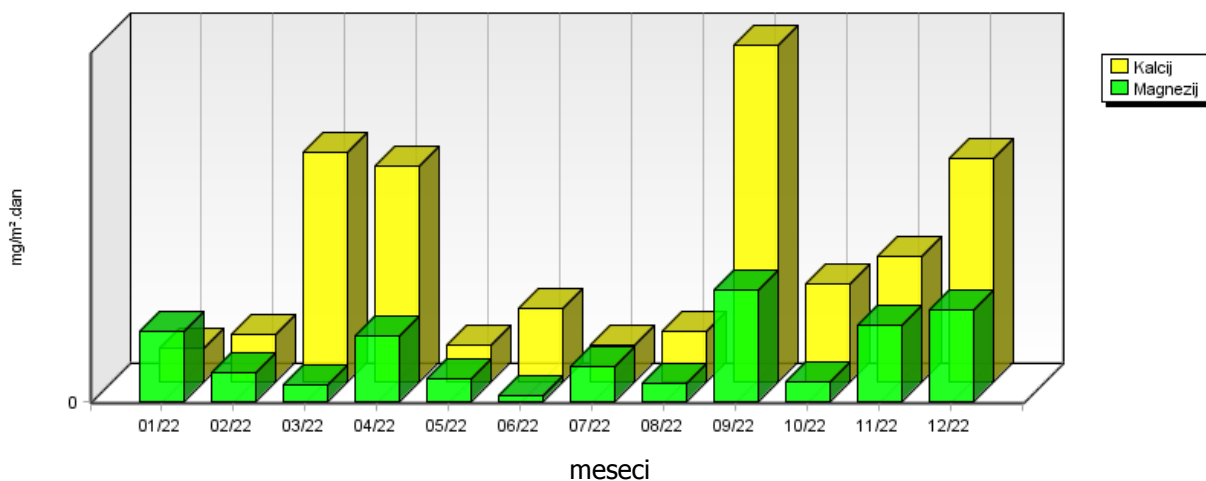
### Elektroinštitut Milan Vidmar KLORIDI V PDAVINAH



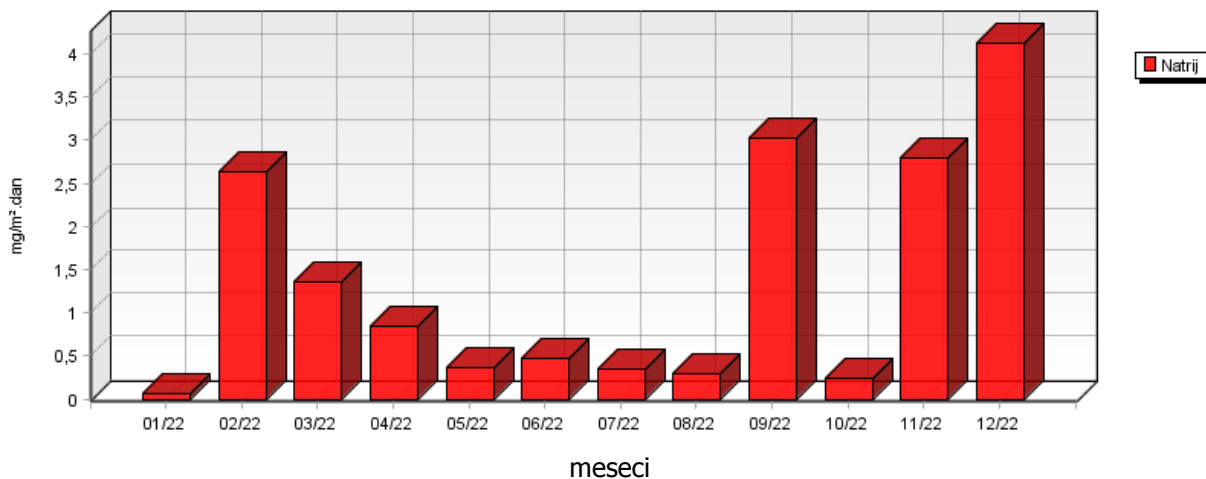
### Elektroinštitut Milan Vidmar AMONIJAK V PDAVINAH



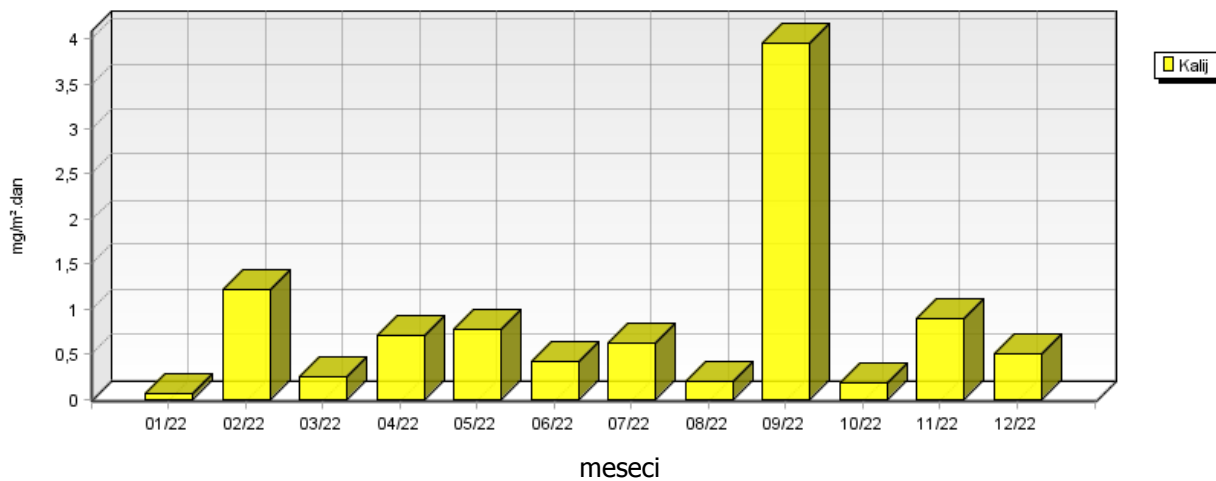
**Elektroinštitut Milan Vidmar**  
**KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar**  
**NATRIJ V PADAVINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar**  
**KALIJ V PADAVINAH**

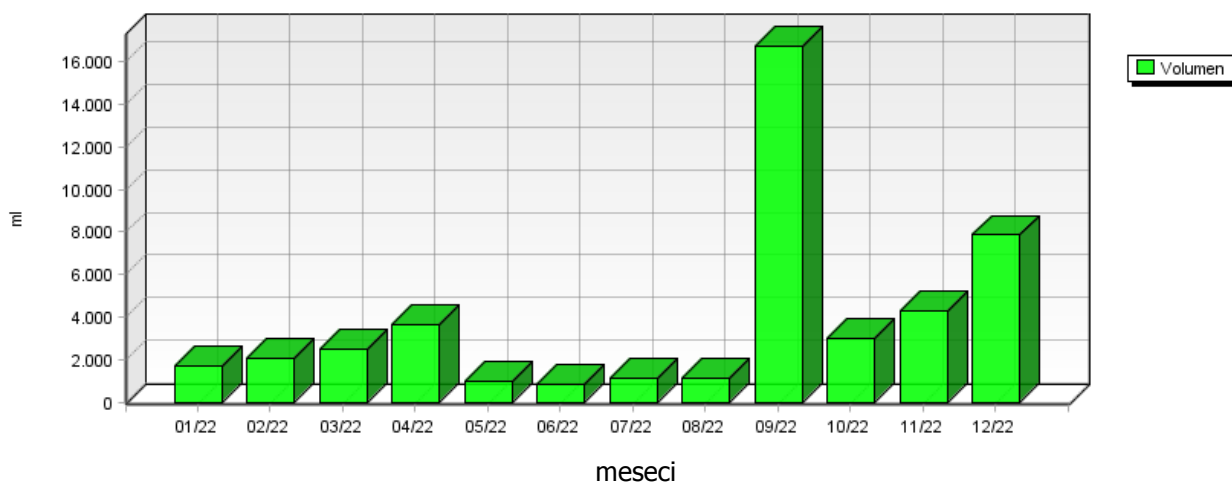


### 5.1.3 Kakovost padavin in količina usedlin – Zadobrova

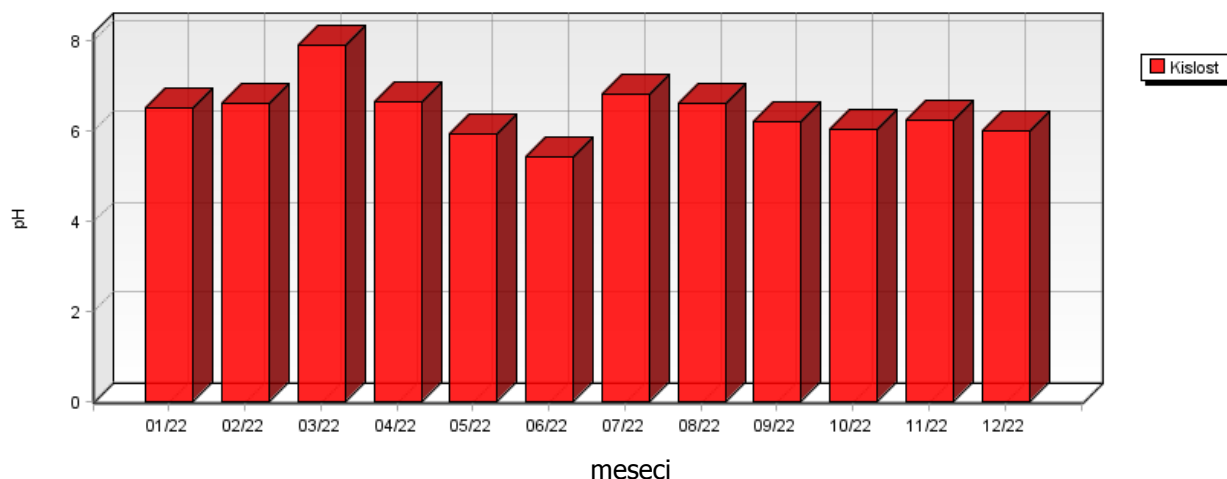
Lokacija: TE-TOL, d.o.o.  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

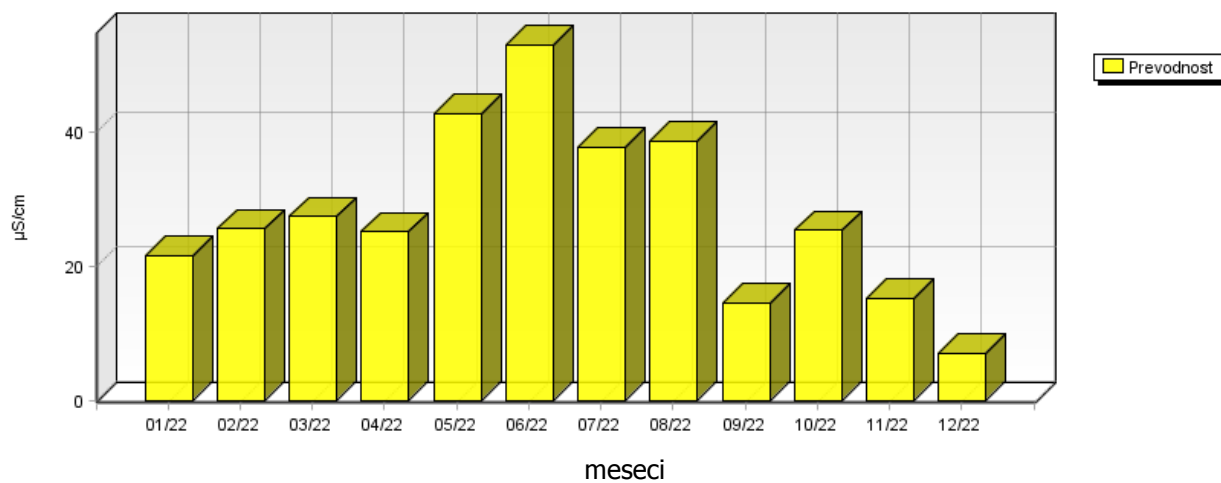
	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Volumen ml	1670	2080	2480	3640	990	830	1110	1090	16790	3000	4260	7910
Kislost pH	6.48	6.59	7.90	6.64	5.93	5.42	6.79	6.60	6.19	6.03	6.22	5.98
Prevodnost $\mu\text{S/cm}$	21.50	25.60	27.60	25.30	42.90	53.20	37.70	38.60	14.40	25.40	15.20	6.90

**Zadobrova  
VOLUMEN PADAVIN**



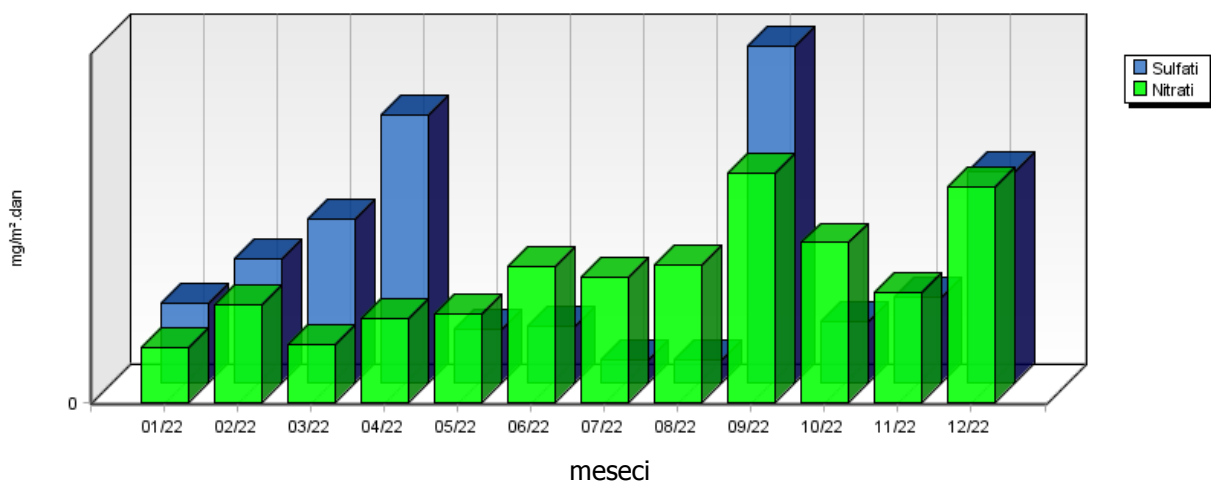
**Zadobrova  
KISLOST PADAVIN**



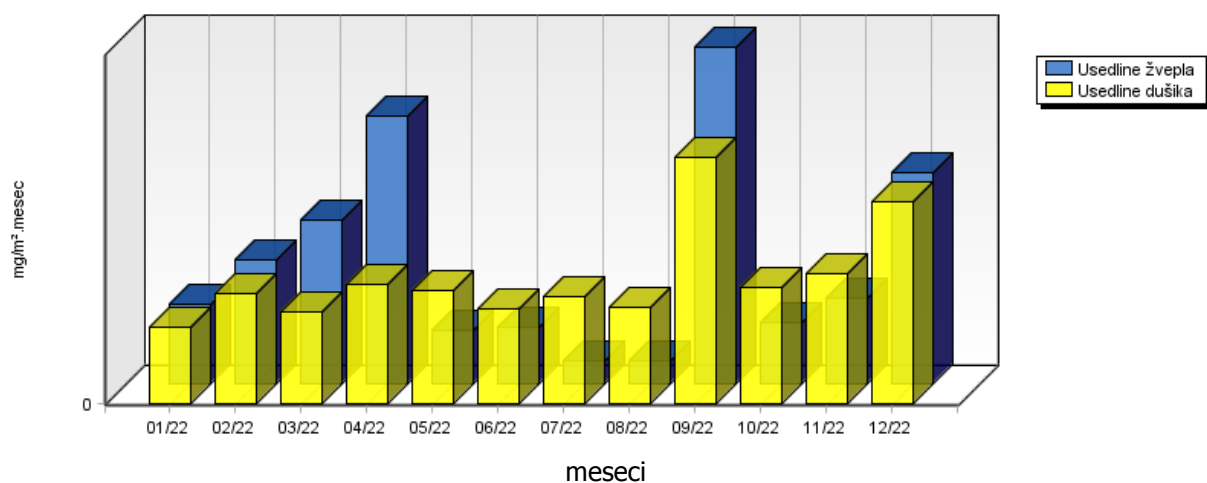
**Zadobrova  
PREVODNOST PADAVIN**

	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Nitrati mg/m <sup>2</sup> .dan	2.69	4.87	2.86	4.15	4.41	6.71	6.18	6.84	11.40	7.95	5.47	10.69
Sulfati mg/m <sup>2</sup> .dan	3.89	6.16	8.22	13.27	2.64	2.76	1.11	1.09	16.76	2.99	4.25	10.47
Usedline dušika mg/m <sup>2</sup> .mesec	38.05	54.76	45.33	58.70	56.07	46.49	52.60	47.71	122.46	57.62	64.71	99.98
Usedline žvepla mg/m <sup>2</sup> .mesec	38.90	61.58	82.18	132.74	26.35	27.62	11.08	10.88	167.60	29.95	42.52	104.74

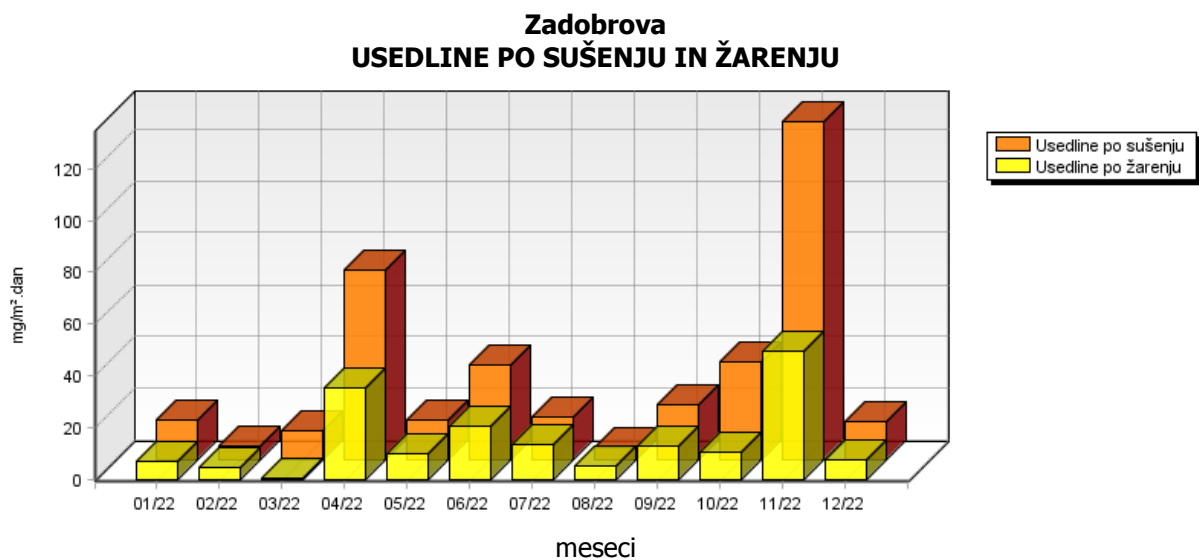
### Zadobrova SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH



### Zadobrova USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA



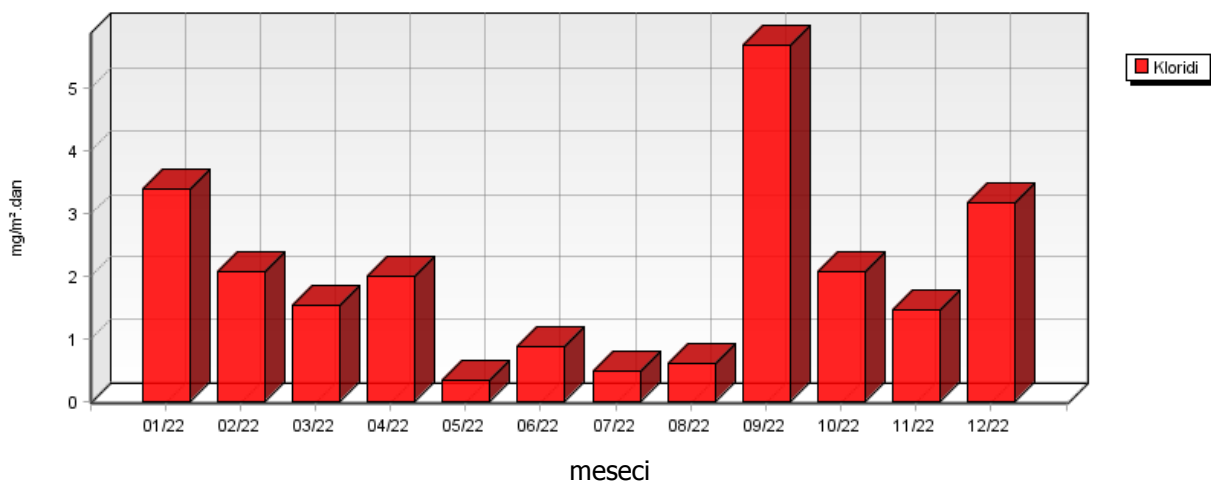
	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Usedline po sušenju mg/m <sup>2</sup> .dan	14.94	4.89	10.93	73.03	14.91	36.58	16.26	4.72	21.23	37.52	130.22	14.34
Usedline po žarenju mg/m <sup>2</sup> .dan	6.78	4.36	0.54	34.97	9.50	20.56	13.13	4.89	12.59	10.38	49.52	7.67



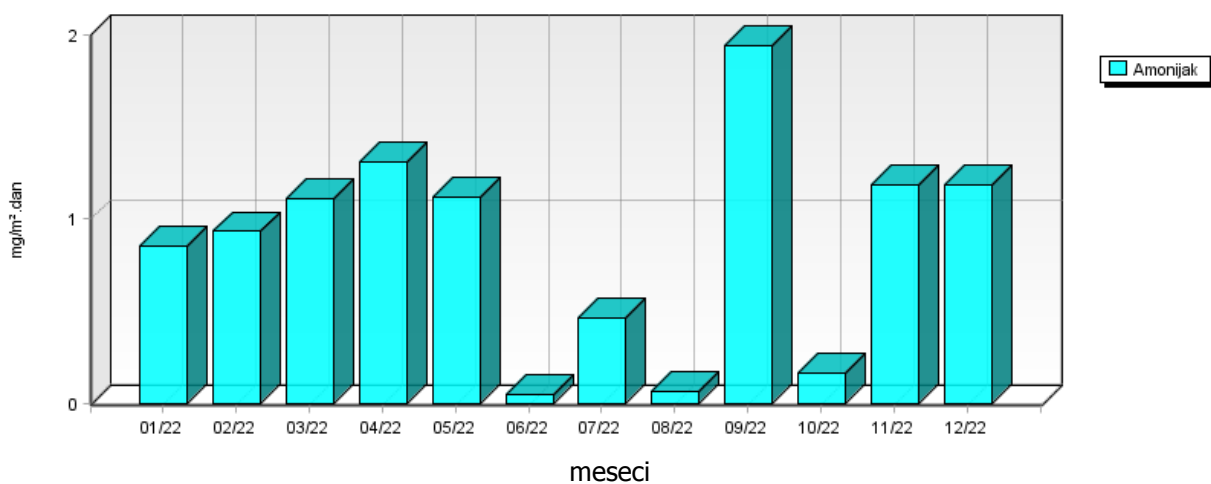


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Kloridi mg/m <sup>2</sup> .dan	3.38	2.06	1.53	2.00	0.34	0.86	0.48	0.61	5.70	2.06	1.45	3.17
Amonijak mg/m <sup>2</sup> .dan	0.85	0.93	1.11	1.31	1.12	0.05	0.46	0.06	1.94	0.16	1.19	1.18
Kalcij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.40	0.30	0.60	0.88	0.19	0.18	0.26	0.30	1.79	0.58	0.62	1.15
Magnezij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.30	0.18	0.22	0.43	0.06	0.04	0.06	0.05	0.59	0.18	0.13	0.23
Natrij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.07	1.52	0.73	0.64	0.31	0.40	0.12	0.22	3.31	0.20	1.68	2.26
Kalij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.13	0.95	0.32	0.47	4.42	1.19	0.15	0.13	1.94	0.26	0.49	0.38

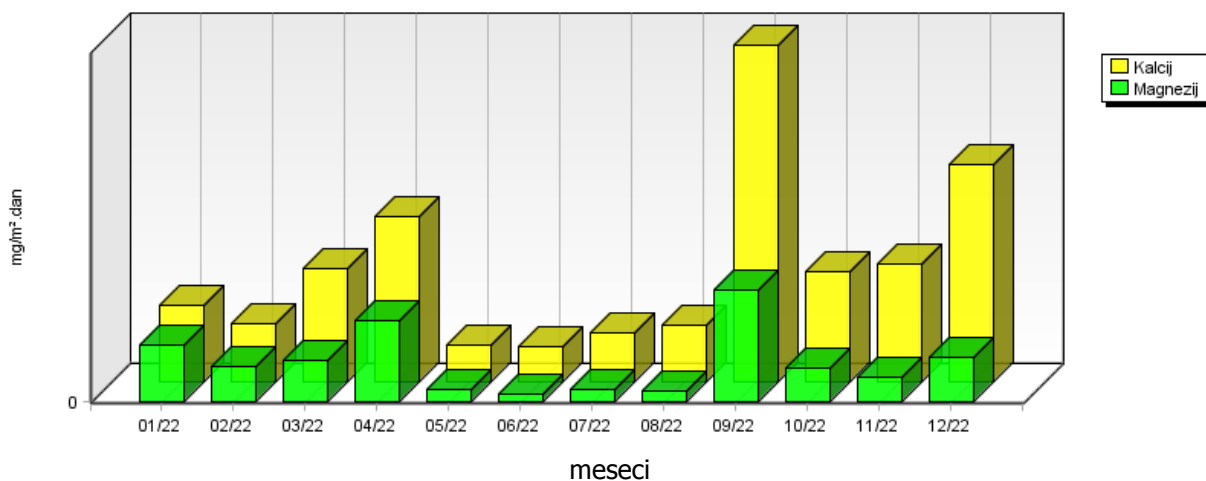
### Zadobrova KLORIDI V PADAVINAH



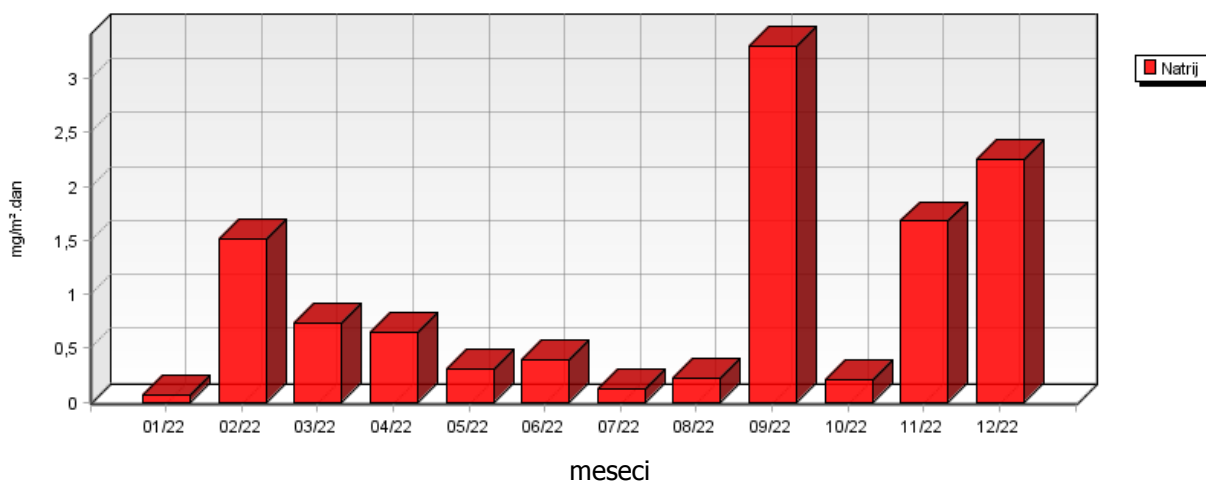
### Zadobrova AMONIJAK V PADAVINAH



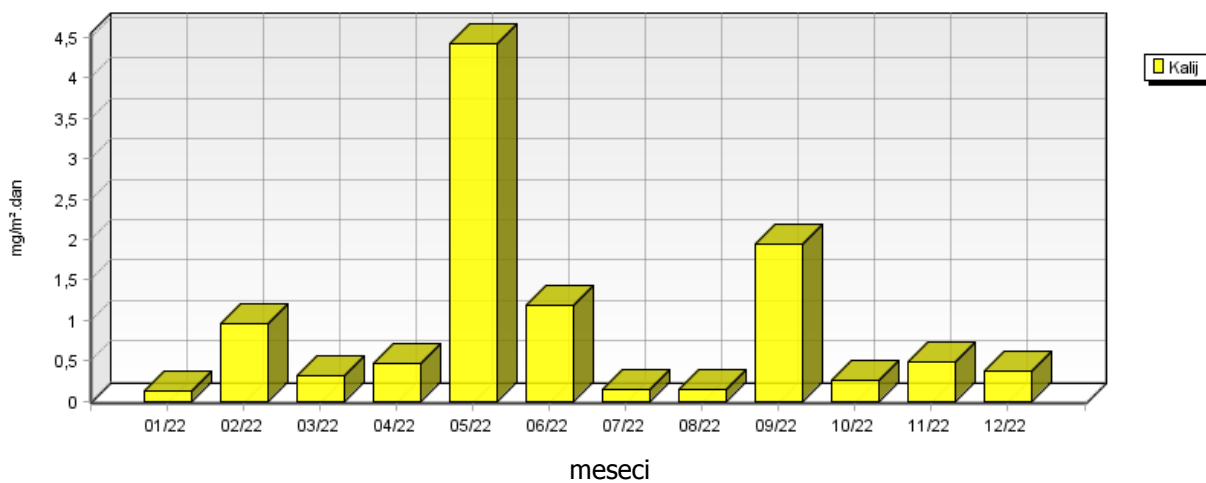
**Zadobrova  
KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH**



**Zadobrova  
NATRIJ V PADAVINAH**



**Zadobrova  
KALIJ V PADAVINAH**

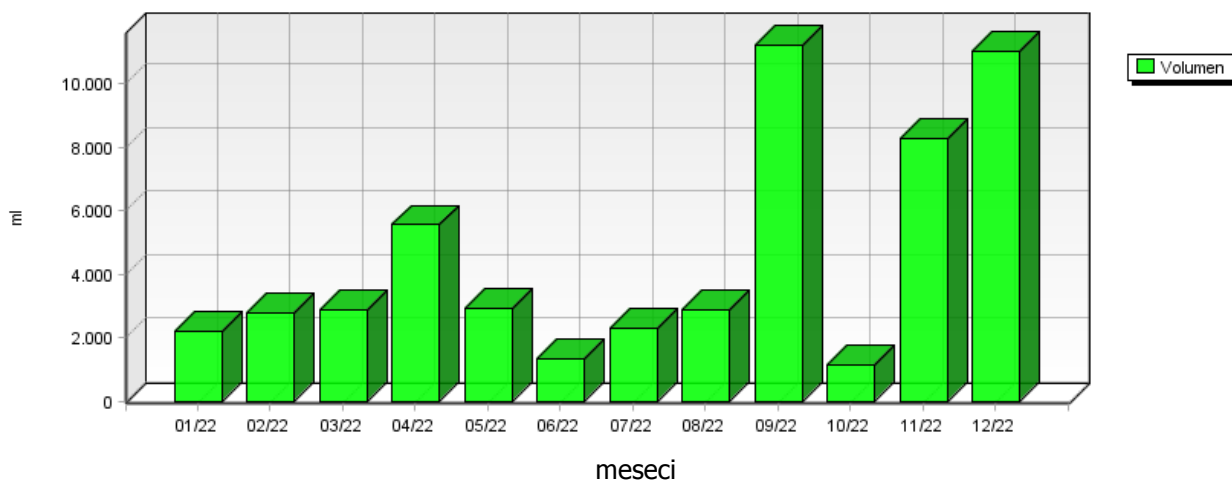


### 5.1.4 Kakovost padavin in količina usedlin – Kočevje

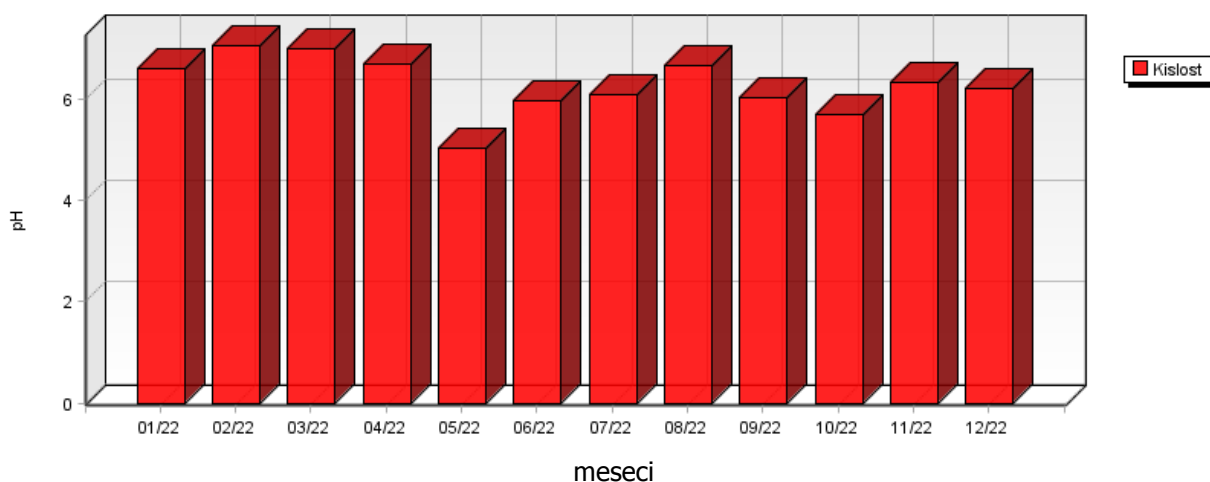
Lokacija: Referenčna lokacija  
 Postaja: Kočevje  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Volumen ml	2170	2770	2890	5550	2920	1310	2270	2860	11230	1140	8250	11000
Kislost pH	6.60	7.05	7.00	6.71	5.03	5.97	6.09	6.67	6.03	5.70	6.33	6.22
Prevodnost $\mu\text{S}/\text{cm}$	11.10	42.10	24.70	23.50	28.20	15.00	21.90	15.20	9.60	36.90	12.80	6.30

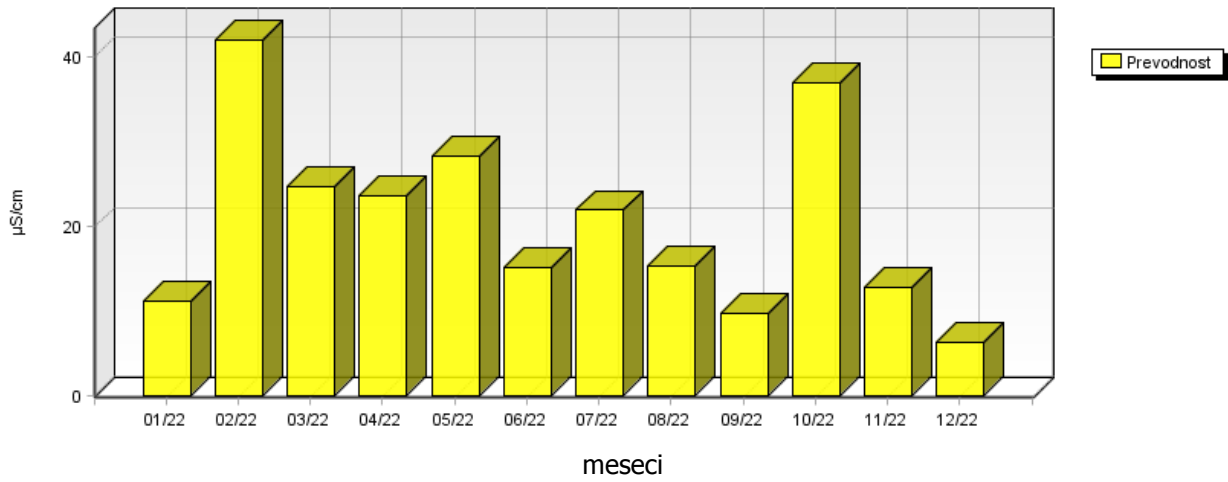
**Kočevje**  
**VOLUMEN PADAVIN**



**Kočevje**  
**KISLOST PADAVIN**

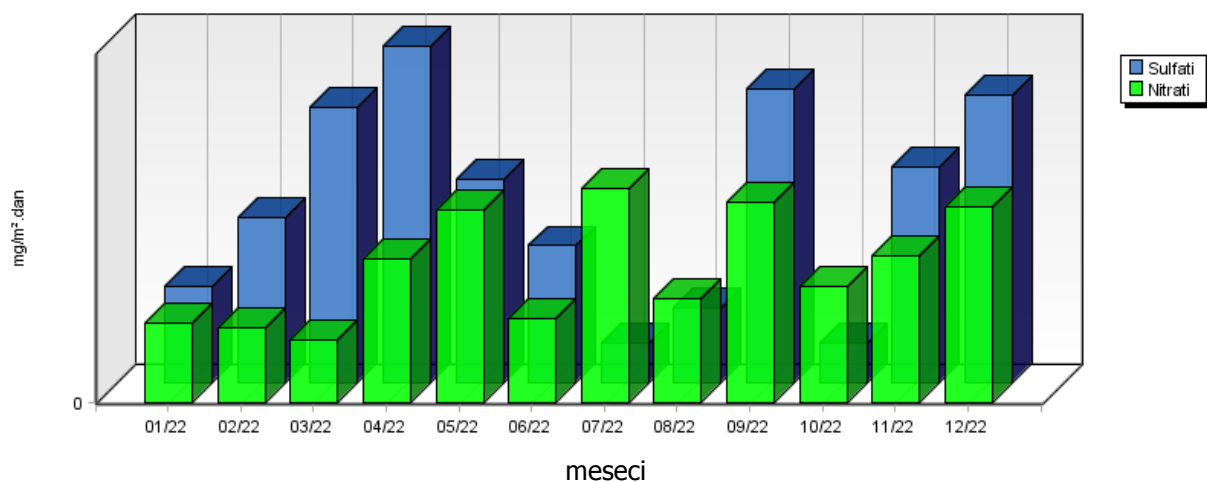


**Kočevje**  
**PREVODNOST PADAVIN**

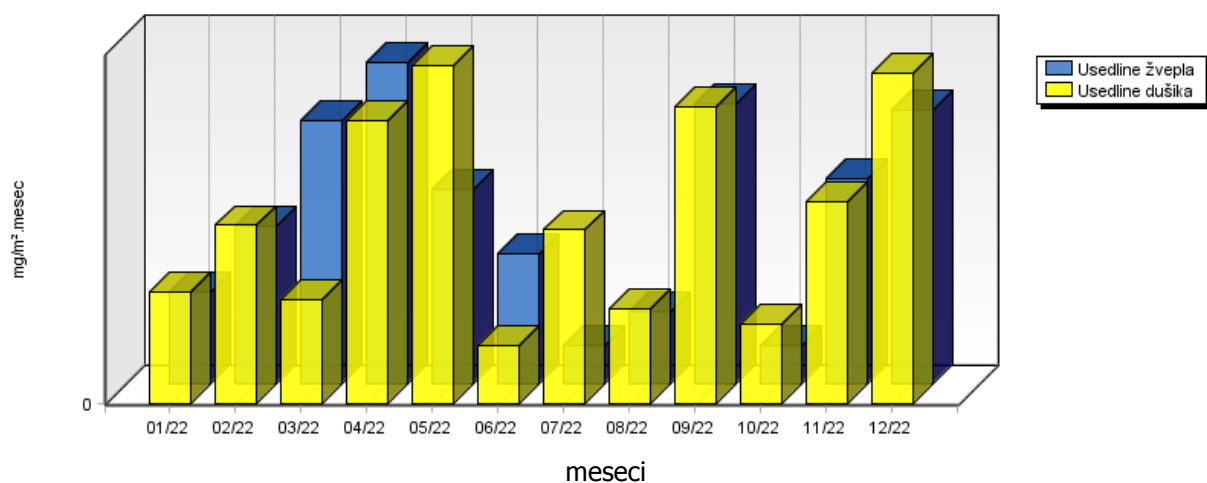


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Nitrati mg/m <sup>2</sup> .dan	2.99	2.86	2.36	5.46	7.36	3.18	8.15	3.94	7.63	4.43	5.60	7.47
Sulfati mg/m <sup>2</sup> .dan	3.64	6.38	10.54	12.89	7.77	5.23	1.51	2.85	11.21	1.52	8.24	10.98
Usedline dušika mg/m <sup>2</sup> .meseč	44.68	71.60	41.60	113.53	135.43	23.23	69.63	38.04	119.28	31.44	81.09	132.52
Usedline žvepla mg/m <sup>2</sup> .meseč	36.40	63.77	105.39	128.89	77.73	52.31	15.11	28.55	112.10	15.17	82.35	109.81

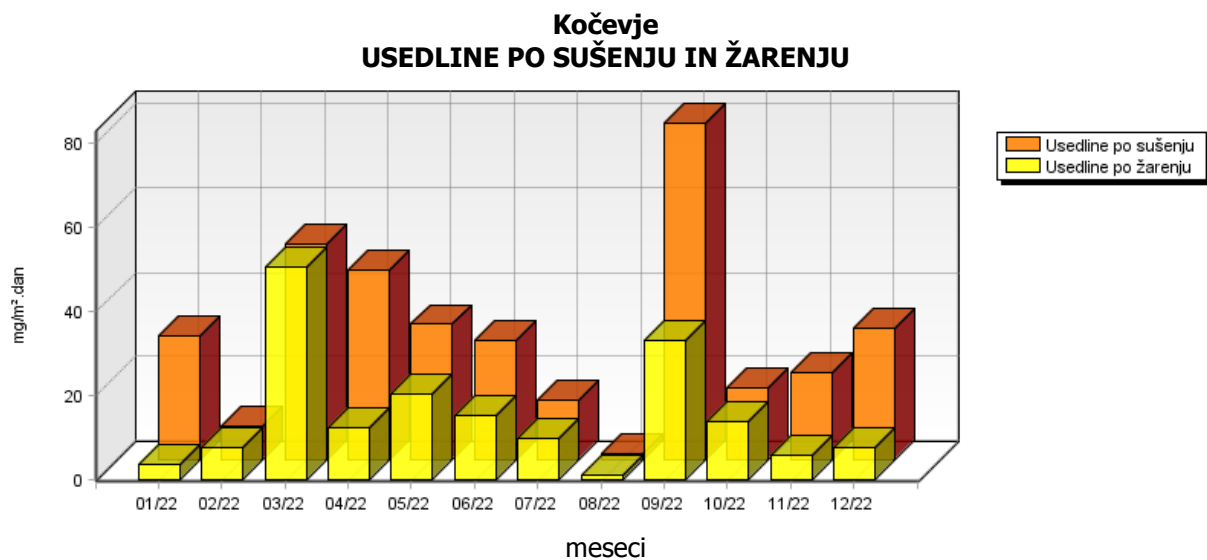
### Kočevje SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH



### Kočevje USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA

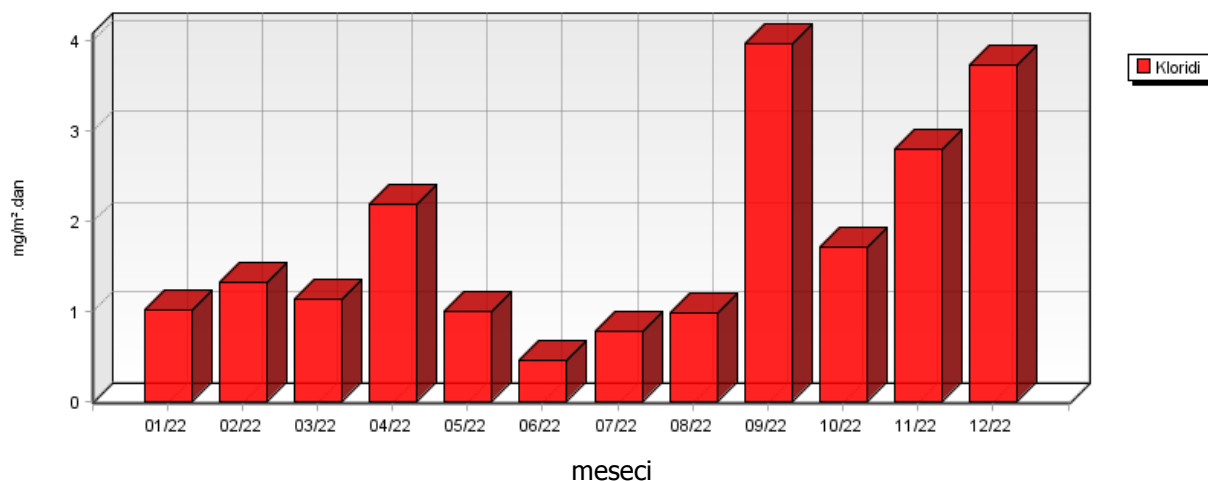


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Usedline po sušenju mg/m <sup>2</sup> .dan	29.37	7.71	50.96	45.06	32.10	28.36	13.85	1.35	80.03	16.90	20.49	31.11
Usedline po žarenju mg/m <sup>2</sup> .dan	3.57	7.43	50.38	12.26	20.06	15.08	9.48	0.86	32.94	13.51	5.47	7.38

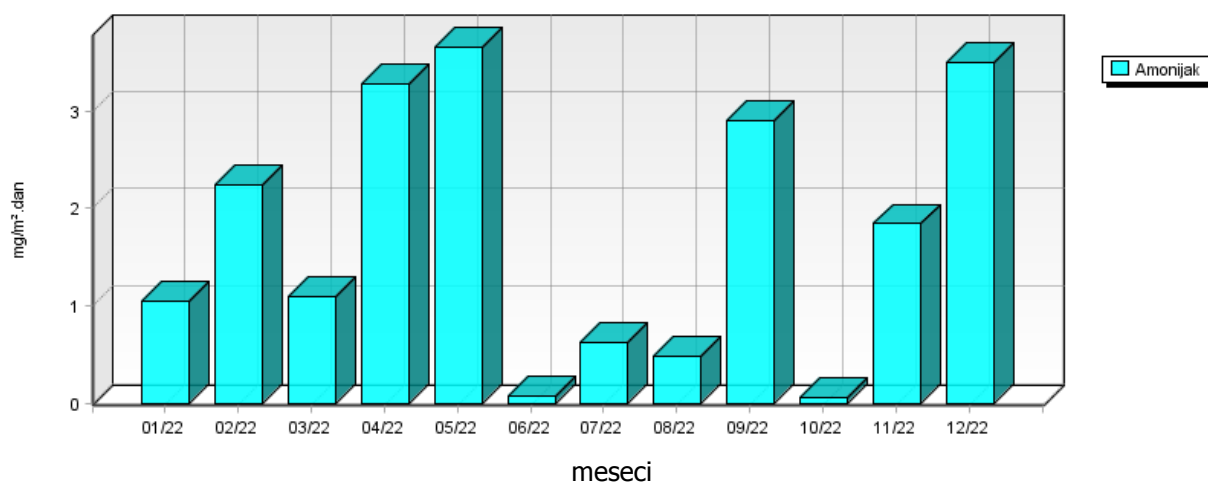


	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Kloridi mg/m <sup>2</sup> .dan	1.02	1.32	1.14	2.19	0.99	0.44	0.77	0.97	3.97	1.72	2.80	3.73
Amonijak mg/m <sup>2</sup> .dan	1.05	2.24	1.10	3.28	3.67	0.07	0.62	0.49	2.90	0.06	1.85	3.51
Kalcij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.42	0.40	0.70	1.08	0.42	0.32	0.19	0.15	1.20	0.17	1.20	1.60
Magnezij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.26	0.16	0.26	0.65	0.09	0.04	0.07	0.14	0.40	0.07	0.24	0.65
Natrij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.07	0.71	1.36	0.72	0.56	0.16	0.16	0.31	2.44	0.04	2.13	3.06
Kalij mg/m <sup>2</sup> .dan	0.23	3.42	0.83	0.64	9.00	0.66	0.28	0.41	2.29	0.15	0.62	0.22

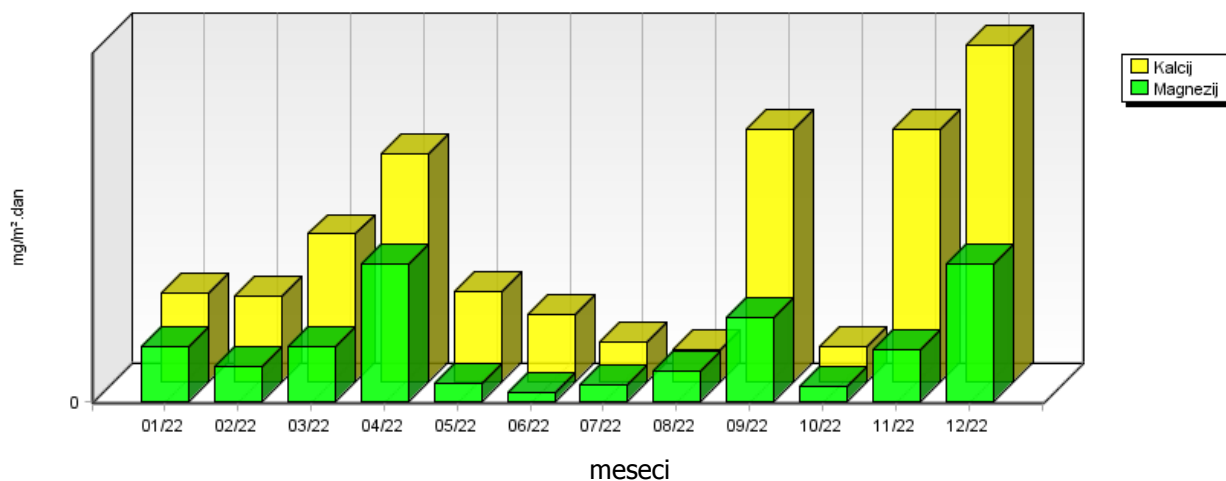
### Kočevje KLORIDI V PADAVINAH



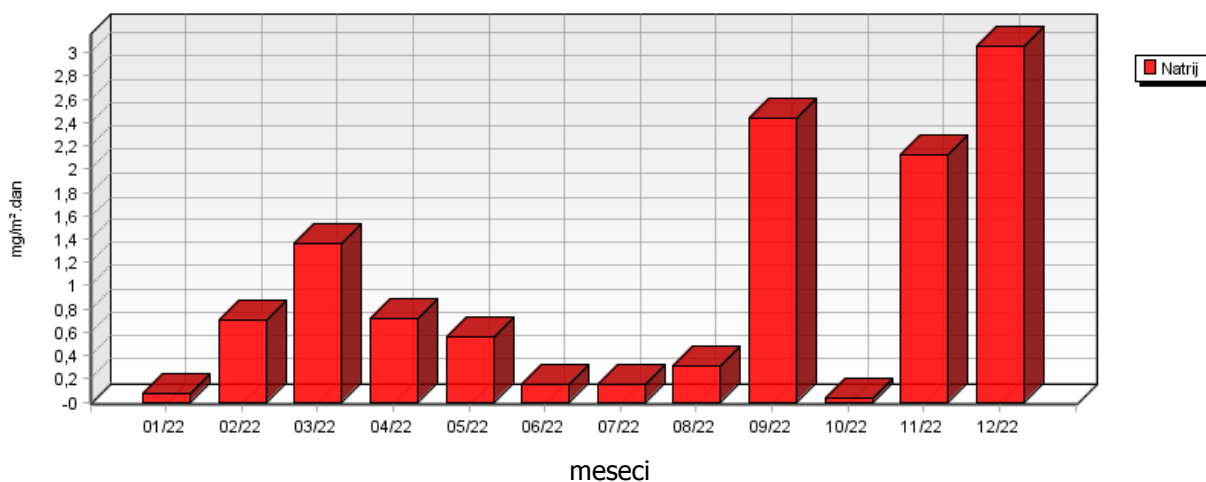
### Kočevje AMONIJAK V PADAVINAH



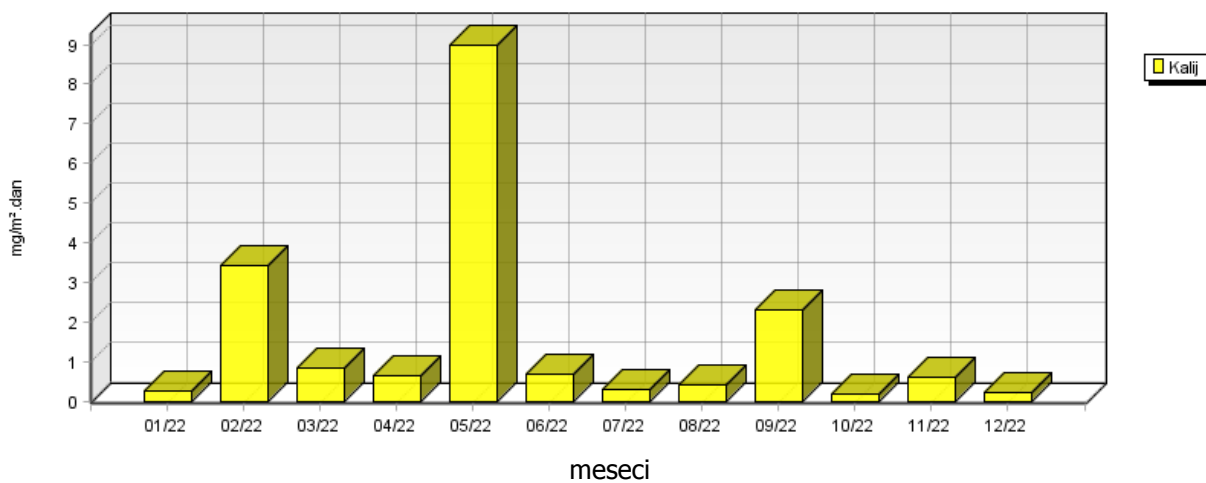
**Kočevje  
KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH**



**Kočevje  
NATRIJ V PADAVINAH**



**Kočevje  
KALIJ V PADAVINAH**





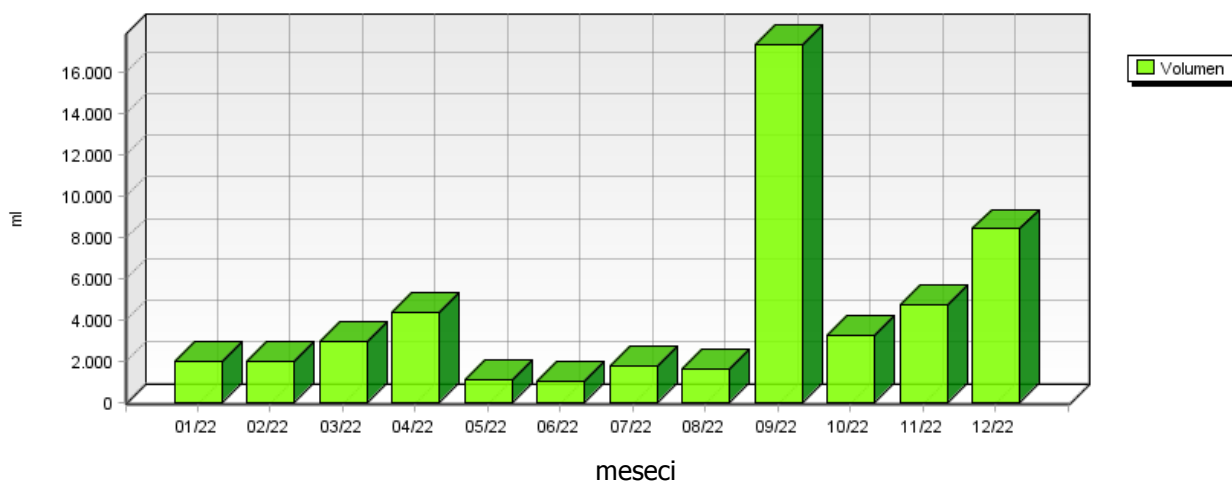
## 5.2.1 Težke kovine v usedlinah – Za deponijo

Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL  
 Postaja: Za deponijo  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

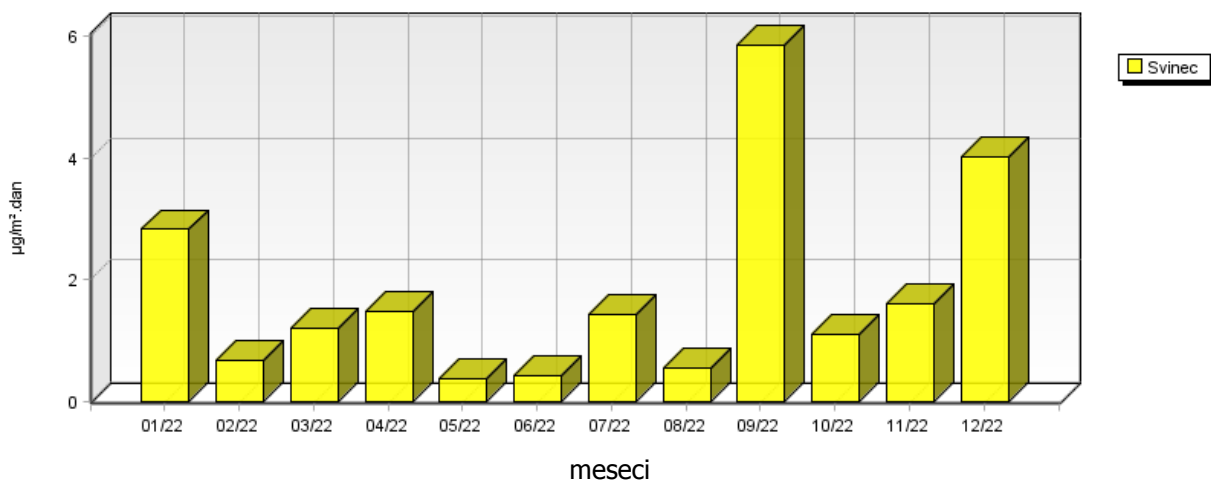
	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Svinec μg/m <sup>2</sup> .dan	2.82	0.67*	1.21	1.48*	0.36*	0.42	1.42	0.54*	5.87*	1.10*	1.61*	4.01
Kadmij μg/m <sup>2</sup> .dan	0.13*	0.13*	0.20*	0.30*	0.07*	0.07*	0.12*	0.11*	1.17*	0.22*	0.32*	0.80*
Cink μg/m <sup>2</sup> .dan	20.71	15.33	24.32	54.94	14.76	30.13	9.33	2.39	38.72	16.55	17.02	12.04
Volumen ml	1980	1980	2960	4350	1060	1020	1740	1600	17280	3250	4730	8440

\*...depozicija kovine na tla oziroma koncentracija kovine v usedlinah vzorcev padavin je enaka ali manjša od vrednosti navedene v zgornji tabeli, kot posledica meje določitve kovin v vzorcih za dano analizo metodo. Meje določljivosti za zgoraj našteje kovine so sledeče: Cd 0,1 μg/l; Zn 0,5 μg/l in Pb 0,5 μg/l.

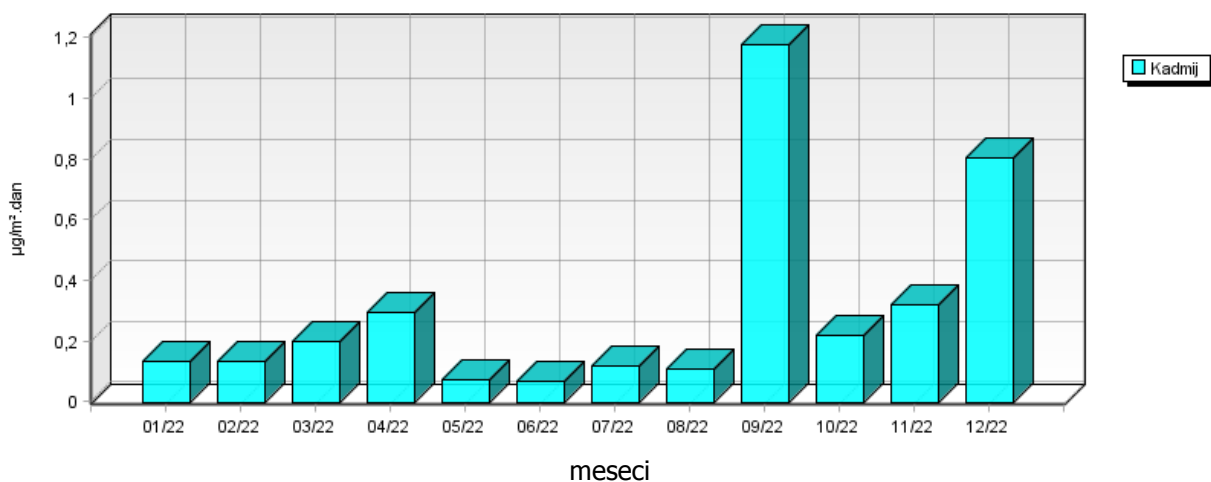
**Za deponijo  
VOLUMEN VZORCA**



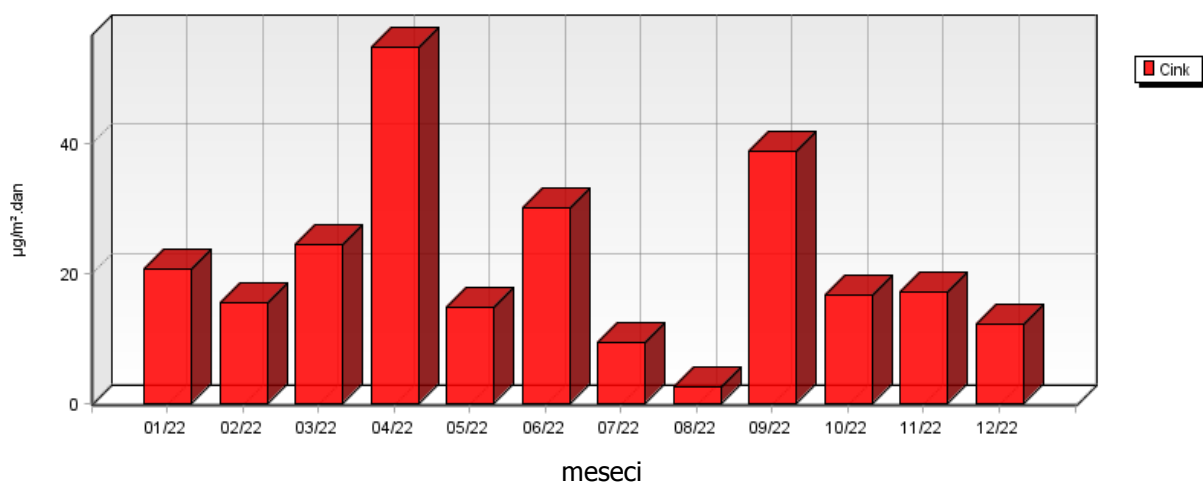
**Za deponijo  
SVINEC V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Za deponijo  
KADMIJ V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Za deponijo  
CINK V PRAŠNIH USEDLINAH**



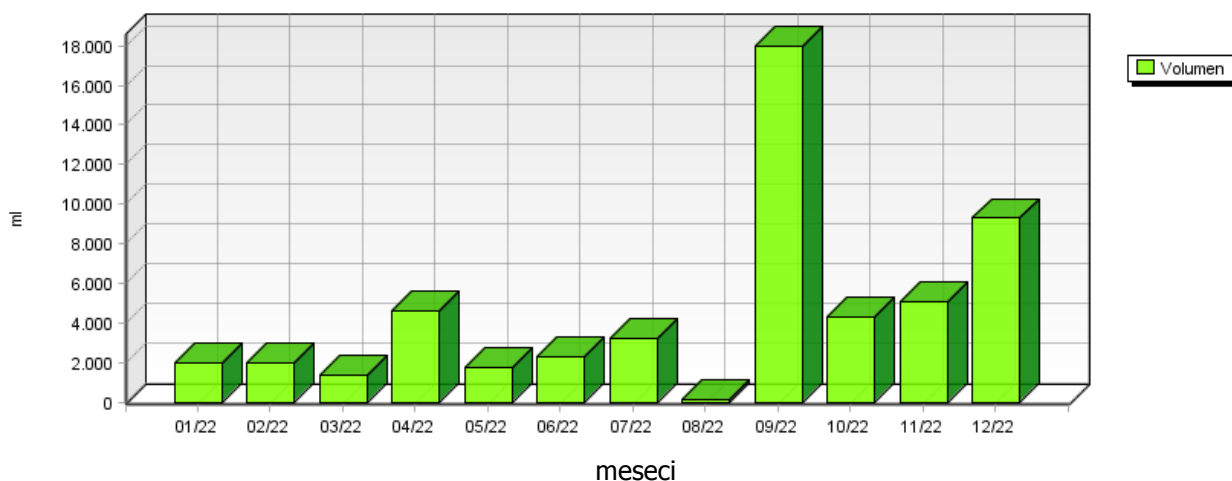
## 5.2.2 Težke kovine v usedlinah – Elektroinštitut Milan Vidmar

Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL  
 Postaja: Elektroinštitut Milan Vidmar  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

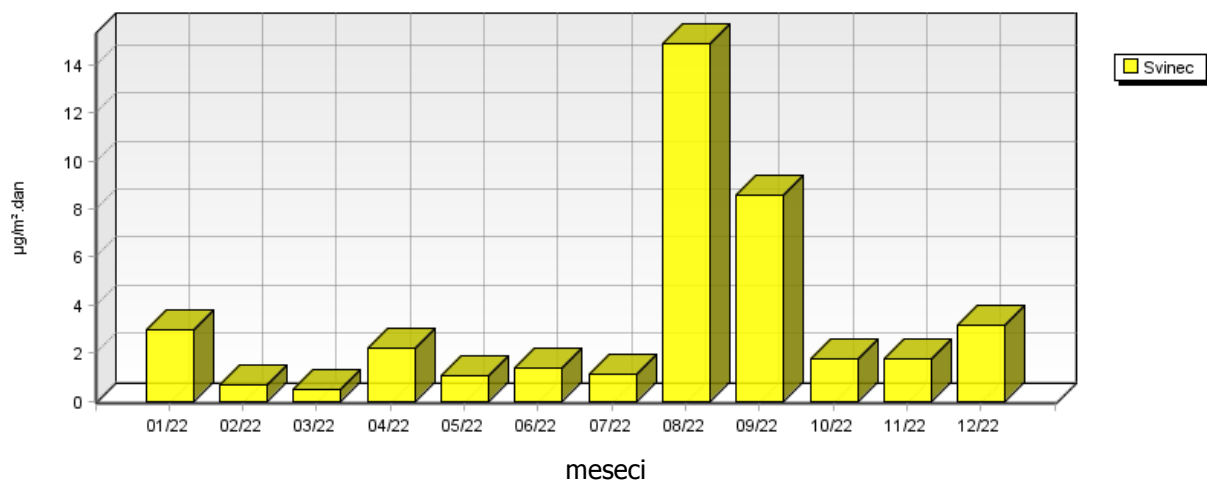
	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Svinec μg/m <sup>2</sup> .dan	2.97	0.68*	0.46	2.21	1.05	1.38	1.09*	14.87	8.57	1.76	1.73*	3.16*
Kadmij μg/m <sup>2</sup> .dan	0.14*	0.14*	0.09*	0.32*	0.12*	0.15*	0.22*	0.02	1.22*	0.29*	0.35*	0.63*
Cink μg/m <sup>2</sup> .dan	13.51	14.59	7.98	85.39	13.82	41.74	35.42	14.06	63.63	23.23	16.97	21.47
Volumen ml	1990	1990	1350	4640	1710	2260	3220	150	18020	4330	5100	9300

\*...depozicija kovine na tla oziroma koncentracija kovine v usedlinah vzorcev padavin je enaka ali manjša od vrednosti navedene v zgornji tabeli, kot posledica meje določitve kovin v vzorcih za dano analizo metodo. Meje določljivosti za zgoraj našteje kovine so sledeče: Cd 0,1 μg/l; Zn 0,5 μg/l in Pb 0,5 μg/l.

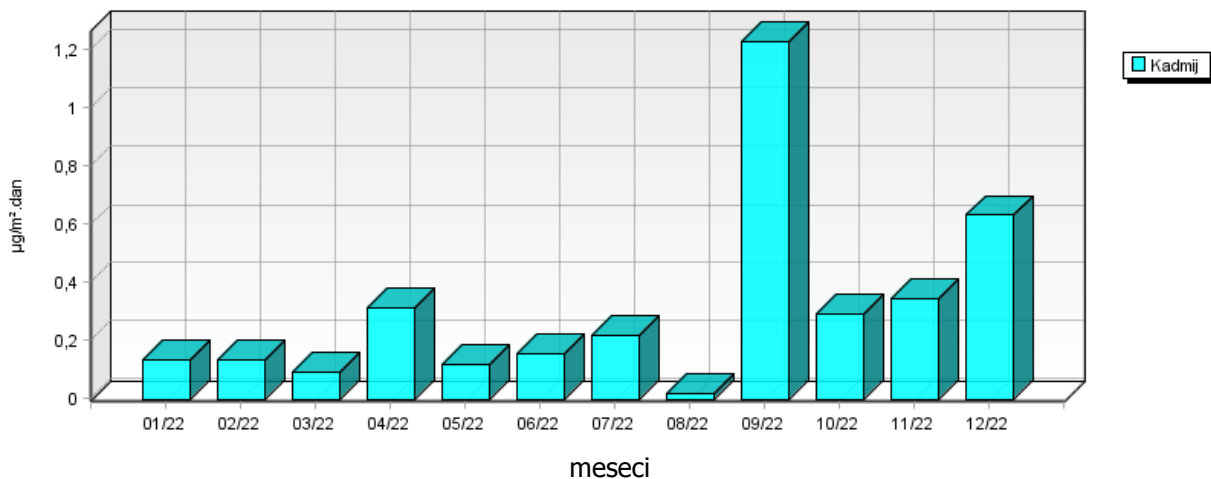
**Elektroinštitut Milan Vidmar**  
**VOLUMEN VZORCA**



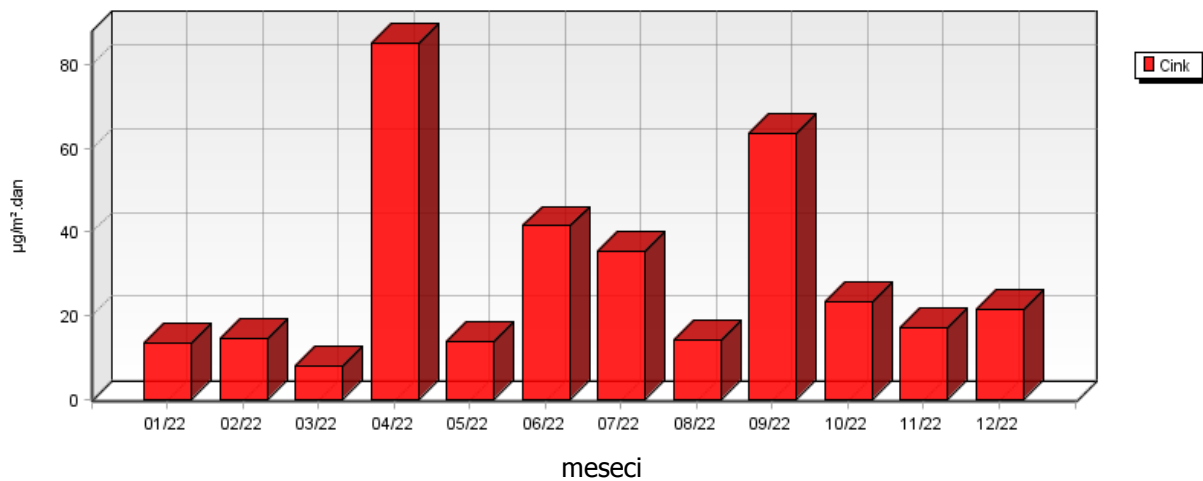
**Elektroinštitut Milan Vidmar  
SVINEC V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar  
KADMIJ V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar  
CINK V PRAŠNIH USEDLINAH**



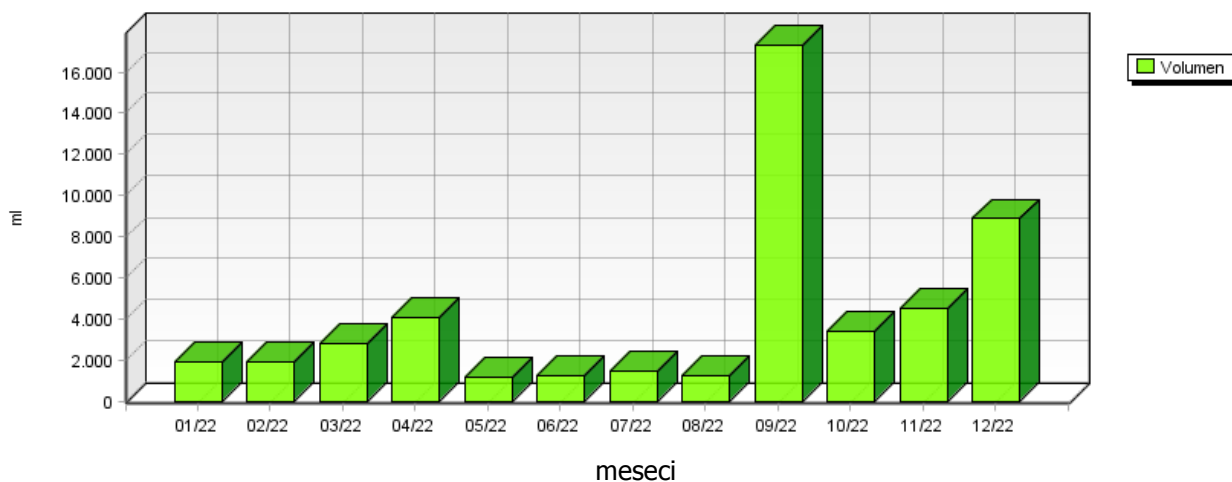
### 5.2.4 Težke kovine v usedlinah – Zadobrova

Lokacija: Referenčna lokacija  
 Postaja: Zadobrova  
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

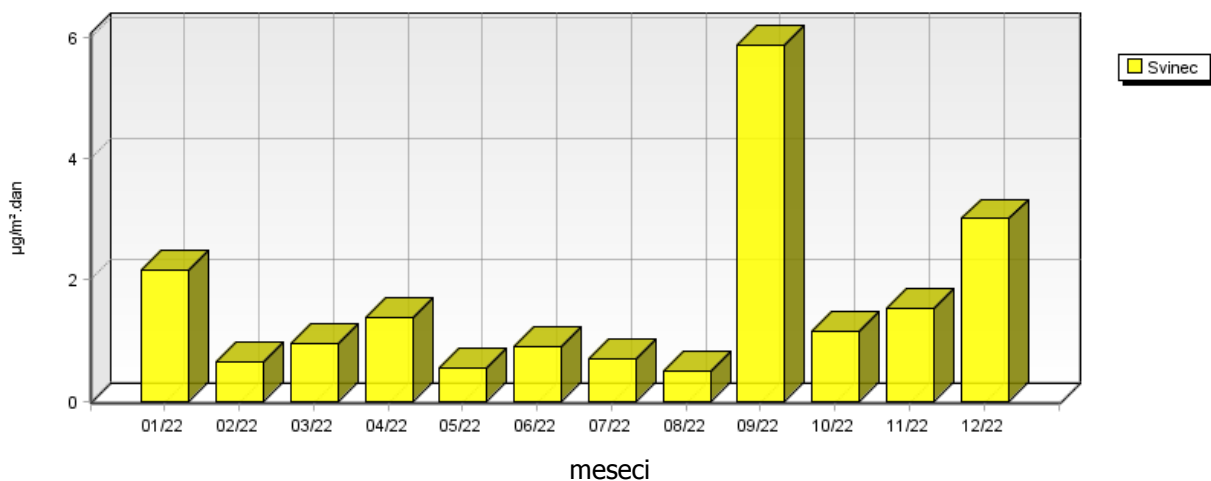
	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Svinec µg/m <sup>2</sup> .dan	2.16	0.63*	0.95*	1.37	0.56	0.90	0.68	0.50	5.89*	1.14	1.52*	3.03*
Kadmij µg/m <sup>2</sup> .dan	0.13*	0.13*	0.19*	0.27*	0.08*	0.08*	0.10*	0.08*	1.18*	0.23*	0.30*	0.61*
Cink µg/m <sup>2</sup> .dan	11.68	20.83	15.21	64.04	10.88	22.98	11.54	1.84	18.85	18.31	22.82	28.47
Volumen ml	1870	1870	2800	4030	1170	1200	1440	1230	17350	3370	4480	8920

\*...depozicija kovine na tla oziroma koncentracija kovine v usedlinah vzorcev padavin je enaka ali manjša od vrednosti navedene v zgornji tabeli, kot posledica meje določitve kovin v vzorcih za dano analizo metodo. Meje določljivosti za zgoraj našteje kovine so sledeče: Cd 0,1 µg/l; Zn 0,5 µg/l in Pb 0,5 µg/l.

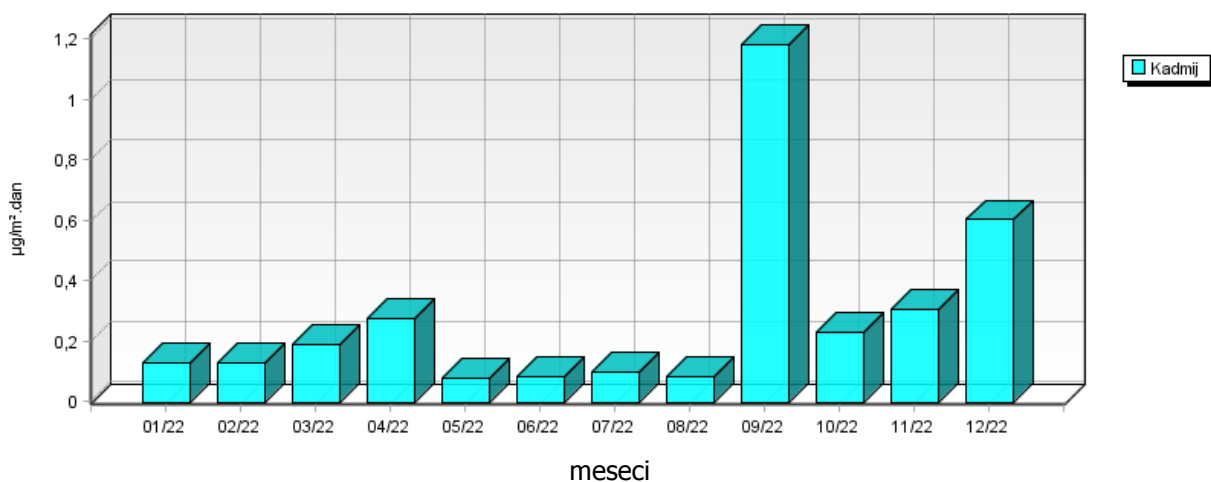
**Zadobrova**  
**VOLUMEN VZORCA**



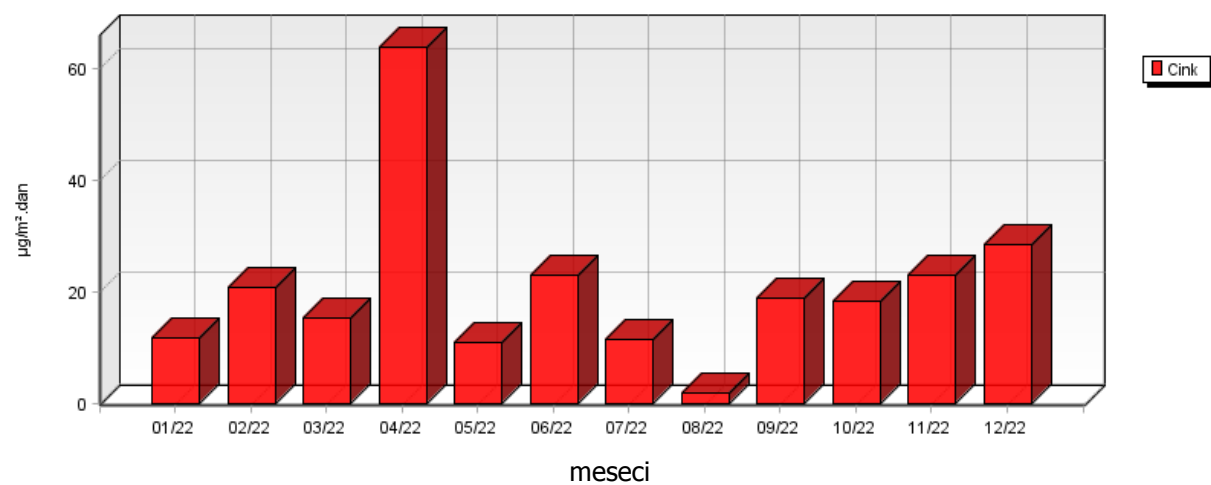
**Zadobrova  
SVINEC V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Zadobrova  
KADMIJ V PRAŠNIH USEDLINAH**



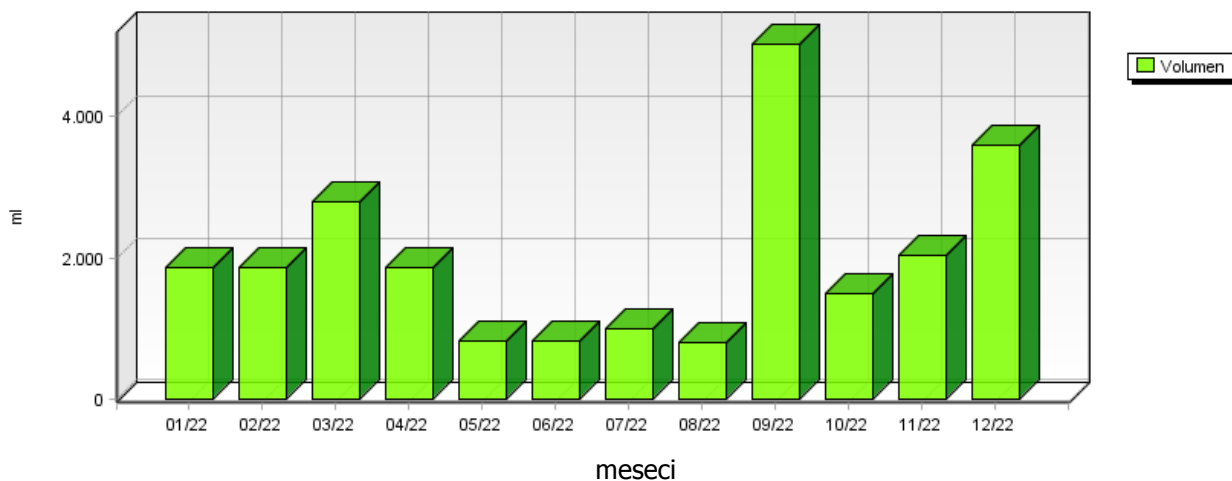
**Zadobrova  
CINK V PRAŠNIH USEDLINAH**



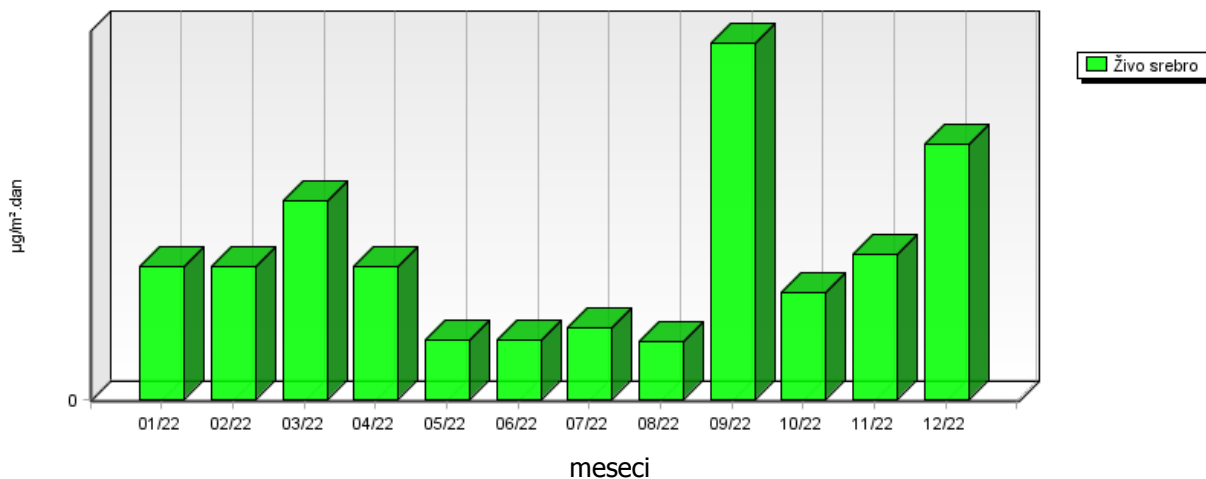
	01/22	02/22	03/22	04/22	05/22	06/22	07/22	08/22	09/22	10/22	11/22	12/22
Živo srebro $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$	0.18*	0.18*	0.28*	0.18*	0.08*	0.08*	0.10*	0.08*	0.49*	0.15*	0.20*	0.35*
Volumen ml	1870	1870	2800	1870	820	840	1000	810	5020	1490	2030	3590

\*...depozicija kovine na tla oziroma koncentracija kovine v usedlinah vzorcev padavin je enaka ali manjša od vrednosti navedene v zgornji tabeli, kot posledica meje določitve kovin v vzorcih za dano analizo metodo. Meje določljivosti za kovino Hg je  $0,2 \mu\text{g}/\text{l}$ .

### Zadobrova VOLUMEN VZORCA



### Zadobrova ŽIVO SREBRO V PRAŠNIH USEDLINAH







## 5.3 RAZŠIRJENA ANALIZA TEŽKIH KOVIN V USEDLINAH

### 5.3.1 Razširjena analiza težkih kovin v usedlinah

Dvakrat letno, v enem od zimskih mesecev in enem od poletnih mesecev se v vzorcih padavin, poleg cinka, kadmija in svinca, izvedejo dodatne analize naslednjih kovin: kroma, mangana, železa, kobalta, bakra, arzena, niklja, aluminija, vanadija in talijsa. Določitev vsebnosti predmetnih kovin v vzorcih padavin je bila izvedena decembru 2021 in juliju 2022 na treh merilnih mestih EIMV, Deponija in Zadobrova. Rezultati analiz vsebnosti kroma, mangana, železa, kobalta, bakra, arzena, niklja, aluminija, vanadija in talijsa v vzorcih padavin na treh merilnih mestih (Deponija, EIMV in Zadobrova) so prikazani v tabelah v nadaljevanju.

Za analizo naštetih kovin je bila uporabljena analizna metoda ICP-MS. Rezultati so podani v  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ .dan

07/22	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
TE TOL Deponija (PM10 do 31.11.2008)	1.18*	1.54	16.78	0.24*	1.65	0.59*	0.59*	1.18*	19.26	1.18*

12/21	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
TE TOL Deponija (PM10 do 31.11.2008)	3.35*	31.13	91.73	0.67*	8.37	1.67*	1.67*	3.35*	76.66	3.35*

07/22	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
EIMV - Hajdrihova, streha	2.19*	4.37	21.87*	0.44*	2.41	1.09*	1.09*	2.84	21.87*	2.19*

12/21	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
EIMV - Hajdrihova, streha	3.29*	12.19	84.64	0.66*	10.87	1.65*	1.65*	3.29*	55.00	3.29*

07/22	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
Zadobrova ( padavine)	0.98*	1.56	11.93	0.20*	1.27	0.49*	0.49*	0.98*	21.22	0.98*

12/21	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
Zadobrova ( padavine)	3.50*	4.20	34.97*	0.70*	3.85	1.75*	1.75*	3.50*	34.97*	3.50*

\*...depozicija kovine na tla oziroma koncentracija kovine v prašnih usedlinah vzorcev padavin je enaka ali manjša od vrednosti navedene v zgornji tabeli, kot posledica meje določitve kovin v vzorcih za dano analizno metodo. Meje določljivosti za zgoraj našete kovine so sledeče: Cr (1,0  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), Mn (0,5  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), Fe (10,0  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), Co (0,2  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), Cu (1,0  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), As (0,5  $\mu\text{g}/\text{l}$ ), Tl (0,5  $\mu\text{g}/\text{l}$ ) in Ni (1,0  $\mu\text{g}/\text{l}$ ).

## 5.4 PAH IN Hg V USEDLINAH

Obstoječa zakonodaja opredeljuje padavine kot enega pomembnih pokazateljev onesnaženosti zunanega zraka in nalaga spremljanje vsebnosti nekaterih onesnaževal v padavinah. Področje vzorčenja in analiz živega srebra in policikličnih aromatskih ogljikovodikov urejajo tudi tehnični standardi. Slednji zahtevajo specifične karakteristike vzorčevalnikov, zato smo v letu 2010 izdelali nove vzorčevalnike, primerne za vzorčenje omenjenih parametrov. Meritve vsebnosti živega srebra in policikličnih ogljikovodikov se v primeru ugodnih vremenskih razmer predvidoma izvede dvakrat letno na lokaciji Zadobrova.

### 5.4.1 PAH in Hg v usedlinah – Zadobrova

	09/12	05/13	10/13	11/18	04/19	10/19	03/20	11/20	04/21	11/21	04/22	12/22
PAH µg/m <sup>2</sup> .dan	0.06	1.69	0.34	0.01	0.06	0.13	0.03	0.01	0.20	0.33	0.31	0.70

	09/12	05/13	10/13	11/18	04/19	10/19	03/20	11/20	04/21	11/21	04/22	12/22
Živo srebro µg/m <sup>2</sup> .dan	2.74	25.83	0.93*	12.14	0.22*	0.23*	0.10*	2.64	0.31*	0.34*	0.18*	0.35*

\*...depozicija kovine na tla oziroma koncentracija kovine v usedlinah vzorcev padavin je enaka ali manjša od vrednosti navedene v zgornji tabeli, kot posledica meje določitve kovin v vzorcih za dano analizo metodo. Meje določljivosti za kovino Hg je 0,2 µg/l.

\*\*... prišlo je do kontaminacije vzorca.

## 6. SKLEP

Na območju monitoringa kakovosti zunanjega zraka Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar, Hajdrihova 2, Ljubljana, vzorčenje padavin na 3 lokacijah v okolici enote TE-TOL: Za deponijo, Elektroinštitut Milan Vidmar in Zadobrova ter na referenčnih lokaciji Kočevje.

V vzorcih padavin se poleg količine padavin določa prevodnost, koncentracije nitratov, koncentracije sulfatov, koncentracije kloridov, koncentracije amoniaka, kovin: kalcij, magnezij, natrij, kalij in usedline ter težke kovine v usedlinah (svinc, kadmij, cink).

V mesecu decembru 2021 in juliju 2022 so bile dodatne analize težkih kovin kroma, mangana, železa, kobalta, bakra, arzena, niklja, talija, vanadija in aluminija izvedene na lokacijah Deponija, Elektroinštitut Milan Vidmar in Zadobrova. Obstoječa zakonodaja opredeljuje padavine kot pomembnega pokazatelja onesnaženosti zunanjega zraka in nalaga spremljanje vsebnosti nekaterih onesnaževal v padavinah. Zato se običajno dvakrat letno, enkrat v pomladanskem enkrat pa v jesenskem času izvede tudi določitev policikličnih aromatskih ogljikovodikov in živega srebra v padavinah. Vzorčenje teh dveh parametrov se izvaja z vzorčevalniki, izdelanimi skladno s tehničnimi standardi.

V letu 2022 so bili na širšem območju okoli Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o., enote TE-TOL, od skupno 74 vzorcev padavin (treh lokacijah, kjer se izvaja monitoring padavin in monitoring kovin v padavinah) izmerjeni trije kisli vzorci padavin. Najnižja kislost vzorca padavin je bila izmerjena na lokaciji Za deponijo in je znašala 4,68 (v mesecu maju). Prav tako je bila na referenčni lokaciji Kočevje v mesecu maju 2022 izmerjena najnižja vrednost pH-ja vzorca padavin in sicer 5,03, kar spada v območje kisle padavine.

Maksimalni količina padavin so bile izmerjene v septembru 2022. Na lokaciji Zadobrova je znašala 16790 mL, na lokaciji Za deponijo 16430 mL, Na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar pa je bila maksimalna količina padavin izmerjena 17150 mL. Prav tako je bila maksimalna količina padavin referenčni lokaciji Kočevje izmerjena v mesecu septembru, in sicer 11230 mL.

Prevodnost je na vseh lokacijah na širšem območju okoli enote TE-TOL znašala med 6,8 in 57,8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  in je primerljiva z referenčno lokacijo Kočevje.

Najvišja koncentracija nitrata je bila izmerjena na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar, in sicer v mesecu septembru (11,65  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ ). Največjo koncentracijo sulfata smoprav tako izmerili na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar v mesecu septembru, in sicer 17,12  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ .

Koncentracija kloridov je na vseh lokacijah na širšem območju okoli enote TE-TOL bila izmerjena med 0,34 in 5,82  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ , koncentracija amonijaka je bila izmerjena med 0,05 in 4,44  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ , koncentracija natrija je bila izmerjena med 0,06 in 4,65  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$  ter koncentracija kalija je bila izmerjena med 0,05 in 4,42  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Vse koncentracije so primerljive referenčni lokaciji Kočevje.

Maksimalne usedline po sušenju so bile izmerjene v mesecu decembru na lokaciji Zadobrova, in sicer 130,22  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ , prav tako so bile tega meseca izmerjene maksimalne koncentracije usedlin po žarjenju na lokaciji za Zadobrova, in sicer 49,52  $\text{mg}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ .

Koncentracija svınca je znašala na lokaciji Za deponijo, ki je najbližja območju enote TE-TOL, med 0,42 in 4,01  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Koncentracija kadmija je bila na isti lokaciji pod mejo določljivosti. Koncentracija cinka je znašala med 2,39 in 54,94  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar je koncentracija svınca znašala med 0,46 in 14,87  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Koncentracija kadmija je bila na isti lokaciji večino leta 2022 pod mejo določljivosti, razen v mesecu avgustu, ko smo izmerili 0,02  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Koncentracija cinka je znašala na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar med 7,98 in 85,39  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Koncentracija svınca je znašala na lokaciji Zadobrova med 0,50 in 2,16  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Koncentracija kadmija je bila na isti lokaciji pod mejo določljivosti. Koncentracija cinka je znašala med 1,84 in 64,04  $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Koncentracije živega srebra so bile na lokaciji Zadobrova pod mejo določljivosti. V zakonodaji, kjer so bile zadnjič omenjene prašne usedline (Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti snovi v zraku, ki od leta 2007 ne velja več), smo imeli

mejno vrednost za svinec ( $100 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ ), kadmij ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ ) in cink ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ ) v prašnih usedlinah za 1 leto. Vse izmerjene vrednosti ne presegajo letnih vrednosti.

Razširjene analize kovin na območju okoli enote TE-TOL niso kazale izrazitega odstopanja od prejšnjih let, kvečjemu so bile koncentracije še nižje kot prejšnja leta oziroma celo pod mejo določljivosti.

Izvedli smo tudi dodatne analize policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH) in živega srebra na lokaciji Zadobrova. PAH-i so bili na nekoliko nad mejo določljivosti, in sicer med  $0,31$  in  $0,70 \mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dan}$ . Koncentracija živega srebra pa je bila na lokaciji Zadobrova v času ko smo vzorčili PAH-e pod mejo določljivosti.