

JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

**LETNA OCENA CELOTNE OBREMNITVE ZUNANJEGA ZRAKA
NA OBMOČJU VREDNOTENJA ENOTE TE-TOL IN ENOTE TOŠ,
LETO 2023**

Oznaka dokumenta: 223227-IMI-14-1

Ljubljana, marec 2024

JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

**LETNA OCENA CELOTNE OBREMNITVE ZUNANJEGA ZRAKA
NA OBMOČJU VREDNOTENJA ENOTE TE-TOL IN ENOTE TOŠ,
LETO 2023**

Oznaka dokumenta: 223227-IMI-14-1

Ljubljana, marec 2024

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, 2024

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.

Dokument predstavlja gradivo, ki v originalu predstavlja dokument v pravnem postopku.
Elektronski dokument je informativne narave in se lahko uporablja izključno v nekomercialne namene.

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. inž.

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

Delovni nalog: 223227

Projekt: 223227 – IMI: Obratovalni monitoring kakovosti zunanjega zraka

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

Aktivnost: 223227-IMI-14

Naloga: 223227-IMI-14-1

Naslov: Letna ocena celotne obremenitve zunanjega zraka na območju vrednotenja TE-TOL in enote TOŠ, leto 2023

Oznaka dokumenta: 223227-IMI-14-1

Datum izdelave: marec 2024

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

Avtorji: Kris ALATIČ, dipl. inž. meh.
mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.
Branka HOFER, gim. mat.
Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.
Erik MARČENKO, dipl. inž. str.
Nina MIKLAVČIČ, dipl. fiz.
Marko PATERNOSTER, inž. el. energ.
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 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 promet, 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 zunanjega zraka Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o.. Meritve se nanašajo na leto 2023. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka, ki jih pod nadzorom Elektroinštituta Milan Vidmar (EIMV) izvaja Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o. na lokaciji Zadobrova ter informativne meritve, ki jih zagotavlja Agencija Republike Slovenije (ARSO) na lokaciji Bežigrad.

V merjenem obdobju se rezultati meritev SO₂, NO₂/NO_x, O₃ in PM₁₀ na lokaciji obravnavajo kot uradni rezultati meritev, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

Opozorilna vrednost za O₃ je bila v letu 2023 presežena 5-krat, ciljna vrednost za varovanje ljudi je bila v merjenem obdobju presežena 13-krat, medtem ko alarmna vrednost v letu 2023 ni bila presežena.

Dnevna mejna vrednost PM₁₀ je bila v merjenem obdobju presežena 9-krat.

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	11
2.	KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA	13
2.1	OPIS VPLIVA POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA NA KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA	14
2.2	ZAKONODAJA	16
2.3	NADZOR SKLADNOSTI MERITEV	18
2.4	PODATKI O MERILNIH MESTIH V MESTNI OBČINI LJUBLJANA	20
2.4.1.	Merilno mesto Zadobrova	21
2.4.2.	Informativne meritve – ARSO Bežigrad.....	23
3.	REZULTATI MERITEV - ZADOBROVA	25
3.1	MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA	25
3.1.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂ - Zadobrova	27
3.1.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂ - Zadobrova	30
3.1.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x - Zadobrova	32
3.1.4	Pregled koncentracij v zraku: O ₃ - Zadobrova	34
3.1.5	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀ - Zadobrova	37
3.2	METEOROLOŠKE MERITVE	39
3.2.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku - Zadobrova.....	39
3.2.3	Pregled hitrosti in smeri vetra - Zadobrova	41
4.	INFORMATIVNI REZULTATI MERITEV ARSO - BEŽIGRAD	43
4.1	MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA	43
4.1.1.	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂ – ARSO, Ljubljana - Bežigrad	43
4.1.2.	Pregled koncentracij v zraku: NO _x – ARSO, Ljubljana - Bežigrad	45
4.1.3.	Pregled koncentracij v zraku: O ₃ – ARSO, Ljubljana - Bežigrad.....	47
4.1.4.	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀ – ARSO, Ljubljana - Bežigrad	49
5.	ZAKLJUČEK	51

KAZALO TABEL

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku.	14
Tabela 3: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za zdravje in varstvo rastlin za žveplov dioksid (SO ₂) in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	17
Tabela 4: Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična za dušikove okside (NO ₂ /NO _x) in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	17
Tabela 5: Dolgoročna ciljna vrednost za ozon (O ₃).	17
Tabela 6: Mejne vrednosti za delce PM ₁₀	17
Tabela 7: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	20
Tabela 8: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana.	20
Tabela 9: Koordinate merilnih postaj (D96) v monitoringu kakovosti zunanjega zraka.	21
Tabela 10: Klasifikacija merilnih mest v monitoringu kakovosti zunanjega zraka.	21
Tabela 11: Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji AMP Zadobrova.	22
Tabela 12: Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatskih merilnih postajah.	23
Tabela 13: Koordinate merilne postaje (D96 ¹) AMP Bežigrad.	23
Tabela 14: Klasifikacija merilnih mest v monitoringu kakovosti zunanjega zraka.	23
Tabela 15: Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji AMP Bežigrad.	23

KAZALO SLIK

Slika 1: Elementi, ki vplivajo na kakovost zunanjega zraka v urbanem okolju (vir: EIMV).	13
Slika 2: Procesi, ki vplivajo na onesnaženost zraka (vir: Kakovost zraka v Slovenij v letu 2022, ARSO, 2022).	15
Slika 3: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu.	19
Slika 4: Stalna merilna mesta v MOL (vir: Google Earth, QGIS, 2023).	21
Slika 5: Lokacije merilne postaje kakovosti zunanjega zraka Zadobrova in ARSO (vir: Google Earth, QGIS, 2022).	22
Slika 6: Lokacija merilne postaje LJ Bežigrad (vir: Google Earth, QGIS, 2023).	24

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 2023 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;
- testiranje merilnikov;
- rezultate meritev kakovosti zraka;
- komentar in povzetek rezultatov meritev kakovosti zraka;
- analizo koncentracij parametrov v zunanjem zraku na lokaciji Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o.

V letu 2023 je bilo na merilnem mestu Javnega podjetja Energetike Ljubljane (Zadobrova) izmerjenih 98 % meritev SO₂, 95 % meritev NO₂/NO_x, 96 % meritev O₃ in 97 % meritev PM₁₀. Vsi rezultati na lokaciji se obravnavajo kot uradni rezultati meritev, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate (90%) dosežena. Opozorilna vrednost za O₃ je bila v letu 2023 presežena 5-krat, ciljna vrednost za varovanje ljudi je bila v merjenem obdobju presežena 13-krat, medtem ko alarmna vrednost v letu 2023 ni bila presežena. Dnevna mejna vrednost PM₁₀ je bila v merjenem obdobju presežena 9-krat.

Trenutne vrednosti koncentracij SO₂, NO₂ in NO_x ter meteoroloških parametrov in indeksov v zunanjem zraku za Javno podjetje Energetika Ljubljana so dostopne na spletni strani: www.okolje.info [http://www.okolje.info/?link=dbViewTetoValue&option=com_content&Itemid=179].

Vse vrednosti so poleg numerične predstavitve prikazane tudi grafično: [http://www.okolje.info/?link=ChartViewMoc&option=com_content&Itemid=179].

Na spletni strani so prosto dostopna tudi vsa mesečna poročila kakovosti zraka, ki so bila izdana v letu 2023: [<http://www.okolje.info/index.php/porocila-tetol>].

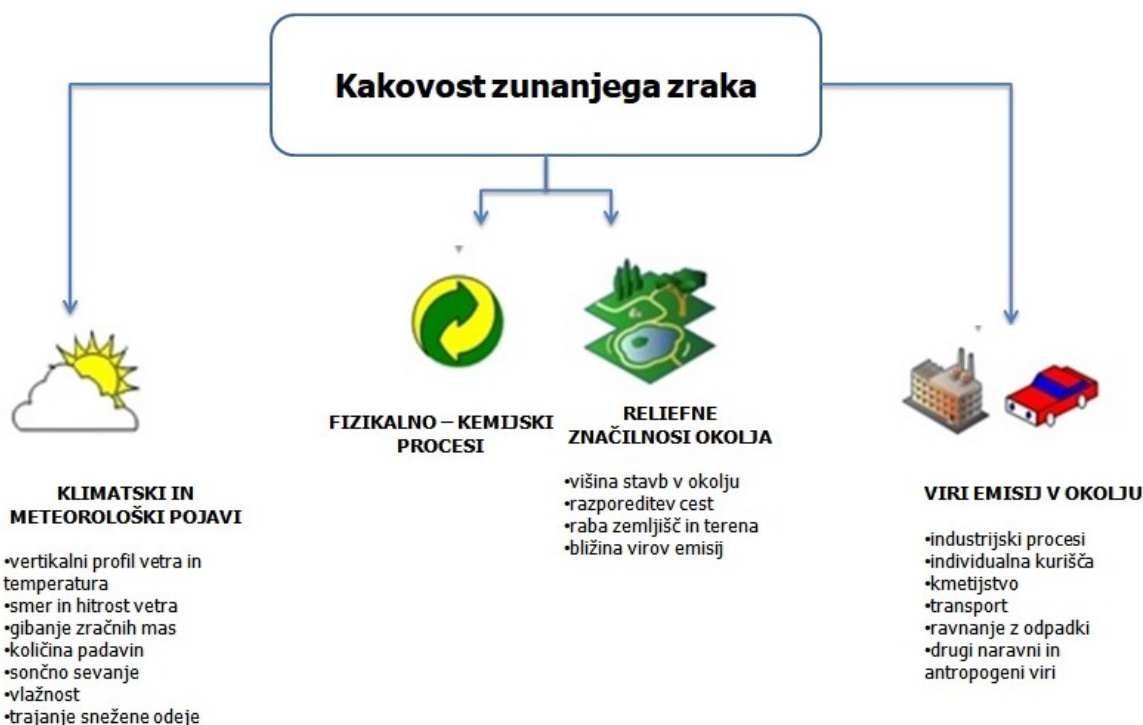
2. KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA

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** (Ur. l. RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10 in 78/23 – ZUNPEOVE) 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. Za doseganje teh ciljev zakon predpisuje monitoring stanja okolja, kar obsega tudi monitoring kakovosti zunanega zraka. Za potrebe ocenjevanja kakovosti zunanega zraka ima Mestna občina Celje (MOC) avtomatsko merilno postajo (AMP) Gaji za merjenje kakovosti zunanega zraka in meteoroloških parametrov.

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 zunanega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov kot so vertikalni profil vetra, smer in hitrost vetra, temperatura, gibanje zračnih mas, padavine, sončno sevanje, količina 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 zunanega zraka v urbanem okolju (vir: EIMV).

2.1 OPIS VPLIVA POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA NA KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA

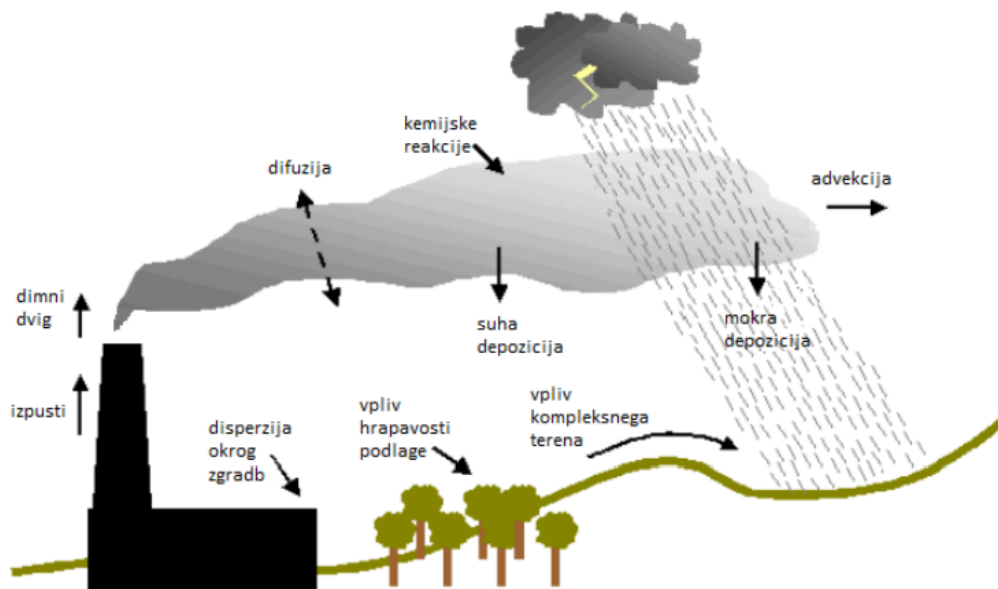
Kratkotrajna in dolgotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam onesnaževal ima velik vpliv na obolevnost prebivalstva zaradi bolezni dihal in posledično tudi kardiovaskularnih obolenj. Poleg tega pa ima velik vpliv na ekonomski vidik saj zmanjšuje življenjsko dobo prebivalstva, povečuje stroške zdravljenja in zmanjšuje produktivnost v gospodarstvu zaradi izostanka delavcev. Onesnaževala, ki imajo največji vpliv na zdravje ljudi so žveplov dioksid (SO₂), dušikovi oksidi (NO_x), prašni delci (PM₁₀ in PM_{2.5}) in ozon (O₃). 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. Spodnja tabela (Tabela 1) prikazuje posamezna onesnaževala, ki so obravnavana v tej študiji in njihov izvor ter vpliv na zdravje ljudi in biodiverzitetu.

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku.

Onesnaževalo in viri	Vpliv na zdravje in biodiverzitetu
<p>Žveplov dioksid (SO₂) je pri sobni temperaturi plin, brez barve, ki se dobro raztaplja v vodi. Poglavitni izvor žveplovega dioksida sta izogrevanje 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 zbolevalo za kašljem, bronhitisom in infekcijami globlje v dihalih, kot otroci ki žive v manj onesnaženih krajih.</p>
<p>Dušikovi oksidi (NO₂/NO_x) 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 gospodinjiski 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 pojava kašlja, bronhitisa, oslabilte 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>Delci PM₁₀ PM₁₀ 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 SO₂ ali NO₂). Glavni vir je izogrevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci.</p>	<p>PM₁₀ 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>Ozon (O₃) Visoko reaktiven plin, ki ga sestavljajo trije atomi kisika. 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 km, največ ozona pa je na višinah med 18 in 25 km. Stratosferski ozon predstavlja naravni ščit pred nevarnim</p>	<p>Izpostavljenost ozonu lahko povzroča zdravstvene težave tudi zdravim ljudem. Ker običajno ozon nastaja v onesnaženem zraku in vročem vremenu, je njegovim škodljivim vplivom izpostavljen vsak, ki ta čas preživlja na prostem. Še posebej so zanje dovzetni otroci, starejši ljudje, delavci na prostem in rekreativni športniki.</p>

sončnim ultravijoličnim sevanjem. S terminom »škodljivi ozon« označujemo prizemni (troposferski) ozon.

Antropogeni viri, kot so izpuhi motornih vozil, industrijske emisije, hlapi goriv in topil, predstavljajo glavne vire dušikovih oksidov (NO_x) in hlapnih organskih spojin (VOC), ki so predhodniki ozona (O₃).



Slika 2: Procesi, ki vplivajo na onesnaženost zraka (vir: Kakovost zraka v Slovenij v letu 2022, ARSO, 2022).

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 manjši 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. Z ocenjevanem in spremljanem kakovosti zraka se v Sloveniji ukvarja Agencija RS za okolje (ARSO), ki zagotavlja meritve na stalnih merilnih mestih, indikativne meritve in kot dopolnitve k meritvam, numerične izračune. Letno poroča ocene kakovosti zraka skupaj z opisom načina ocenjevanja Evropski okoljski agenciji (EEA), da se na ta način zagotovi skladnost mejnih in ciljnih vrednosti ravni onesnaževal v zraku (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023). Državno merilno mrežo za spremljanje kakovosti zunanega zraka (DMKZ) sestavlja 22 merilnih mest. Poleg stalnih merilnih mest v okviru DMKZ potekajo meritve kakovosti zunanega zraka tudi na nekaterih večjih energetskih objektih (TEŠ, TEB in TE-TOL), industrijskih objektih (cementarna Salonit Anhovo) in v mestnih občinah Ljubljana, Maribor, Ptuj, Celje ter občinah Miklavž na Dravskem polju, Ruše in Medvode (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Način spremljanja in nadzorovanja kakovosti zunanega zraka je predpisan v podzakonskih aktih – uredbah in pravilniku, ki so bili sprejeti na podlagi že prej omenjenega **Zakona o varstvu okolja** (Ur. l. RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10 in 78/23 – ZUNPEOVE):

- **Uredbi o kakovosti zunanega zraka** (Ur. l. RS št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22 – ZVO-2);
- **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanega zraka** (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2);
- **Odredba o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanega zraka** (Ur. l. RS, št. 38/17, 3/20, 152/20, 203/21, 44/22 – ZVO-2 in 30/23);
- **Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku** (Ur. l. RS, št. 56/06 in 44/22 – ZVO-2).

Evropska komisija je leta 2021 napovedala cilj ničelnega onesnaževanja za Evropsko Unijo (EU), in sicer zmanjšanje onesnaženosti zraka, vode in tal na ravni, ki niso škodljive za ljudi in okolje, do leta 2050. Ob upoštevanju tega cilja in izdaji novih smernic o kakovosti zraka SZO leta 2021 (AirQuality Guidelines, 2021) je Evropska komisija predlagala revizijo sedanjih pravil EU o kakovosti zraka. Od leta 2005, ko so bile objavljene zadnje smernice SZO o kakovosti zraka, so bile narejene številne raziskave, ki so podale dokaze, kako onesnažen zrak deluje na zdravje ljudi. Nove, bolj ambiciozne, smernice so nastale kot posledica vse večje ogroženosti zdravja prebivalcev zaradi onesnaženega zraka (srčno-žilne bolezni, nevrološka obolenja, sladkorna bolezen, itd.) in so bile pripravljene za naslednja onesnaževala: PM_{2,5}, PM₁₀, NO₂, CO, O₃ in SO₂. V smernicah so še posebej izpostavljene najbolj ranljive skupine prebivalcev – starejši, kronični bolniki, nosečnice, otroci in delavci, ki so na delovnem mestu bolj izpostavljeni vplivom slabše kakovosti zraka (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023). Poglavitni cilj je, da bi vse države EU (tudi Slovenija) dosegle nove priporočene vrednosti, ki so trenutno v fazi usklajevanja. Predvideva se, da bi bile nove smernice oz. nova direktiva o kakovosti zraka sprejeta v letu 2024.

Mejne, alarmne in ciljne vrednosti trenutno veljavne v Sloveniji in primerjava z vrednostmi, ki jih podaja SZO, je podana v nadaljevanju pri pregledu vrednosti koncentracij za posamezno onesnaževalo.

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

Tabela 2: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za zdravje in varstvo rastlin za žveplov dioksid (SO₂) in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost (µg/m ³)	Alarmna vrednost (µg/m ³)	SZO 2021 (µg/m ³)
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 ³)	Sprejemljivo preseganje (µg/m ³)	
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 (NO₂/NO_x) in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost (µg/m ³)	Alarmna vrednost (µg/m ³)	SZO 2021 (µg/m ³)
1 ura	Zdravje	200 (velja za NO ₂) (ne sme biti presežena več kot 18-krat v koledarskem letu)	-	200
3-urni interval	Zdravje	-	400 (velja za NO ₂)	
koledarsko leto	Zdravje	40 (velja za NO ₂)	-	40
Čas merjenja		Kritična vrednost (µg/m ³)	Sprejemljivo preseganje (µg/m ³)	
koledarsko leto	Vegetacija	30 (velja za NO _x)	-	

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

Tabela 4: Dolgoročna ciljna vrednost za ozon (O₃).

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

Tabela 5: Mejne vrednosti za delce PM₁₀.

Čas merjenja	Mejna vrednost (µg/m ³)	SZO 2021 (µg/m ³)
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.

2.3 NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

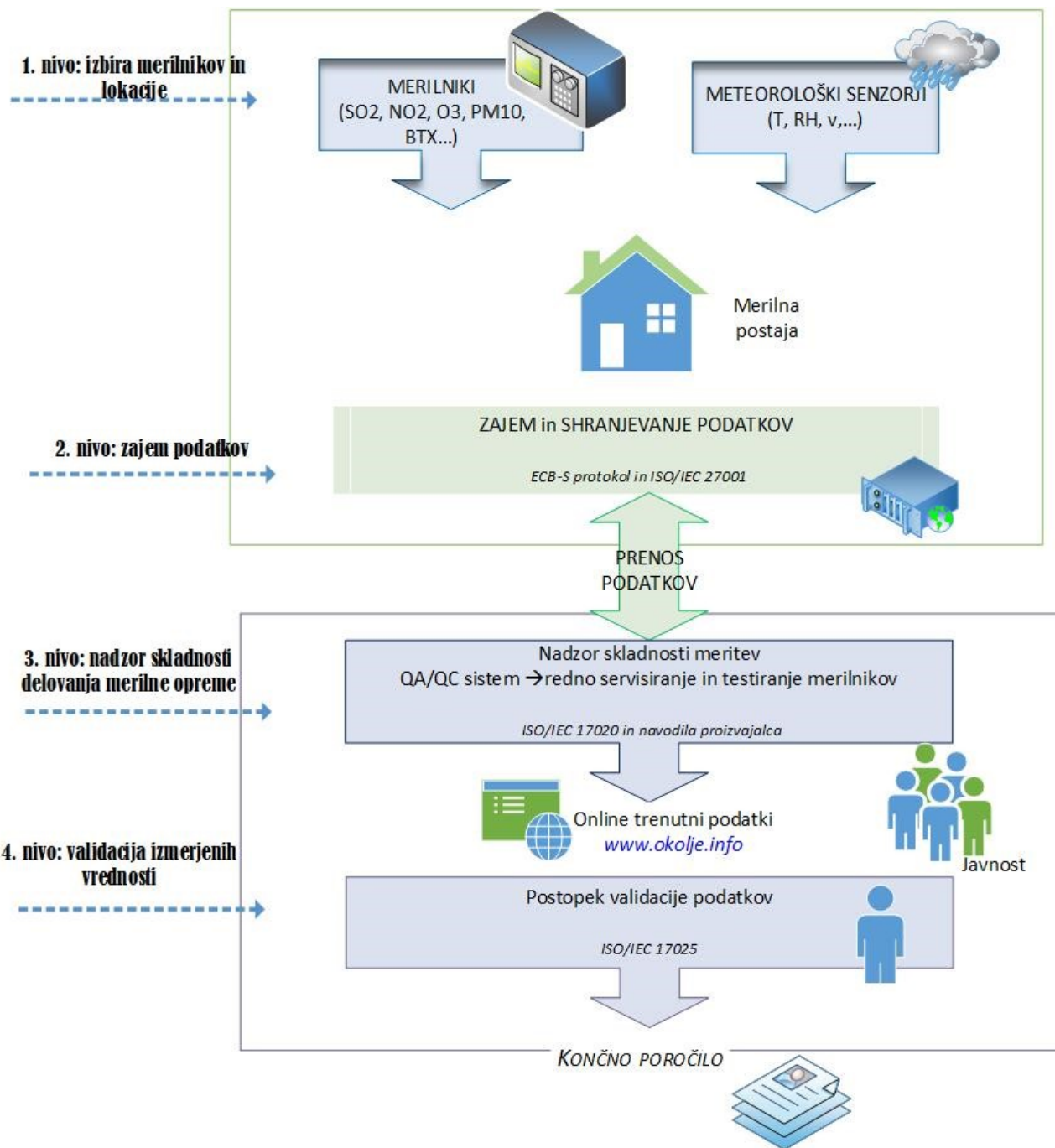
Pri vsakem izvajanju meritev kakovosti zunanjega zraka je potreben tudi ustrezen nadzor nad stanjem merilne opreme, ki je vključena v analizo in posege na njej, med katere sodijo umerjanje, vzdrževanje, servisni posegi in zamenjave potrošnega materiala. Obratovalni monitoring je ustrezne kakovosti, če:

- je skladno s Prilogo 1 **Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2) zagotovljena 90% razpoložljivost;
- je zagotovljeno uspešno preverjanje delovanja merilne opreme;
- so zagotovljena uspešna dvotočkovna umerjanja in preverjanje linearnosti, ki se opravi enkrat letno.

Zaradi zagotavljanja primerljivosti 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. 3. in 4. nivo se osredotočata na izvajanje in zagotavljanje skladnosti meritev. Tako podatki, ki uspešno prestanejo 3. nivo nadzora predstavljajo izmerjene vrednosti. Te se sproti objavljajo na spletnih straneh in imajo status informativnih podatkov. Vzoredno s 3. nivojem poteka 4. nivo oziroma validacija izmerjenih vrednosti. Podatki, ki uspešno prestanejo ta nivo so merilni rezultati, ki se jih objavi skladno z zahtevami **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2).

Nadzor skladnosti meritev je zasnovan 4 nivojsko:

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



Slika 3: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu.

2.4 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 (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023). V Mestni občini Ljubljana se meritve izvajajo na večih lokacijah (Tabela 6). Rezultati se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Kakovost zunanjega zraka (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Tabela 6: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Merilno mesto	Nadmorska višina (m)	GKy	GKx	Tipe merilnega mesta	Tip območja	Značilnosti območja
LJ Bežigrad	299	462673	102490	B	U	R, C
LJ Celovška	305	460697	103230	T	U	R
LJ Vič	293	460839	99383	B	U	R, C
LJ Center	300	461919	101581	T	U	R, C
LJ Zadobrova	280	468151	103114	B	S	R, A
LJ Gospodarsko*	299	462271	101945	T	U	R
LJ Biotehniška*	297	459457	100591	B	U	R
LJ Vnajarje*	630	474596	100884	I	R	A

Legenda: Tip merilnega mesta: B – ozadje (ang. *background*), T – promet (ang. *traffic*), I – industrijski (ang. *industrial*)
 Tip območja: U – mestni (ang. *urban*), S – predmestni (ang. *suburban*), R – podeželski (ang. *rural*), NC – primestni (ang. *near city*), REG – regionalni (ang. *regional*)
 Značilnost območja: R – stanovanjsko (ang. *residential*), C – poslovno (ang. *commercial*), I – industrijski (ang. *industrial*), A – kmetijsko (ang. *agricultural*), N – naravno (ang. *natural*)
 * - meritve se več ne izvajajo

Tabela 7 prikazuje meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v MOL.

Tabela 7: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana.

Merilno mesto	Parametri									
	SO ₂	NO ₂ /NO _x	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	benzen	težke kovine	PAH	Meteorologija
LJ Bežigrad	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
LJ Celovška	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓
LJ Vič	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
LJ Center	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	✓
LJ Zadobrova	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	✓
LJ Gospodarsko*	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
LJ Biotehniška*	-	-	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓
LJ Vnajarje*	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓

Legenda: * - meritve se več ne izvajajo



Slika 4: Stalna merilna mesta v MOL (vir: Google Earth, QGIS, 2023).

2.4.1. 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) na lokaciji Zadobrova. Z njim upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar, Hajdrihova 2, 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.

Tabela 8: Koordinate merilnih postaj (D96¹) v monitoringu kakovosti zunanjega zraka.

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

Tabela 9: 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

¹ D96 – Državni koordinatni sistem

Slika 3 prikazuje merilno mesto Zadobrova.



Slika 5: Lokacije merilne postaje kakovosti zunanjega zraka Zadobrova in ARSO (vir: Google Earth, QGIS, 2022).

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 PM₁₀ ali PM_{2,5}.

Tabela 10: Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji AMP Zadobrova.

Naziv postaje	Parametri kakovosti zraka				
	SO ₂	NO ₂	NO _x	O ₃	PM ₁₀
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 2023**. 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 – ZVO-2) in **Programom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o.** za leto 2024.

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.

Tabela 11: 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 meritve 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 2023.

2.4.2. 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.

Tabela 12: Koordinate merilne postaje (D96¹) AMP Bežigrad.

Merilna postaja	Nadmorska višina	x/n	y/e
AMP Bežigrad	299 m	462302.19	102976.28

Tabela 13: Klasifikacija merilnih mest v monitoringu kakovosti zunanjega zraka.

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

Tabela 14: Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji AMP Bežigrad.

Naziv postaje	Parametri kakovosti zraka				
	SO ₂	NO ₂	NO _x	O ₃	PM ₁₀
AMP Bežigrad	x	✓	✓	✓	✓



Slika 6: Lokacija merilne postaje LJ Bežigrad (vir: Google Earth, QGIS, 2023).

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 2023 podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO₂, NO₂/NO_x, O₃ in PM₁₀ ter statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov v letu 2023 na tej lokaciji.

3.1 MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ leto 2023

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Zadobrova	0	0	0	98

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ leto 2023

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Zadobrova	0	0	-	95

Pregled preseženih vrednosti: O₃ leto 2023

	nad OV	AV	nad VZL	podatkov
postaja	urne v.	urne v.	8 urne v.	%
Zadobrova	5	0	13	96

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ leto 2023

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Zadobrova	-	-	9	97

Pregled srednjih koncentracij: SO₂ (µg/m³) za leto 2023 in pretekla leta

postaja	2021	2022	2023
Zadobrova	2	3	4

Pregled srednjih koncentracij: NO₂ (µg/m³) za leto 2023 in pretekla leta

postaja	2021	2022	2023
Zadobrova	16	17	16

Pregled srednjih koncentracij: NO_x (µg/m³) za leto 2023 in pretekla leta

postaja	2021	2022	2023
Zadobrova	26	30	30

Pregled srednjih koncentracij: O₃ (µg/m³) za leto 2023 in pretekla leta

postaja	2021	2022	2023
Zadobrova	30	42	44

Pregled srednjih koncentracij: delci PM₁₀ (µg/m³) za leto 2023 in pretekla leta

postaja	2021	2022	2023
Zadobrova	24	23	25

Pregled srednjih koncentracij SO₂ (µg/m³) za 01.10.2022 - 01.04.2023

postaja	*
Zadobrova	3

Pregled srednjih koncentracij NO_x (µg/m³) za 01.01.2023 - 31.12.2023

postaja	**
Zadobrova	30

3.1.1 Pregled koncentracij v zraku: SO₂ - Zadobrova

V letu 2022 je izmerjeno 98 % pravih rezultatov urnih koncentracij SO₂ v zraku. Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 25 µg/m³, dosežena dne 29. 09. 2024 ob 15:00, medtem ko je maksimalna dnevna koncentracija znašala 7 µg/m³, dosežena tudi dne 29. 09. 2024. Srednja letna koncentracija je znašala 4 µg/m³. Srednja koncentracija v zimskem obdobju (01.10.2022 – 01.04.2023) je znašala 3 µg/m³. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri WSW.

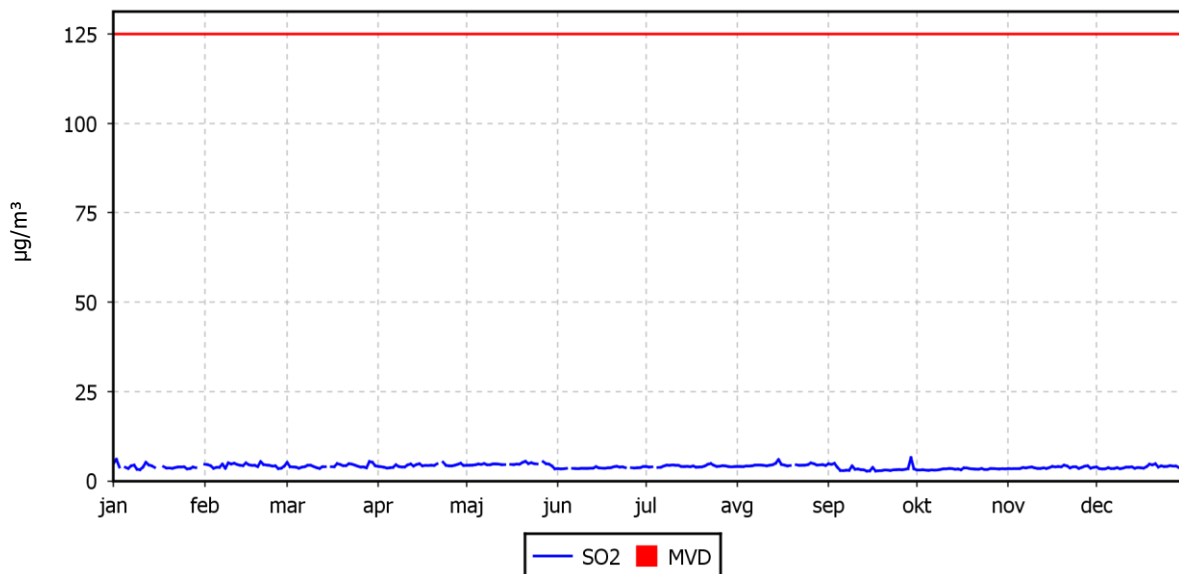
Lokacija:	Ljubljana (Zadobrova)
Postaja:	Zadobrova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8576	98%
Maksimalna urna koncentracija:	25 µg/m ³	29.09.2023 15:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	7 µg/m ³	29.09.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m ³	14.09.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	4 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.22 - 1.4.23):	3 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 75 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 50 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 500 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 99.7 p.v. - urnih koncentracij:	9 µg/m ³	
- 99.2 p.v. - dnevni koncentracij:	6 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

Zadobrova

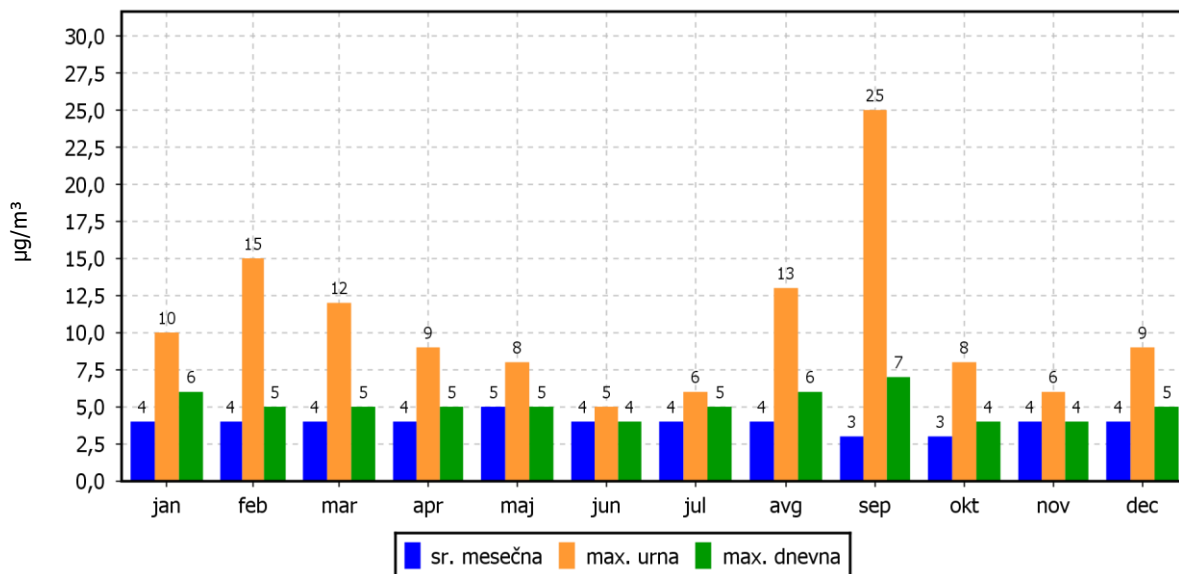
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - SO₂

Zadobrova

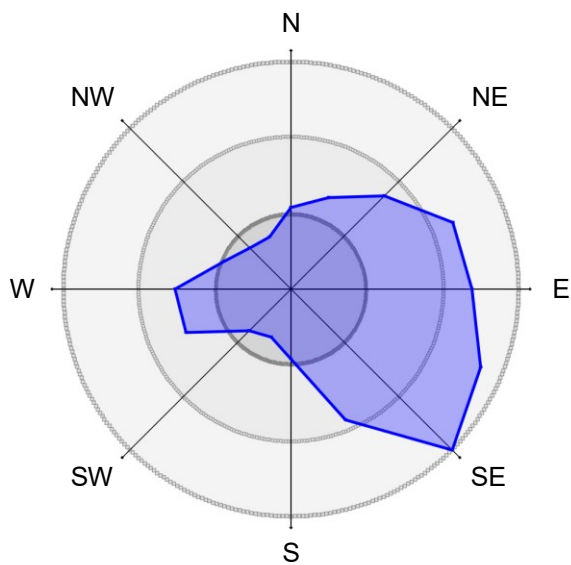
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

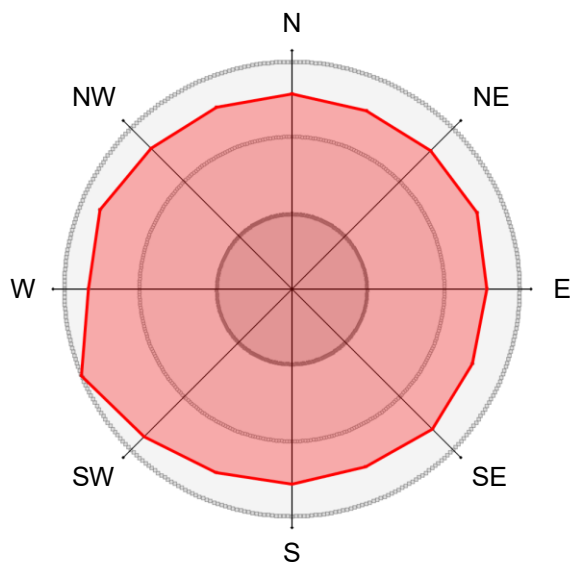
01.01.2023 do 01.01.2024



12.4% časa

8.3% časa

4.1% časa



4.6 µg/m³

3.1 µg/m³

1.5 µg/m³

3.1.2 Pregled koncentracij v zraku: NO₂ - Zadobrova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 95 % pravih rezultatov meritev NO₂. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) ni bila presežena, prav tako ni bila presežena alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 109 µg/m³, dosežena dne 11.02.2024 ob 19:00, maksimalna dnevna koncentracija 58 µg/m³ je bila dosežena dne 11. 02. 2024. Srednja letna koncentracija je znašala 16 µg/m³. Srednja koncentracija v zimskem obdobju (01.10.2022 – 01.04.2023) je znašala 24 µg/m³. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri SW in WNW.

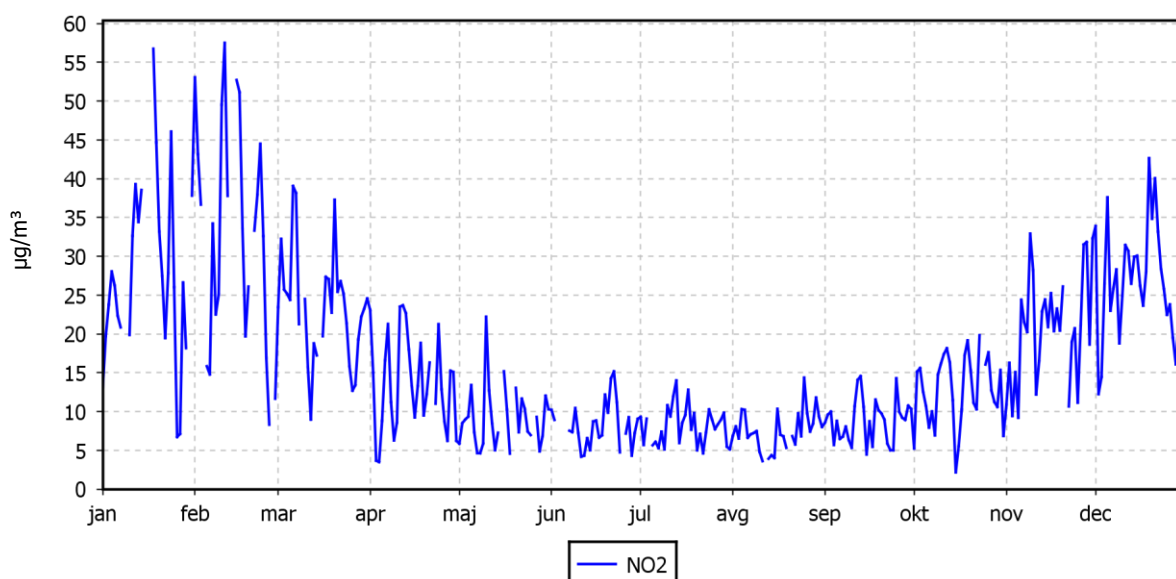
Lokacija:	Ljubljana (Zadobrova)
Postaja:	Zadobrova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8334	95%
Maksimalna urna koncentracija:	109 µg/m ³	11.02.2023 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	58 µg/m ³	11.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	2 µg/m ³	15.10.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	16 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.22 - 1.4.23):	24 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 200 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 140 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 400 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	56 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	57 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

Zadobrova

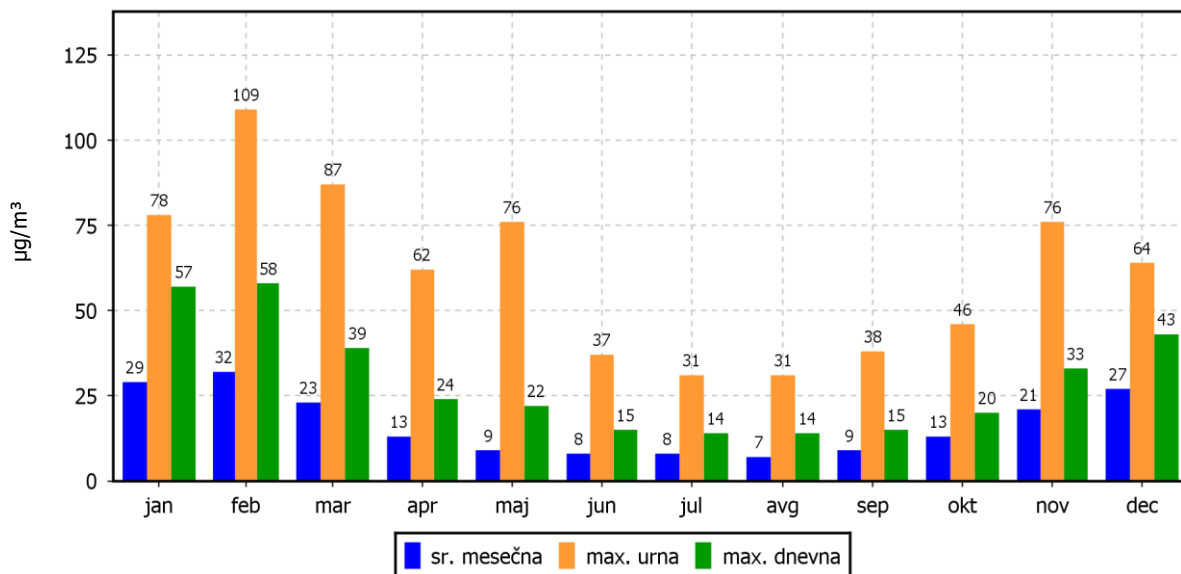
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - NO₂

Zadobrova

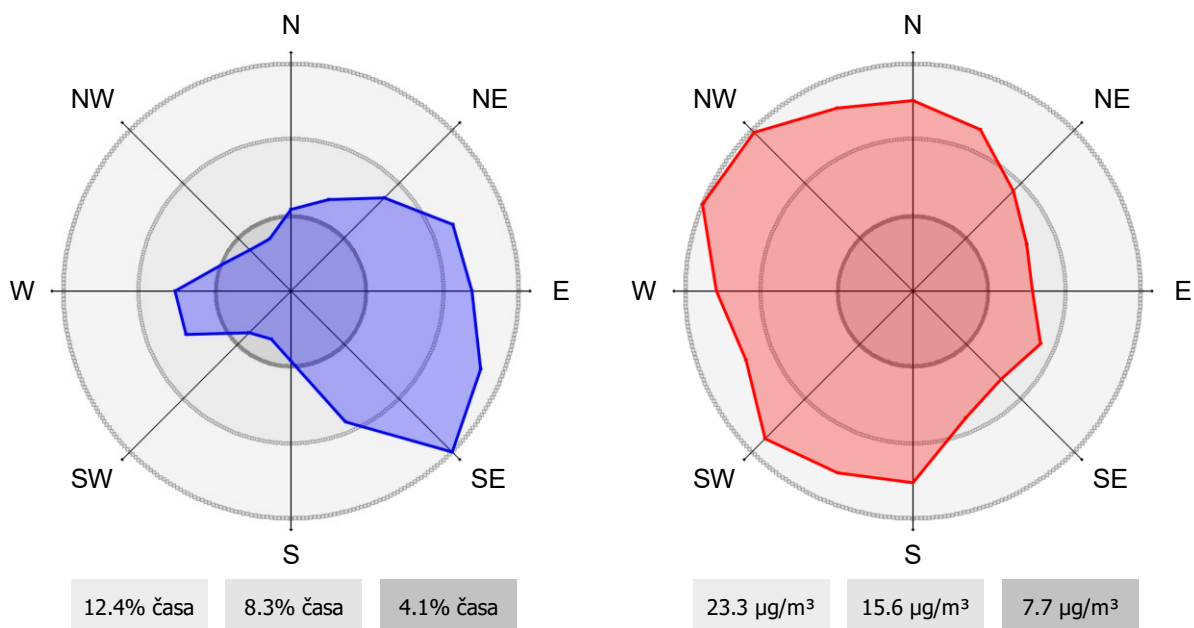
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2023 do 01.01.2024



3.1.3 Pregled koncentracij v zraku: NO_x - Zadobrova

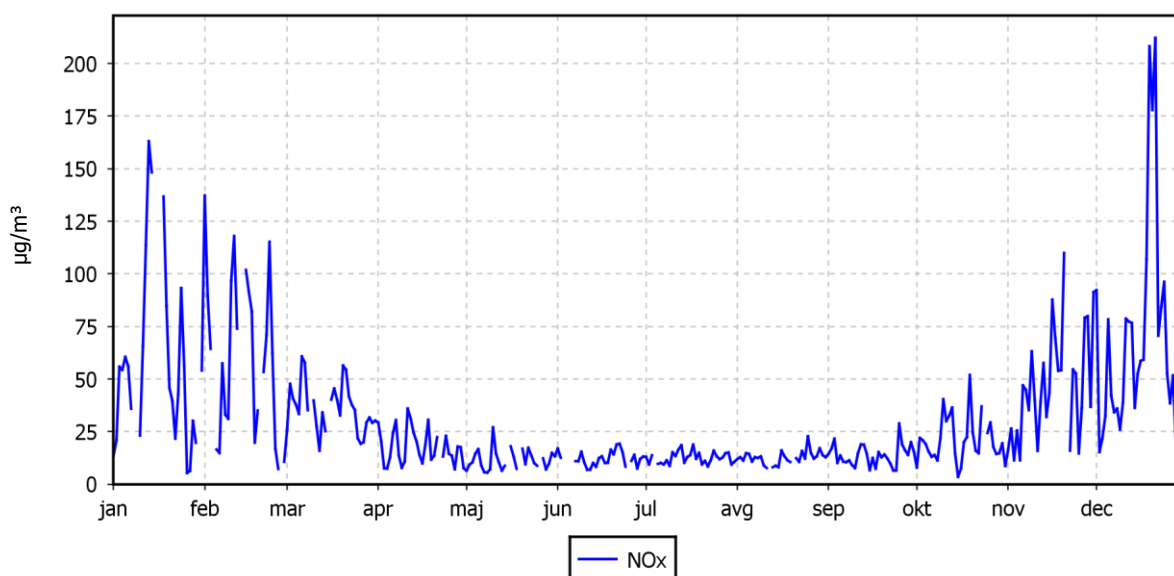
Lokacija:	Ljubljana (Zadobrova)
Postaja:	Zadobrova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8334	95%
Maksimalna urna koncentracija:	390 µg/m ³	19.12.2023 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	212 µg/m ³	21.12.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m ³	15.10.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	30 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.22 - 1.4.23):	45 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	152 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	209 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

Zadobrova

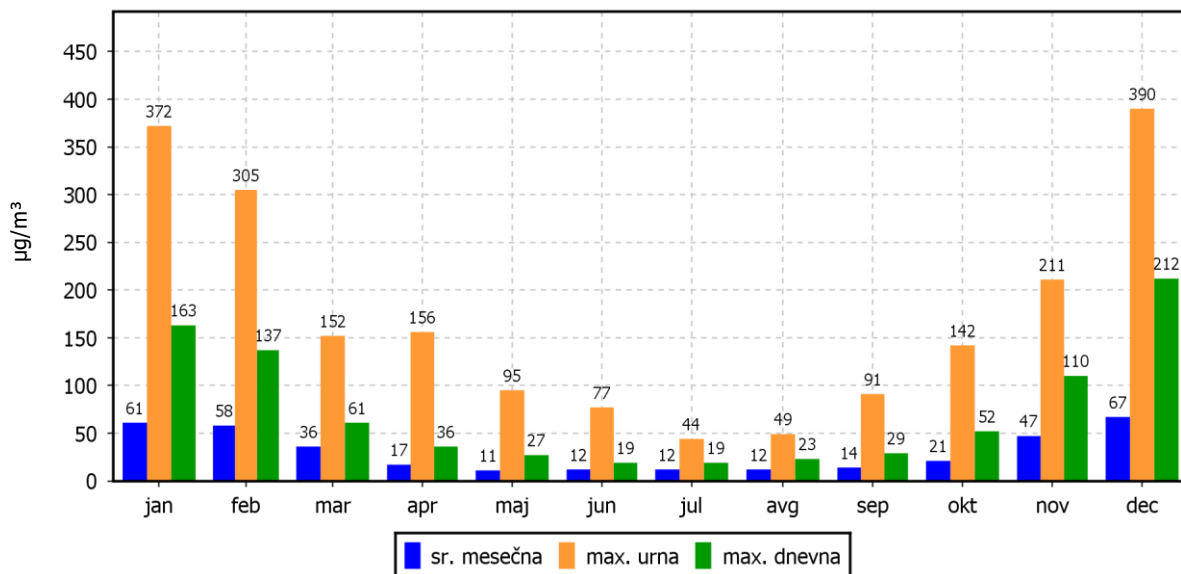
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - NO_x

Zadobrova

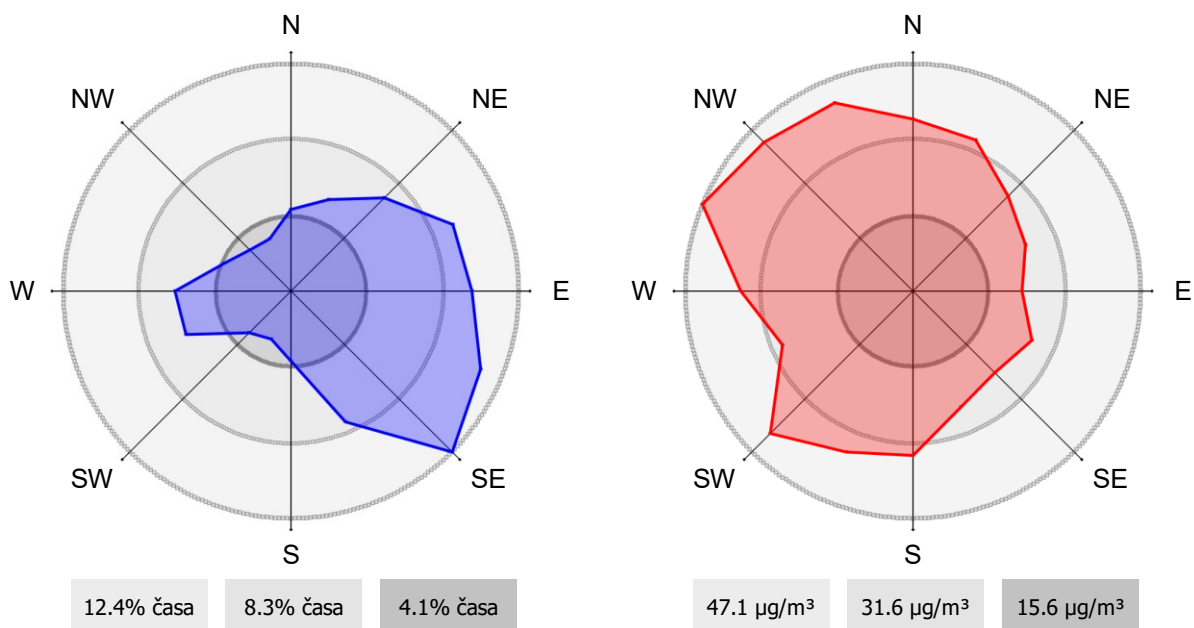
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2023 do 01.01.2024



3.1.4 Pregled koncentracij v zraku: O₃ - Zadobrova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 96 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev O₃ v zraku. Maksimalna urna koncentracija delcev O₃ je znašala 202 µg/m³, dosežena dne 22. 06. 2024 ob 14:00. Maksimalna dnevna koncentracija 117 µg/m³ je bila izmerjena dne 22. 06. 2024. Srednja letna koncentracija je znašala 44 µg/m³. Opozorilna vrednost je bila v merjenem obdobju presežena 5-krat, alarmna vrednost pa ni bila presežena. Ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi za O₃ je bila v merjenem obdobju presežena 13-krat. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri WSW.

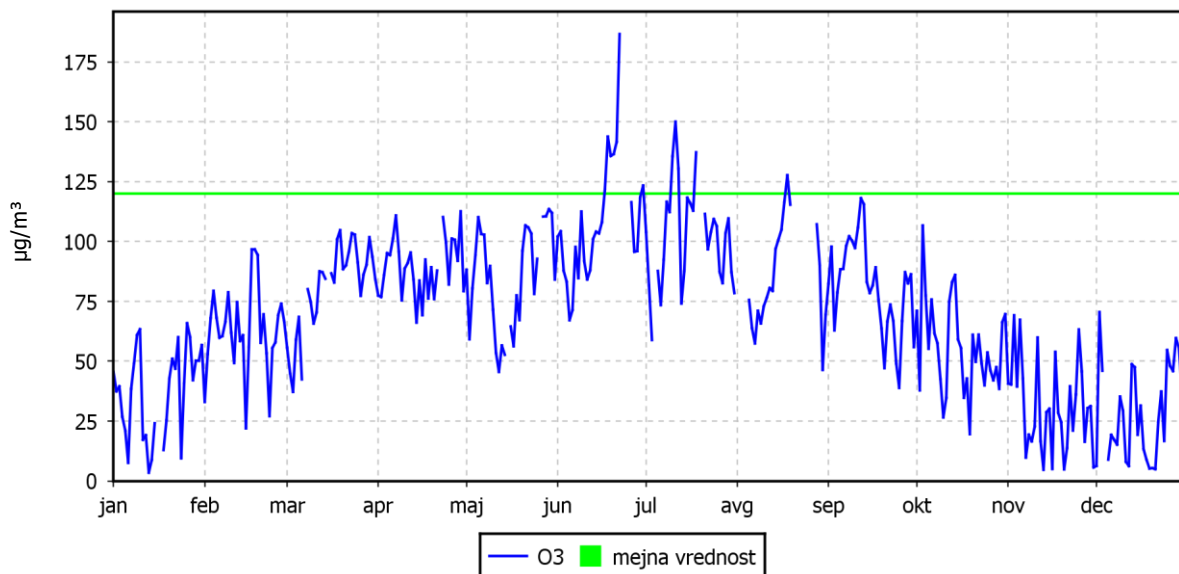
Lokacija:	Ljubljana (Zadobrova)
Postaja:	Zadobrova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8363	96%
Maksimalna urna koncentracija:	202 µg/m ³	22.06.2023 14:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	117 µg/m ³	22.06.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	2 µg/m ³	20.11.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	44 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad OV 180 µg/m ³ :	5	
- nad AV 240 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	118 µg/m ³	
- 99.9 p.v. - dnevnih koncentracij:	114 µg/m ³	
AOT40:		
- mesečna vrednost	28152 (µg/m ³).h	1.1. do 1.1.
- varstvo rastlin	17610 (µg/m ³).h	1.5. do 1.8.
- varstvo gozdov	26781 (µg/m ³).h	1.4. do 1.10.
Dnevna 8-urna vrednost:		
- število primerov nad 120 µg/m ³ :	13	

DNEVNE 8-URNE SREDNJE VREDNOSTI O₃

Zadobrova

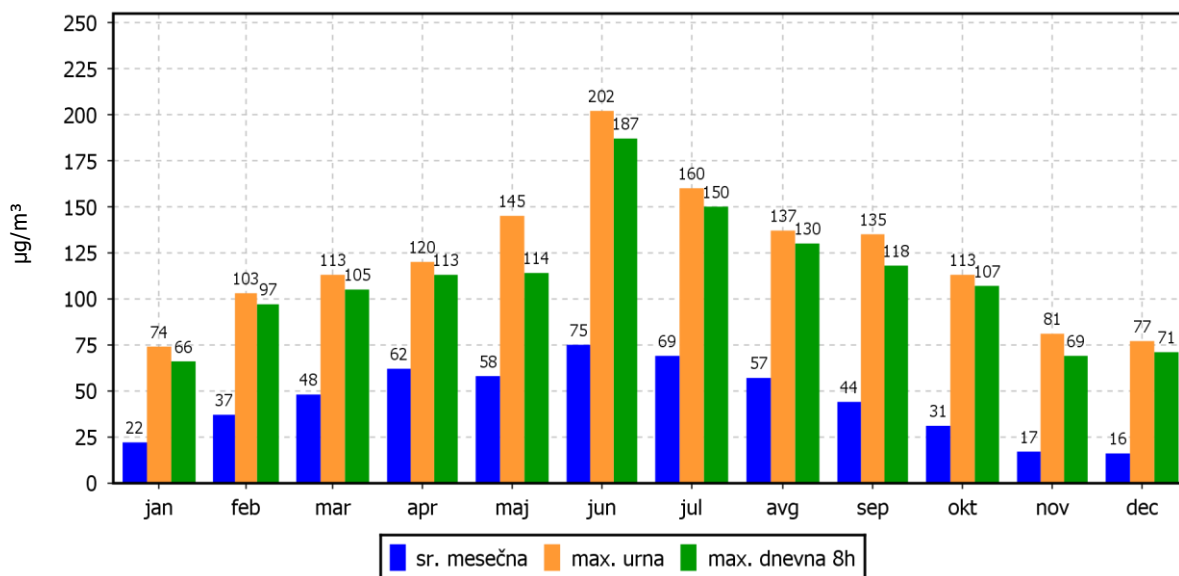
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - O₃

Zadobrova

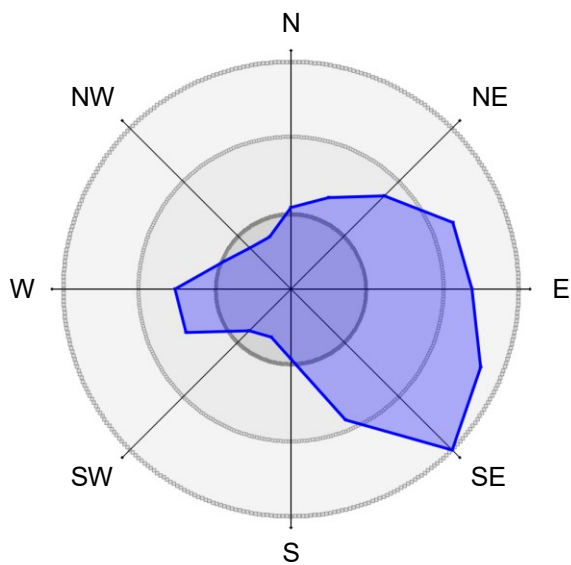
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

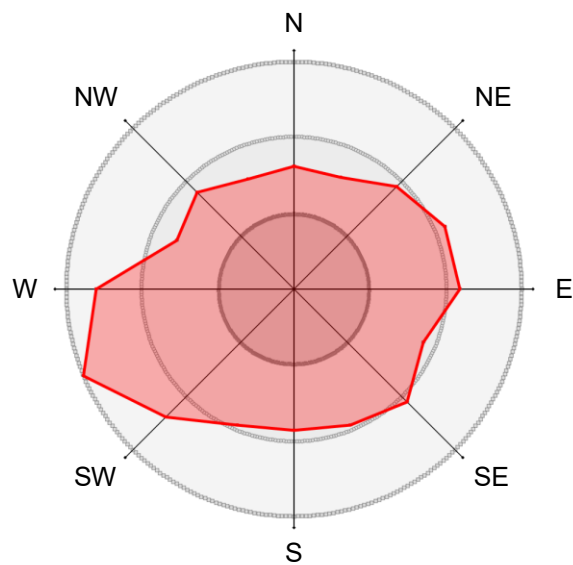
01.01.2023 do 01.01.2024



12.4% časa

8.3% časa

4.1% časa



65.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

43.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

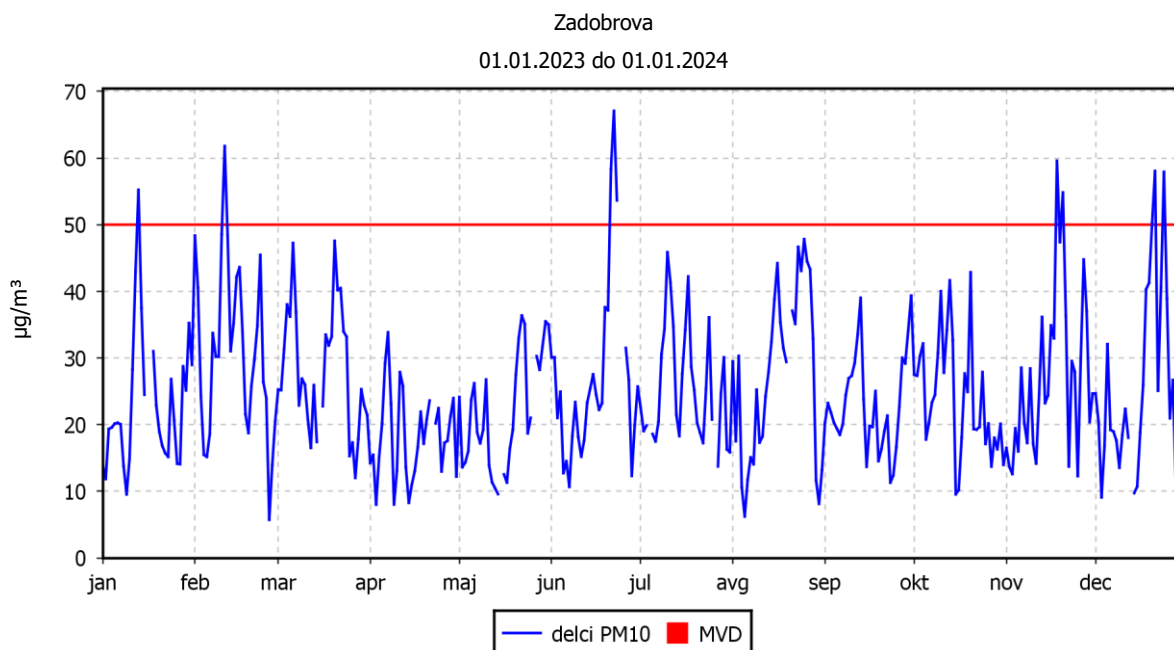
21.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.1.5 Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀ - Zadobrova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 97 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 9-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev je znašala 241 µg/m³ in je bila dosežena dne 18. 11. 2023 ob 06:00. Maksimalna dnevna koncentracija 67 µg/m³ je bila dosežena dne 22. 06. 2024. Srednja letna koncentracija je znašala 25 µg/m³. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno.

Lokacija:	Ljubljana (Zadobrova)	
Postaja:	Zadobrova	
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024	
Razpoložljivih urnih podatkov:	8477	97%
Maksimalna urna koncentracija:	241 µg/m ³	18.11.2023 06:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	67 µg/m ³	22.06.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	6 µg/m ³	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	25 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	9	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	68 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	23 µg/m ³	

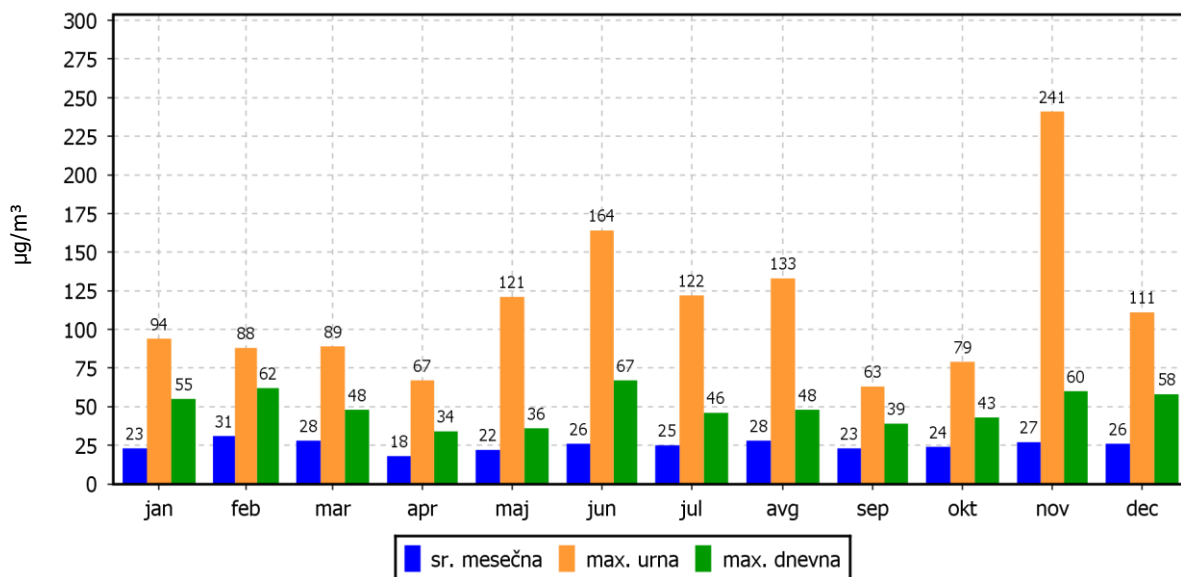
DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Zadobrova

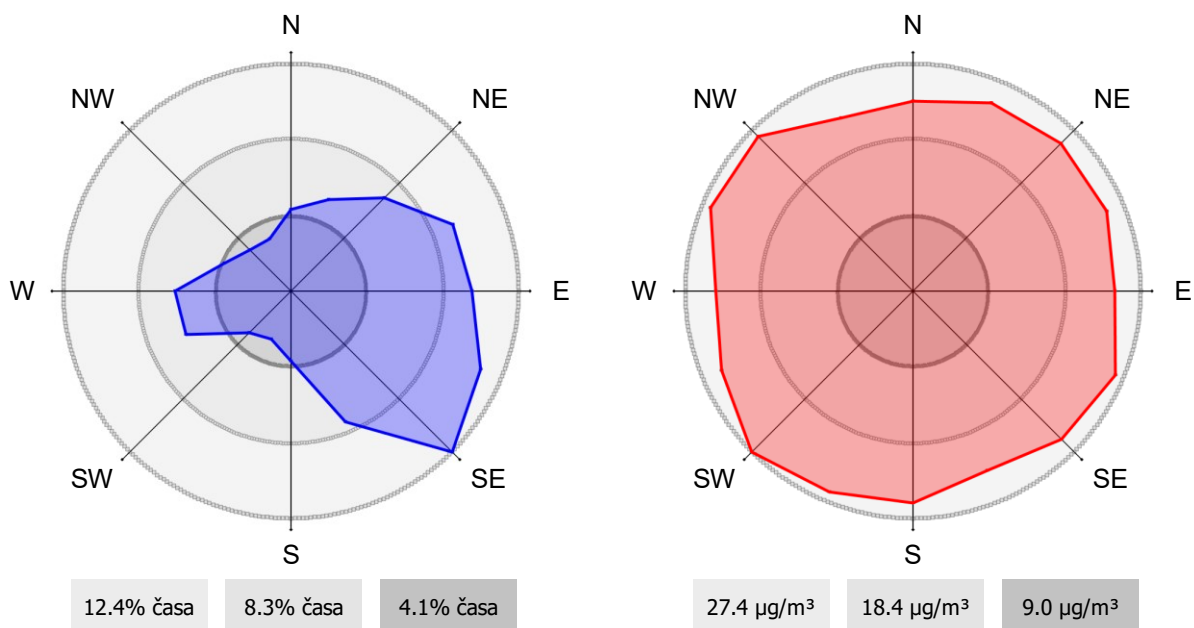
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Zadobrova

01.01.2023 do 01.01.2024



3.2 METEOROLOŠKE MERITVE

3.2.1 Pregled temperature in relativne vlage v zraku - Zadobrova

V merjenem obdobju je znašala srednja vrednost temperatura 13 °C in srednja vrednost relativne vlažnosti 76 %. Veter je pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W-SE oz. ENE.

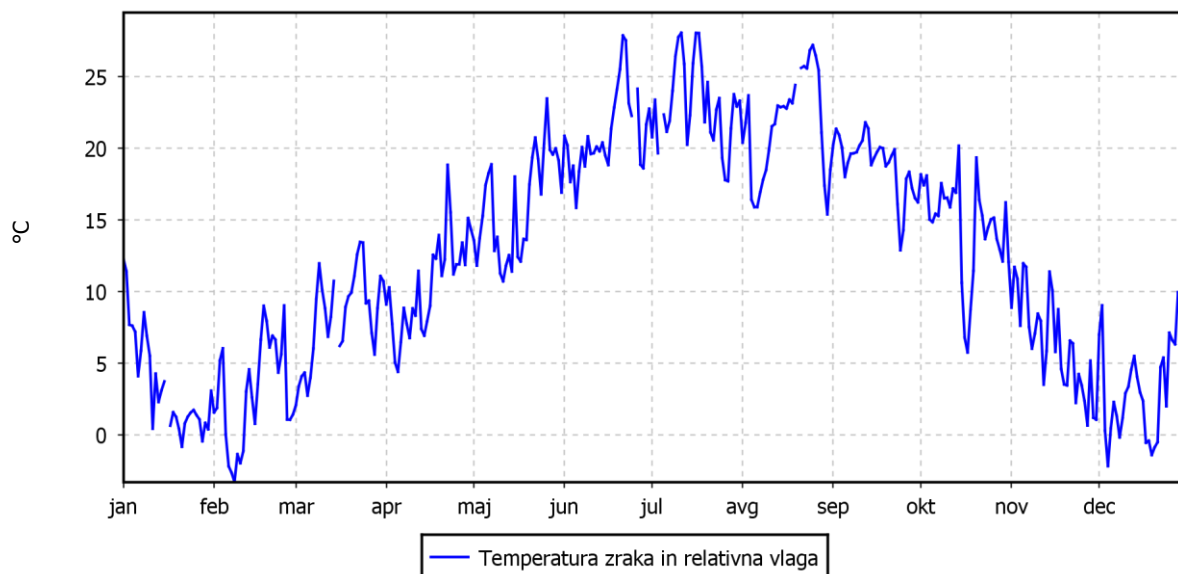
Lokacija:	Ljubljana (Zadobrova)
Postaja:	Zadobrova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8584	98%	8662	99%
Maksimalna urna vrednost	36 °C	17.07.2023 16:00:00	100%	02.05.2023 11:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	28 °C	11.07.2023	100%	04.08.2023
Minimalna urna vrednost	-9 °C	10.02.2023 06:00:00	17%	28.03.2023 15:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-3 °C	08.02.2023	36%	04.04.2023
Srednja vrednost v obdobju	13 °C		76%	

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

Zadobrova

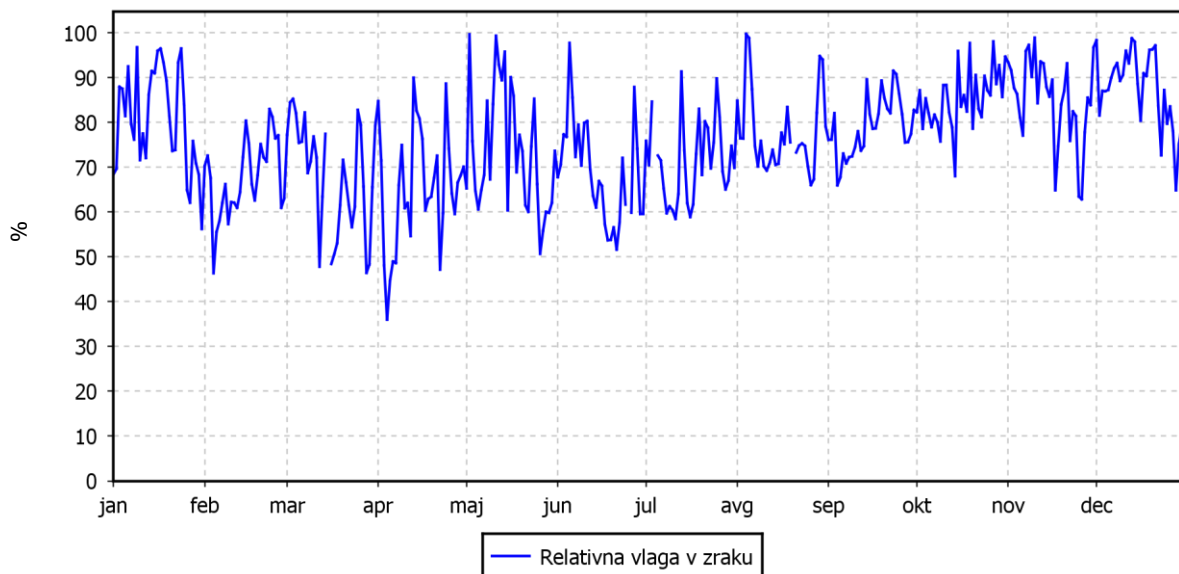
01.01.2023 do 01.01.2024



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

Zadobrova

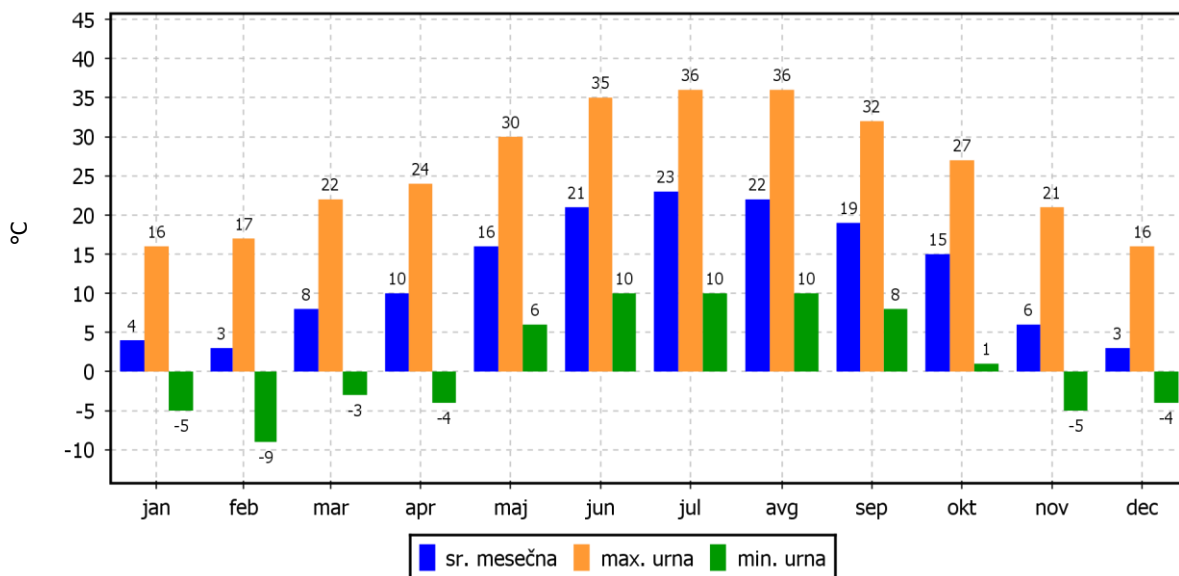
01.01.2023 do 01.01.2024



TEMPERATURA ZRAKA

Zadobrova

01.01.2023 do 01.01.2024



3.2.3 Pregled hitrosti in smeri vetra - Zadobrova

Lokacija:	Ljubljana (Zadobrova)
Postaja:	Zadobrova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

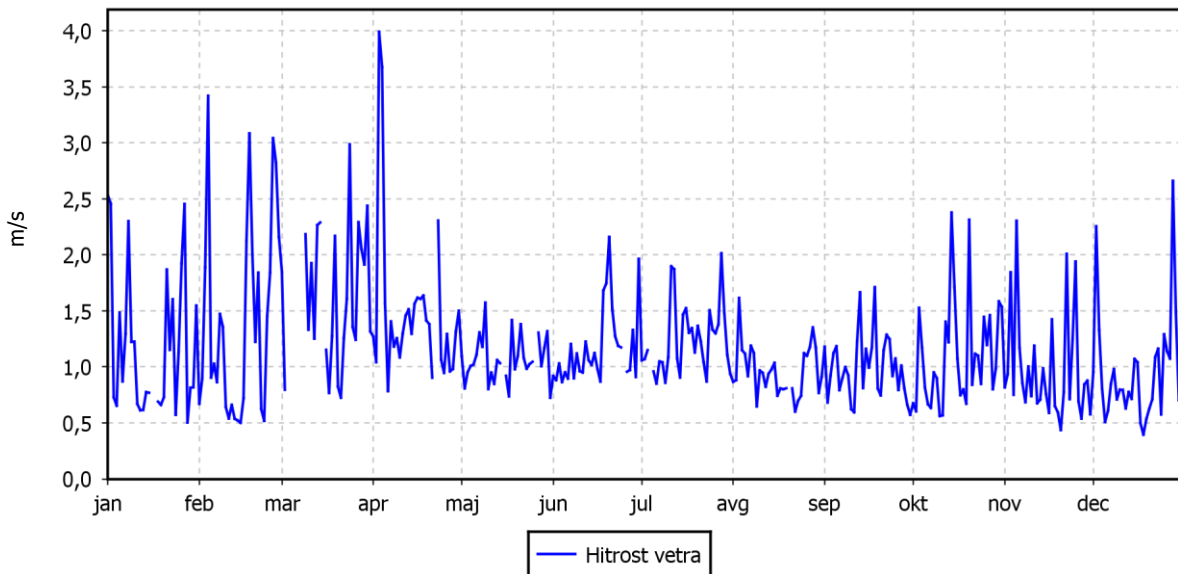
Razpoložljivih urnih podatkov:	8542	98%
Maksimalna urna hitrost:	9 m/s	04.02.2023 09:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	22.08.2023 01:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	1 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

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	49	81	114	94	25	12	5	0	0	0	380	44
NNE	0	59	99	157	110	18	14	2	0	0	0	459	54
NE	1	102	158	171	125	31	19	5	0	0	0	612	72
ENE	0	175	199	169	125	69	65	8	2	0	0	812	95
E	0	203	177	148	110	84	64	49	5	0	0	840	98
ESE	0	308	232	162	102	50	55	43	0	0	0	952	111
SE	0	268	245	190	139	91	96	26	1	0	0	1056	124
SSE	0	120	154	122	119	57	72	15	0	0	0	659	77
S	0	42	73	82	78	32	15	4	0	0	0	326	38
SSW	0	27	51	65	63	19	17	0	0	0	0	242	28
SW	0	27	56	37	57	45	40	12	0	0	0	274	32
WSW	0	34	52	41	42	57	151	144	6	0	0	527	62
W	0	24	80	66	56	48	99	149	15	0	0	537	63
WNW	0	43	65	87	70	33	25	11	0	0	0	334	39
NW	0	29	46	79	55	26	19	13	2	0	0	269	31
NNW	0	33	70	62	52	17	8	15	3	3	0	263	31
SKUPAJ	1	1543	1838	1752	1397	702	771	501	34	3	0	8542	1000

DNEVNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

Zadobrova

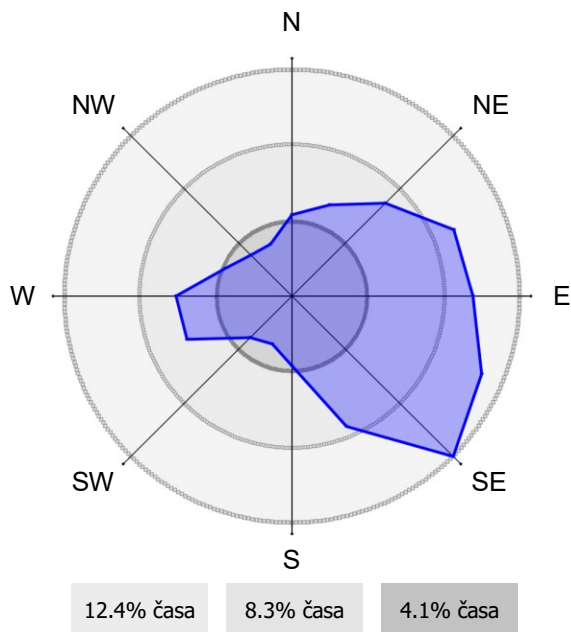
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽA VETROV

Zadobrova

01.01.2023 do 01.01.2024



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 SO₂ se na lokaciji Bežigrad ne izvajajo več od januarja 2021.

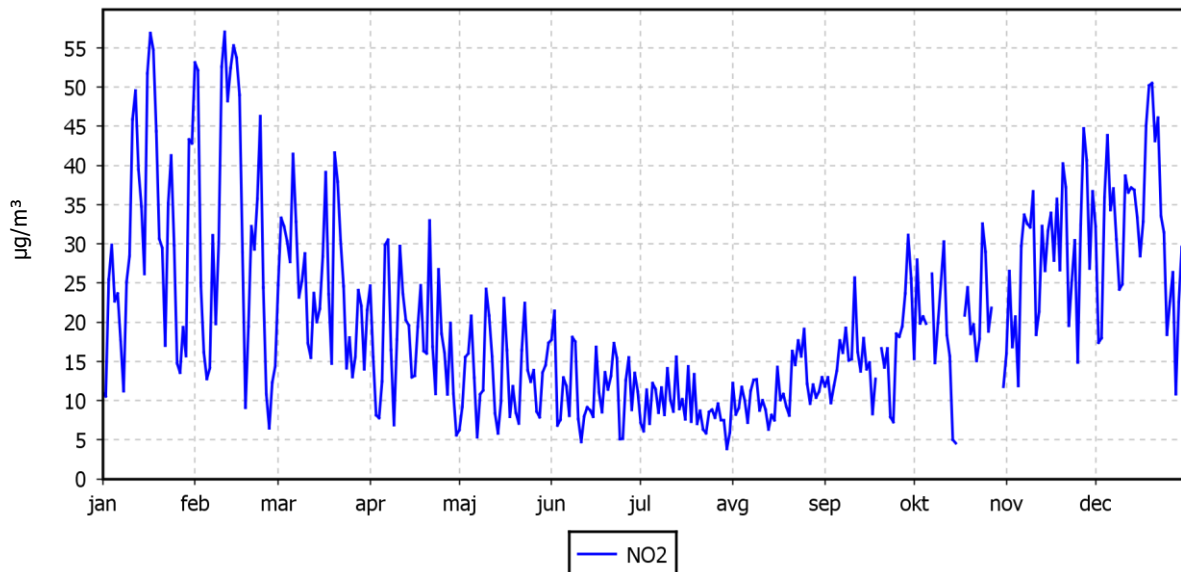
4.1.1. Pregled koncentracij v zraku: NO₂ – ARSO, Ljubljana - Bežigrad

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 95 % pravih rezultatov meritev NO₂. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) ni bila presežena, prav tako ni bila presežena alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂. Spodnji graf prikazuje dnevne vrednosti NO₂ v letu 2023. Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 57 µg/m³ je bila dosežena dne 11. 02. 2023. Srednja letna koncentracija je znašala 21 µg/m³.

Lokacija:	Ljubljana (Bežigrad)	
Postaja:	Bežigrad	
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024	
Razpoložljivih urnih podatkov:	8310	95%
Maksimalna urna koncentracija:	107 µg/m ³	14.02.2023 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	57 µg/m ³	11.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	4 µg/m ³	30.07.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	21 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.22 - 1.4.23):	27 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 200 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 140 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 400 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	62 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	57 µg/m ³	

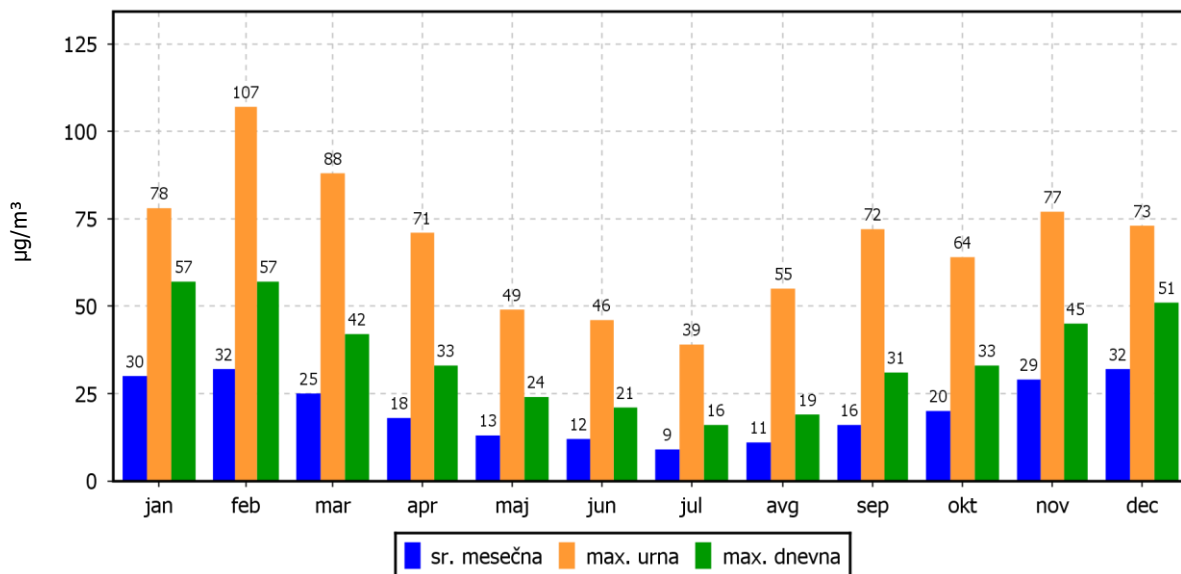
ARSO

Ljubljana-Bežigrad
01.01.2023 do 01.01.2024



ARSO

Ljubljana-Bežigrad
01.01.2023 do 01.01.2024



4.1.2. Pregled koncentracij v zraku: NO_x – ARSO, Ljubljana - Bežigrad

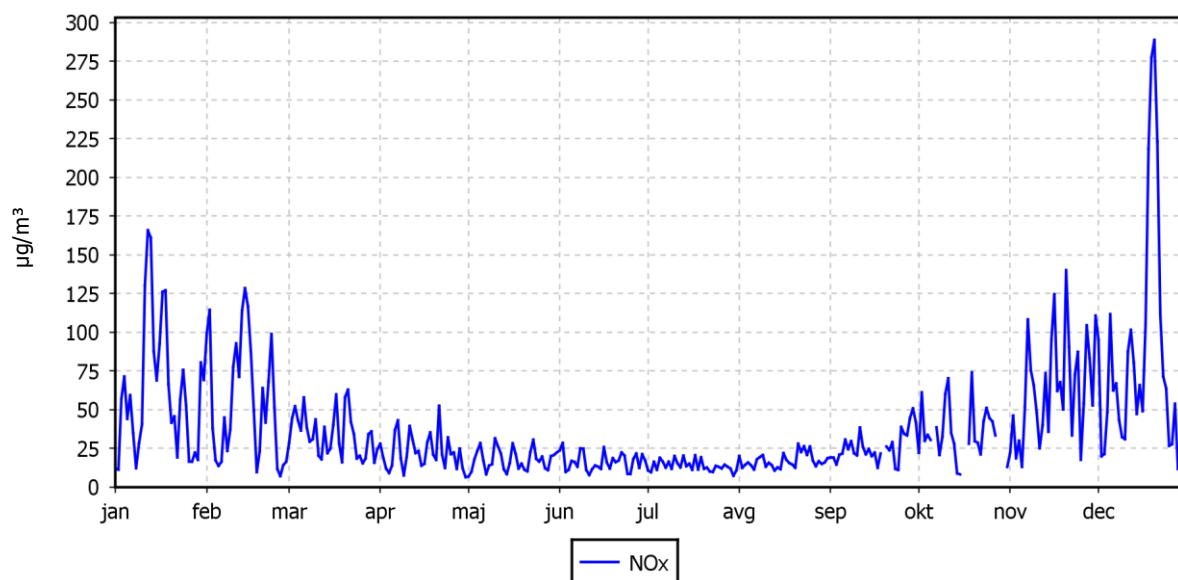
Dnevne koncentracije so se gibale med 20 in 289 µg/m³. Maksimalna dnevna koncentracija NO_x je znašala 289 µg/m³ in je bila dosežena dne 20. 12. 2023.

Lokacija:	Ljubljana (Bežigrad)
Postaja:	Bežigrad
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8310	95%
Maksimalna urna koncentracija:	504 µg/m ³	20.12.2023 20:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	289 µg/m ³	20.12.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	6 µg/m ³	30.04.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	37 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.22 - 1.4.23):	50 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	182 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	281 µg/m ³	

ARSO

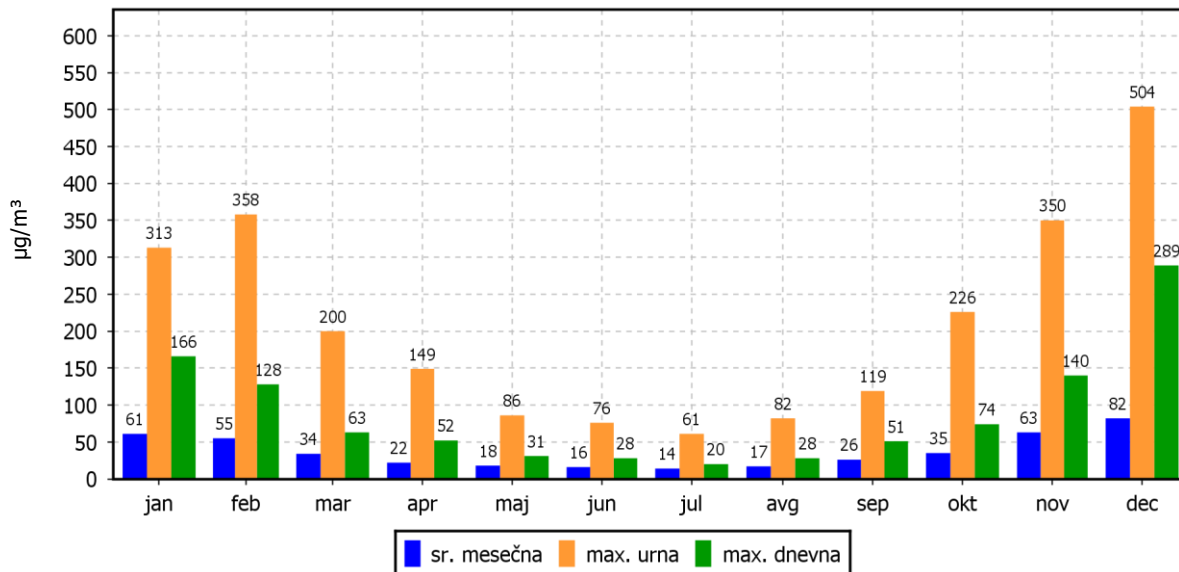
Ljubljana-Bežigrad
01.01.2023 do 01.01.2024



ARSO

Ljubljana-Bežigrad

01.01.2023 do 01.01.2024

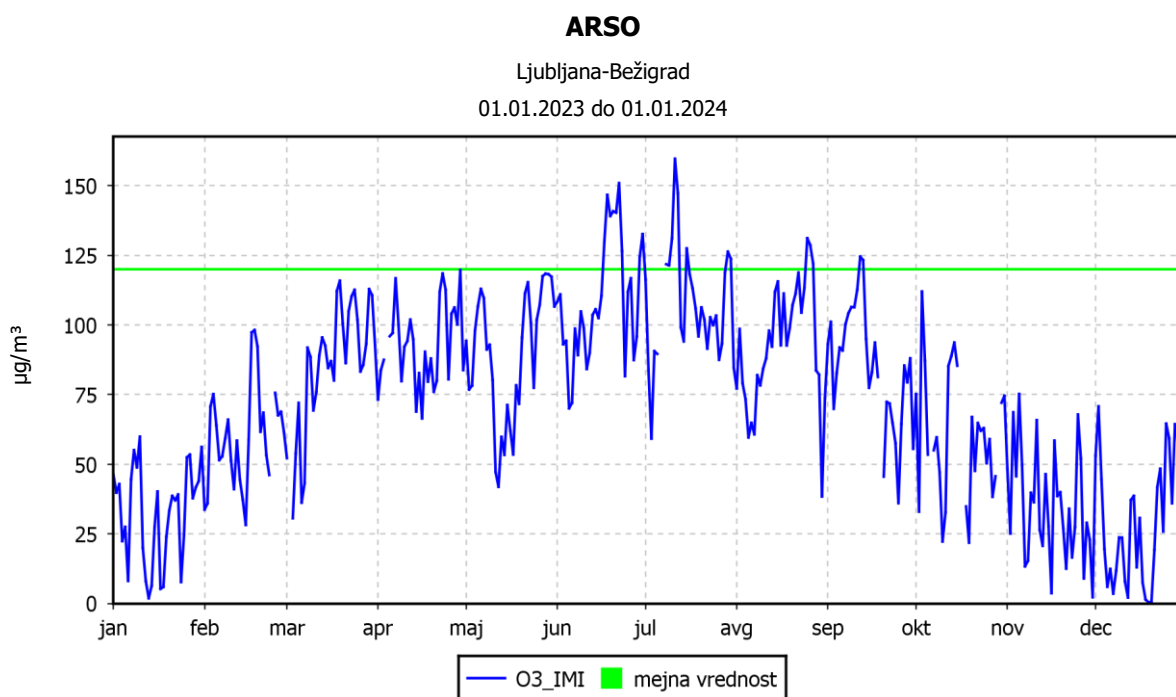


4.1.3. Pregled koncentracij v zraku: O₃ – ARSO, Ljubljana - Bežigrad

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 95% pravih rezultatov urnih koncentracij delcev O₃ v zraku. Spodnji graf prikazuje dnevne vrednosti O₃ v letu 2023. Maksimalna urna koncentracija delcev O₃ je znašala 169 µg/m³, dosežena 11. 07. 2023 ob 18:00. Maksimalna dnevna koncentracija 123 µg/m³ je bila izmerjena dne 21. 06. 2022. Srednja letna koncentracija je znašala 46 µg/m³. Opozorilna in alarmna vrednost v merjenem obdobju nista bili preseženi, medtem ko je bila ciljna vrednost presežena 22-krat.

Lokacija:	Ljubljana (Bežigrad)
Postaja:	Bežigrad
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

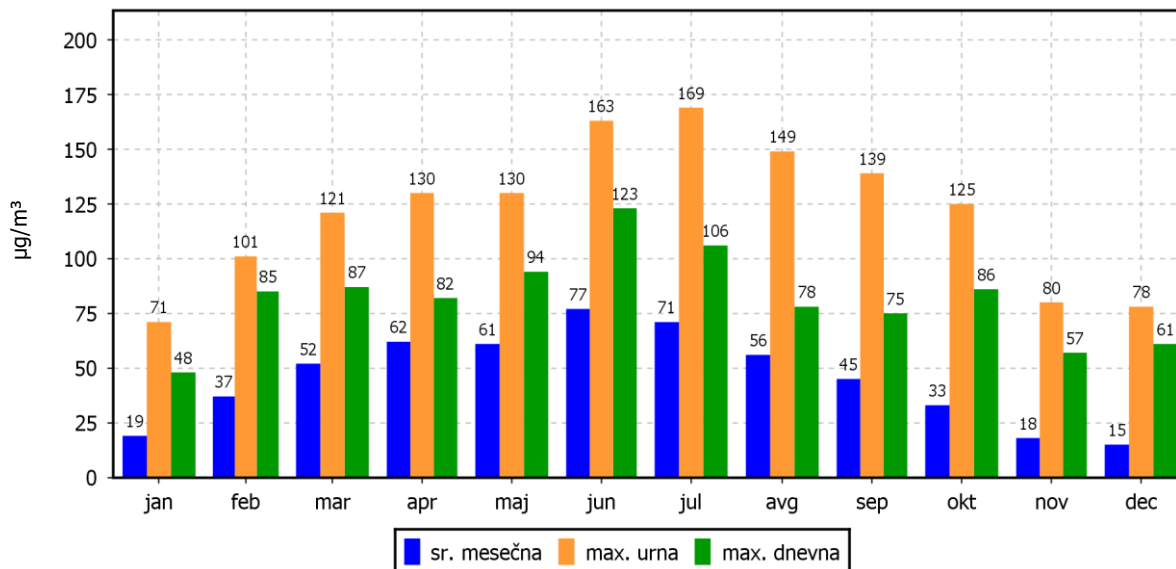
Razpoložljivih urnih podatkov:	8291	95%
Maksimalna urna koncentracija:	169 µg/m ³	11.07.2023 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	123 µg/m ³	21.06.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	30.11.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	46 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad OV 180 µg/m ³ :	0	
- nad AV 240 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	123 µg/m ³	
- 99.9 p.v. - dnevnih koncentracij:	120 µg/m ³	
AOT40:		
- mesečna vrednost	30837 (µg/m ³).h	1.1. do 1.1.
- varstvo rastlin	17736 (µg/m ³).h	1.5. do 1.8.
- varstvo gozdov	27726 (µg/m ³).h	1.4. do 1.10.
Dnevna 8-urna vrednost:		
- število primerov nad 120 µg/m ³ :	22	



ARSO

Ljubljana-Bežigrad

01.01.2023 do 01.01.2024



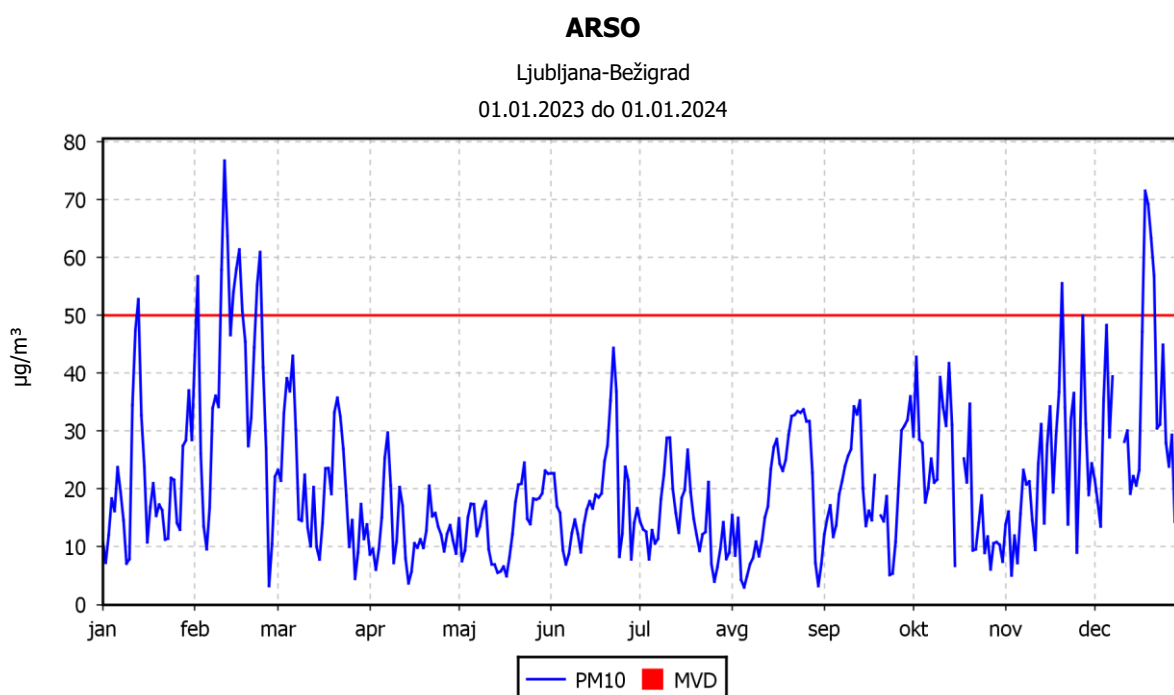
4.1.4. Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀ – ARSO, Ljubljana - Bežigrad

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 99 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku. Spodnji graf prikazuje dnevne vrednosti PM₁₀ v letu 2023. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 200 µg/m³, dosežena 02. 10. 2023 ob 21:00. Maksimalna dnevna koncentracija 77 µg/m³ je bila izmerjena dne 11. 02. 2023. Srednja letna koncentracija je znašala 21 µg/m³.

Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena v merjenem obdobju 22-krat.

Lokacija:	Ljubljana (Bežigrad)
Postaja:	Bežigrad
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

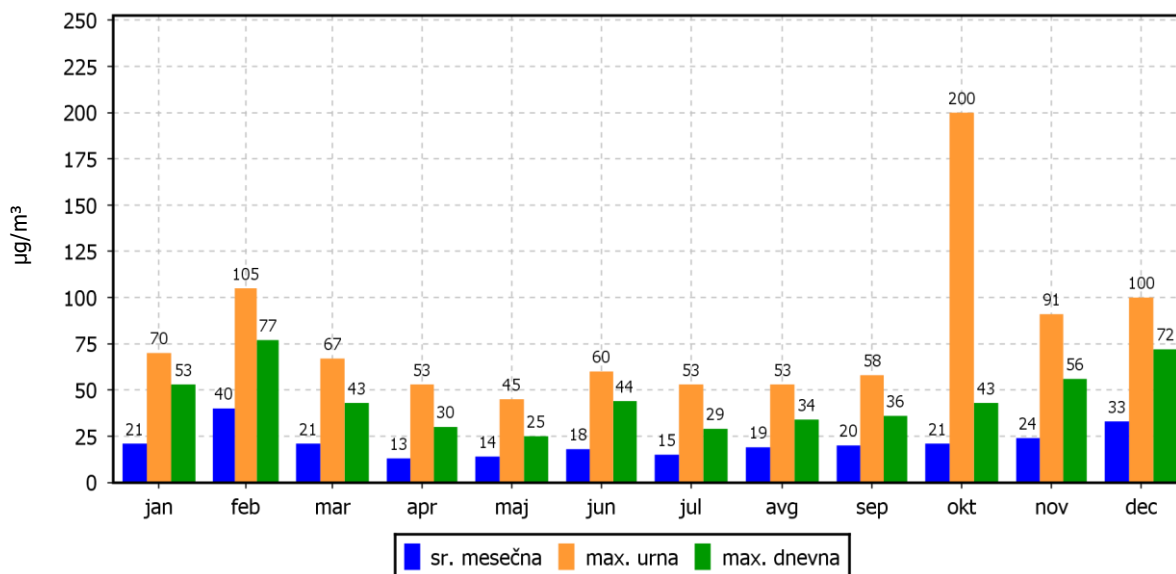
Razpoložljivih urnih podatkov:	8664	99%
Maksimalna urna koncentracija:	200 µg/m ³	02.10.2023 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	77 µg/m ³	11.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m ³	05.08.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	21 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	16	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	42 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	59 µg/m ³	



ARSO

Ljubljana-Bežigrad

01.01.2023 do 01.01.2024



%%_windRoseAndPollutionChart-ARSO_LJUBLJANA_BEZIGRAD-PM10.rtf_%

5. ZAKLJUČEK

V letu 2023 je bilo na merilnem mestu Javnega podjetja Energetike Ljubljane (Zadobrova) izmerjenih 98 % meritev SO₂, 95 % meritev NO₂/NO_x, 96 % meritev O₃ in 97 % meritev PM₁₀. Vsi rezultati na lokaciji se obravnavajo kot uradni rezultati meritev, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate, 90%, dosežena.

Opozorilna vrednost za O₃ je bila v letu 2023 presežena 5-krat, ciljna vrednost za varovanje ljudi je bila v merjenem obdobju presežena 13-krat, medtem ko alarmna vrednost v letu 2023 ni bila presežena.

Dnevna mejna vrednost PM₁₀ je bila v merjenem obdobju presežena 9-krat.

Minimalna dnevna temperatura na lokaciji Zadobrova je znašala -3 °C (08. 02. 2023) in maksimalna dnevna vrednost pa 28 °C (11. 07. 2023).

Rezultati meritev onesnaženosti zraka in meteoroloških parametrov na vplivnem področju Zadobrova kažejo, da koncentracije onesnažil v letu 2023 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 OBRATOVALNEGA MONITORINGA
PADAVIN NA OBMOČJU VREDNOTENJA TE-TOL IN ENOTE TOŠ,
LETO 2023**

Oznaka dokumenta: 223227-IMI-10-1

Ljubljana, februar 2024

JAVNO PODJETJE ENERGETIKA LJUBLJANA d.o.o.

**LETNA ANALIZA REZULTATOV OBRATOVALNEGA MONITORINGA
PADAVIN NA OBMOČJU VREDNOTENJA TE-TOL IN ENOTE TOŠ,
LETO 2023**

Oznaka dokumenta: 223227-IMI-10-1

Ljubljana, februar 2024

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, 2024

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, 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: 223227

Projekt: 223227-IMI: Obratovalni monitoring kakovosti zunanjega zraka

Vodje projekta: Jaroslav ŠKANTAR, univ. dipl. inž. el.
mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.

Aktivnost: 223227-IMI-10

Naloga: 223227-IMI-10-1

Naslov: Letna analiza rezultatov obratovalnega monitoringa padavin na območju vrednotenja TE-TOL in enote TOŠ, leto 2023

Oznaka dokumenta: 223227-IMI-10-1

Datum izdelave: 20. februar 2024

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

Avtorji: Leonida MEHLE MATKO, dipl. inž. kem. tehn.
Tomaž ZAKŠEK, dipl. inž. kem. tehn.
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 365, Microsoft Corporation,
- Microsoft Office Excel 365, Microsoft Corporation,
- Okoljski informacijski sistem, OOK Reporter, verzija: v3.0 b20220218, Elektroinštitut Milan Vidmar.

KAZALO VSEBINE

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

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 SO₂, NO_x, CO in ogljikovodiki. Z njihovim usedanjem prihaja do zakisljevanja in evtrofikacije okolja.

2. ZAKONSKE OSNOVE

S ciljem zmanjšati zakisljevanje kot tudi evtrofikacijo, 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, SO_4^{2-} , NO_3^- , Cl^- , NH_4^+ , K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , 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 arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku.**

Določbe direktive so vnesene v slovenski pravni red z Uredbo o arzeniu, 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 2023. Prikazani so tudi rezultati meritev po mesecih, in sicer za obdobje enega leta.

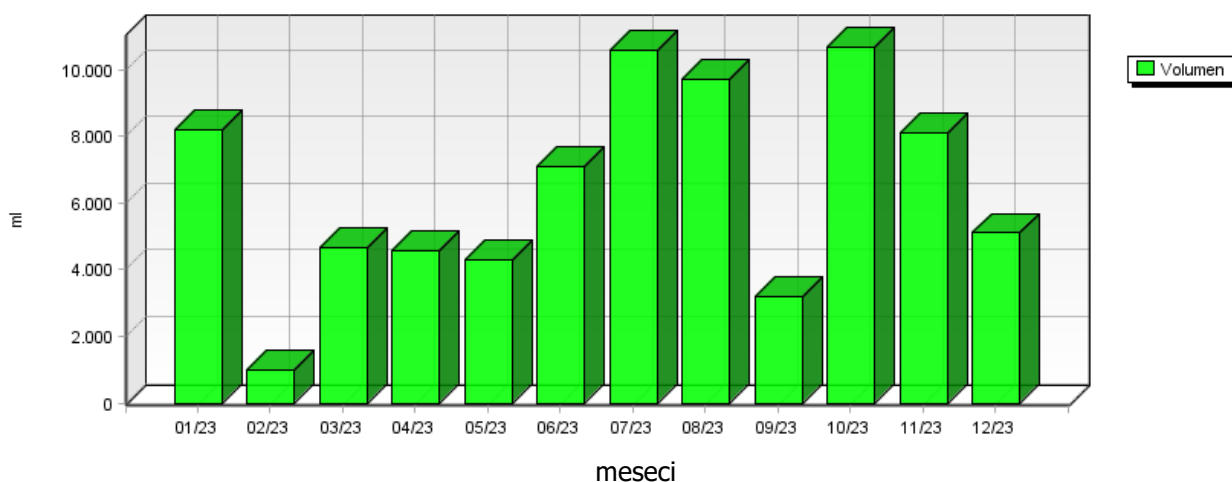
5.1 KAKOVOST PADAVIN IN KOLIČINA USEDLIN

5.1.1 Kakovost padavin in količina usedlin – Za deponijo

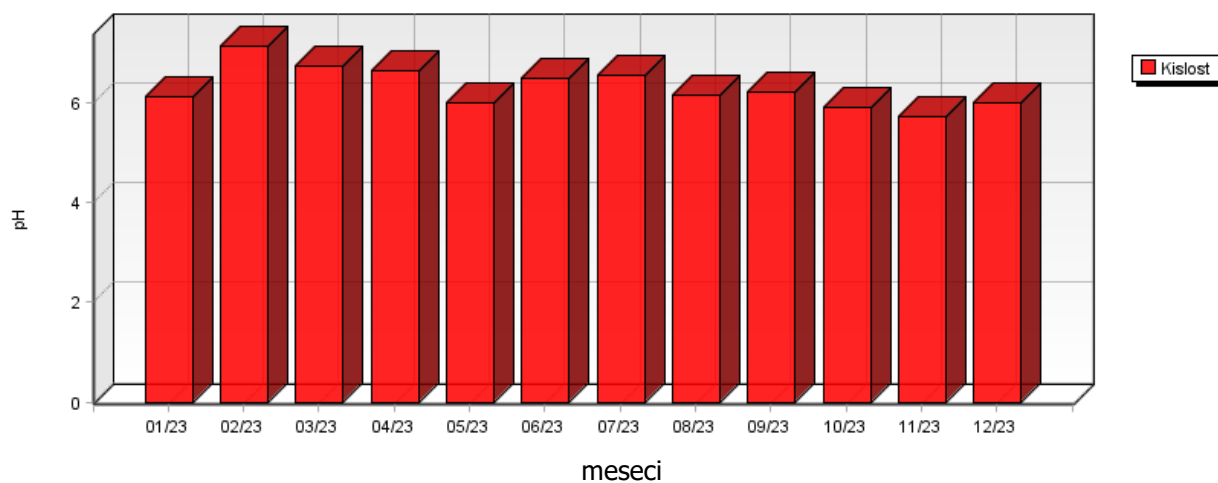
Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL
 Postaja: Za deponijo
 Obdobje meritev: 01.01.2023 do 01.01.2024

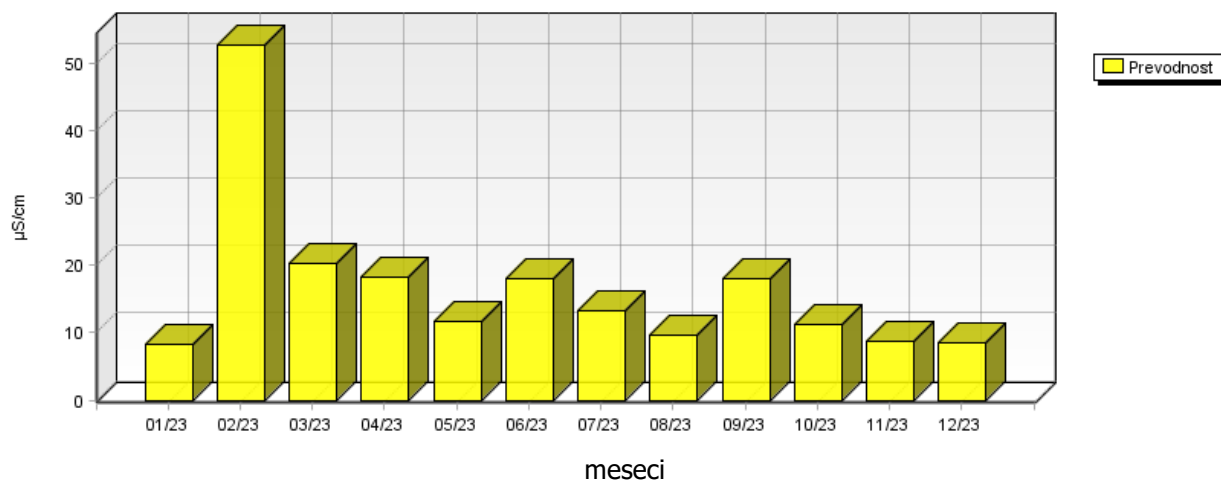
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Volumen ml	8180	1000	4670	4550	4300	7100	10600	9700	3200	10700	8100	5100
Kislost pH	6.12	7.14	6.73	6.63	5.98	6.47	6.55	6.13	6.22	5.90	5.71	6.00
Prevodnost $\mu\text{S}/\text{cm}$	8.30	52.80	20.20	18.20	11.70	18.10	13.20	9.70	18.10	11.20	8.80	8.50

**Za deponijo
VOLUMEN PADAVIN**



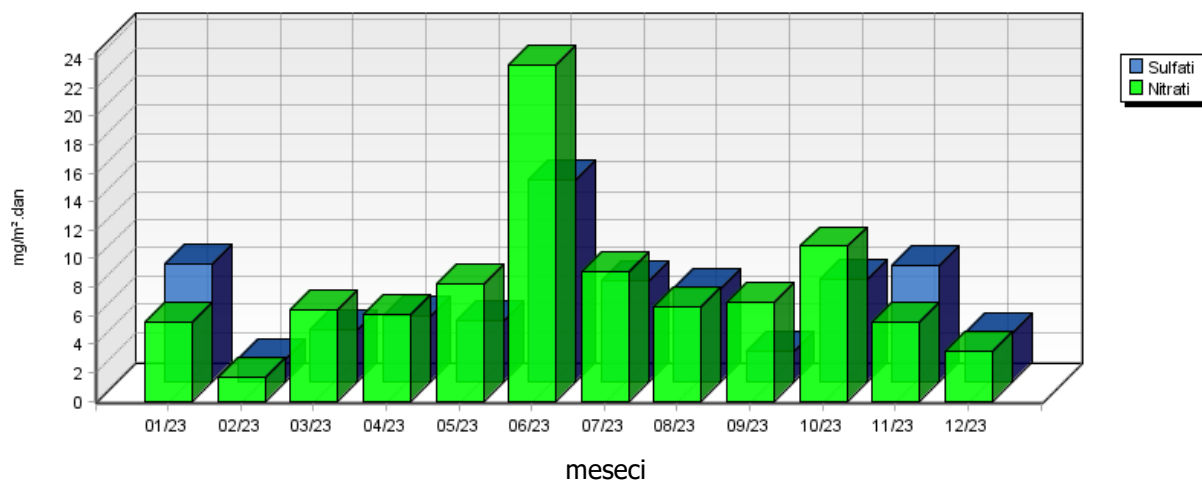
**Za deponijo
KISLOST PADAVIN**



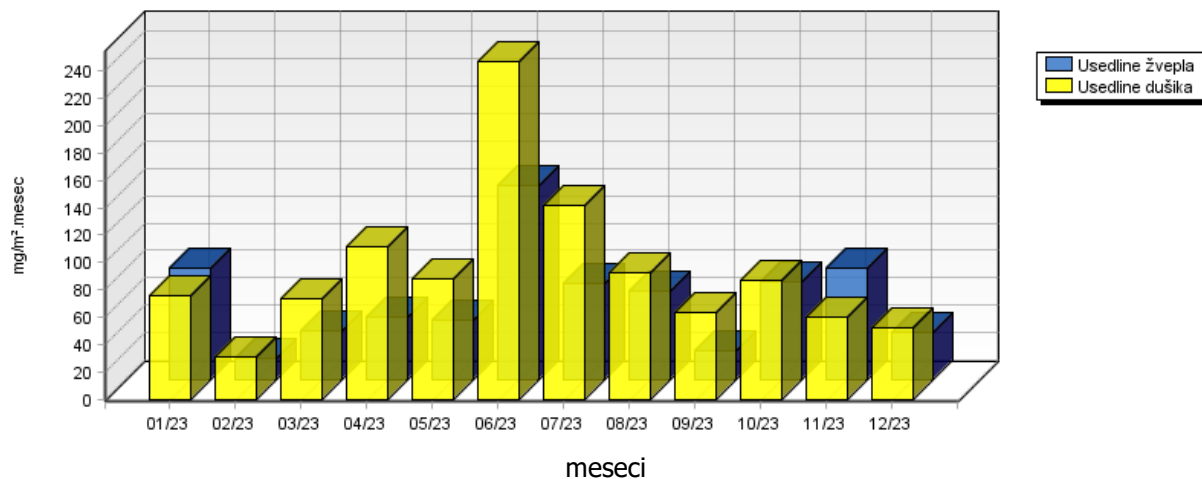
**Za deponijo
PREVODNOST PADAVIN**

	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Nitrati mg/m ² .dan	5.55	1.67	6.41	6.06	8.23	23.62	9.07	6.59	6.93	10.90	5.50	3.46
Sulfati mg/m ² .dan	8.17	1.53	3.55	4.54	4.29	14.17	7.05	6.46	2.13	7.12	8.09	3.39
Usedline dušika mg/m ² .meseč	75.22	30.33	73.73	111.68	87.80	246.66	142.06	92.27	63.18	87.40	60.36	52.55
Usedline žvepla mg/m ² .meseč	81.66	15.35	35.52	45.42	42.92	141.75	70.54	64.55	21.30	71.21	80.86	33.94

Za deponijo SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH

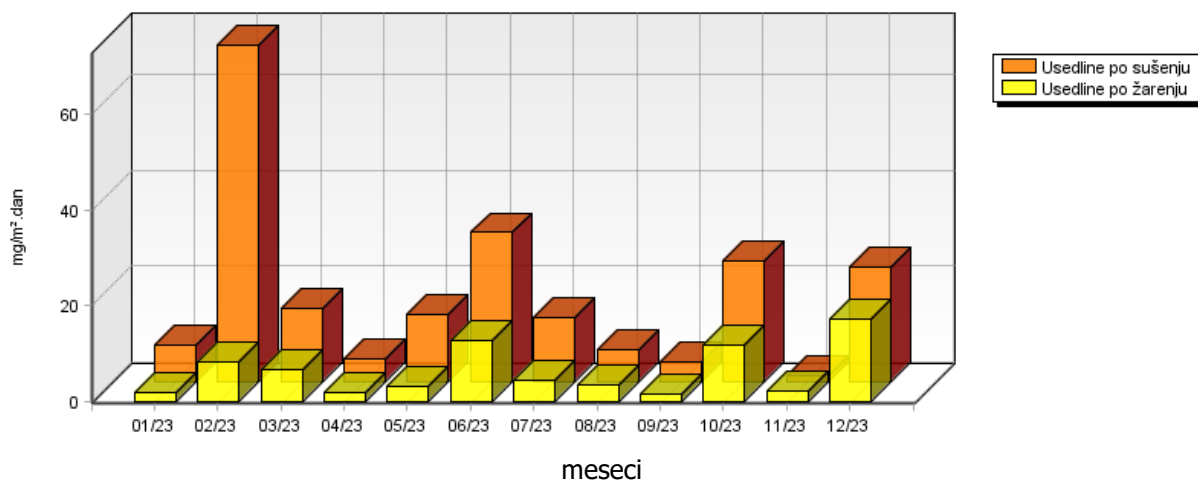


Za deponijo USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA



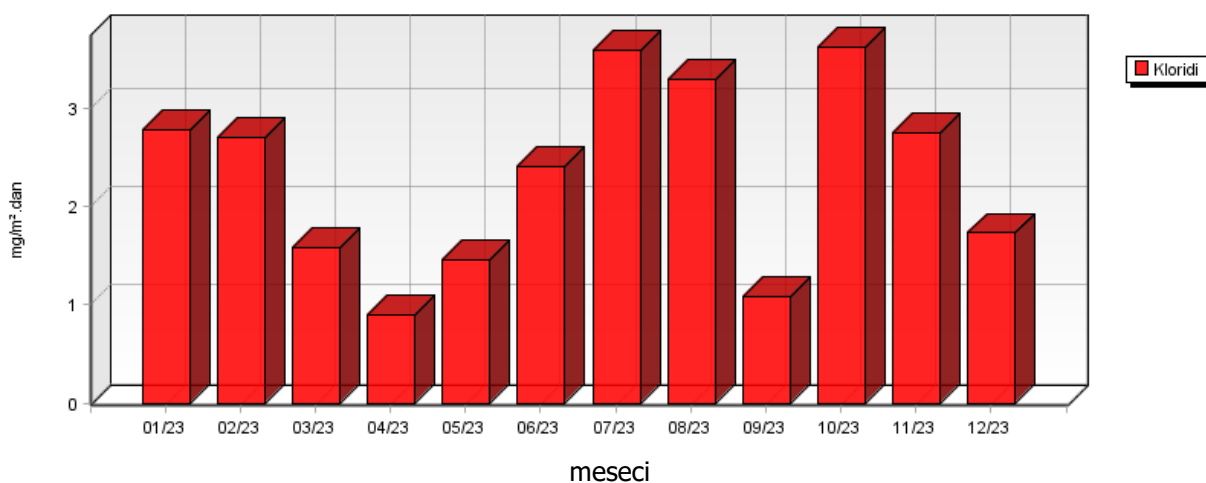
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Usedline po sušenju mg/m ² .dan	7.61	70.53	15.36	4.77	13.79	31.35	13.34	6.65	3.92	25.24	1.22	23.80
Usedline po žarenju mg/m ² .dan	1.64	8.14	6.63	1.68	3.12	12.60	4.38	3.29	1.47	11.63	2.07	17.25

**Za deponijo
USEDLINE PO SUŠENJU IN ŽARENJU**

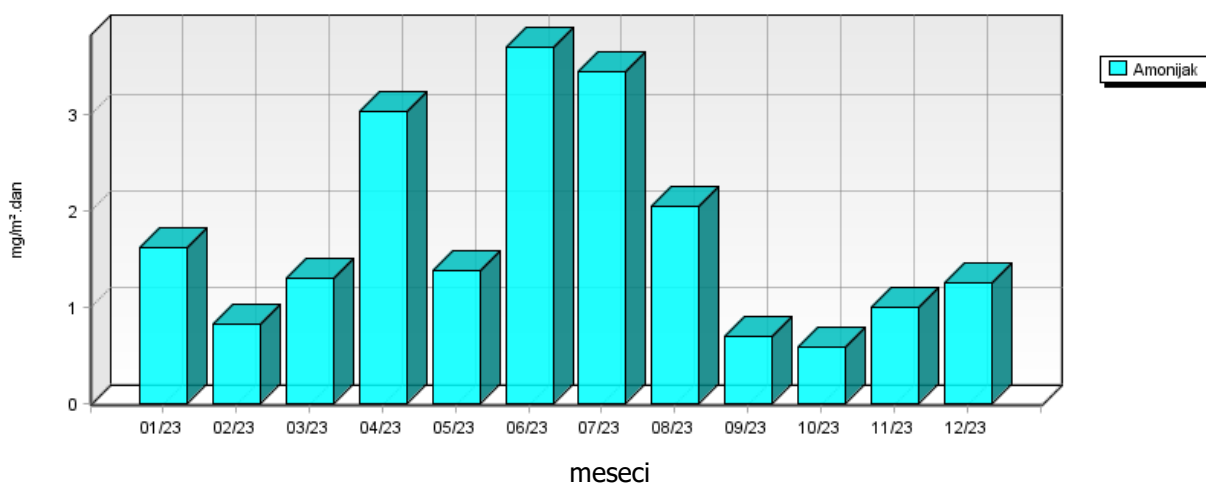


	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Kloridi mg/m ² .dan	2.78	2.71	1.59	0.90	1.46	2.41	3.60	3.29	1.09	3.63	2.75	1.73
Amonijak mg/m ² .dan	1.61	0.81	1.30	3.03	1.37	3.71	3.46	2.04	0.70	0.58	0.99	1.25
Kalcij mg/m ² .dan	1.59	0.24	0.45	0.66	1.04	2.07	1.54	1.88	0.62	1.56	1.18	0.74
Magnezij mg/m ² .dan	1.21	0.18	0.41	0.67	0.76	1.46	0.31	0.29	0.09	0.63	0.24	0.30
Natrij mg/m ² .dan	2.61	0.17	1.59	0.58	0.32	0.63	3.38	1.19	0.67	3.27	2.42	0.90
Kalij mg/m ² .dan	0.94	0.05	1.59	1.47	1.05	0.29	2.59	0.40	0.39	0.58	0.33	0.21

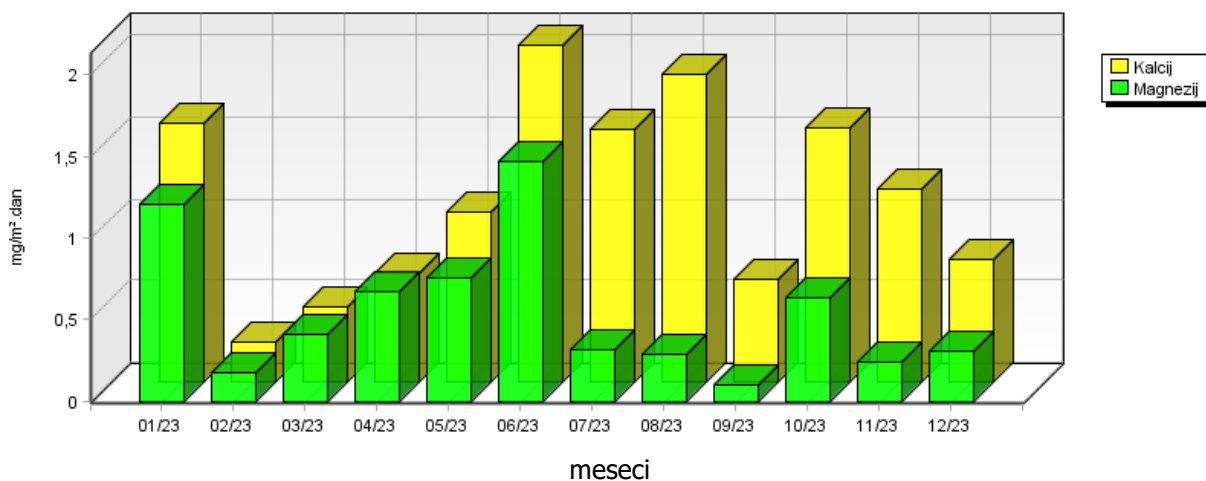
**Za deponijo
KLORIDI V PDAVINAH**



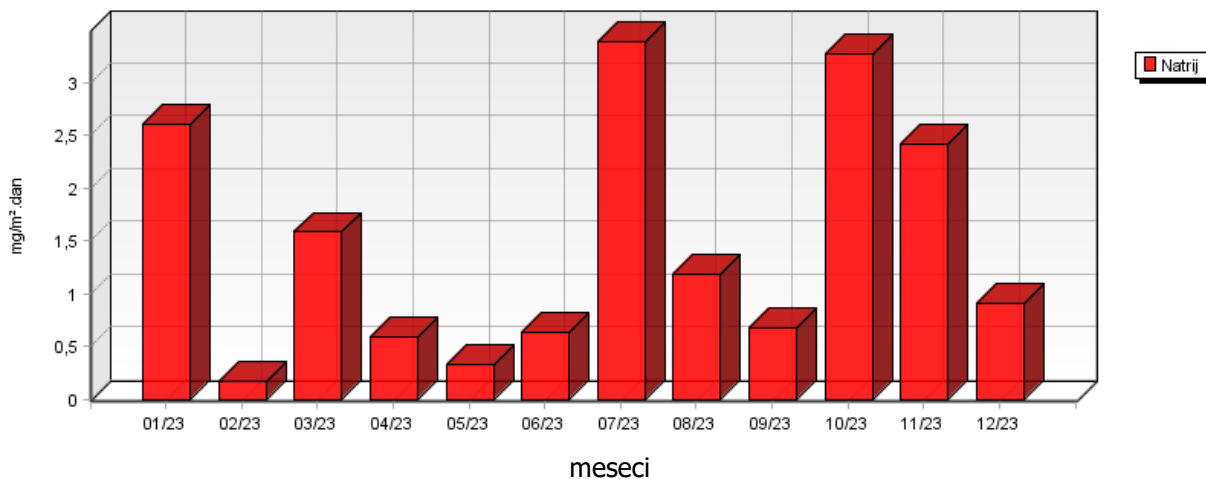
**Za deponijo
AMONIYAK V PDAVINAH**



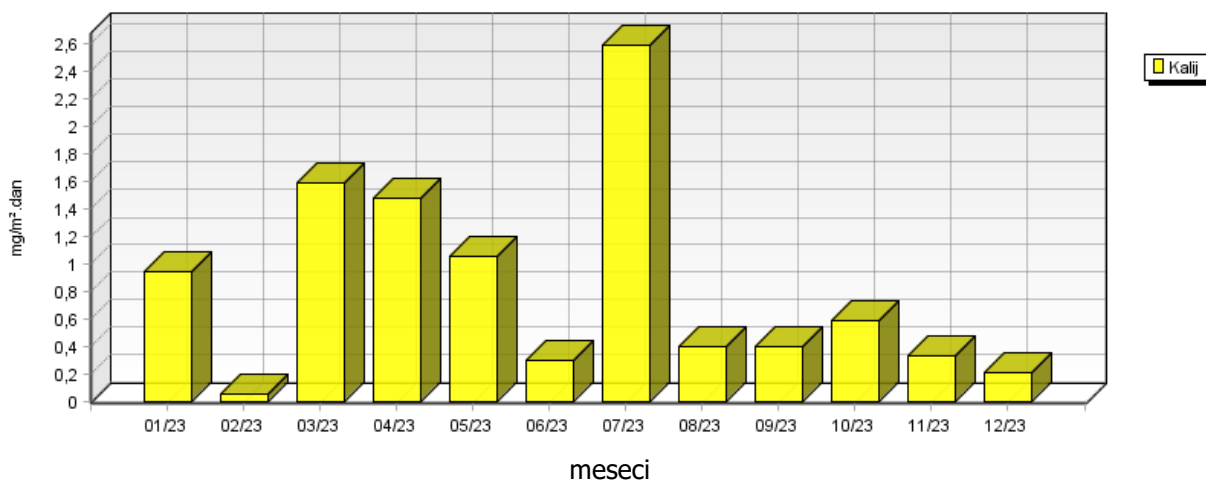
**Za deponijo
KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH**



**Za deponijo
NATRIJ V PADAVINAH**



**Za deponijo
KALIJ V PADAVINAH**

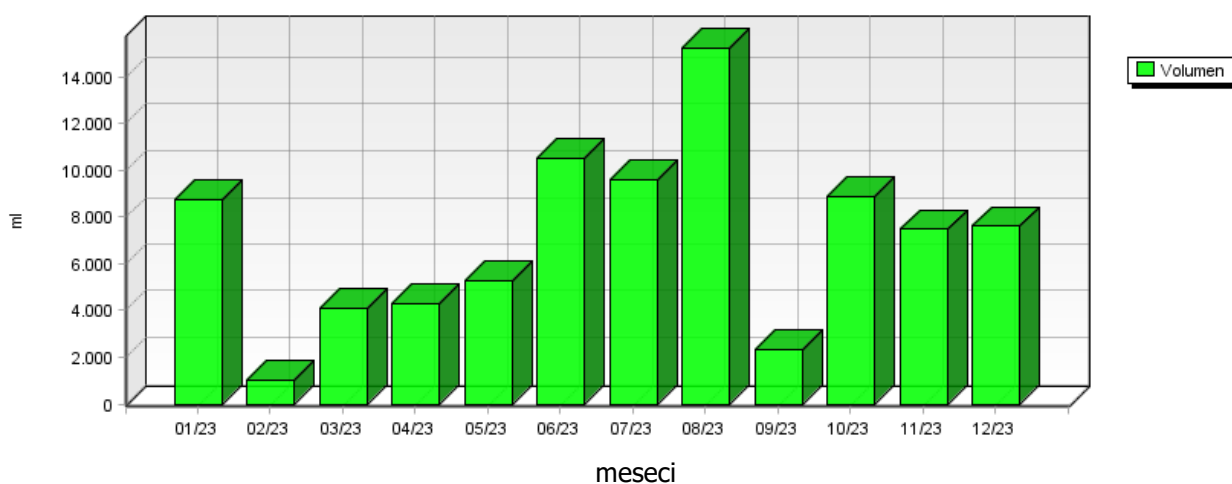


5.1.2 Kakovost padavin in količina usedlin – Elektroinštitut Milan Vidmar

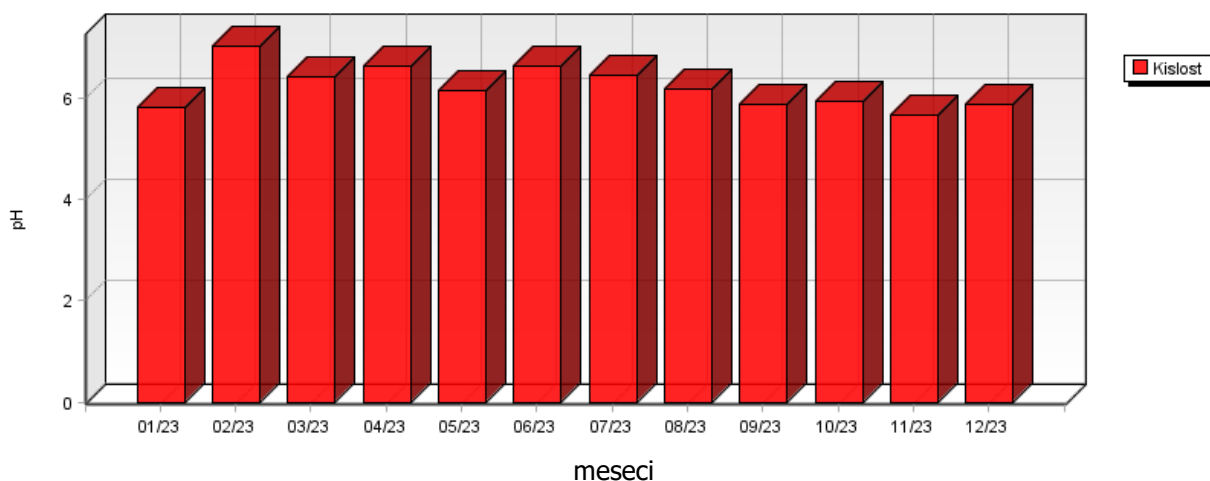
Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL
 Postaja: Elektroinštitut Milan Vidmar
 Obdobje meritev: 01.01.2023 do 01.01.2024

	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Volumen ml	8750	1000	4110	4270	5300	10500	9600	15250	2300	8850	7500	7600
Kislost pH	5.82	7.06	6.43	6.64	6.17	6.65	6.46	6.19	5.88	5.96	5.69	5.90
Prevodnost $\mu\text{S/cm}$	6.10	43.50	23.90	9.90	9.40	14.20	12.50	10.60	13.00	9.80	8.10	5.80

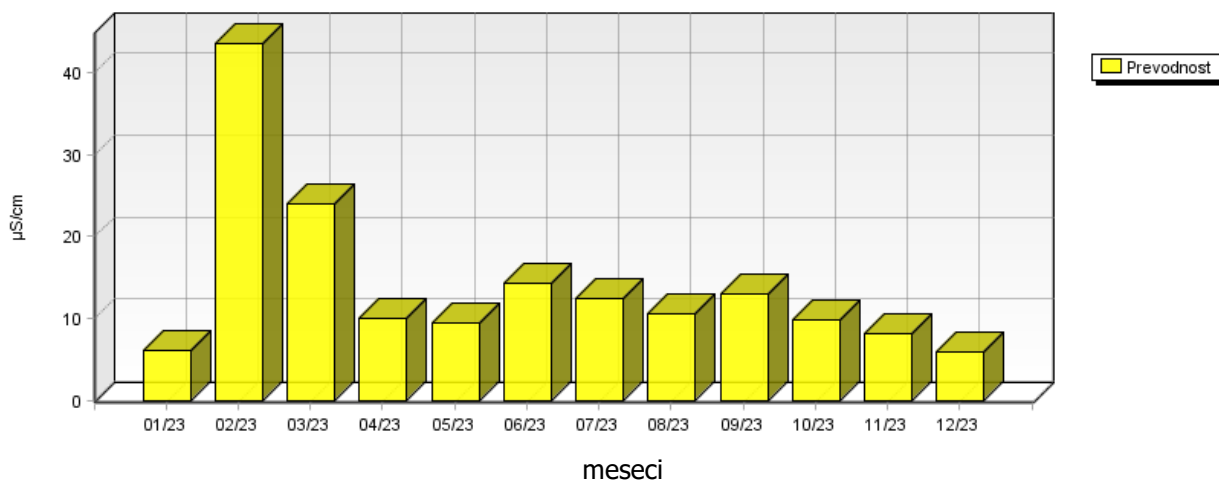
Elektroinštitut Milan Vidmar
VOLUMEN PADAVIN



Elektroinštitut Milan Vidmar
KISLOST PADAVIN

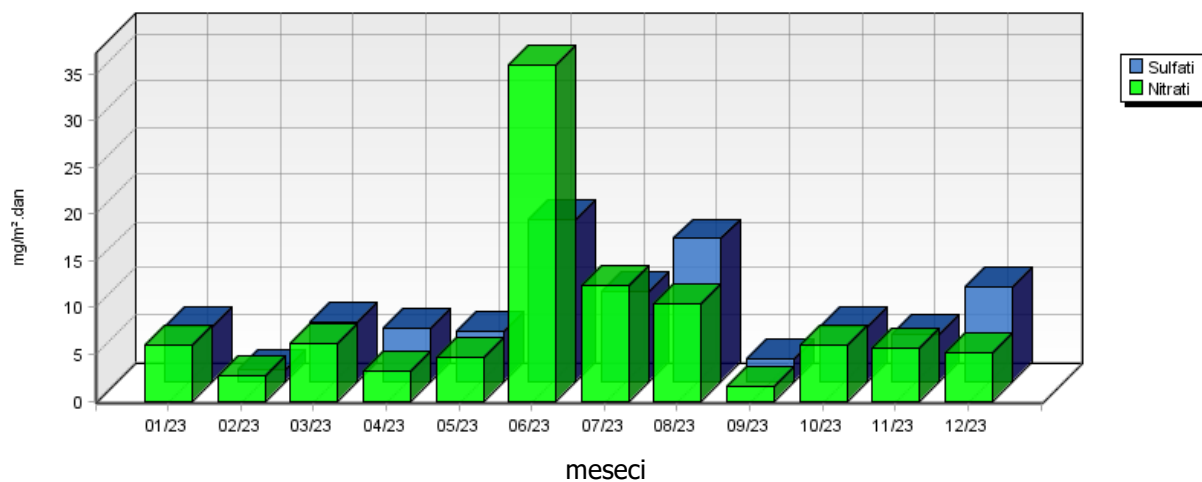


**Elektroinštitut Milan Vidmar
PREVODNOST PADAVIN**

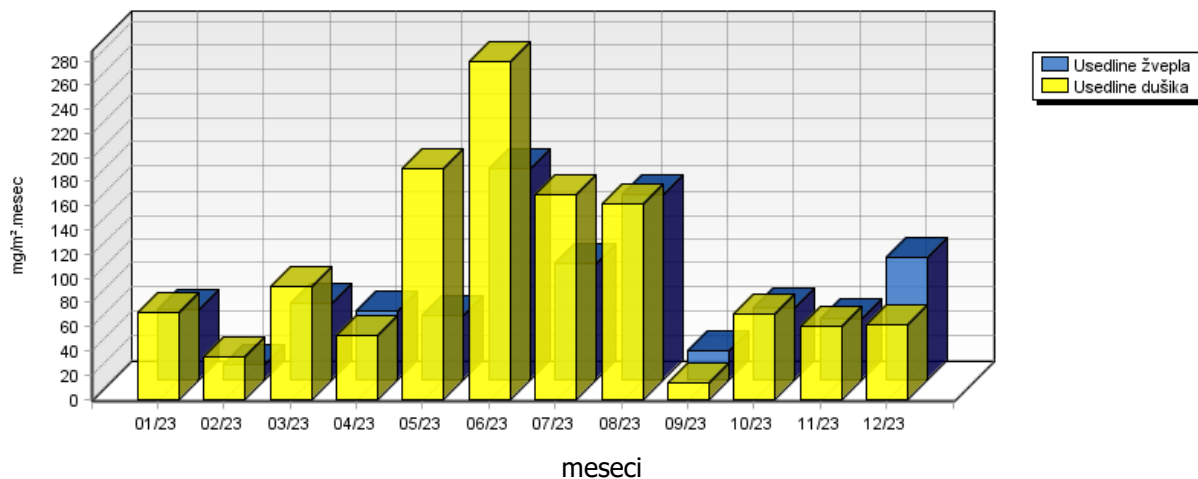


	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Nitrati mg/m ² .dan	5.94	2.64	6.11	3.22	4.64	36.01	12.39	10.36	1.56	6.01	5.65	5.16
Sulfati mg/m ² .dan	5.82	1.15	6.22	5.68	5.29	17.47	9.58	15.22	2.30	5.89	4.99	10.12
Usedline dušika mg/m ² .mesec	72.14	35.32	92.85	52.93	190.17	278.86	169.09	161.97	13.50	70.16	59.69	61.45
Usedline žvepla mg/m ² .mesec	58.23	11.48	62.24	56.83	52.91	174.69	95.83	152.23	22.96	58.90	49.91	101.15

Elektroinštitut Milan Vidmar SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH

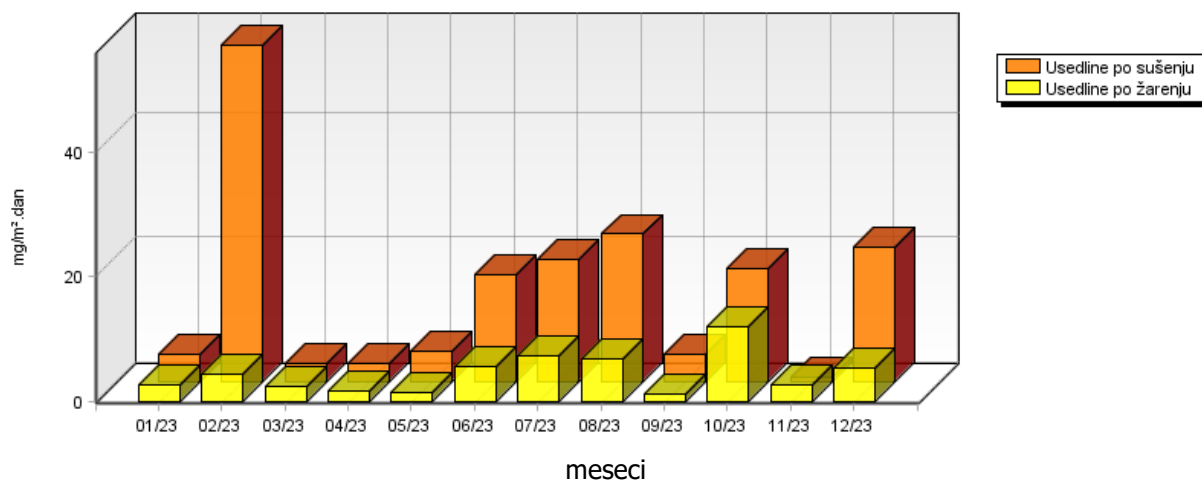


Elektroinštitut Milan Vidmar USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA



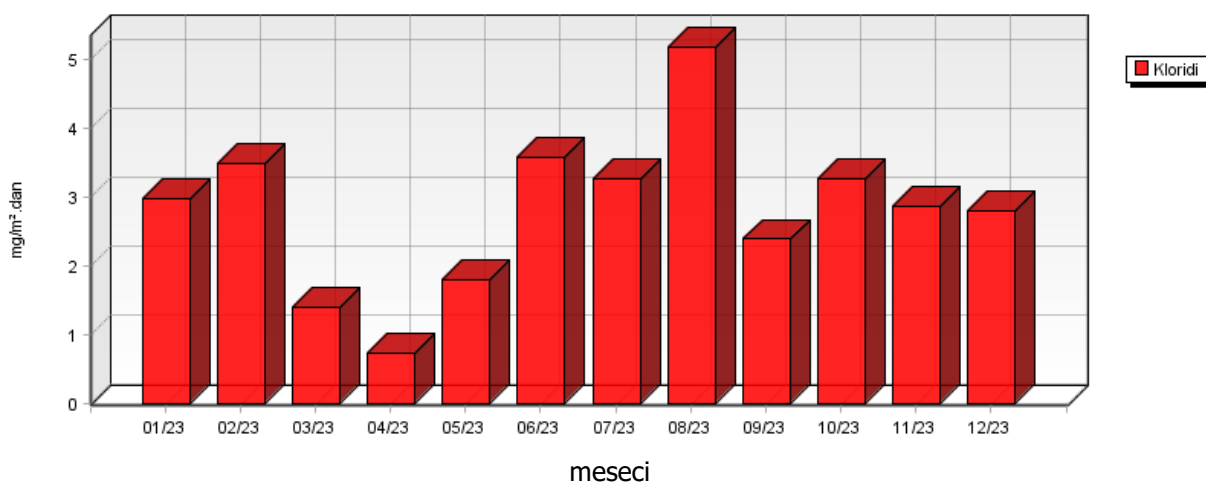
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Usedline po sušenju mg/m ² .dan	4.35	54.15	2.84	2.84	4.90	17.11	19.68	23.79	4.41	18.19	0.61	21.47
Usedline po žarenju mg/m ² .dan	2.48	4.38	2.46	1.57	1.30	5.62	7.30	6.82	1.06	11.92	2.63	5.41

Elektroinštitut Milan Vidmar USEDLINE PO SUŠENJU IN ŽARENJU

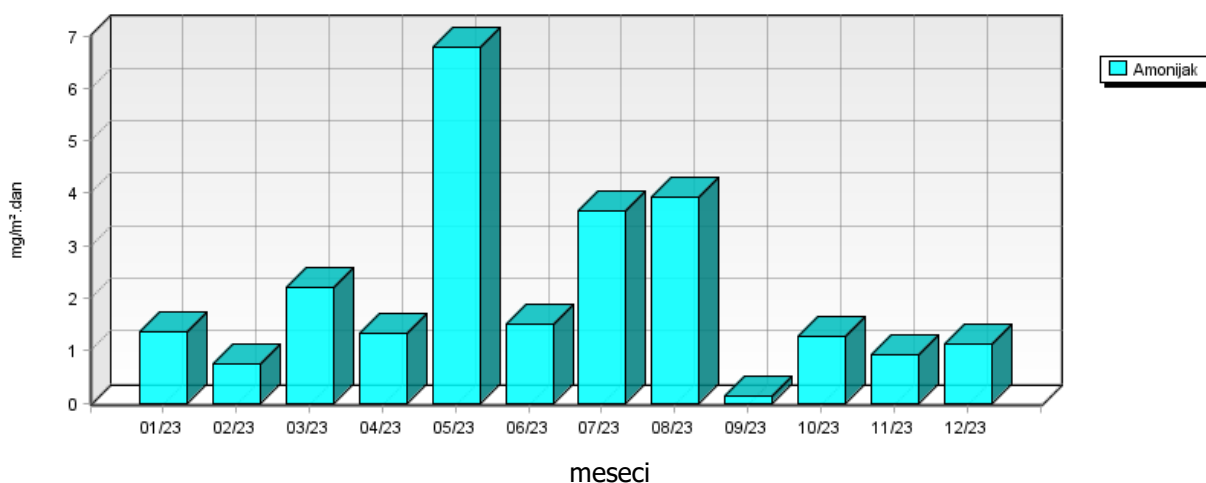


	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Kloridi mg/m ² .dan	2.97	3.47	1.40	0.72	1.80	3.57	3.26	5.18	2.39	3.25	2.85	2.79
Amonijak mg/m ² .dan	1.37	0.75	2.20	1.33	6.80	1.50	3.65	3.94	0.12	1.26	0.92	1.14
Kalcij mg/m ² .dan	1.70	0.19	0.40	1.04	1.28	2.55	1.40	2.96	0.33	0.86	1.45	1.11
Magnezij mg/m ² .dan	0.77	0.06	0.24	0.38	0.94	0.93	0.28	0.90	0.07	0.52	0.22	0.22
Natrij mg/m ² .dan	1.66	0.14	1.40	0.57	0.28	1.00	3.65	1.86	0.28	3.43	2.34	1.14
Kalij mg/m ² .dan	0.89	0.07	1.40	0.18	0.19	0.57	1.24	0.52	0.20	0.30	0.20	0.10

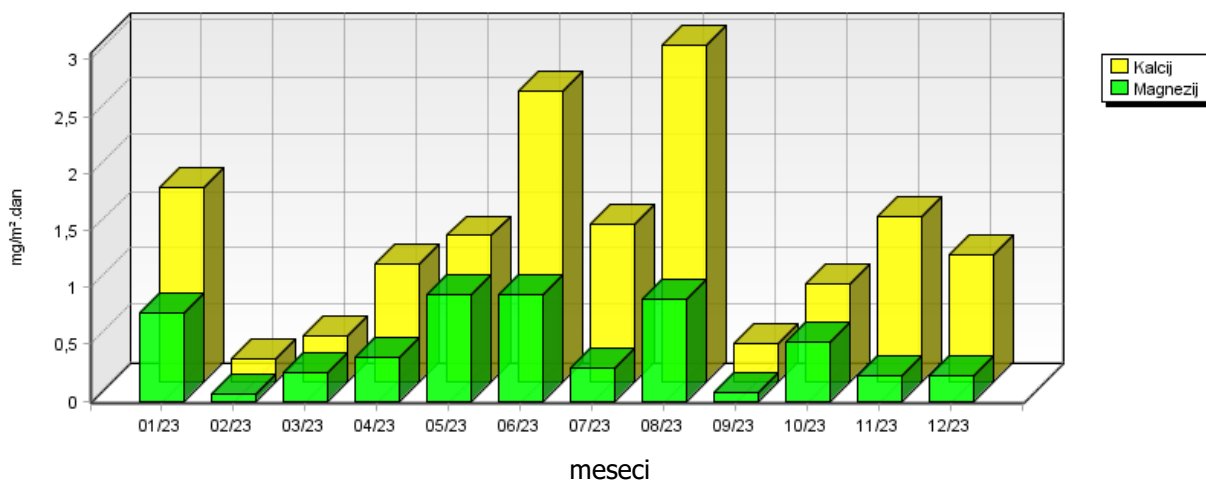
Elektroinštitut Milan Vidmar KLORIDI V PDAVINAH



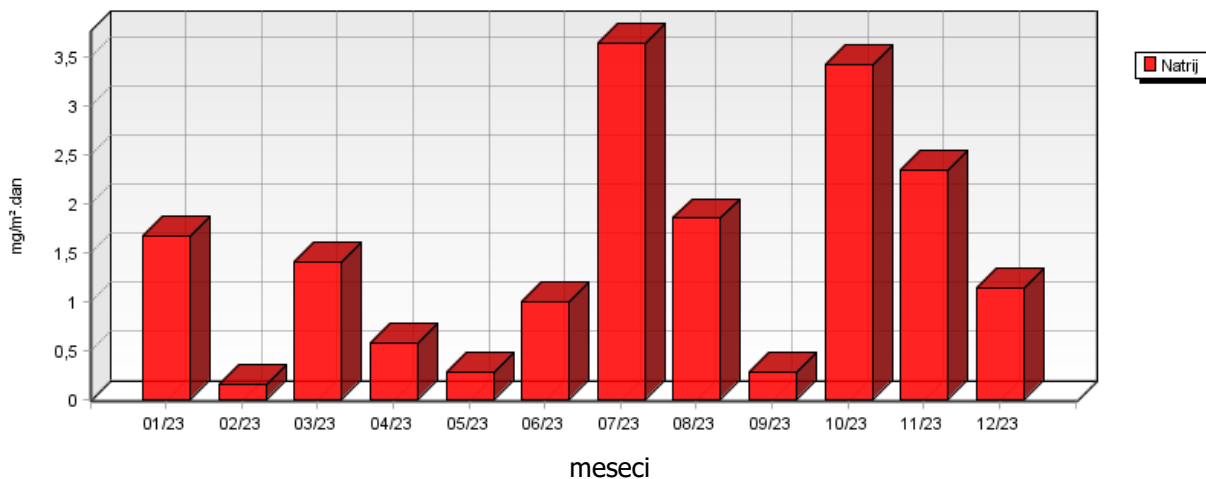
Elektroinštitut Milan Vidmar AMONIJAK V PDAVINAH



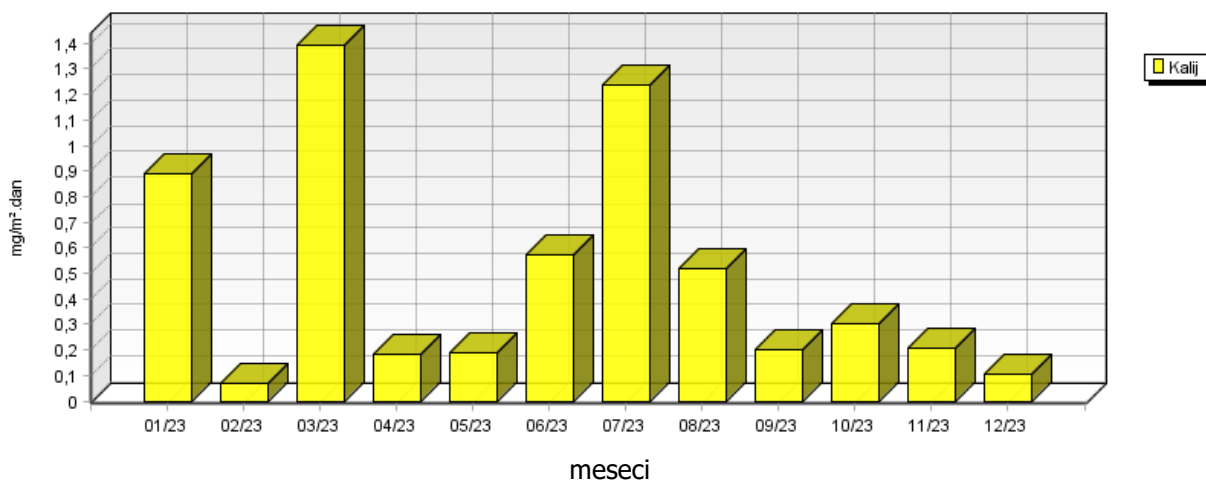
**Elektroinštitut Milan Vidmar
KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar
NATRIJ V PADAVINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar
KALIJ V PADAVINAH**

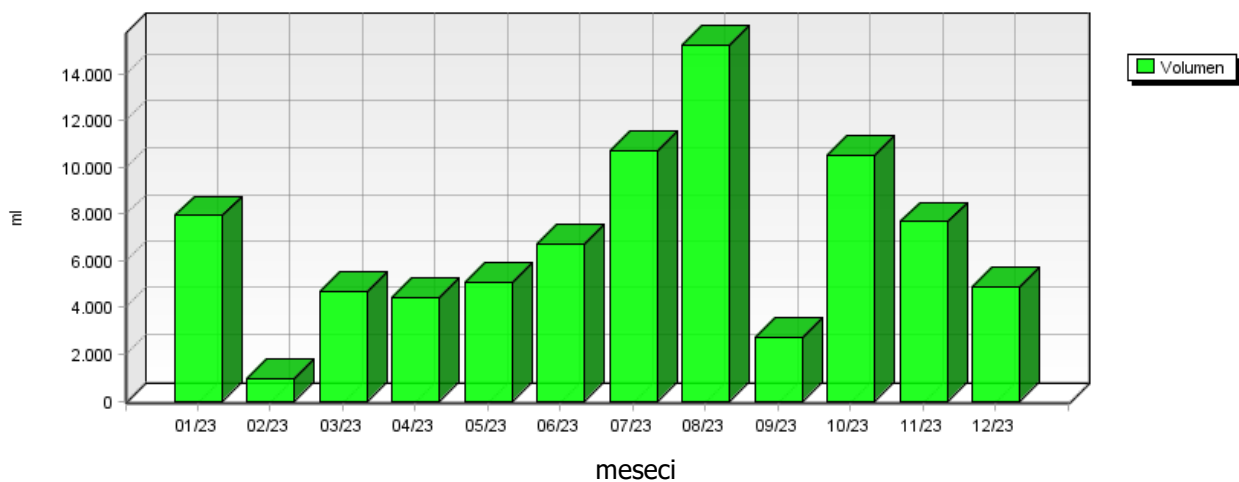


5.1.3 Kakovost padavin in količina usedlin – Zadobrova

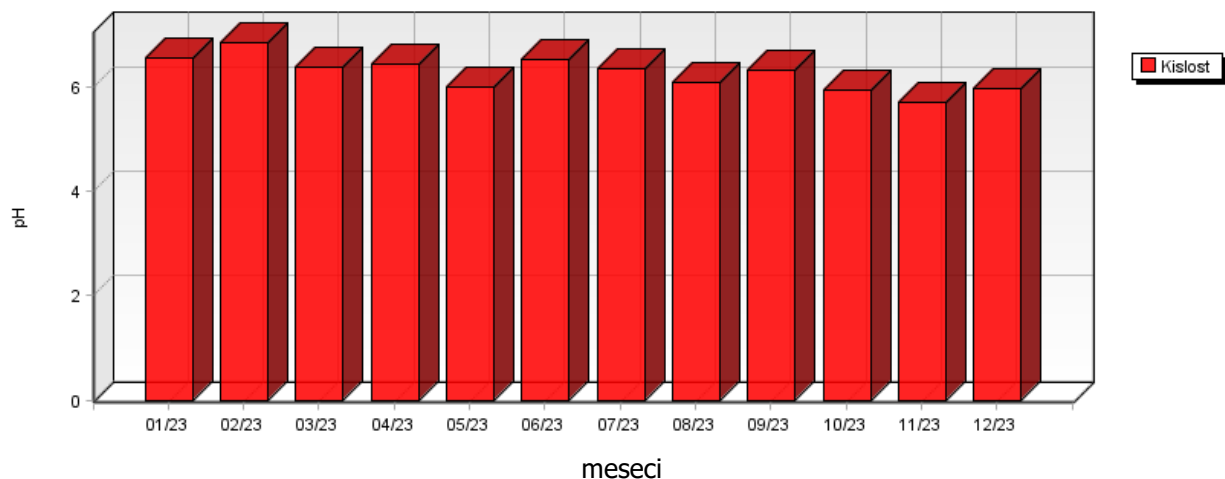
Lokacija: TE-TOL, d.o.o.
 Postaja: Zadobrova
 Obdobje meritev: 01.01.2023 do 01.01.2024

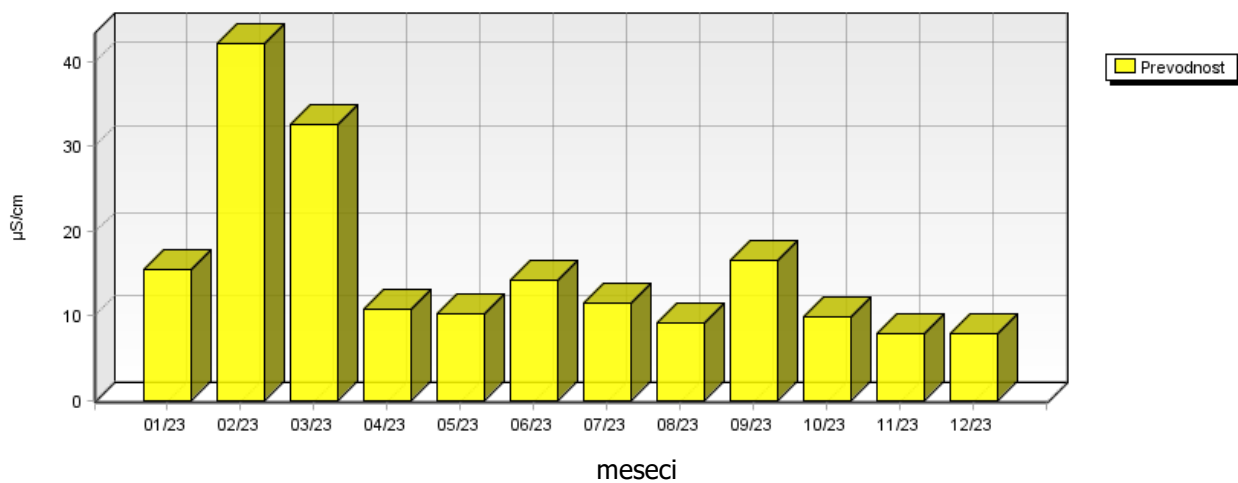
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Volumen ml	7940	980	4710	4420	5100	6700	10700	15270	2750	10550	7700	4900
Kislost pH	6.58	6.85	6.38	6.46	6.00	6.53	6.37	6.11	6.33	5.96	5.73	5.98
Prevodnost $\mu\text{S/cm}$	15.40	42.00	32.50	10.80	10.20	14.10	11.40	9.10	16.50	9.90	7.90	7.80

**Zadobrova
VOLUMEN PADAVIN**



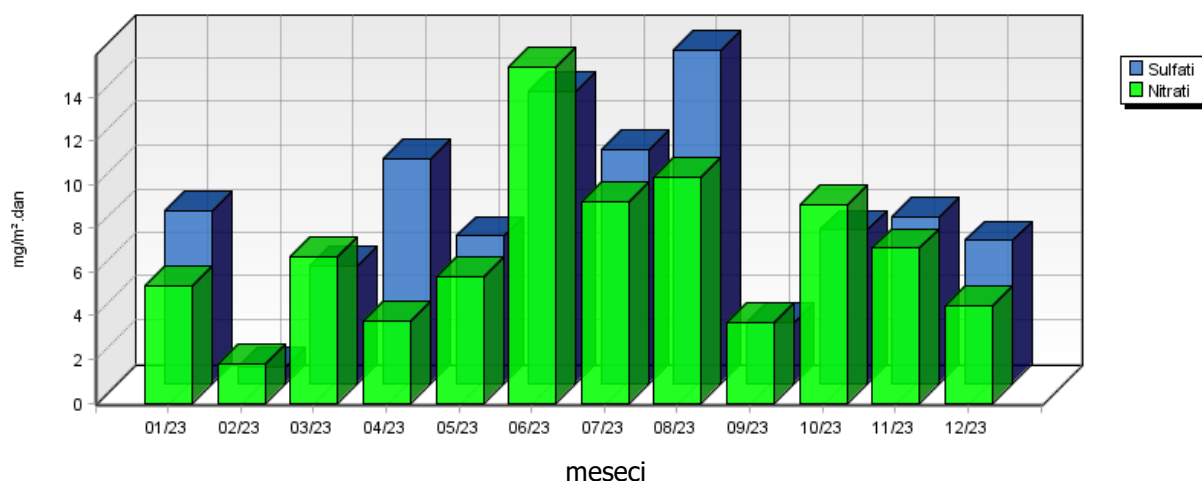
**Zadobrova
KISLOST PADAVIN**



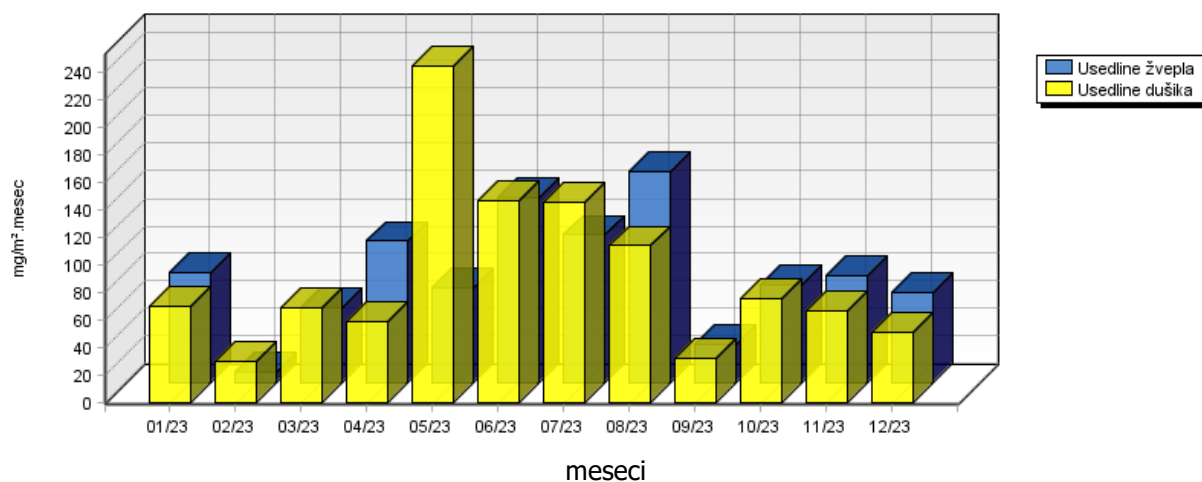
**Zadobrova
PREVODNOST PADAVIN**

	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Nitrati mg/m ² .dan	5.39	1.81	6.68	3.78	5.82	15.42	9.23	10.37	3.66	9.10	7.11	4.46
Sulfati mg/m ² .dan	7.93	0.75	5.34	10.30	6.79	13.38	10.68	15.24	2.75	7.02	7.69	6.52
Usedline dušika mg/m ² .meseč	69.24	29.34	68.42	57.83	244.67	145.89	145.59	113.80	32.20	75.01	66.47	50.39
Usedline žvepla mg/m ² .meseč	79.26	7.52	53.41	102.95	67.88	133.76	106.81	152.43	27.45	70.21	76.86	65.22

Zadobrova SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH

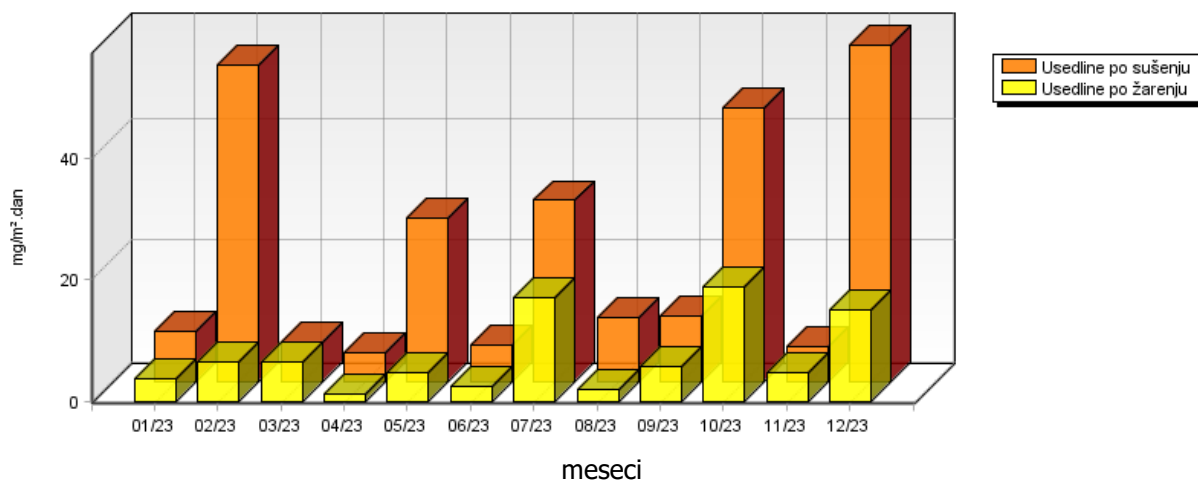


Zadobrova USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA



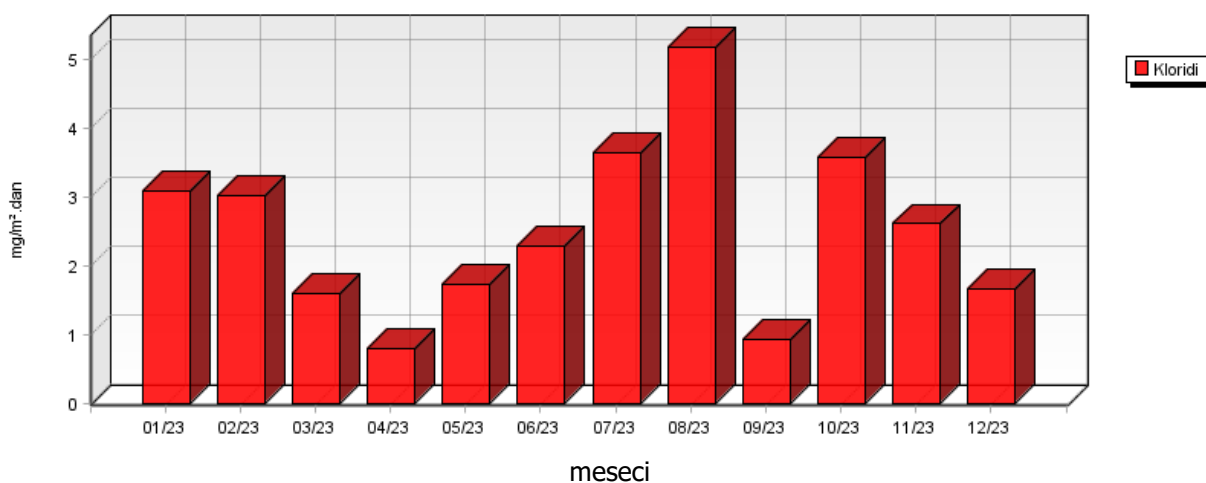
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Usedline po sušenju mg/m ² .dan	8.25	52.21	6.50	4.60	27.20	6.00	29.92	10.42	10.71	45.10	5.71	55.66
Usedline po žarenju mg/m ² .dan	3.76	6.34	6.34	1.22	4.66	2.47	17.09	2.01	5.68	18.89	4.62	15.11

Zadobrova USEDLINE PO SUŠENJU IN ŽARENJU

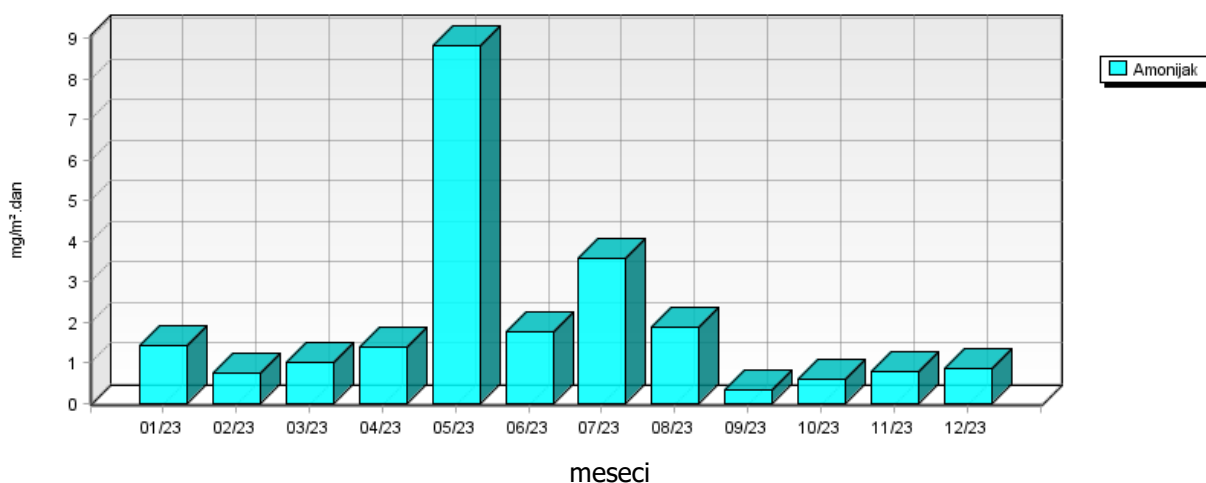


	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Kloridi mg/m ² .dan	3.07	3.02	1.60	0.78	1.73	2.27	3.63	5.18	0.93	3.58	2.61	1.66
Amonijak mg/m ² .dan	1.40	0.73	0.99	1.38	8.80	1.77	3.56	1.87	0.32	0.57	0.78	0.87
Kalcij mg/m ² .dan	3.08	0.19	0.46	1.07	1.24	0.97	1.56	2.96	0.40	2.05	1.12	0.48
Magnezij mg/m ² .dan	0.94	0.09	0.42	0.39	0.60	0.99	0.63	0.90	0.16	0.31	0.45	0.29
Natrij mg/m ² .dan	2.10	0.24	1.60	0.56	0.53	1.05	3.27	1.87	0.65	3.22	2.51	1.16
Kalij mg/m ² .dan	0.86	0.07	1.60	0.31	1.07	0.36	2.11	1.14	1.38	0.72	0.26	0.13

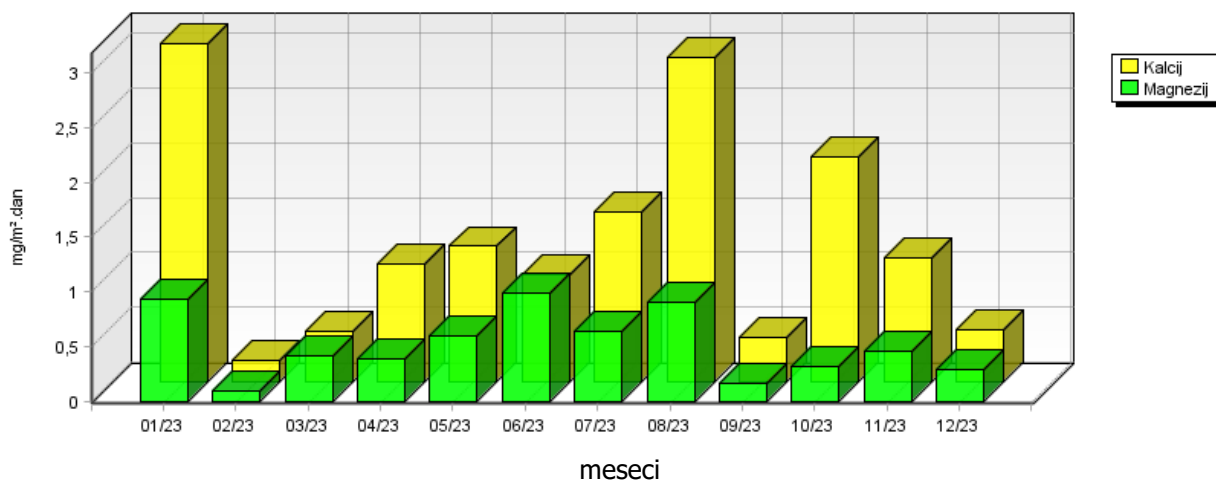
Zadobrova KLORIDI V PDAVINAH



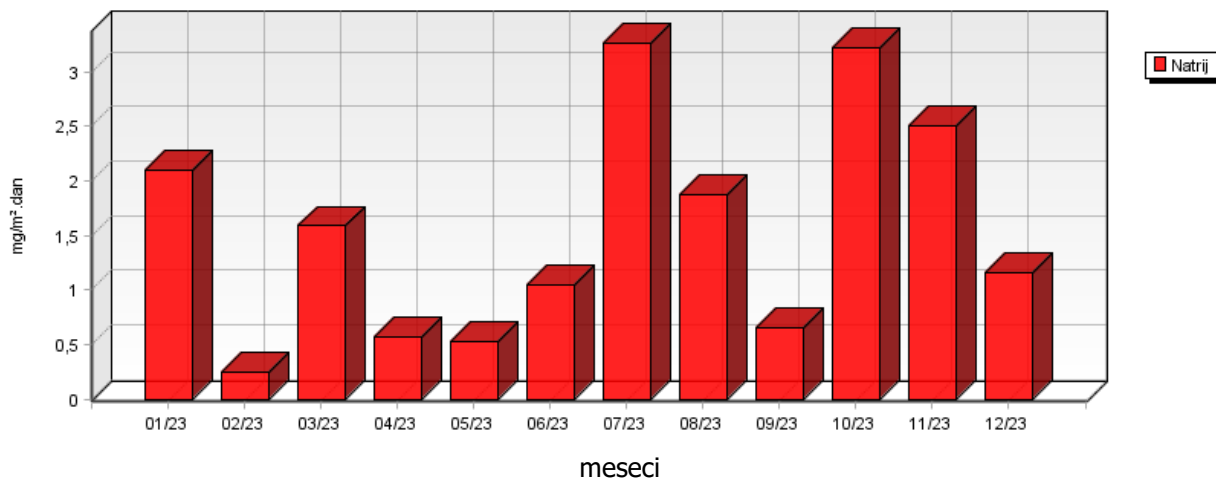
Zadobrova AMONIYAK V PDAVINAH



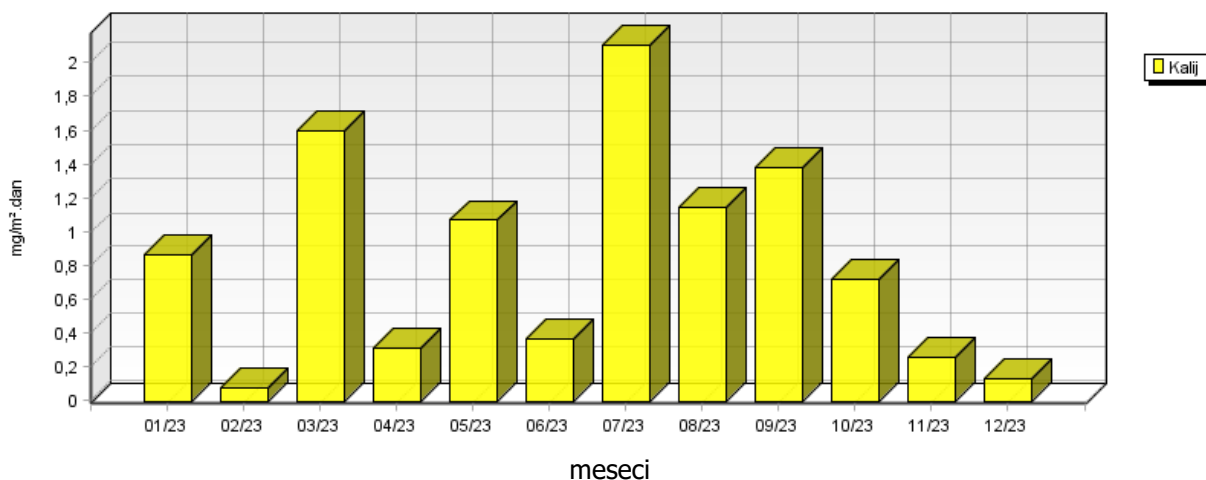
**Zadobrova
KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH**



**Zadobrova
NATRIJ V PADAVINAH**



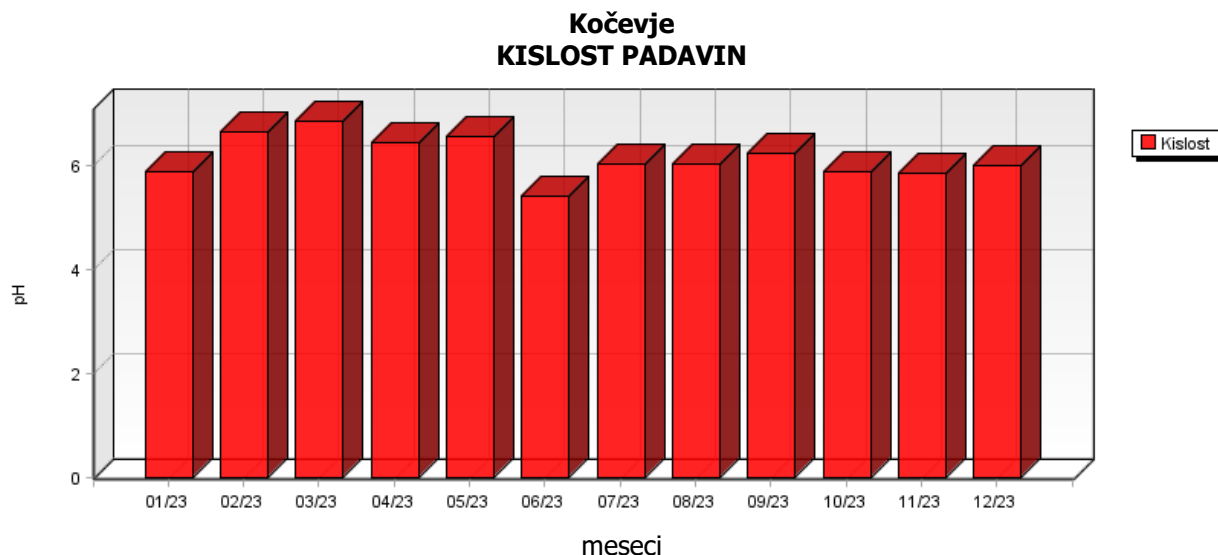
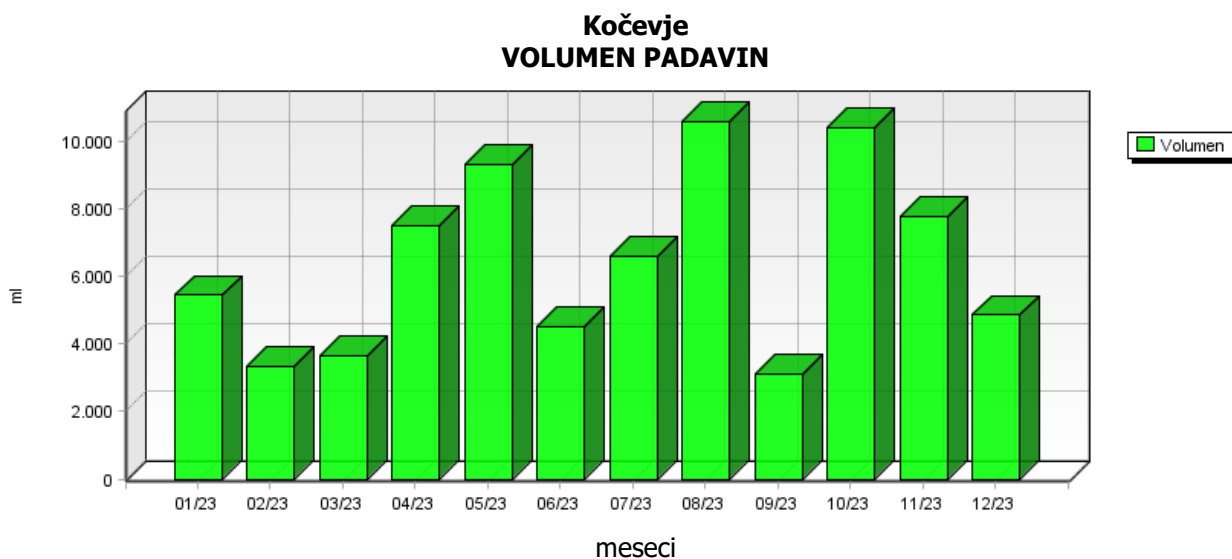
**Zadobrova
KALIJ V PADAVINAH**



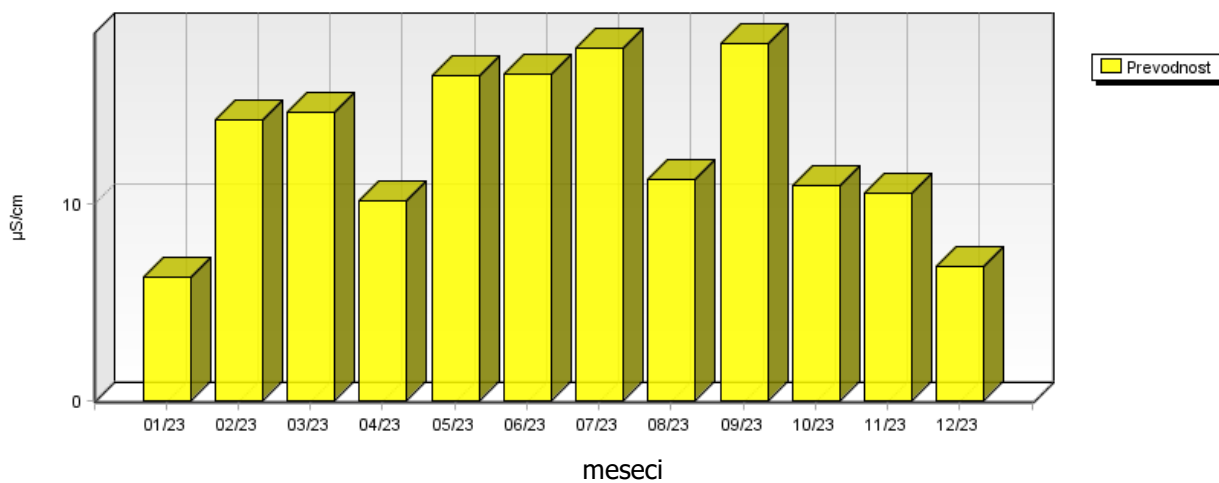
5.1.4 Kakovost padavin in količina usedlin – Kočevje

Lokacija: Referenčna lokacija
 Postaja: Kočevje
 Obdobje meritev: 01.01.2023 do 01.01.2024

	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Volumen ml	5470	3360	3670	7500	9350	4500	6600	10580	3100	10400	7800	4900
Kislost pH	5.88	6.66	6.87	6.45	6.55	5.40	6.03	6.02	6.25	5.89	5.85	5.99
Prevodnost $\mu\text{S/cm}$	6.30	14.30	14.70	10.20	16.60	16.70	18.00	11.30	18.20	11.00	10.60	6.80

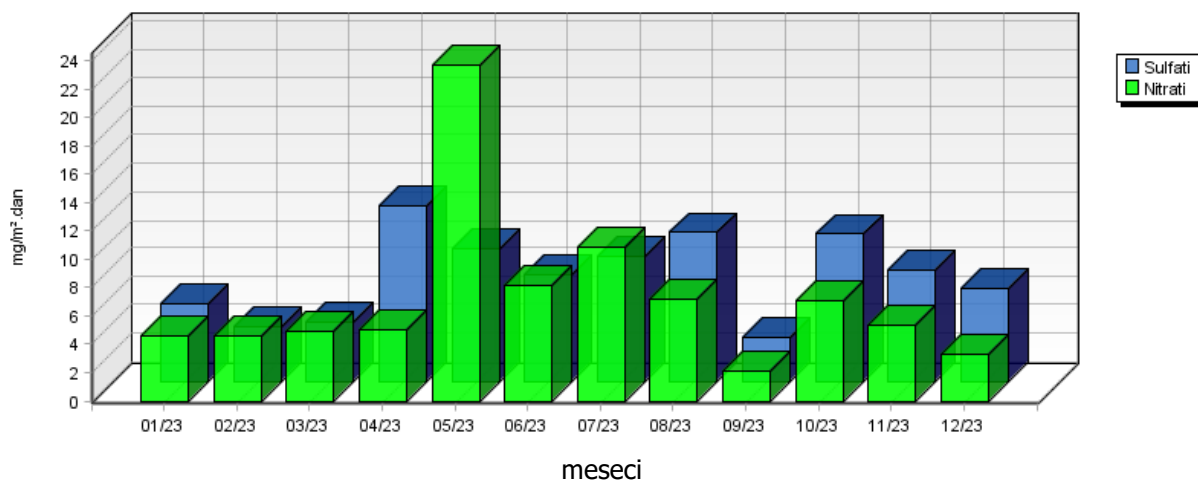


**Kočevje
PREVODNOST PADAVIN**

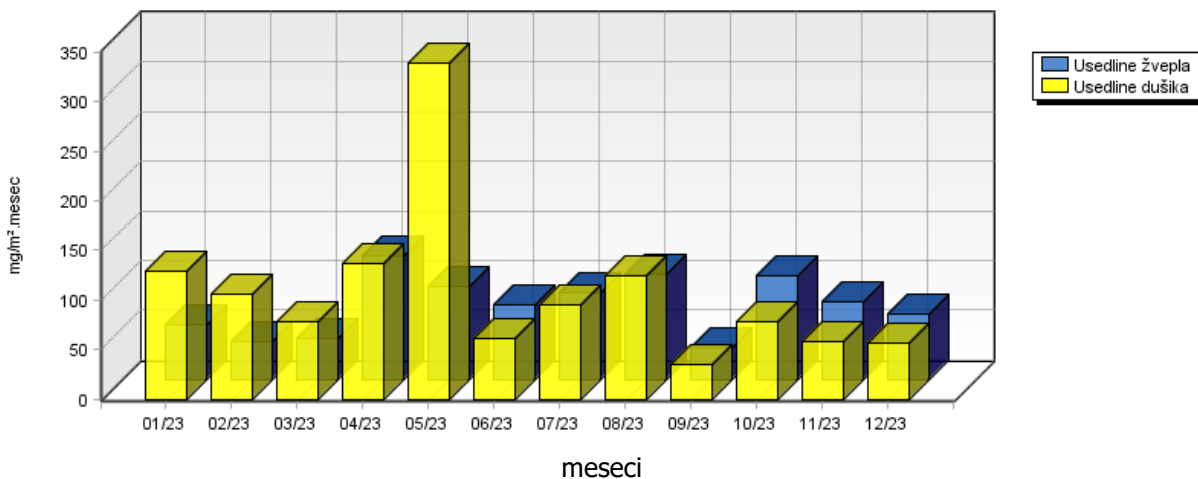


	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Nitrati mg/m ² .dan	4.57	4.56	4.86	5.04	23.75	8.19	10.89	7.18	2.11	7.06	5.30	3.33
Sulfati mg/m ² .dan	5.46	3.86	4.16	12.48	9.33	7.49	8.78	10.56	3.09	10.38	7.79	6.52
Usedline dušika mg/m ² .meseč	128.89	105.98	78.28	137.54	340.12	61.18	95.74	124.11	34.89	77.50	58.13	56.70
Usedline žvepla mg/m ² .meseč	54.60	38.56	41.62	124.78	93.33	74.87	87.84	105.61	30.95	103.82	77.86	65.22

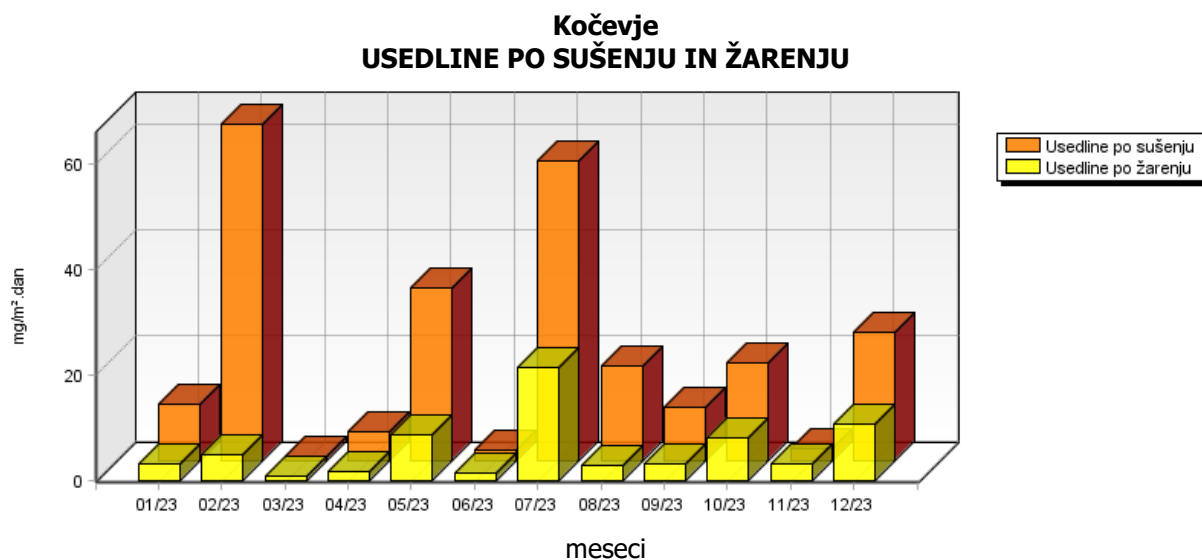
Kočevje SULFATI IN NITRATI V PADAVINAH



Kočevje USEDLINE DUŠIKA IN ŽVEPLA

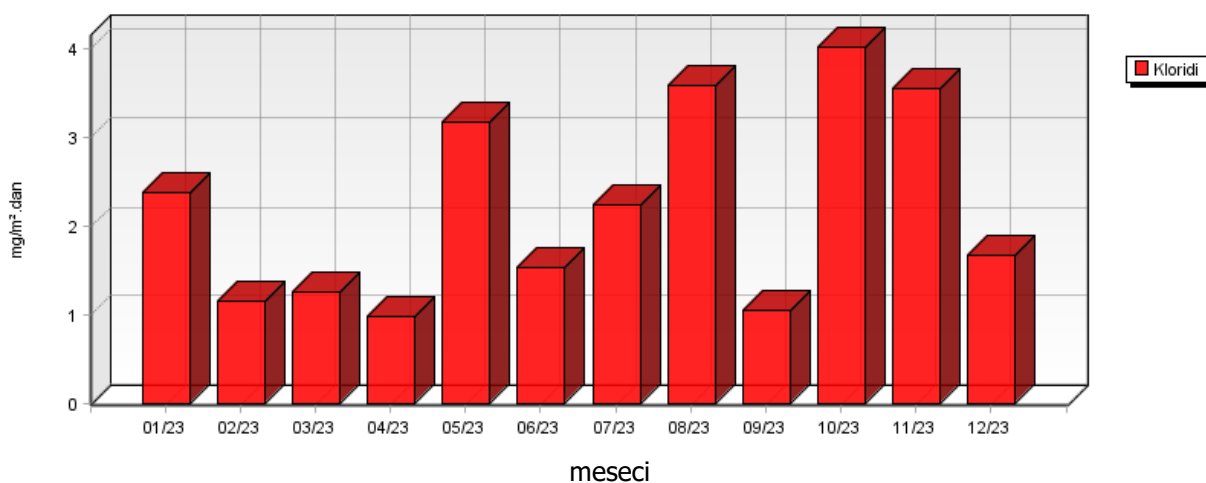


	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Usedline po sušenju mg/m ² .dan	10.63	64.04	0.81	5.47	33.04	1.84	56.97	17.99	10.07	18.54	2.18	24.39
Usedline po žarenju mg/m ² .dan	2.93	4.90	0.76	1.54	8.47	1.34	21.33	2.72	2.98	7.87	3.17	10.49

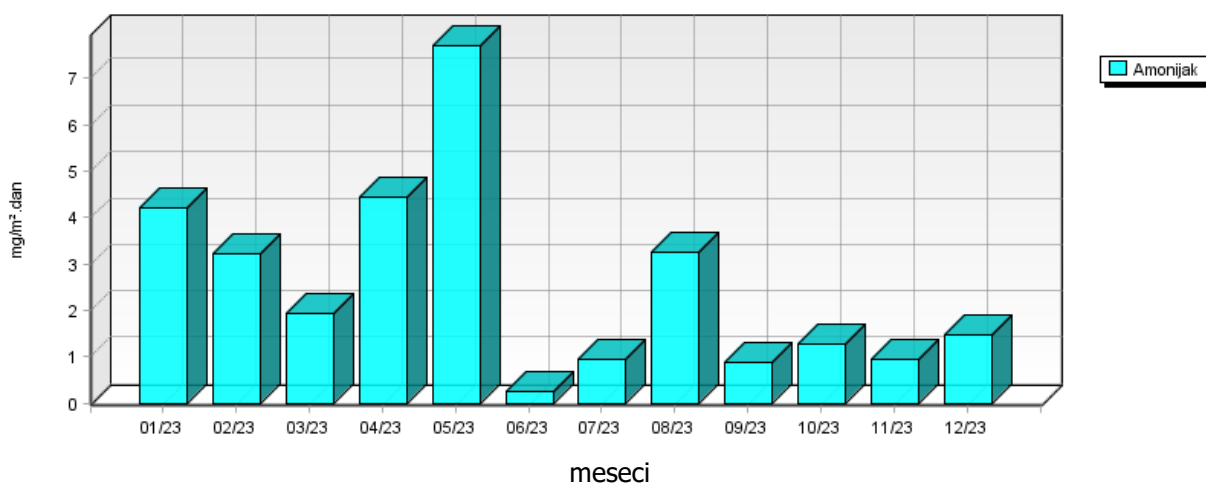


	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Kloridi mg/m ² .dan	2.38	1.14	1.25	0.97	3.17	1.53	2.24	3.59	1.05	4.03	3.55	1.66
Amonijak mg/m ² .dan	4.20	3.22	1.94	4.43	7.68	0.24	0.94	3.23	0.88	1.27	0.95	1.46
Kalcij mg/m ² .dan	1.86	0.33	0.36	1.09	1.81	1.31	0.64	1.54	0.30	2.02	1.13	0.48
Magnezij mg/m ² .dan	0.97	0.10	0.22	0.22	1.38	0.93	0.39	0.62	0.27	0.31	0.23	0.14
Natrij mg/m ² .dan	1.15	0.84	1.25	0.77	0.76	0.58	2.38	1.58	0.59	3.88	3.55	0.47
Kalij mg/m ² .dan	0.82	0.23	1.25	1.41	7.25	0.21	12.82	10.27	7.26	6.92	5.72	0.43

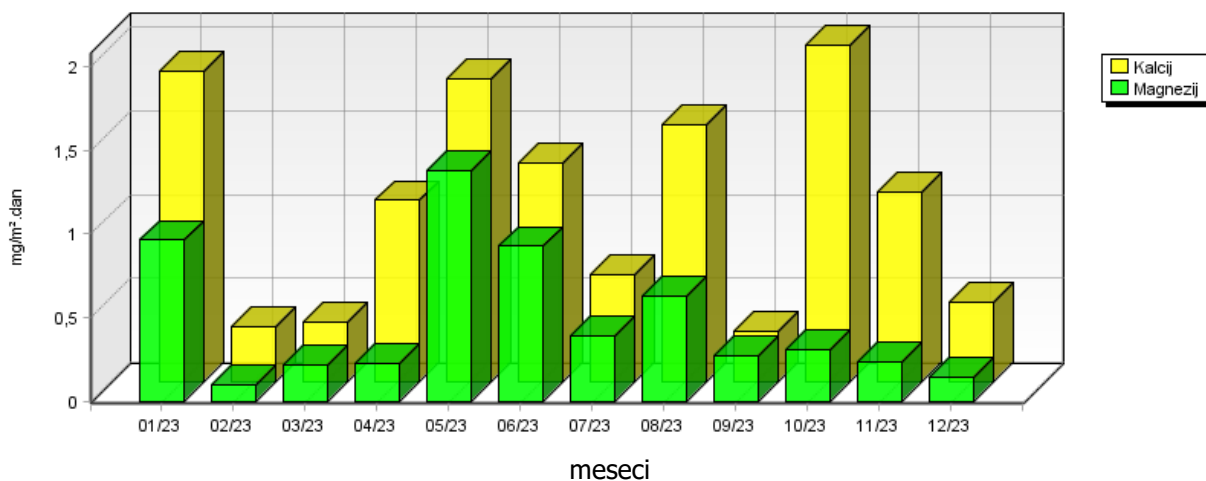
Kočevje KLORIDI V PADAVINAH



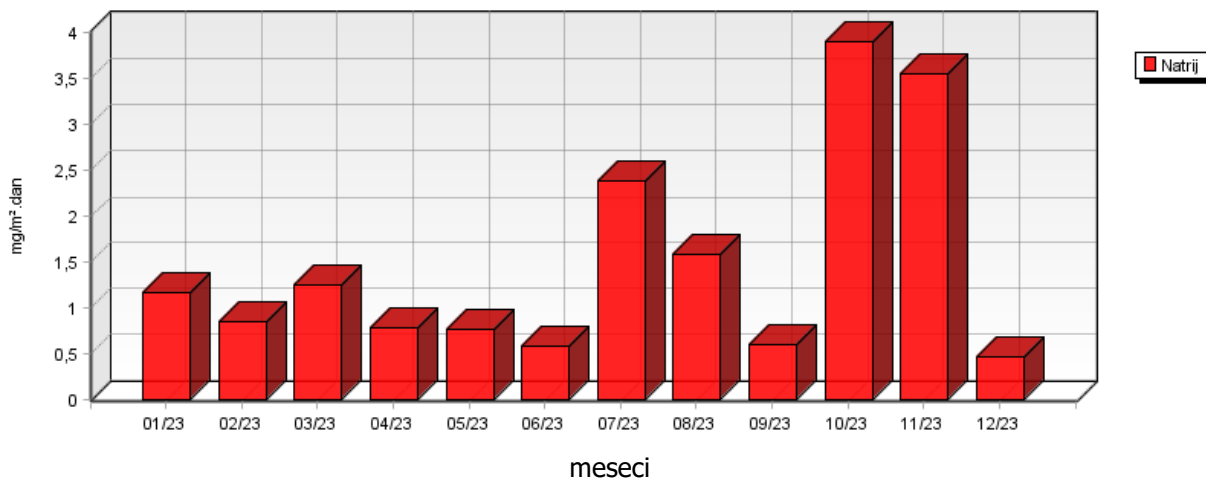
Kočevje AMONIJAK V PADAVINAH



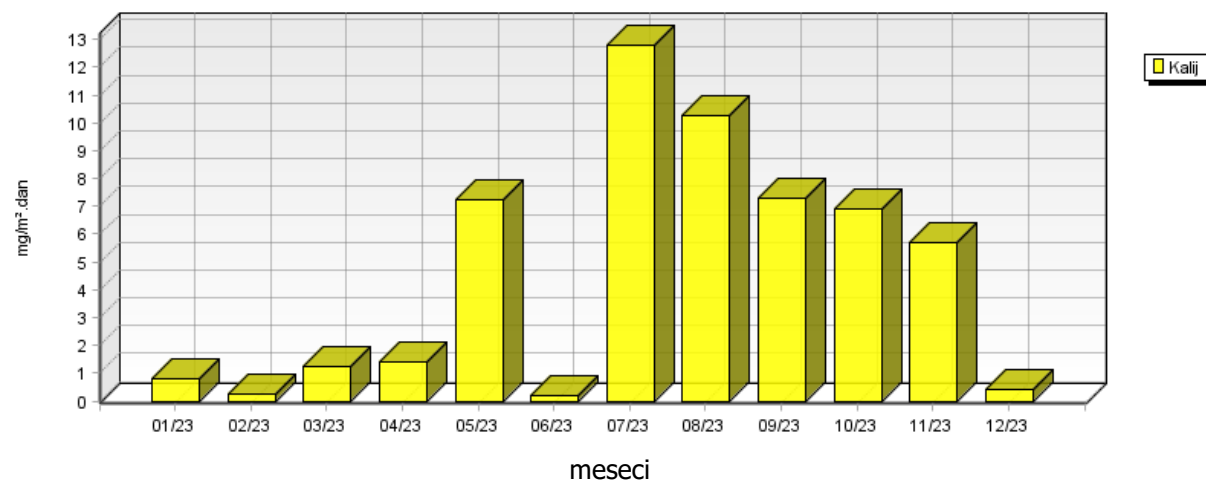
Kočevje
KALCIJ IN MAGNEZIJ V PADAVINAH



Kočevje
NATRIJ V PADAVINAH



Kočevje
KALIJ V PADAVINAH



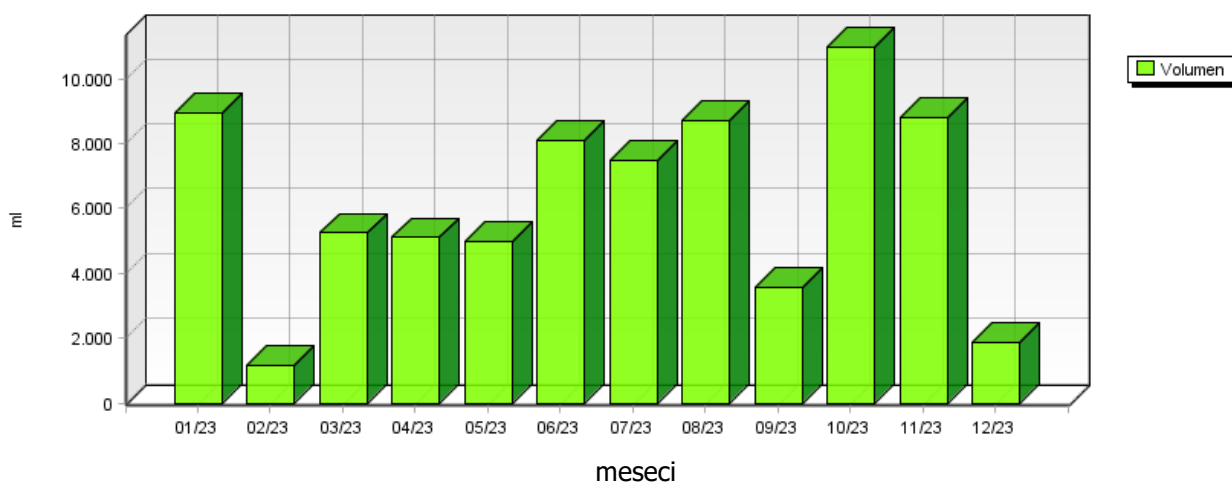
5.2.1 Težke kovine v usedlinah – Za deponijo

Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL
 Postaja: Za deponijo
 Obdobje meritev: 01.01.2023 do 01.01.2024

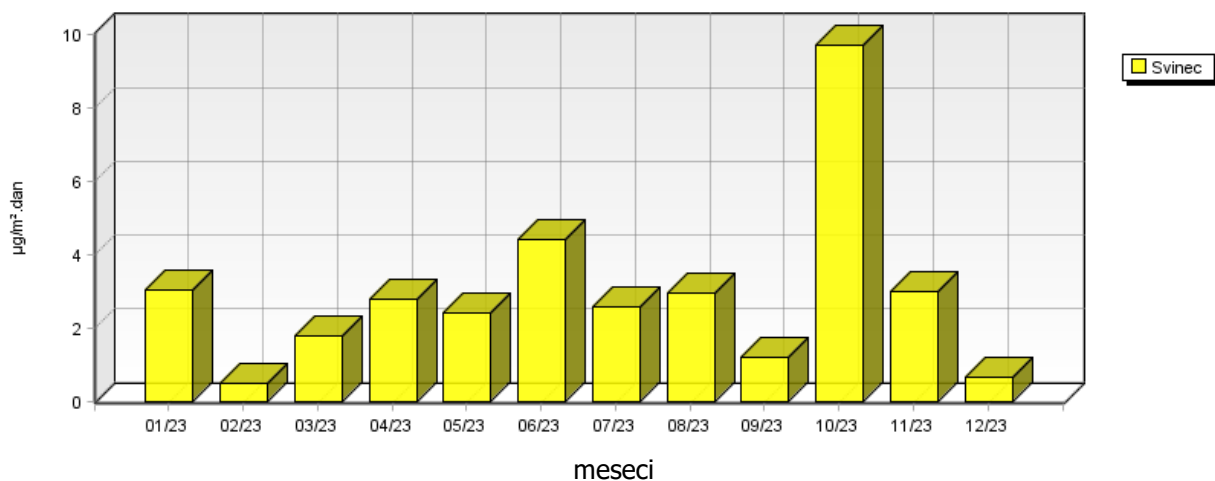
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Svinec μg/m ² .dan	3.04*	0.47	1.78*	2.79	2.38	4.40	2.55*	2.95	1.21*	9.71	2.99*	0.63*
Kadmij μg/m ² .dan	0.61*	0.08*	0.36*	0.35*	0.34*	0.55*	0.51*	0.59*	0.24*	0.75*	0.60*	0.13*
Cink μg/m ² .dan	66.85	13.12	43.14	19.90	18.67	24.75	13.75	50.22	35.44	11.95	23.31	3.64
Volumen ml	8950	1150	5250	5140	5000	8100	7500	8700	3550	11000	8800	1850

*...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 določitve za zgoraj naštetih kovin so sledeče: Cd 0,1 μg/l; Zn 0,5 μg/l in Pb 0,5 μg/l.

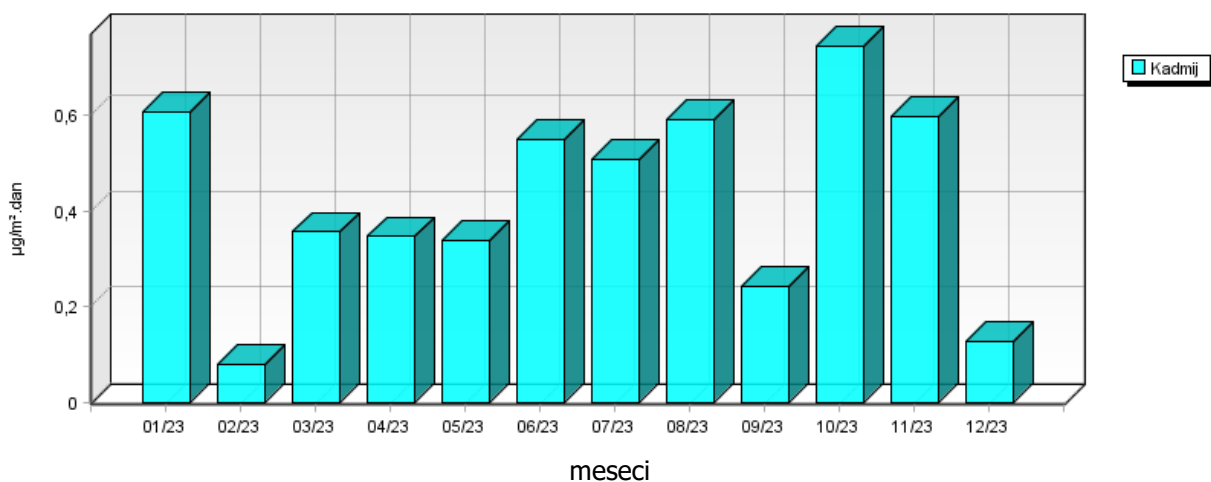
**Za deponijo
VOLUMEN VZORCA**



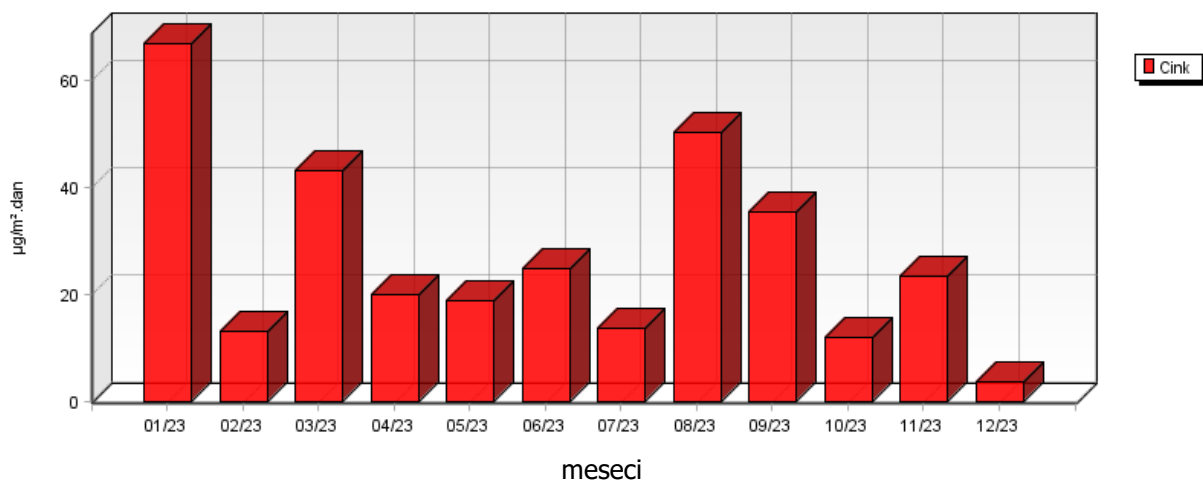
**Za deponijo
SVINEC V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Za deponijo
KADMIJ V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Za deponijo
CINK V PRAŠNIH USEDLINAH**



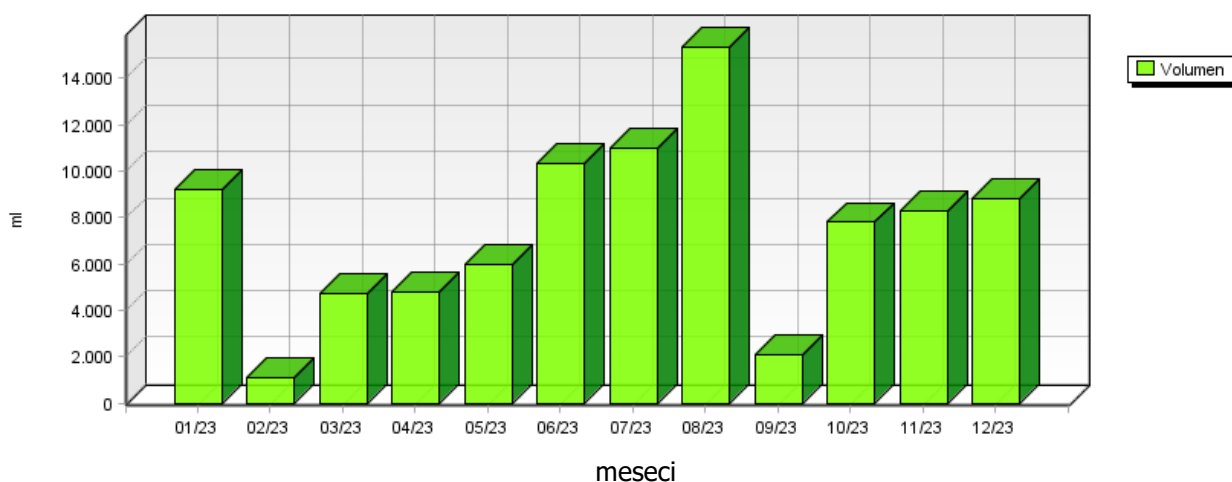
5.2.2 Težke kovine v usedlinah – Elektroinštitut Milan Vidmar

Lokacija: Javno podjetje Energetika Ljubljana d.o.o., enota TE-TOL
 Postaja: Elektroinštitut Milan Vidmar
 Obdobje meritev: 01.01.2023 do 01.01.2024

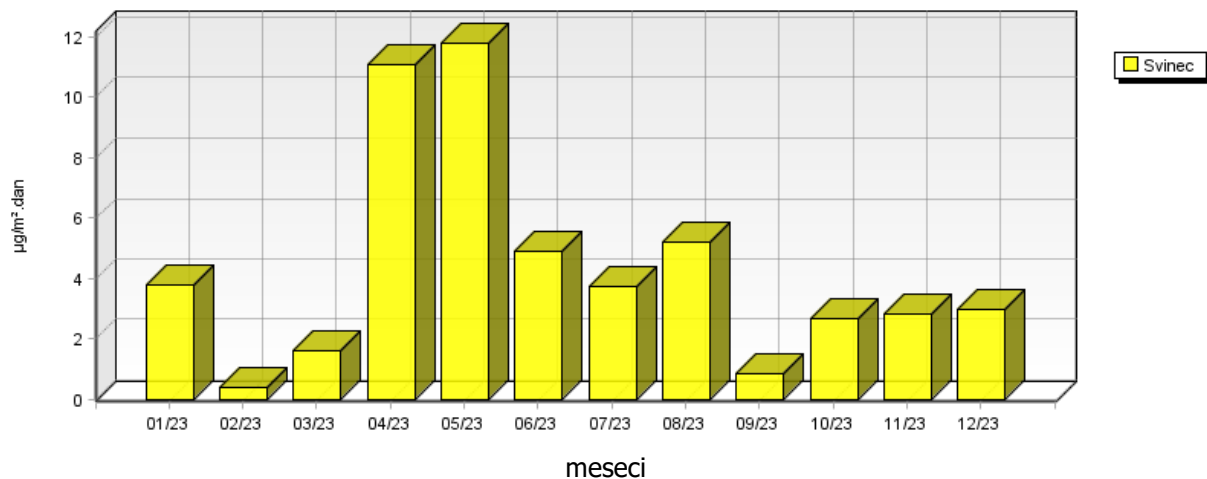
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Svinec μg/m ² .dan	3.76	0.37	1.61*	11.08	11.82	4.90	3.73*	5.22*	0.86	2.65*	2.82*	2.99*
Kadmij μg/m ² .dan	0.63*	0.07*	0.32*	0.33*	0.41*	0.70*	0.75*	1.04*	0.14*	0.53*	0.56*	0.60*
Cink μg/m ² .dan	45.75	11.92	34.76	16.95	24.85	14.69	23.90	66.80	7.84	4.77	60.87	12.55
Volumen ml	9230	1090	4740	4800	6000	10300	11000	15370	2100	7800	8300	8800

*...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 naštetih kovin so sledeče: Cd 0,1 μg/l; Zn 0,5 μg/l in Pb 0,5 μg/l.

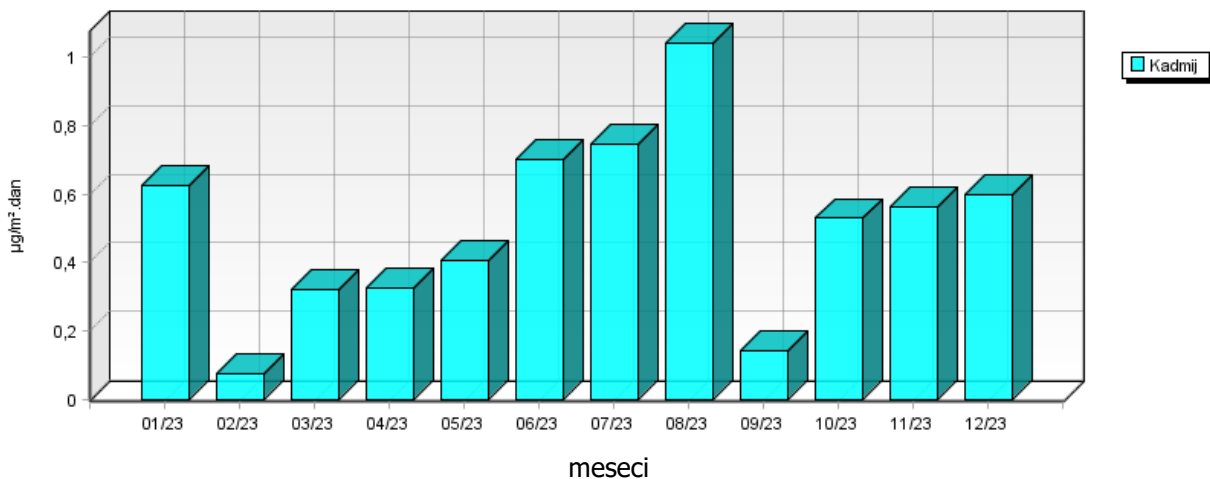
Elektroinštitut Milan Vidmar
VOLUMEN VZORCA



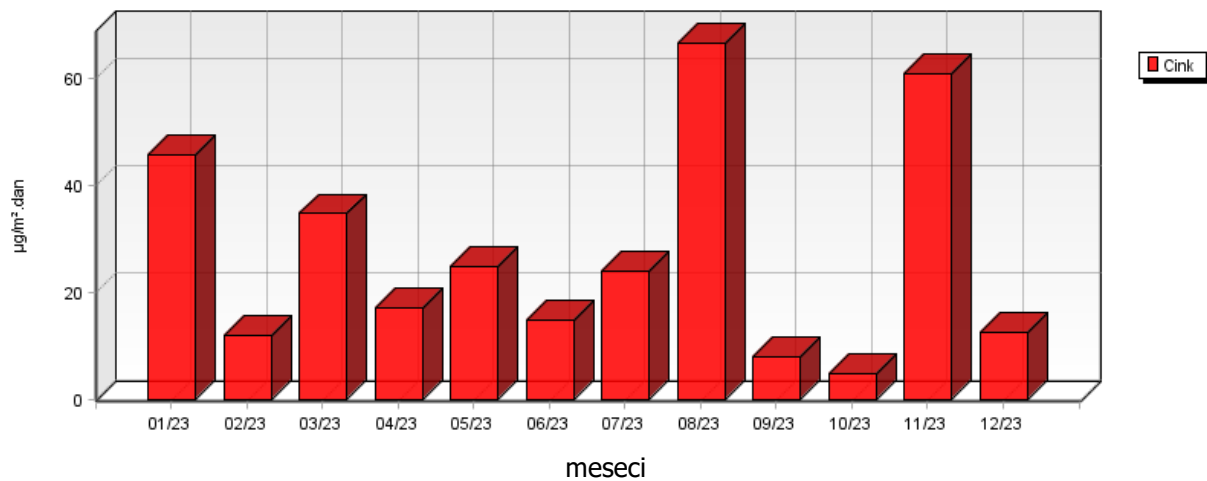
**Elektroinštitut Milan Vidmar
SVINEC V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar
KADMIJ V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Elektroinštitut Milan Vidmar
CINK V PRAŠNIH USEDLINAH**



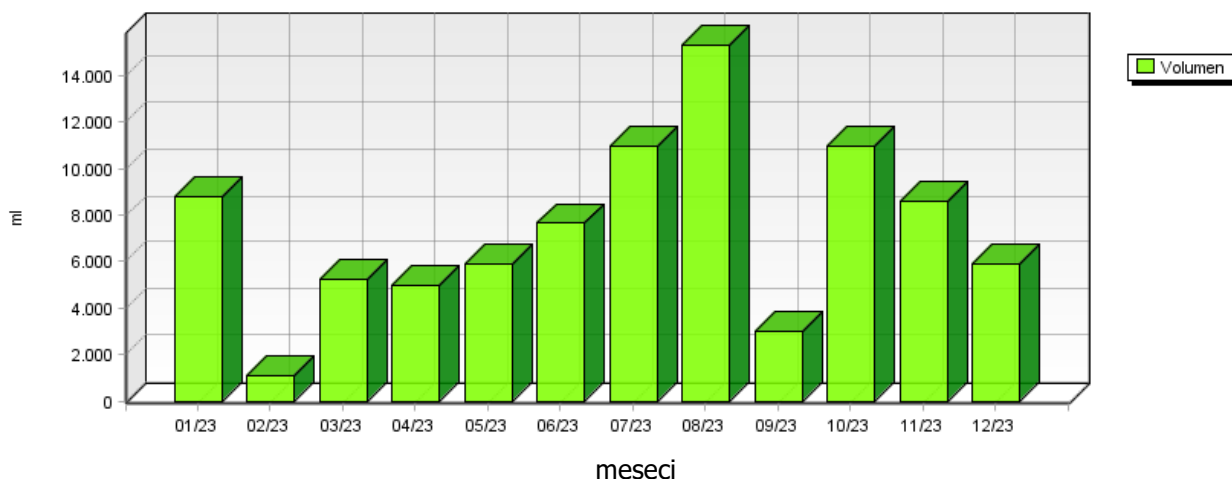
5.2.4 Težke kovine v usedlinah – Zadobrova

Lokacija: Referenčna lokacija
 Postaja: Zadobrova
 Obdobje meritev: 01.01.2023 do 01.01.2024

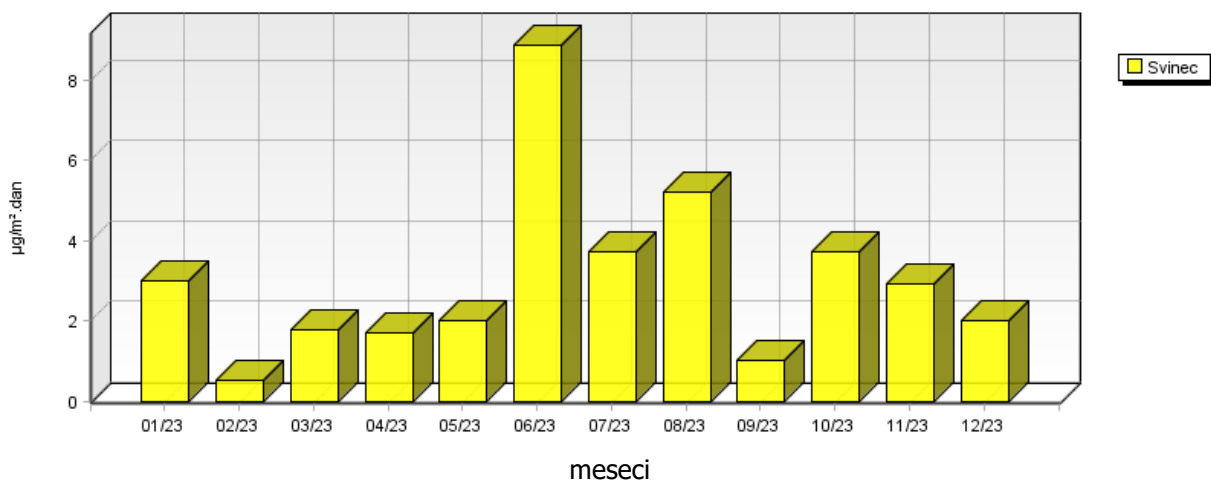
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Svinec μg/m ² .dan	3.00*	0.52	1.79*	1.70*	2.00	8.89	3.73	5.22*	1.02*	3.73*	2.92*	2.00*
Kadmij μg/m ² .dan	0.60*	0.07*	0.36*	0.34*	0.40*	0.52*	0.75*	1.04*	0.20*	0.75*	0.58*	0.40*
Cink μg/m ² .dan	30.58	13.59	31.08	19.35	11.62	47.06	109.06	58.41	14.46	14.94	22.78	8.81
Volumen ml	8830	1100	5260	5000	5900	7700	11000	15360	3000	11000	8600	5900

*...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 določitve za zgoraj naštetih kovin so sledeče: Cd 0,1 μg/l; Zn 0,5 μg/l in Pb 0,5 μg/l.

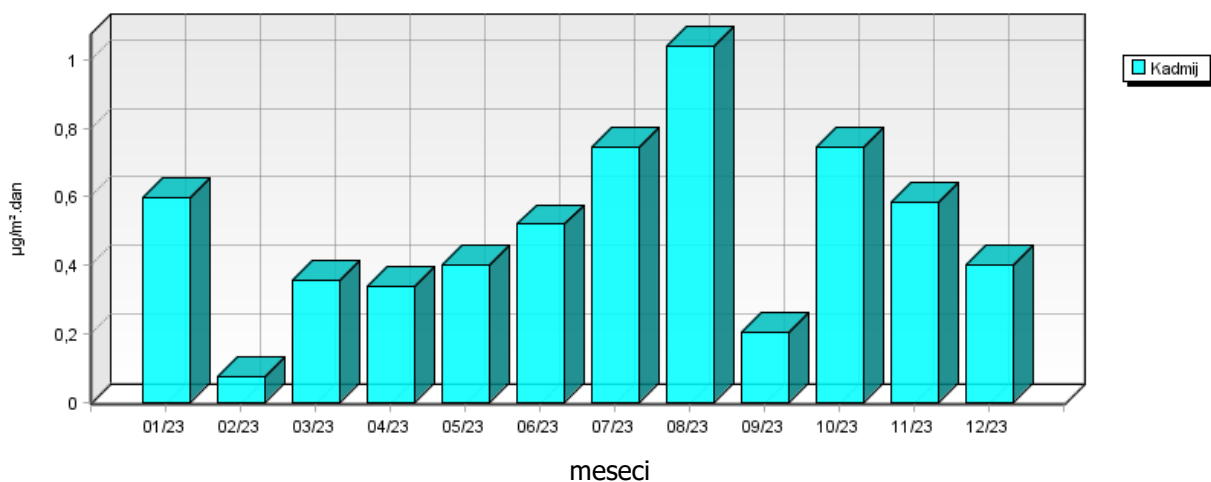
**Zadobrova
VOLUMEN VZORCA**



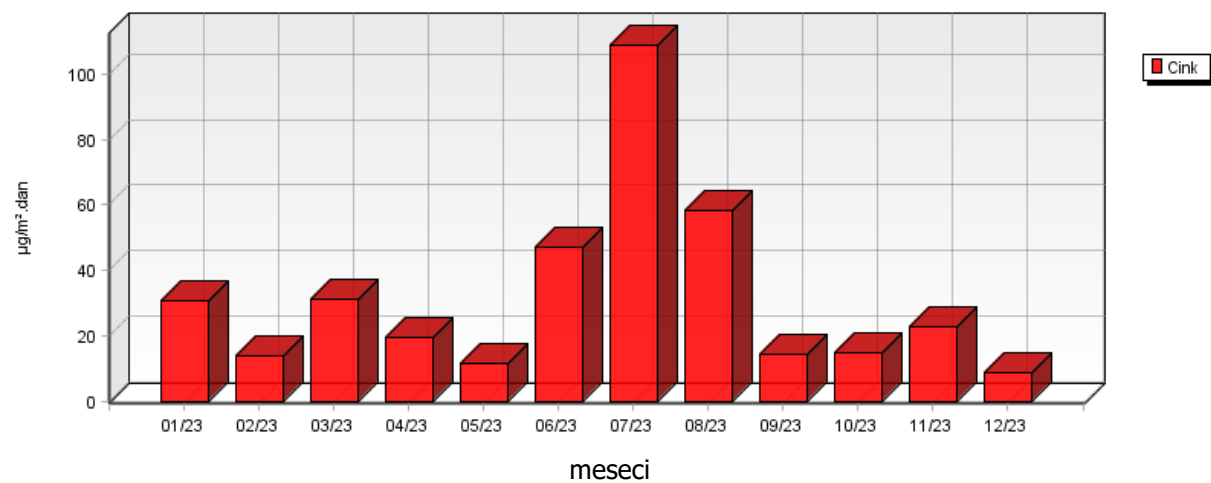
**Zadobrova
SVINEC V PRAŠNIH USEDLINAH**



**Zadobrova
KADMIJ V PRAŠNIH USEDLINAH**



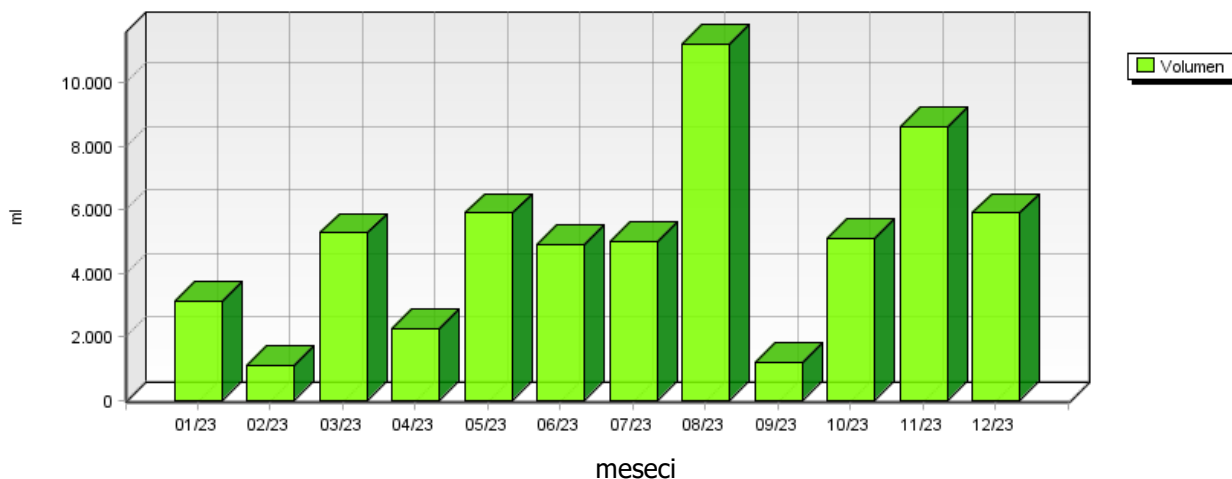
**Zadobrova
CINK V PRAŠNIH USEDLINAH**



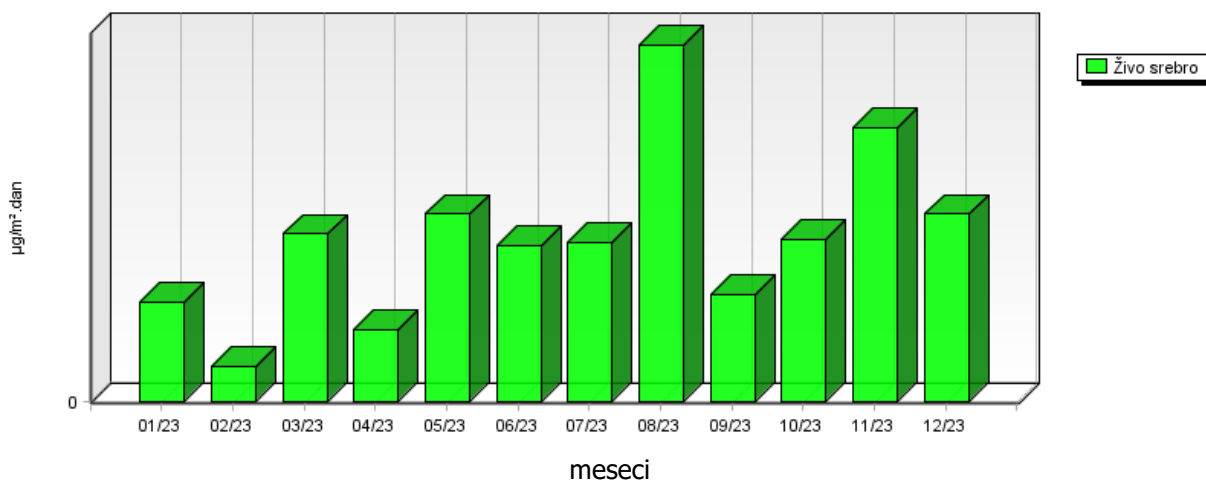
	01/23	02/23	03/23	04/23	05/23	06/23	07/23	08/23	09/23	10/23	11/23	12/23
Živo srebro μg/m ² .dan	0.31*	0.11*	0.52*	0.22*	0.58*	0.48*	0.49*	1.10*	0.33	0.50*	0.84*	0.58*
Volumen ml	3130	1100	5260	2250	5900	4900	5000	11230	1200	5100	8600	5900

*...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 določitve za kovino Hg je 0,2 μg/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 talija. Določitev vsebnosti predmetnih kovin v vzorcih padavin je bila izvedena v juliju in v decembru 2023 na treh merilnih mestih EIMV, Deponija in Zadobrova. Rezultati analiz 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

12/23	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
TE TOL Deponija (PM10 do 31.11.2008)	1.26*	2.51	12.56*	0.25*	1.88	0.63*	0.63*	1.26*	12.56*	1.26*

07/23	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
TE TOL Deponija (PM10 do 31.11.2008)	5.09*	2.55*	50.93*	1.02*	5.09*	2.55*	2.55*	5.09*	50.93*	5.09*

12/23	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
EIMV - Hajdrihova, streha	5.98*	2.99*	59.76*	1.20*	5.98*	2.99*	2.99*	5.98*	59.76*	5.98*

07/23	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
EIMV - Hajdrihova, streha	7.47*	3.73*	74.70*	1.49*	10.46	3.73*	3.73*	7.47*	82.91	7.47*

12/23	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
Zadobrova (padavine)	4.01*	2.40	40.06*	0.80*	4.01*	2.00*	2.00*	4.01*	40.06*	4.01*

07/23	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	As	Tl	Ni	Al	V
Zadobrova (padavine)	7.47*	3.73*	74.70*	1.49*	7.47	3.73*	3.73*	7.47*	74.70*	7.47*

*...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 naštetih kovin 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 zunanjega 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

	11/18	04/19	10/19	03/20	11/20	04/21	11/21	04/22	12/22	05/23	11/23
PAH μg/m ² .dan	0.01	0.06	0.13	0.03	0.01	0.20	0.33	0.31	0.70	0.06	1.17

	11/18	04/19	10/19	03/20	11/20	04/21	11/21	04/22	12/22	05/23	11/23
Živo srebro μg/m ² .dan	12.14**	0.22*	0.23*	0.10*	2.64	0.31*	0.34*	0.18*	0.35*	0.58*	0.84*

*...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 mesečnem vzorcu padavin se poleg količine padavin določa prevodnost, koncentracije nitratov, koncentracije sulfatov, koncentracije kloridov, koncentracije amoniaka, kovine Ca, Mg, Na, K in usedline ter težke kovine v usedlinah (Pb, Zn, Cd). V mesecu juliju decembru 2023 so bile dodatne analize težkih kovin kroma, mangana, železa, kobalta, bakra, arzena, niklja, talija, vanadija in aluminija izvedene na lokacijah Deponija, EIMV 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.

Od 4. do 6. avgusta 2023 je prišlo v Sloveniji do največje okoljske nesreče (Ujma 2023), ko so poplave prizadele severno in osrednjo Slovenijo po daljšem obdobju intenzivnega dežja, ki se je začel dan prej. Agencija Republike Slovenije za okolje je sporočila, da je bil najhujši vpliv opazen v predgorjih Julijskih Alp od Idrije preko Ljubljanske kotline do Koroške, kjer je bilo zabeleženih v 6 do 12 urah med 150 in 200 litrov padavin na kvadratni meter. To je povzročilo silovit porast številnih hudournikov, manjših vodotokov in rek. Sprožili so se številni plazovi, reke so nosile obsežne količine plavja in odnašale mostove in ceste. Prizadeta je bila dve tretjini slovenskega ozemlja, s poudarkom na izraziti škodi na cestni, energetske in bivalni infrastrukturi. Poplavni dogodek kaže podobnosti z dogodki iz let 1990, 1998, 2005, 2007, 2010, 2012 in 2014. Tudi na območju merilnih postaj okoli Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o., enote TE-TOL, je v mesecu avgustu izstopala večja količina padavin.

V letu 2023 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) ni bilo izmerjenih kislih vzorcev padavin. Najnižja kislost vzorca padavin je bila izmerjena na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar in je znašala 5,69 (v mesecu novembru). Na referenčni lokaciji Kočevje je v mesecu juniju 2023 bila izmerjena najnižja vrednost pH-ja vzorca padavin in sicer 5,40, kar spada v območje kisle padavine.

Maksimalni količina padavin so bile izmerjene v avgustu 2023, in sicer na lokaciji Zadobrova je znašala 15270 mL in na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar 15270 mL. Na lokaciji Za deponijo pa je bila maksimalna količina padavin izmerjena 10700 mL v mesecu oktobru. Prav tako je bila maksimalna količina padavin referenčni lokaciji Kočevje izmerjena v mesecu avgustu, in sicer 10580 mL.

Prevodnost je na vseh lokacijah na širšem območju okoli enote TE-TOL znašala med 5,8 in 52,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ in je primerljiva z referenčno lokacijo Kočevje.

Najvišja koncentracija nitrata je bila izmerjena na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar, in sicer v mesecu decembru (36,01 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$). Največjo koncentracijo sulfata smo prav tako izmerili na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar v mesecu juniju, in sicer 17,47 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$.

Koncentracija kloridov je na vseh lokacijah na širšem območju okoli enote TE-TOL bila izmerjena med 0,72 in 5,18 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$, koncentracija amonijaka je bila izmerjena med 0,12 in 8,80 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$, koncentracija natrija je bila izmerjena med 0,14 in 3,65 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$ ter koncentracija kalija je bila izmerjena med 0,05 in 2,59 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$. Vse koncentracije so primerljive referenčni lokaciji Kočevje.

Maksimalne usedline po sušenju so bile izmerjene v mesecu februarju na lokaciji Zadobrova, in sicer 70,53 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$, maksimalne koncentracije usedlin po žarjenju pa so bile izmerjene na lokaciji za Zadobrova v mesecu oktobru, in sicer 18,89 $\text{mg}/\text{m}^2.\text{dan}$.

Koncentracija svinca je znašala na lokaciji Za deponijo, ki je najbližja območju enote TE-TOL, med 0,47 in 9,71 $\mu\text{g}/\text{m}^2.\text{dan}$. Koncentracija kadmija je bila na isti lokaciji pod mejo določljivosti. Koncentracija cinka je

znašala med 3,64 in 66,85 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan. Na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar je koncentracija svinca znašala med 0,37 in 11,82 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan. Koncentracija kadmija je bila na isti lokaciji pod mejo določljivosti. Koncentracija cinka je znašala na lokaciji Elektroinštitut Milan Vidmar med 4,77 in 66,80 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan. Koncentracija svinca je znašala na lokaciji Zadobrova med 0,52 in 8,89 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan. Koncentracija kadmija je bila na isti lokaciji pod mejo določljivosti. Koncentracija cinka je znašala med 8,81 in 109,06 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan. Koncentracije živega srebra so bile na lokaciji Zadobrova pod mejo določljivosti razen v mesecu septembru, ko je bila izmerjena 0,33 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan. 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 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan), kadmij (2 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan) in cink (400 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.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 med 0,06 in 0,117 $\mu\text{g}/\text{m}^2$.dan. Koncentracija živega srebra pa je bila na lokaciji Zadobrova v času ko smo vzorčili PAH-e pod mejo določljivosti.