

**MERITVE IN UPRAVLJANJE MERILNEGA SISTEMA NA MERILNI POSTAJI LJUBLJANA
CENTER,
LETNO POROČILO ZA LETO 2023**

Študija št.: 2656

Ljubljana, marec 2024

**MERITVE IN UPRAVLJANJE MERILNEGA SISTEMA NA MERILNI POSTAJI LJUBLJANA
CENTER,
LETNO POROČILO ZA LETO 2023**

Študija št. 2656

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.

Naročnik: MESTNA OBČINA LJUBLJANA,
Oddelek za varstvo okolja
Mestni trg 1, 1000 LJUBLJANA

Projekt: Izvajanje meritev in upravljanje okoljske merilne postaje Ljubljana Center (2021-2024)

Naročilo: Pogodba: C7560-21-210011

Odgovorna oseba: Svetlana ČERMELJ

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

Delovni nalog: 224234

Projekt: 224234-F: Fazno poročanje

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

Aktivnost: 224234-F-1

Naloga: 224234-F-1-2023

Naslov: Meritve in upravljanje merilnega sistema na merilni postaji Ljubljana Center, letno poročilo za leto 2023

Študija številka: 2656

Datum izdelave: marec 2024

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

Obseg študije: št. strani uvoda (XII), teksta (72)

Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.
Erik MARČENKO, dipl. inž. str.
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.
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 prašnih delcev (PM) in ostalih onesnaževalcev, kot so žveplov dioksid (SO_2) ali dušikovi oksidi (NO_2/NO_x) se pojavljajo predvsem pozimi, ko se prometu, ki je pomemben vir onesnaženosti zraka, priključijo še dodatni viri onesnaženosti – mala kurišča in neugodni klimatski pogoji.

V študiji so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanjega zraka z Okoljskim merilnim sistemom (OMS) Mestne občine Ljubljana (MOL), na merilnem mestu, ki je na križišču Tivolske ceste in Vošnjakove ulice. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka, ki jih izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV): koncentracije SO_2 , NO_2/NO_x , benzena, toluena, M&P-ksilena, etilbenzena, delcev PM_{10} in $\text{PM}_{2.5}$ ter meteorološke meritve. Meritve se nanašajo na leto 2023.

V merjenem obdobju se rezultati meritev na lokaciji za parametre SO_2 , NO_2/NO_x , benzen, toluen, M&P-ksilen, etilbenzen in PM_{10} obravnavajo kot uradni, saj je zakonsko letna predpisana meja 90 %, dosežena.

Ključne besede: Ljubljana, kakovost zraka, onesnaževalci zraka, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$

ABSTRACT

Air pollution can have a significant effect on human health. Elevated levels of PM particles and other pollutants, such as sulfur dioxide (SO_2) or nitrogen oxides (NO_x), typically occur more frequently during winter. During this season, increased traffic, a significant contributor to air pollution, is compounded by additional sources, including small fireplaces and unfavorable climatic conditions.

The following study presents the results of measurements of outdoor air quality monitoring in the City of Ljubljana (MOL) at the measuring station called OMS MOL which is located at the intersection of Tivolska cesta and Vošnjakova ulica during the year 2023. Results of measurements of ambient air quality are performed by the Milan Vidmar Electrical Power Research Institute (EIMV) and are included in the study: concentrations levels of SO_2 , NO_2/NO_x , polycyclic aromatic compounds (PAH), including benzene, toluene, ethylbenzene, PM_{10} and $\text{PM}_{2.5}$, and meteorological conditions.

Obtained results showed that during the study period, the concentration of all studied parameters are considered official, as the legally prescribed annual limit is 90 % is achieved.

Keywords: Ljubljana, air quality, air pollutants, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	1
2.	DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA	3
2.1	Opis vpliva posameznega onesnaževala na kakovost zunanjega zraka.....	4
2.2	zakonodaja.....	6
3.	OKOLJSKI MERILNI SISTEM MESTNE OBČINE LJUBLJANA (OMS MOL)	7
3.1	Meritve kakovosti zunanjega zraka	7
3.2	Meteorologija.....	9
4.	NADZOR SKLADNOSTI MERITEV	11
5.	REZULTATI MERITEV	13
5.1	Vzdrževalna dela in posegi	13
5.2	Prikaz rezultatov meritev kakovosti zunanjega zraka	15
5.2.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂ – Tivolska - Vošnjakova	17
5.2.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂ – Tivolska - Vošnjakova	20
5.2.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x – Tivolska - Vošnjakova	23
5.2.4	Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova	25
5.2.5	Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova	28
5.2.6	Pregled koncentracij v zraku: M&P ksilen – Tivolska - Vošnjakova.....	30
5.2.7	Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova	32
5.2.8	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀ – Tivolska - Vošnjakova	34
5.2.9	Pregled koncentracij v zraku: PM _{2,5} – Tivolska - Vošnjakova	37
5.3	Meteorološke meritve.....	40
5.3.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova	40
5.3.2	Pregled hitrosti in smeri vetra – Tivolska - Vošnjakova.....	42
6.	ANALIZA MERITEV SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀ IN PM_{2,5} V MESTNI OBČINI LJUBLJANA V LETU 2023	45
6.1	Analiza SO ₂ v obdobju med 2015-2022 v Sloveniji.....	48
6.1.1.	Analiza SO ₂ v obdobju med 2015-2022 v MOL.....	48
6.2	Analiza NO ₂ IN NO _x v obdobju med 2015-2022 v Sloveniji	50
6.2.1.	Analiza NO ₂ in NO _x v obdobju med 2015-2022 v MOL	51
6.3	ANALIZA BENZENA V OBDOBJU MED 2015-2022 V SLOVENIJI	54
6.2.2.	Analiza benzena v obdobju med 2015-2022 v MOL.....	54
6.4	Analiza PM ₁₀ v obdobju med 2015-2022 v Sloveniji.....	54
6.3.1.	Analiza PM ₁₀ v obdobju med 2015-2022 v MOL.....	55
6.3.2	Primerjava vrednosti PM ₁₀ po slovenskih mestih v letu 2023	57
6.5	Analiza PM _{2,5} v obdobju med 2015-2022 v Sloveniji	60
6.4.1.	Analiza PM _{2,5} v obdobju med 2015-2022 v MOL	60
7.	POVZETEK ANALIZE REZULTATOV NA MESEČNEM NIVOJI NA MERILNI POSTAJI OMS MOL (LJ CENTER)	63
8.	ZAKLJUČEK.....	69
9.	VIRI IN LITERATURA	71

KAZALO SLIK

Slika 1: Elementi, ki vplivajo na kakovost zunanjega zraka v urbanem okolju (vir: EIMV).	3
Slika 2: Procesi, ki vplivajo na onesnaženost zraka (vir: Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2022).	5
Slika 3: Lokacija OMS MOL. (vir: Google Earth, QGIS, 2022).	8
Slika 4: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu (vir: EIMV).	12
Slika 5: Stalna merilna mesta v MOL (vir: Google Earth, QGIS, 2023).	46
Slika 6: Stalna merilna mesta v MOL (vir: Google Earth, QGIS, 2023).	47
Slika 7: Število ur s preseženo mejno povprečno urno vrednostjo koncentracije SO ₂ (leva slika), število dni s preseženo mejno povprečno dnevno vrednostjo koncentracije SO ₂ (desna slika) ter letna koncentracija SO ₂ in preseganja kritične letne koncentracije za zaščito vegetacije (spodnja slika) (ARSO – kazalci okolja, 2024).	48
Slika 8: Število ur s preseženo mejno urno vrednostjo NO ₂ (200 µg/m ³) (leva slika) in gibanje povprečne letne koncentracije NO ₂ (desna slika) (ARSO – kazalci okolja, 2024).	50
Slika 7: Število dni s preseženo dnevno mejno koncentracijo PM ₁₀ 50 µg/m ³ (leva slika) in gibanje povprečne letne koncentracije PM ₁₀ (desna slika) (ARSO – kazalci okolja, 2024).	55
Slika 8: Gibanje povprečne letne koncentracije drobnih delcev PM _{2,5} (ARSO – kazalci okolja, 2023).	60

KAZALO TABEL

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku (vir: EIMV).	4
Tabela 2: Koordinate merilne postaje OMS MOL (vir: Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	7
Tabela 3: Podatki o analizatorjih plinastih onesnaževal (vir: EIMV).	8
Tabela 4: Podatki o merilnikih delcev PM (vir: EIMV).	9
Tabela 5: Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji v letu 2023.	9
Tabela 6: Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatski merilni postaji.	10
Tabela 7: Tabela vzdrževanja merilnikov in merilne postaje OMS MOL (LJ Center).	13
Tabela 8: Tabela rednih posegov na merilni postaji OMS MOL.	14
Tabela 9: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za varstvo rastlin za žveplov dioksid (SO ₂) in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	17
Tabela 10: 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).	20
Tabela 11: Mejna vrednost za benzen (C ₆ H ₆) in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	25
Tabela 12: Mejne vrednosti za delce PM ₁₀ in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	34
Tabela 13: Mejne vrednosti za delce PM _{2,5} .	37
Tabela 14: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	45
Tabela 15: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana.	46
Tabela 16: Pregled vrednosti za SO ₂ po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2022).	49
Tabela 17: Pregled vrednosti za NO ₂ po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2022).	51
Tabela 18: Pregled vrednosti za NO _x po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2022).	53
Tabela 19: Povprečne letne ravni benzena (µg/m ³) na različnih postajah (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	54
Tabela 20: Povprečne letne ravni benzena (µg/m ³) na različnih postajah v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	54
Tabela 21: Pregled vrednosti PM ₁₀ po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2023).	55
Tabela 22: Povprečna vrednost (ave.), minimalna (min.) in maksimalna (max.) PM ₁₀ na posamezni postaji v letu 2023 (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).	59
Tabela 23: Pregled vrednosti PM _{2,5} po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2023).	60
Tabela 24: Povzetek meritev na mesečnem nivoju na postaji OMS MOL (LJ Center).	63

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Graf povprečnih letnih vrednosti SO ₂ v Mestni občini Ljubljana.	49
Graf 2: Graf maksimalnih urnih vrednosti SO ₂ v Mestni občini Ljubljana.	50
Graf 3: Graf povprečnih letnih vrednosti NO ₂ v Mestni občini Ljubljana.	52
Graf 4: Graf maksimalnih urnih vrednosti NO ₂ v Mestni občini Ljubljana.	52
Graf 5: Graf dnevni koncentracij vrednosti NO ₂ v Mestni občini Ljubljana v obdobju med 2019 in 2020.	53
Graf 6: Graf povprečnih letnih vrednosti NO _x v Mestni občini Ljubljana.	53
Graf 7: Graf povprečnih letnih vrednosti benzena v Mestni občini Ljubljana.	54

Graf 6: Graf povprečnih letnih vrednosti PM ₁₀ v Mestni občini Ljubljana.....	56
Graf 7: Graf maksimalnih dnevnih vrednosti PM ₁₀ v Mestni občini Ljubljana.	57
Graf 8: Graf število preseganj v Mestni občini Ljubljana.....	57
Graf 9: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih v letu 2023.....	59
Graf 10: Število preseganj PM ₁₀ po slovenskih mestih v letu 2023.	59
Graf 11: Graf povprečnih letnih vrednosti PM _{2,5} v Mestni občini Ljubljana.	61

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
AVE.	povprečna vrednost koncentracije
BTX	benzen, toluen, ksilen
DMKZ	državna merilna mreža za spremljanje kakovosti zunanjega zraka
EEA	Evropska agencija za okolje (ang. <i>European Enviromental Agency</i>)
EIMV	Elektroinštitut Milan Vidmar
EU	Evropska Unija
IARC	Mednarodna agencija za raziskavo rakotvornih snovi
MAX.	maksimalna vrednost koncentracije
MIN.	minimalna vrednost koncentracije
MOL	Mestna občina Ljubljana
NO ₂	dušikov dioksid
NO _x	dušikovi oksidi
OMS MOL	Okoljski merilni sistem Mestne občine Ljubljane
OOK EIMV	Oddelek za okolje Elektroinštituta Milan Vidmar
O ₃	ozon
PAH	policiklični aromatski ogljikovodiki
PM ₁₀	delci z aerodinamičnim premerom 10 µm ali manj
PM _{2,5}	drobni delci z aerodinamičnim premerom 2,5 µm ali manj
SO ₂	žveplov dioksid
SURS	Statistični urad Republike Slovenije
SZO	Svetovna zdravstvena organizacija (ang. <i>World Health Organization</i>)

1. UVOD

Doseganje ustrezne kakovosti zunanjega zraka pomembno vpliva na kvaliteto našega življenja. Po mnenju Svetovne zdravstvene organizacije (SZO) onesnaženost zraka pomeni drugo največje okoljsko tveganje za zdravje v EU, saj letno povzroči približno 400.000 prezgodnjih smrti in več sto milijard evrov zunanjih stroškov povezanih z zdravjem (EEA, Kakovost zraka, 2023). Onesnaženost zunanjega zraka se definira kot obstoj onesnažil v ozračju v količinah, ki negativno vplivajo na zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in podnebje (EEA, Kakovost zraka, 2023). Študija je namenjena prikazu spremljanja in analize rezultatov merilnega sistema Mestne občine Ljubljana (MOL) na merilnem mestu, ki je locirano na križišču Tivolske ceste in Vošnjakove ulice ter spremljanju kakovosti zunanjega zraka v letu 2023 v Mestni občini Ljubljana (MOL).

Študija obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnikih kakovosti zraka, merjenih onesnažil, zakonodaji, merilnem mestu in nadzoru skladnosti, ki se izvaja;
- zapise o opažanju, izvedenih servisnih in vzdrževalnih delih ter drugih posegih na merilni opremi ter o testiranjih merilnikov;
- rezultate meritev kakovosti zraka;
- komentar in povzetek rezultatov meritev vseh obravnavanih parametrov (SO_2 , NO_2/NO_x , PAH, PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$) kakovosti zraka;
- dodatno analizo koncentracij v zunanjem zraku z SO_2 , NO_2 , delci PM_{10} in drobnimi delci $\text{PM}_{2,5}$ na območju Slovenije v letu 2023.

V merjenem obdobju se rezultati vseh merjenih snovi obravnavajo kot uradni rezultati meritev oz. kot informativni rezultati meritev. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90%. Razpoložljivost podatkov je bila naslednja: 99 % pravih rezultatov je bilo za SO_2 in NO_2/NO_x , 91 % za PAH, 96 % za delce PM_{10} ter 95 % za drobne delce $\text{PM}_{2,5}$. Iz tega lahko povzamemo, da se vrednosti za vse obravnavane parametre obravnavajo kot uradni rezultati.

Iz niza meritev za delce PM_{10} je razvidno, da je bila v letu 2023 dnevna mejna vrednost ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) presežena 22-krat. Zakonodajno dovoljeno število preseganj na letnem nivoju znaša 35-krat.

Trenutne vrednosti koncentracij SO_2 , NO_2 in NO_x , PAH, PM_{10} in $\text{PM}_{2,5}$ ter meteoroloških parametrov in indeksov v zunanjem zraku so dostopne na spletni strani www.okolje.info [http://www.okolje.info/?link=dbViewOmsValue&option=com_content&Itemid=181].

Vse vrednosti so poleg numerične predstavitve prikazane tudi grafično [http://www.okolje.info/?link=ChartViewMol&option=com_content&Itemid=181].

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-oms>].

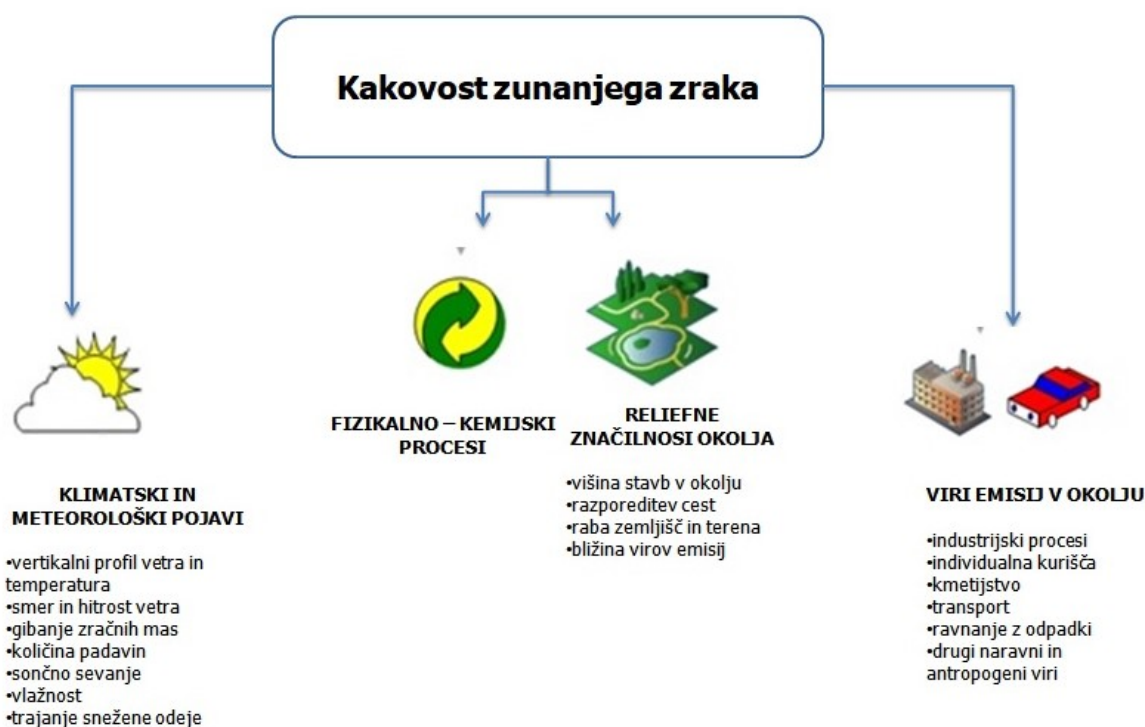
2. DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

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 zunanjega zraka. Za potrebe ocenjevanja kakovosti zunanjega zraka ima Mestna občina Ljubljana (MOL) merilno postajo, okoljski merilni sistem (OMS) za merjenje kakovosti zunanjega 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 zunanjega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov kot so vertikalni profil vetra, smer in hitrost vetra, temperatura, gibanje zračnih mas, padavine, sončno sevanje, količino padavin in vlažnost ter upoštevanje reliefne razgibanosti površja. Lokalna meteorologija je odvisna tudi od reliefne raznolikosti v okolju, saj le-ta vpliva predvsem na gibanje zračnih mas. V primeru ugodnih meteoroloških razmer lahko emisije potujejo na dolge razdalje in tako vplivajo na večje območje.



Slika 1: Elementi, ki vplivajo na kakovost zunanjega zraka v urbanem okolju (vir: EIMV).

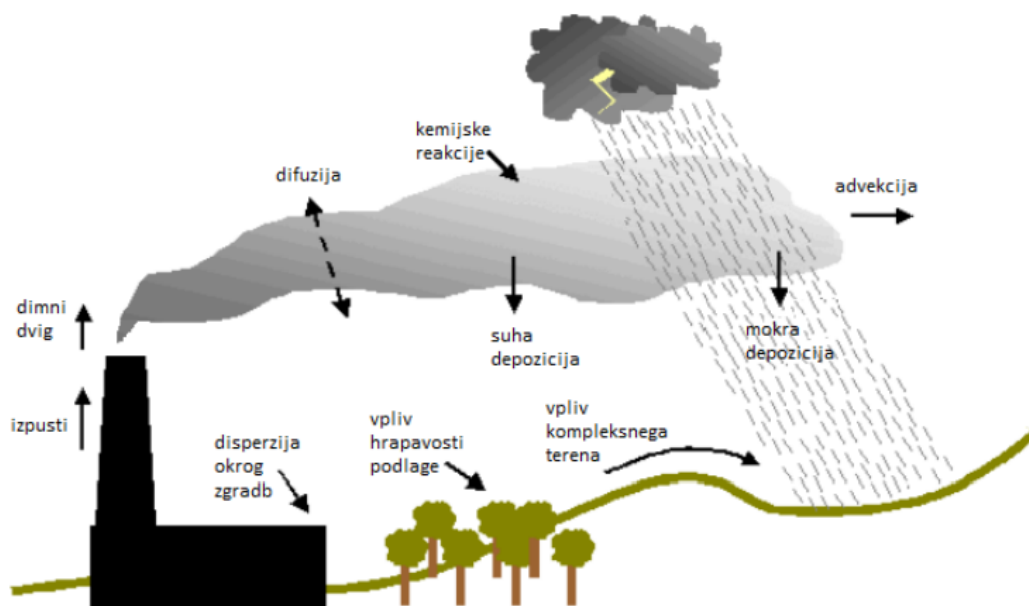
2.1 OPIS VPLIVA POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA NA KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA

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. Pred izpostavljenostjo visokim koncentracijam onesnažil je potrebno še posebno zaščititi otroke, starejše, nosečnice, ljudi, ki se veliko zadržujejo zunaj ter bolnike dihal in srčnih bolezni. Onesnaženje pa ima negativni vpliv tudi na biodiverzitetu, torej na vegetacijo in ekosistem v okolju, kar vodi v različne pomembne okoljske vplive ter na kvaliteto vode, tal in na ekosistemske storitve. Zaradi tega moramo biti pozorni na naslednja onesnaževala: žveplov dioksid (SO_2), dušikovi oksidi (NO_2/NO_x), ozon (O_3), delci (PM_{10}) in drobni delci ($\text{PM}_{2.5}$) ter policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH). Tabela 1 prikazuje posamezna onesnaževala, ki so obravnavana v tej študiji, njihov izvor in vpliv na zdravje ljudi ter biodiverzitetu.

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku (vir: EIMV).

Onesnaževalo in viri	Vpliv na zdravje in biodiverzitetu
Žveplov dioksid (SO_2) je pri sobni temperaturi plin, brez barve, ki se dobro raztaplja v vodi. Poglavitni izvor žveplovega dioksida sta izgorevanje goriv (nafta in premoga) in drugi industrijski procesi (predelava rud). Uporablja se za beljenje, dezinfekcijo in kot konzervans v hrani.	Kratkoročno izpostavljanje žveplovemu dioksidu povzroči težave astmatikom in občutljivim ljudem predvsem v bližini industrije, ki je brez ustreznega čiščenja. Otroci v krajih z onesnaženim zrakom pogosteje zboleijo za kašljem, bronhitisom in infekcijami globlje v dihalih, kot otroci ki živijo v manj onesnaženih krajih.
Dušikovi oksidi (NO_2/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 gospodinjstvi plin (propan/butan). Nastaja tudi med jedrskimi eksplozijami v zraku.	Pri višjih koncentracijah dušikovega dioksida, ki je najbolj strupen dušikov oksid, so na udaru predvsem kronični astmatiki. V ranljivih skupinah pride pri vdihovanju dušikovega dioksida do pojave kašlja, bronhitisa, oslavitve imunskega sistema (večja verjetnost okužb), povečanja alergijskih reakcij ter do večje stopnje obolevnosti. Astmatiki lahko z okvaro pljuč reagirajo že po kratkotrajni izpostavljenosti.
Policiklični aromatski ogljikovodik (PAH) so ogljikovodiki - organske spojine, ki vsebujejo samo ogljik in vodik - sestavljeni so iz večjih aromatičnih obročev (organski obroči, v katerih se elektroni delokalizirajo).	
1. Benzen (C_6H_6) je pri sobni temperaturi hlapna organska spojina brez barve, ki se nahaja v naftnih derivatih. Pomemben vir pa je tudi petrokemična industrija in različni procesi izgorevanja.	Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne agencije za raziskavo rakotvornih snovi (IARC).
2. Toluen ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$) je derivat benzena. Je bistra, v vodi netopna in hlapna tekočina z značilnim aromatskim vonjem ter se uporablja v industriji za sintezo drugih spojin.	Ima akutne in kronične učinke na centralni živčni sistem. Povzroči lahko tudi počasnejši razvoj človeškega telesa in ima vplive na razmnoževanje. Spada v skupino onesnaževal, ki povzročajo nastanek smoga.
3. Meta & Para ksilen; Orto ksilen (C_8H_{10}) Ksilen ima tri izomere dimetilbenzena. Izomere razlikujemo z označbo orto, meta in para, ki določajo, na kateri C-atom (benzenovega obroča) je vezan. Uporablja se v kemični industriji kot topilo, predvsem pri proizvodnji plastenk in poliestra oblačil.	Krajša izpostavljenost ksileni povzroča draženje kože, oči, nosu in grla. V zadostnih količinah ima vpliv na centralni živčni sistem. Dolgotrajna izpostavljenost pa ima vpliv na živčni sistem.
4. Etilbenzen (C_8H_{10}) Glavni vir je naftna industrija in uporaba	Meja toksičnosti etilbenzena je zelo nizka. V človeku se nalaga v maščobi in se izloča z urinom.

Onesnaževalo in viri	Vpliv na zdravje in biodiverzitet
nafte. Je zelo hlapna spojina in se jo v večini pričakuje v zraku. Delci PM₁₀ Delci 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 izgorevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci. Drobni delci PM_{2,5} PM_{2,5} so drobni delci z aerodinamičnim premerom med 1 µm in 2,5 µm. Za PM_{2,5} veljajo enake karakteristike kot za delce PM₁₀. Razlika med njimi je v glavnem v zadržanosti v atmosferi, saj se Večji delci se zadržujejo v atmosferi nekaj ur, medtem ko lahko manjši delci ostanejo v atmosferi več tednov in se navadno »sperejo« iz atmosfere šele s padavinami.	Delci PM₁₀ 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. Prav tako kot PM₁₀ vplivajo na zdravje ljudi, predvsem velik vpliv imajo na razvoj pljučnih bolezni, razvoju astme ali bronhitisa. Črni ogljik, ki je najmanjši del prašnih delcev, vpliva na spremembo podnebja. Sekundarni PM vsebujejo sulfat, nitrat in amonij, tvorjen iz SO₂, NO_x in NH₃, ki so glavni nosilci zakisljevanja in evtrofikacije.



Slika 2: Procesi, ki vplivajo na onesnaženost zraka (vir: Kakovost zraka v Sloveniji leta 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 zunanjega 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 zunanjega zraka (DMKZ) sestavlja 22 merilnih mest. Poleg stalnih merilnih mest v okviru DMKZ potekajo meritve kakovosti zunanjega 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 zunanjega 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 zunanjega zraka** (Ur. l. RS št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22 – ZVO-2);
- **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega 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 zunanjega 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 na OMS MOL.

3. OKOLJSKI MERILNI SISTEM MESTNE OBČINE LJUBLJANA (OMS MOL)

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 naslednjih lokacijah:

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

Rezultati se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Kakovost zunanjega zraka (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023). V nadaljevanju je bolj podrobno predstavljena lokacija OMS MOL (LJ Center).

3.1 MERITVE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

Monitoring kakovosti zunanjega zraka se na območju Mestne občine Ljubljana izvaja že od konca 60. let prejšnjega stoletja. Sedanji monitoring se izvaja na merilnem mestu križišča Vošnjakove ulice in Tivolske ceste z Okoljskim merilnim sistemom Mestne občine Ljubljana (OMS MOL). Merilni sistem upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar Ljubljana (EIMV). Postopke za izvajanje meritev in QA/QC postopke je prav tako predpisal Elektroinštitut Milan Vidmar, ki izdeluje tudi končno obdelavo rezultatov meritev in potrdi njihovo veljavnost. Merilna postaja je locirana ob prometni lokaciji (ang. *traffic*) na mestnem območju, ki ima značilnosti stanovanjskih in poslovnih objektov (Slika 3). Relief v bližini merilnega mesta je ravninski. Koordinate merilne postaje (D96¹) so prikazane v nadaljevanju:

Tabela 2: Koordinate merilne postaje OMS MOL (vir: Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Merilno mesto	Nadmorska višina	x/n	y/e
OMS Mestne občine Ljubljana	299 m	461548.16	102067.29

¹ D96 – Državni koordinatni sistem



Slika 3: Lokacija OMS MOL. (vir: Google Earth, QGIS, 2022).

Analizatorji kakovosti zunanjega zraka so nameščeni v kontejnerju, ki je opremljen s klimatsko napravo in komunikacijsko opremo. Zaradi zahteve po ugotavljanju skladnosti smo v OMS MOL v času upravljanja imeli nameščen sistem za zajem podatkov, ki zagotavlja ustrezen nadzor nad izmerjenimi vrednostmi in pogoje za skladnost delovanja opreme, kakor to zahteva standard EN ISO/IEC 17025

Tabela 3: Podatki o analizatorjih plinastih onesnaževal (vir: EIMV).

	Analizator NO ₂ /NO _x		Analizator SO ₂	Analizator BTX
Proizvajalec:	Thermo Fisher Scientific	HORIBA	Thermo Fisher Scientific	Cromatotech
Model:	42i	APNA 370	43i	Analizator BTX Cromatotech
Merilna metoda:	kemiluminiscenca	kemiluminiscenca	UV fluorescenca	Plinska kromatografija
Specificirana točnost:	1 ppb	1 ppb	1 ppb	< 2% ali 1 ppb
Serijska številka:	CM08130057	BK5XBGGG	CM08130056	23390621
Obdobje meritev:	2023	2023	2023	2023

Tabela 4: Podatki o merilnikih delcev PM (vir: EIMV).

	Referenčni gravimetrični merilnik PM ₁₀	Avtomatski merilnik PM ₁₀ /PM _{2.5}
Proizvajalec:	Sven Leckel	Palas
Model:	Leckel, SEQ47/50	Fidas 200
Merilna metoda:	Masna gravimetrija	Spektrometrija
Specificirana točnost:	1 ppb	–
Serijska številka:	13/0063	MOL PALAS 9383
Obdobje meritev:	2023	2023

V 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: Standardna metoda za določanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco.
- SIST EN 14211:2012: Standardna metoda za določanje koncentracije dušikovega dioksida in dušikovega oksida s kemiluminiscenco,
- SIST EN 12341:2014: Določevanje frakcije PM₁₀ lebdečih trdnih delcev; Referenčna metoda in terenski preskusni postopek za potrditev ustreznosti merilnih metod,
- SIST EN 14662-3:2016 – Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije benzena – 3. del: Avtomatsko vzorčenje s prečrpavanjem in določanje s plinsko kromatografijo na kraju samem (in situ).

Tabela 5: Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji v letu 2023.

Merilna postaja	Parametri kakovosti zraka									
	SO ₂	NO ₂	NO _x	PM ₁₀	PM _{2.5}	Benzen	Toluen	M&P-ksilen	Etilbenzen	O-ksilen
OMS Mestne občine Ljubljana (LJ Center)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-

3.2 METEOROLOGIJA

Na merilnem mestu OMS MOL (LJ Center) se poleg meritev kakovosti zraka izvajajo tudi meritve meteoroloških parametrov. 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. V nadaljevanju so prikazane graf povprečne temperature in graf povprečne relativne vlage ter roža vetrov na merilnem mestu OMS MOL. Izvajajo se tudi meritve smeri in hitrosti vetra, temperature zraka in relativne vlage.

Meritve meteoroloških parametrov se izvajajo po naslednjih merilnih principih:

- Merjenje smeri in hitrosti vetra je izvedeno z ultrazvočnim anemometrom. 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 uporovnim termometrom.
- 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.

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

Tabela 6: Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatski merilni postaji:

	Merilnik smeri in hitrosti vetra		Merilnik temperature in vlage	
Proizvajalec:	VAISALA		VAISALA	
Model:	Vaisala Weather Transmitter WXT 520		Vaisala Weather Transmitter WXT 520	
Komponenta:	smer	hitrost	temperatura	relativna vlažnost
Merilna metoda:	Ultrazvok, PTU senzor	Ultrazvok, PTU senzor	upornost	kapacitivnost
Merilno območje:	0 – 360°	0 – 60 m/s	-52 – 60°C	0 – 100%

4. NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

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

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

1. Nivo: izbira merilnikov

Merjena onesnažila se določijo glede na zakonodajne zahteve ter glede na vire emisij v okolici, ki imajo vpliv na zdravje prebivalstva. Merilne opreme mora biti primerna in mora biti opremljena s certifikati, ki zagotavljajo pravilno delovanje in njihovo skladnost s standardnimi in zakonodajnimi zahtevami.

2. Nivo: Izbira lokacije

Naslednja faza je umeščanje merilne opreme v prostor. Lokacija je lahko vnaprej določena z modelsko oceno onesnaženja, ki določi lokacijo z najvišjo koncentracijo odpadnih dimnih plinov v prostoru. Poleg tega pa je pomembna tudi funkcionalnost določenega mesta, torej njegova dostopnost in dostop do električne energije. Merilnik mora biti primerno zaščiten pred vremenskimi vplivi, imeti mora ustrezen zajem podatkov in sistem vzorčenja. AMP mora biti imeti primerno temperaturo ter mora biti redno vzdrževana in pregledana.

3. Nivo: Nadzor skladnosti meritev

Pravilno delovanje prenosa podatkov in vzdrževanje merilne opreme zagotavlja točnost, natančnost in kvantiteto pridobljenih vrednosti. Zato je v tej fazi nujno konstantno spremljanje stanja merilnika in njihovo vzdrževanje, vsak poseg na merilniku pa mora biti redno zabeležen. Odziv merilnika se vsakodnevno preverja z avtomatsko kontrolo referenčne in ničelne točke. Z ročnim naravnavanjem pa se ti dve točki preverjati na vsake 3-mesece, ki ga opravi primerno usposobljena oseba. Testi funkcionalnosti merilnika se opravijo na letnem nivoju. Merilnik pa mora biti tudi redno servisiran in očiščen. Učinkovito delovanje procesov nivoja 3. so rezultat izpopolnjevanj zahtev razpoložljivosti podatkov meritev.

4. Nivo: Validacija

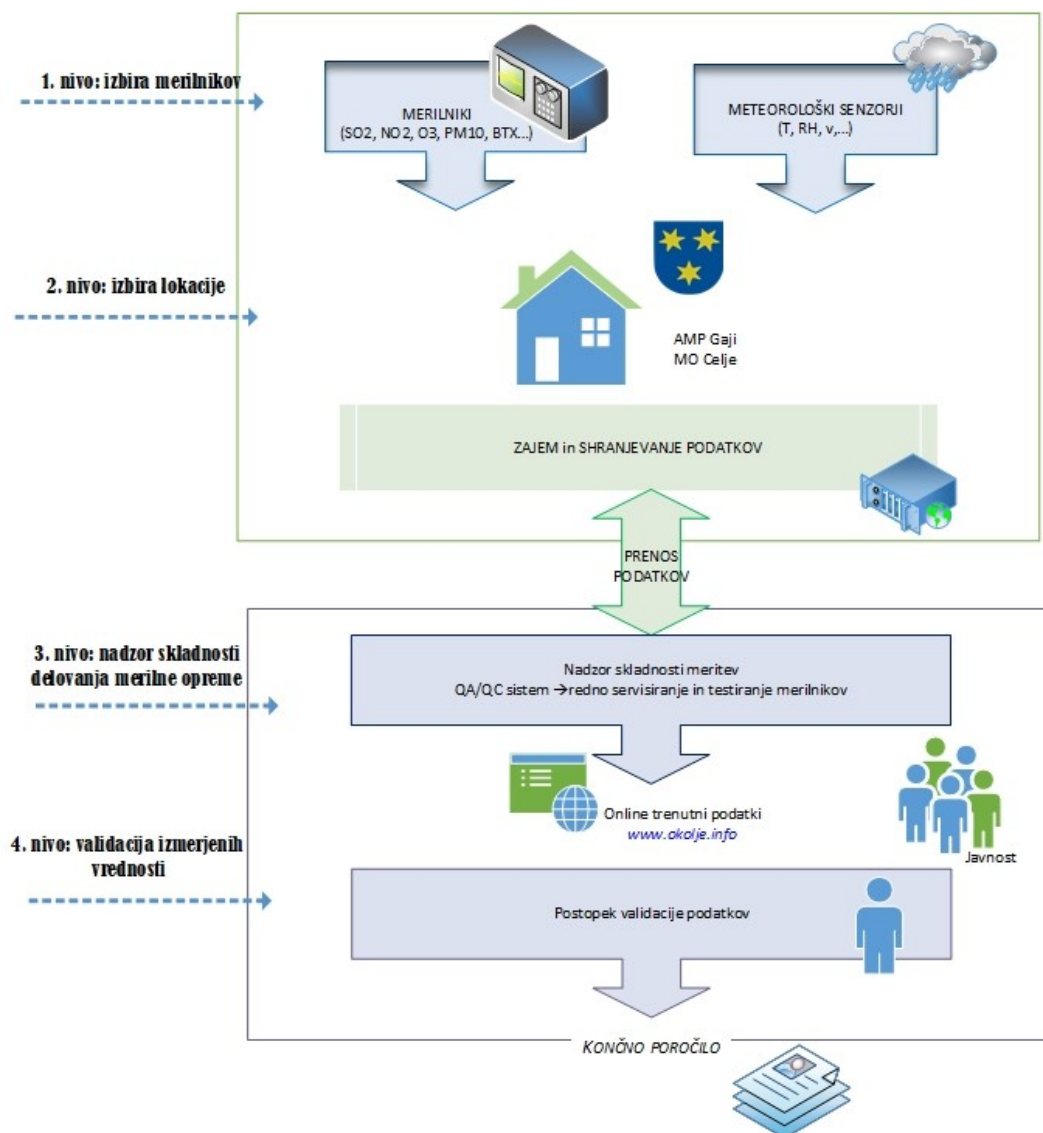
Namenjana je validaciji celotnega procesa, ki je lahko avtomatska izražena kot kontrole, ki opozarjajo na nepravilnosti in stanje na merilni postaji. Validacija pa je izražena tudi v obliki obdelave in analize izmerjenih vrednosti, oceni merilne negotovosti in nadzora nad odstopanji od predpisanih mejnih vrednosti.

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

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

- so skladne s Prilogo 1 **Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2) in je zagotovljena 90 % razpoložljivost za merilnike SO₂ in NO/NO_x;
- je zagotovljena stabilnost ničelne in referenčne točke za merilnike SO₂, NO/NO_x;

- se redno izvaja dvotočkovno umirjanje (na 3-mesece)
- se 1-krat letno opravi test linearnosti.



Slika 4: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanje zraka v okoljskem informacijskem sistemu (vir: EIMV).

5. REZULTATI MERITEV

Meritve onesnaženosti zraka in meteoroloških parametrov so bile opravljene z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Mestne občine Ljubljana na lokaciji avtomatske merilne postaje Tivolska - Vošnjakova. Merilna postaja je v upravljanju EIMV. Merilna postaja je v upravljanju EIMV. Zagotavljanje skladnosti meritev se potrjuje s sprotim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Izpolnjevanje zahtev standardov je zagotovljeno z vključitvijo OMS MOL v sistem kakovosti Oddelka za okolje (OOK) Elektroinštituta Milan Vidmar. Z vključitvijo v sistem kakovosti je OOK Elektroinštituta Milan Vidmar vzpostavil sistem nadzora skladnosti meritev in nadzora delovanja opreme, v okviru nadzora skladnosti meritev 3. in 4. nivoja. Pri tem so bile uporabljene metode za oceno koncentracij v zraku, katerih negotovost bo ocenjena skladno z načeli mednarodno uveljavljenih standardov.

V nadaljevanju so za vsak merjeni parameter najprej predstavljeni podatki o izmerjenih vrednostih, nato je podana frekvenčna tabela razporeditve koncentracij, grafa urnih in dnevnih vrednosti ter pregled koncentracij skozi leto. Na koncu sta podani še roža vetrov (levo) in roža onesnaženja (desno).

5.1 VZDRŽEVALNA DELA IN POSEGI

Za merilno mesto OMS MOL se poleg rednih testiranj in vzdrževanj merilnikov izvajajo tudi vzdrževalni posegi same merilne postaje, ki so za leto 2023 prikazani v spodnji tabeli (Tabela 7).

Tabela 7: Tabela vzdrževanja merilnikov in merilne postaje OMS MOL (LJ Center).

Datum	Naziv	Komentar
11. 1. 2023	Ostalo	Vzpostavitev meritev črnega ogljika.
13. 1. 2023	Ostalo	Pregled filtra na zajemu vzorca črnega ogljika.
18. 1. 2023	Ostalo	Pregled delovanja merilnika črnega ogljika.
25. 1. 2023	Ostalo	Demontaža merilnika črnega ogljika.
22. 9. 2023	Ostalo	Dan odprtih vrat na merilni postaji OMS MOL.

Za pravilno delovanje merilnikov se poleg rednega vzdrževanja izvajajo redna naravnavanja merilne opreme ter redna letna ocena skladnosti. V spodnji tabeli so prikazani izvedeni termini naravnavanj in testov skladnosti ter datumi opravljenih večjih vzdrževalnih del (Tabela 8).

Tabela 8: Tabela rednih posegov na merilni postaji OMS MOL.

ID	Naziv	Serijska številka	Poseg
BK5XBGGG	HORIBA APNA-370	BK5XBGGG	Naravnavanje 4. 1. 2023 30. 5. 2023 7. 9. 2023 8.12.2023 Ocena skladnosti 4. 4. 2023
159699	Thermo 43i	CM08130056	Naravnavanje 4. 4. 2023 30. 5. 2023 7. 9. 2023 8. 12. 2023 Ocena skladnosti 4. 4. 2023 Večji servisni poseg 27. 2. 2023 8. 3. 2023 15. 3. 2023 29. 3. 2023 9. 8. 2023 16. 8. 2023
23390621	Analizator BTX Cromatotech	23390621	Večji servisni poseg 22. 5. 2023 25. 8. 2023 14. 9. 2023 14. 11. 2023
13_0063	Leckel, SEQ47/50	13/0063	Naravnavanje 30. 5. 2023 8. 11. 2023 Večji servisni poseg 31. 7. 2023 9. 8. 2023
9383	Palas 200	MOL PALAS 9383	Naravnavanje 4. 4. 2023 Ocena skladnosti 4. 4. 2023 18. 8. 2023 8. 11. 2023 Test ekvivalence (v obsegu 40 dni) 24. 3. 2023 31. 7. 2023 Večji servisni poseg 6. 4. 2023
6849	Sistem za zajem podatkov	6849	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.

5.2 PRIKAZ REZULTATOV MERITEV KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

V poročilu so za leto 2023 podani rezultati urnih in dnevnih vrednosti za parametre SO₂, NO₂, NO_x, PAH, PM₁₀ in PM_{2,5} ter njihova statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov v letu 2023 na tej lokaciji.

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ do januar 2023

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2023	0	0	0	99

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ do januar 2023

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2023	0	0	-	99

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ do januar 2023

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2023	-	-	22	96

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	2	2	3

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	33	38	38

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	79	90	85

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	29	26	27

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	1	1

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	2	3

Pregled srednjih koncentracij: M&P-ksilen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za leto 2023 in pretekla leta

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	2	1

Pregled srednjih koncentracij: etilbenzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za leto 2023 in pretekla leta

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	0	0

5.2.1 Pregled koncentracij v zraku: SO₂ – Tivolska - Vošnjakova

V letu 2023 je bilo na lokaciji OMS MOL izmerjenih 99 % pravih rezultatov urnih koncentracij SO₂ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev SO₂ monitoringa kakovosti zunanjega zraka MO Ljubljana. Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 8 µg/m³ in je bila dosežena dne 30. 5. 2023 ob 10:00, maksimalna dnevna koncentracija je znašala 8 µg/m³, dosežena 29. 5. 2023. Srednja letna koncentracija je znašala 3 µg/m³. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno.

Tabela 9: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za 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	-	

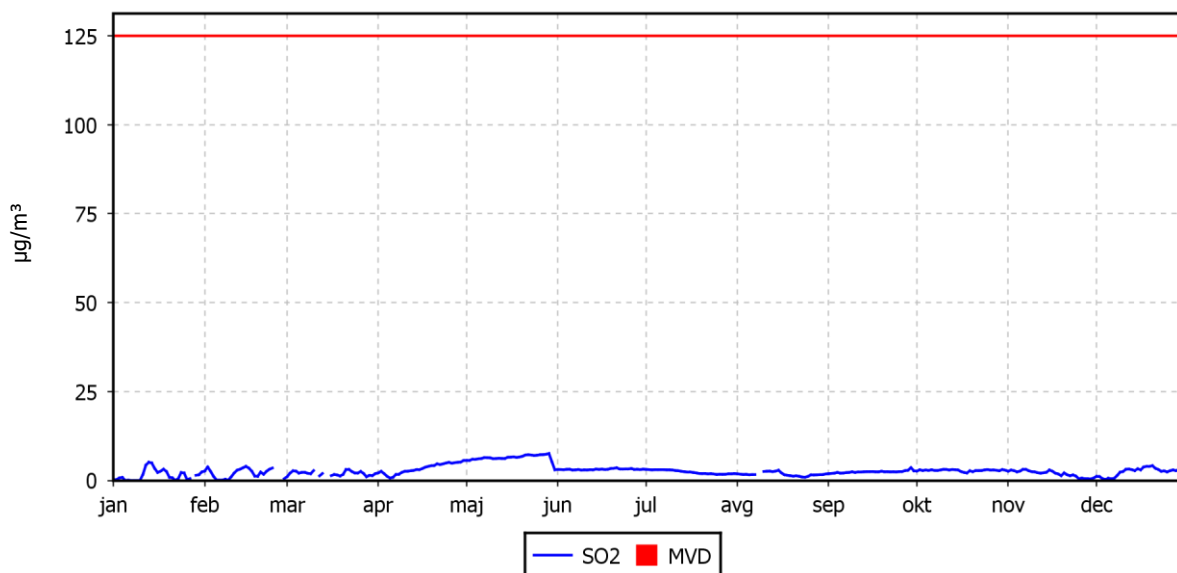
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8575	99%
Maksimalna urna koncentracija:	8 µg/m ³	30.05.2023 10:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	8 µg/m ³	29.05.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	07.01.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	3 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.22 - 1.4.23):	2 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:	8 µg/m ³	
- 99.2 p.v. - dnevnih koncentracij:	7 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

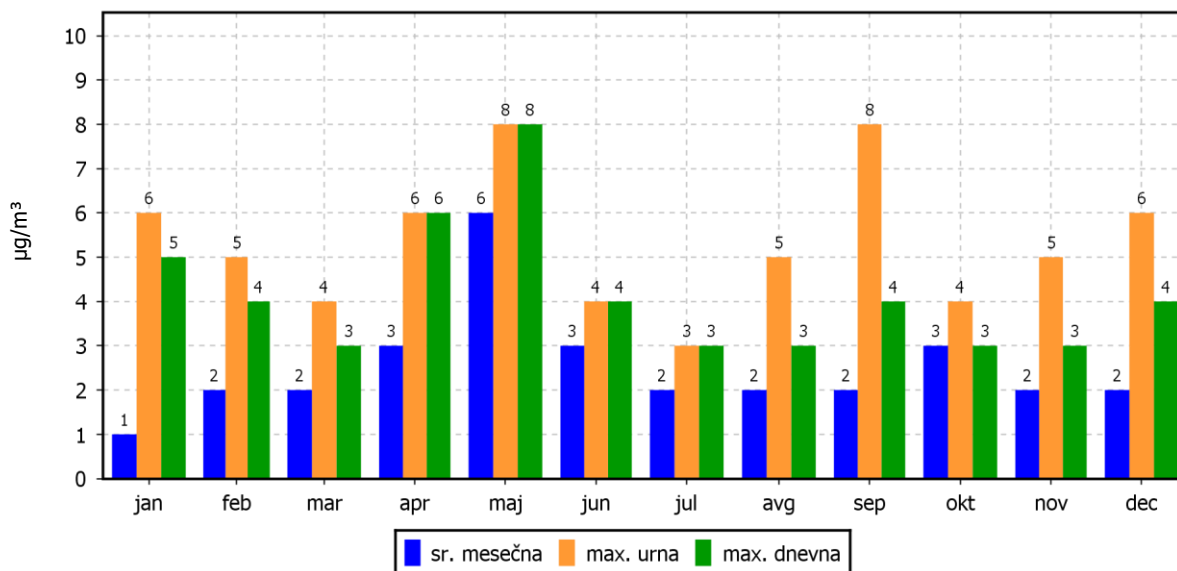
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

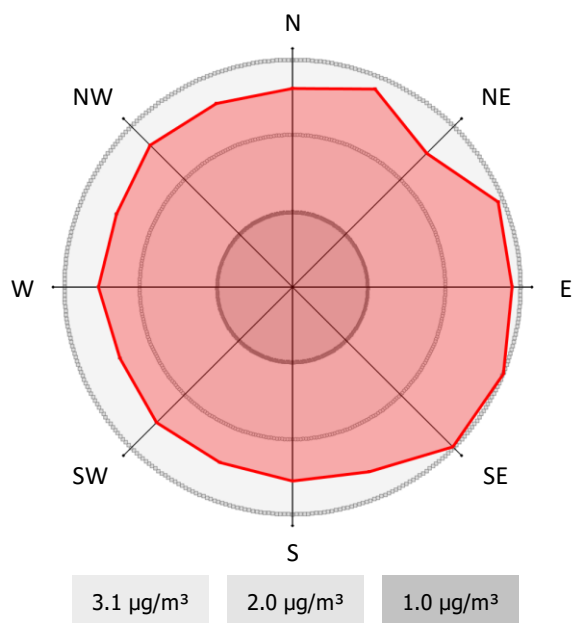
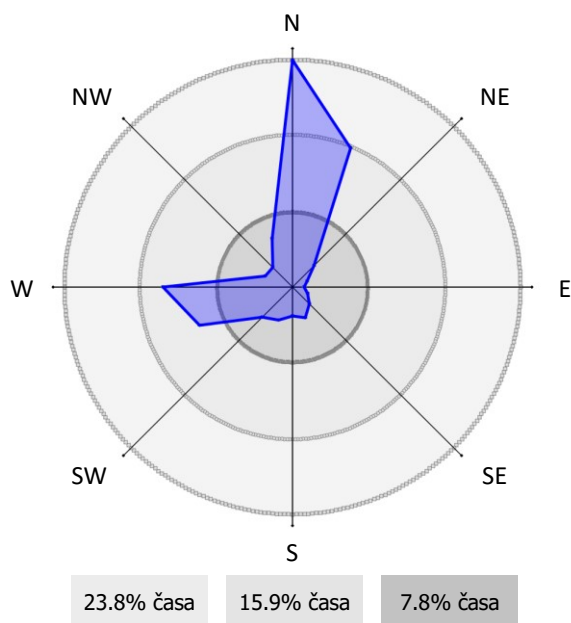
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.2.2 Pregled koncentracij v zraku: NO₂ – Tivolska - Vošnjakova

V letu 2023 je bilo na lokaciji OMS MOL izmerjeno 99 % pravih rezultatov urnih koncentracij NO₂/NO_x v zunanjem zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev monitoringa kakovosti zunanjega zraka MOL. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili presežena. Maksimalna urna koncentracija NO₂ na lokaciji je znašala 122 µg/m³ in je bila dosežena dne 14. 2. 2023 ob 18:00, maksimalna dnevna koncentracija je znašala 72 µg/m³, dosežena tudi dne 14. 2. 2023. Srednja letna koncentracija je znašala 38 µg/m³. Onesnaženje je prišlo iz vseh smeri enakomerno.

Tabela 10: 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)	-	

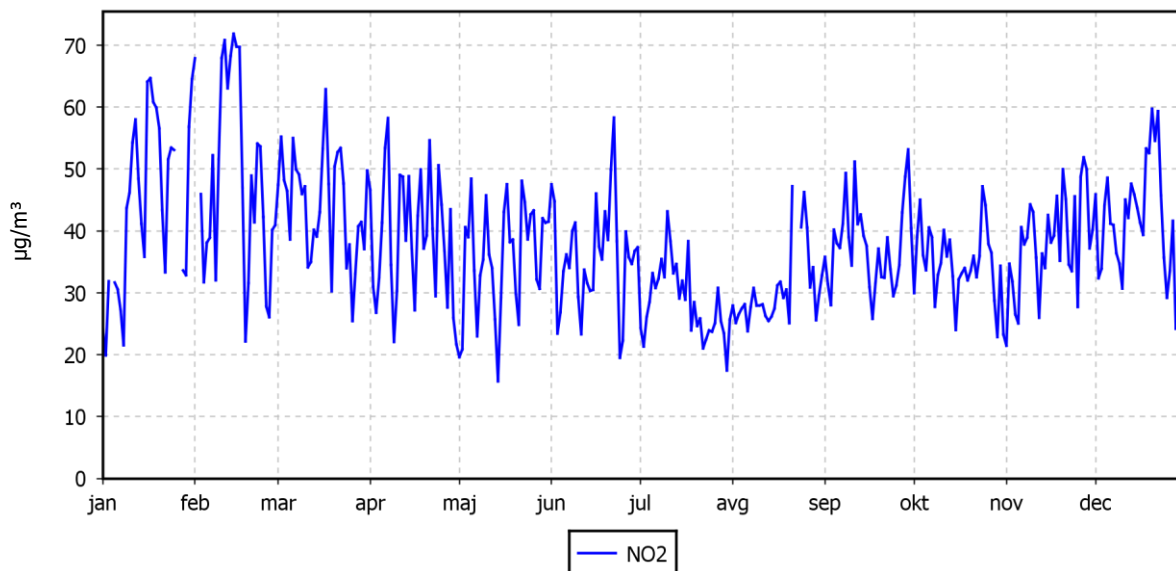
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8645	99%
Maksimalna urna koncentracija:	122 µg/m ³	14.02.2023 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	72 µg/m ³	14.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	16 µg/m ³	14.05.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	38 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:	82 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	71 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

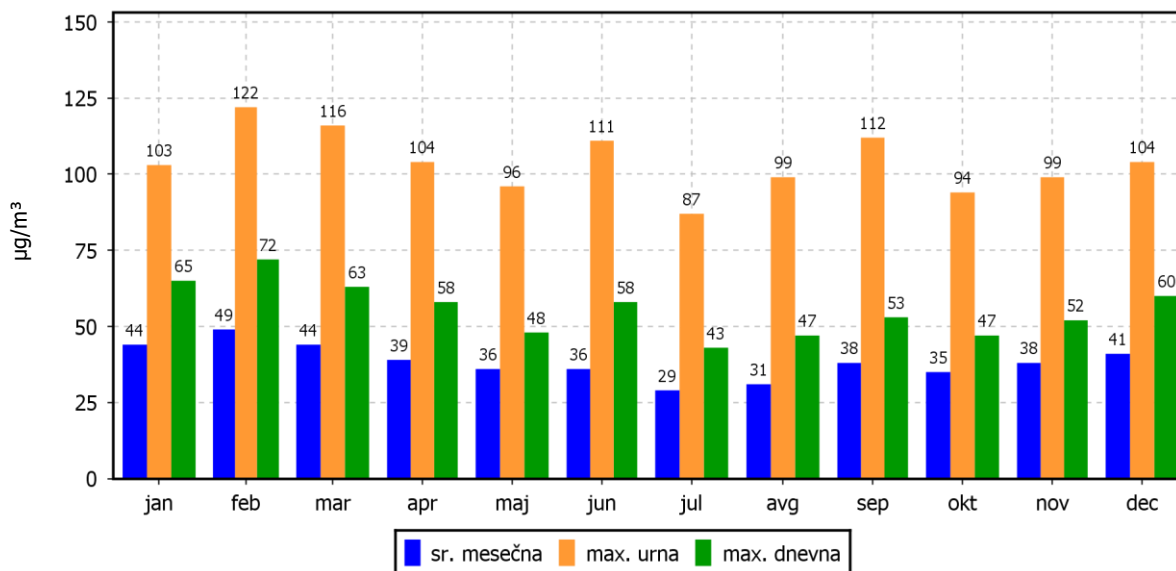
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

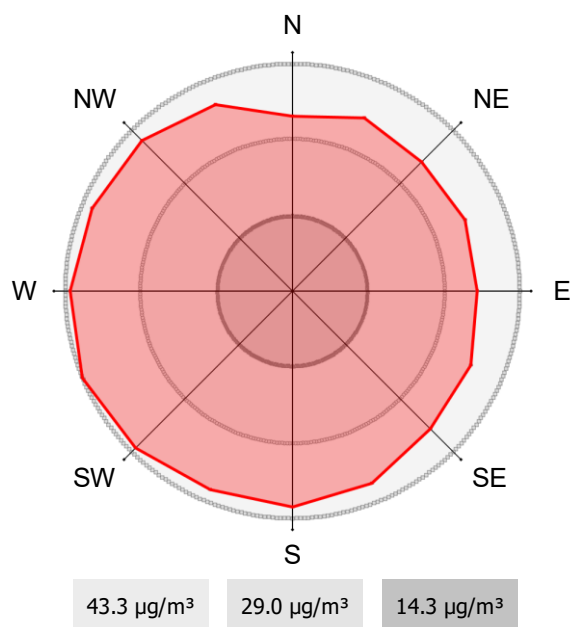
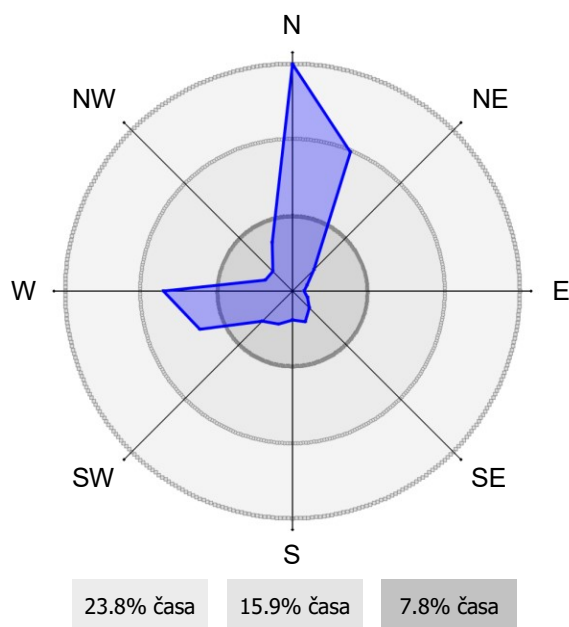
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.2.3 Pregled koncentracij v zraku: NO_x – Tivolska - Vošnjakova

Dnevne koncentracije so se gibale med 82 in 403 µg/m³. Maksimalna dnevna koncentracija NO_x je znašala 403 µg/m³ in je bila dosežena dne 20. 12. 2023. Srednja letna vrednosti je znašala 85 µg/m³.

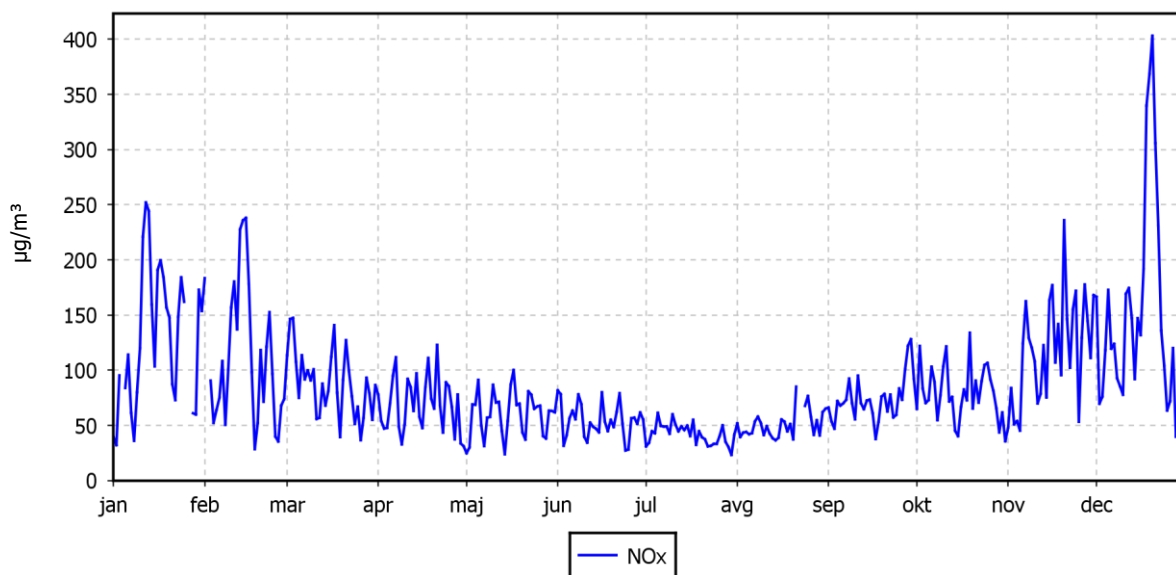
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8645	99%
Maksimalna urna koncentracija:	656 µg/m ³	20.12.2023 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	403 µg/m ³	20.12.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	23 µg/m ³	30.07.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	85 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.22 - 1.4.23):	110 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	309 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	378 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

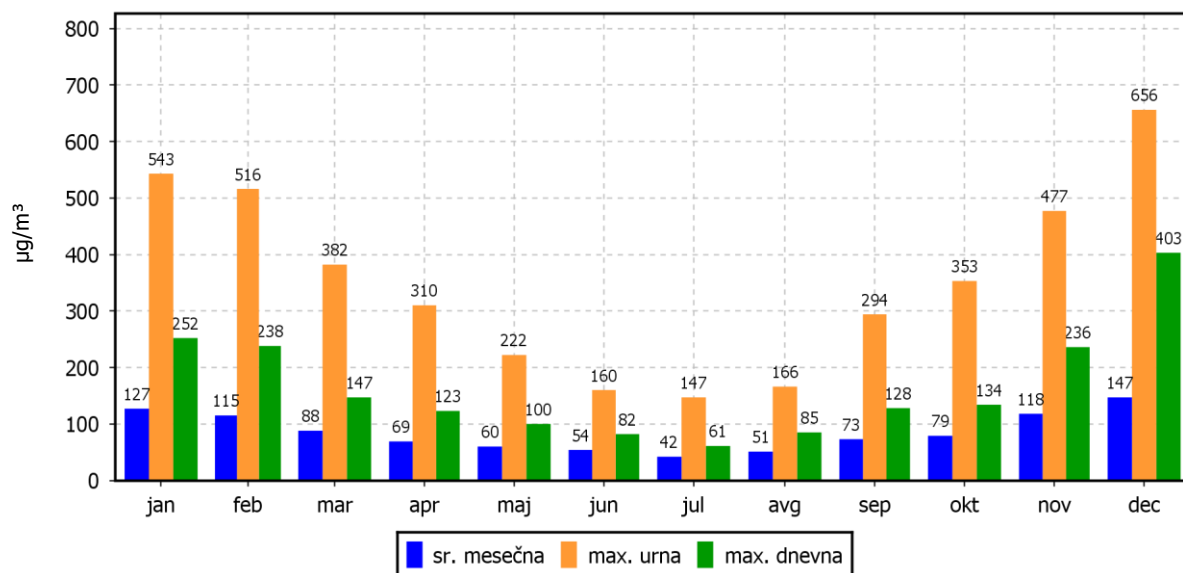
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

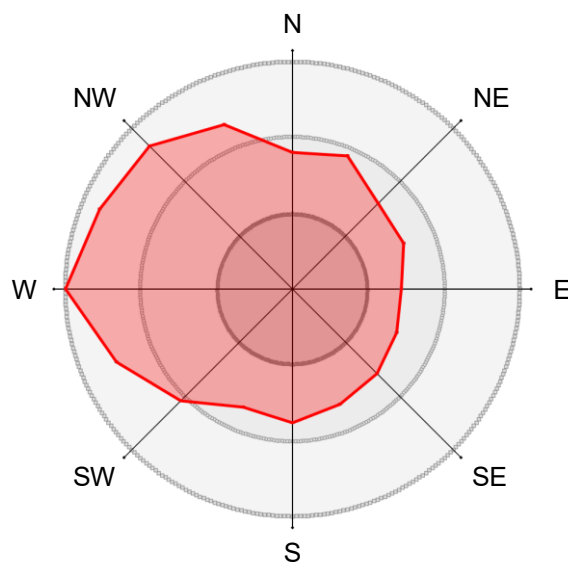
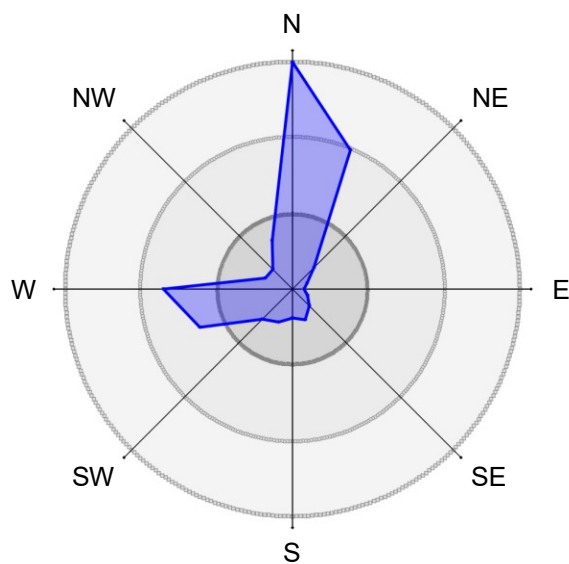
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.2.4 Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova

V letu 2023 je bilo na lokaciji OMS MOL izmerjeno 91 % pravih rezultatov urnih koncentracij BTX v zunanjem zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev monitoringa kakovosti zunanjega zraka MOL. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 10 µg/m³, dosežena dne 20. 12. 2023 ob 19:00, maksimalna dnevna koncentracija je znašala 8 µg/m³ in je bila dosežena dne 5. 8. 2023. Srednja letna koncentracija je znašala 1 µg/m³. Onesnaženje je bilo največje iz smeri W, WNW, NW in NNW.

Merilnik BTX v obdobju med 22. 8. 2023 in 14. 9. 2023 ni deloval pravilno, zato vrednosti benzena v tem obdobju niso podane.

Tabela 11: Mejna vrednost za benzen (C₆H₆) in smernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Čas merjenja	Mejna vrednost (µg/m ³)	SZO 2021 (µg/m ³)
Koledarsko leto	5	Je karcinogen, zato ga SZO v ozračju odsvetuje.

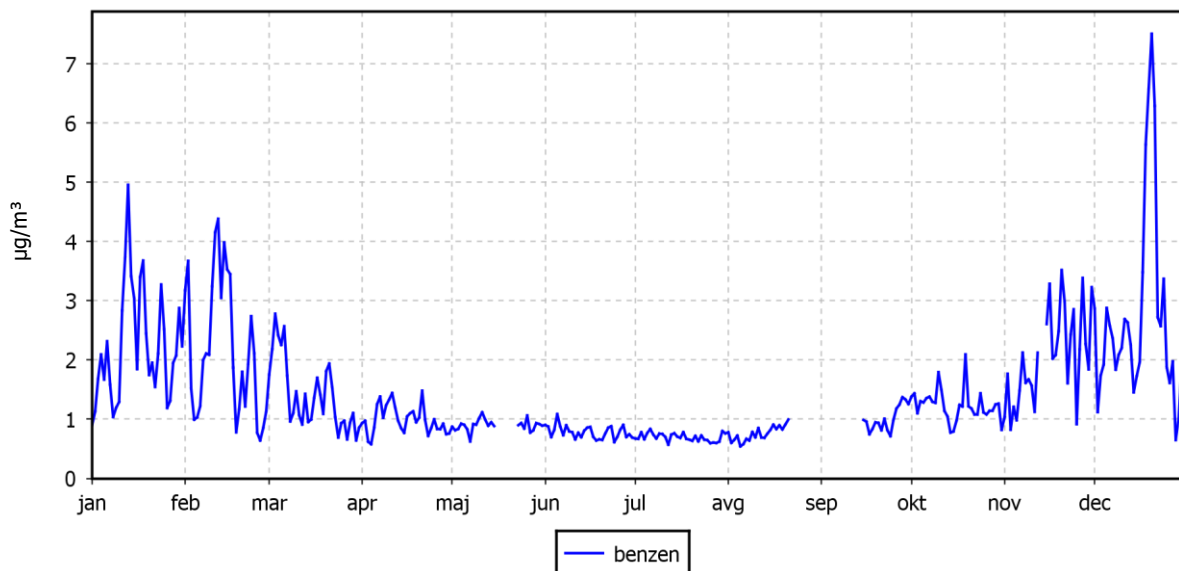
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	7994	91%
Maksimalna urna koncentracija:	10 µg/m ³	20.12.2023 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	8 µg/m ³	20.12.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	1 µg/m ³	05.08.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	1 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	5 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	1 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

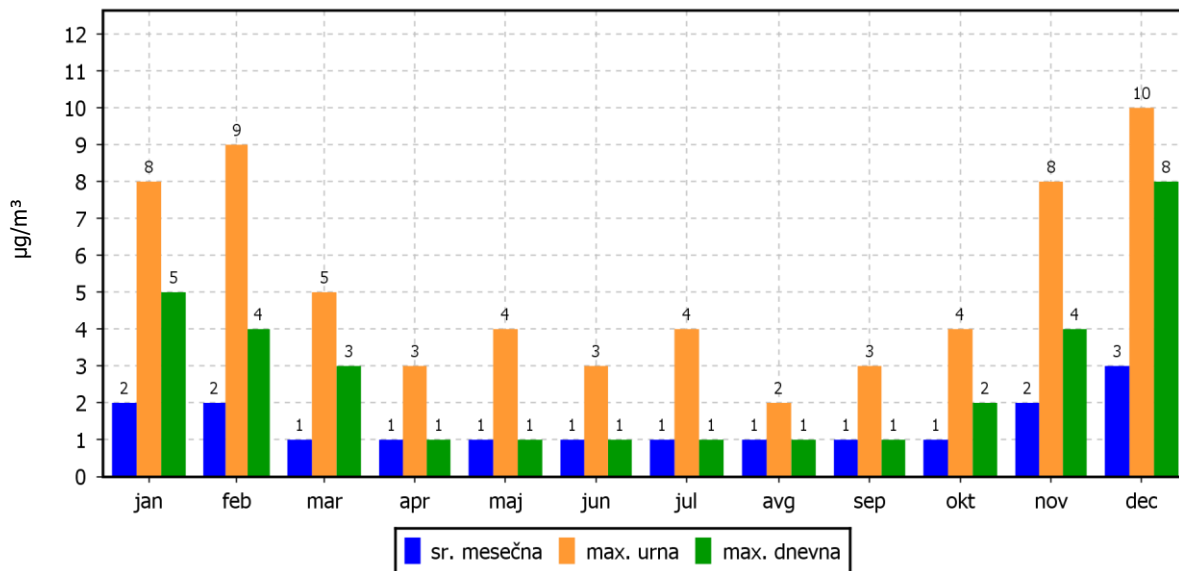
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

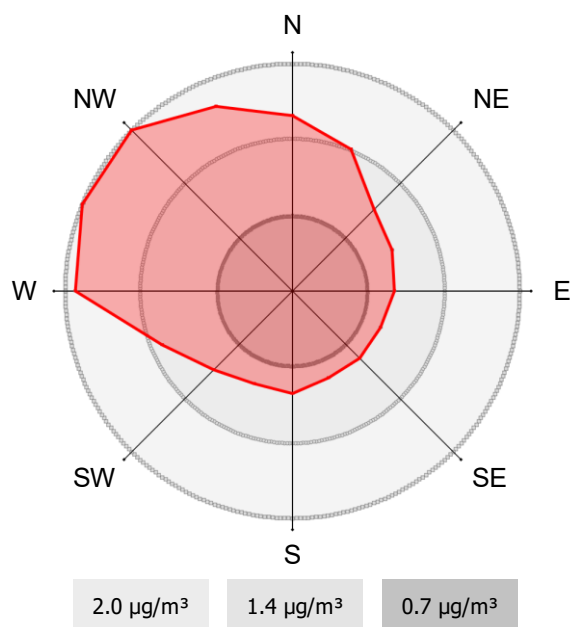
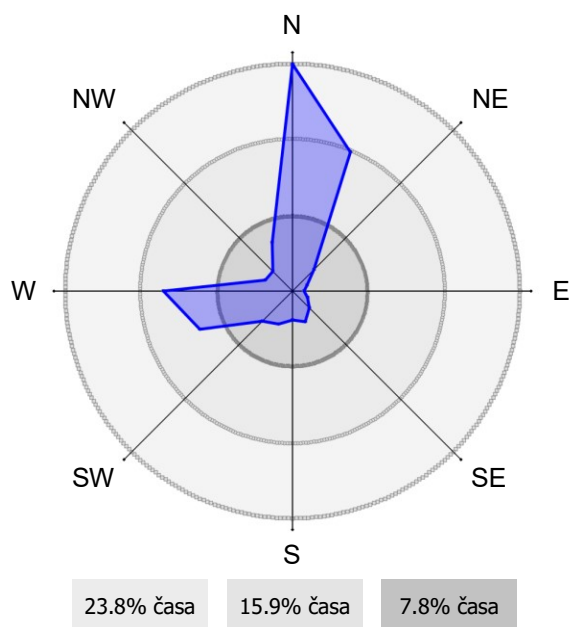
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.2.5 Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova

Mejna, alarma in cilja vrednost za toluen v slovenski zakonodaji ni podana. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 218 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dosežena dne 14. 8. 2023 ob 08:00, maksimalna dnevna koncentracija je bila tudi izmerjena dne 14.08.2022 in je znašala 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Onesnaženje je bilo največje iz smeri W, WNW, NW, NNW in SE.

Merilnik BTX v obdobju med 22. 8. 2023 in 14. 9. 2023 ni deloval pravilno, zato vrednosti toluena v tem obdobju niso podane.

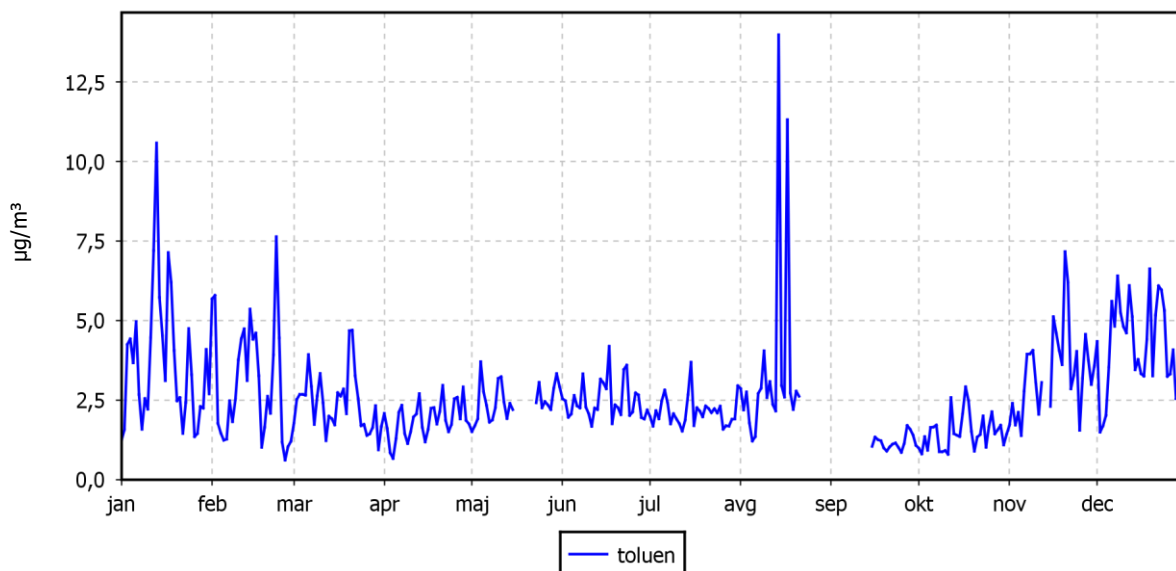
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	7994	91%
Maksimalna urna koncentracija:	218 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.08.2023 08:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	14.08.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

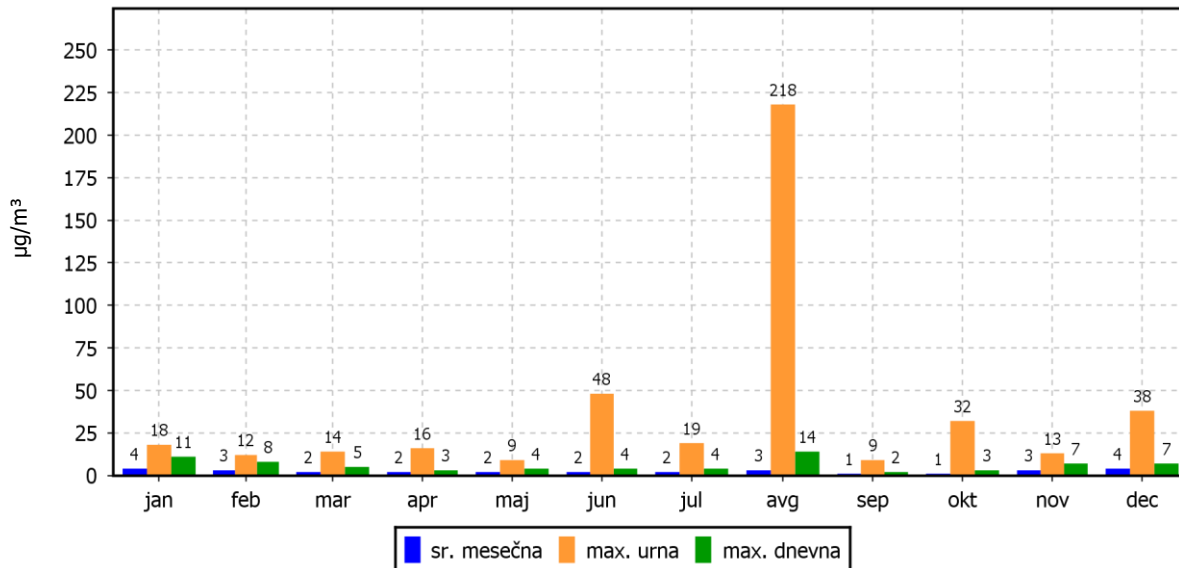
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

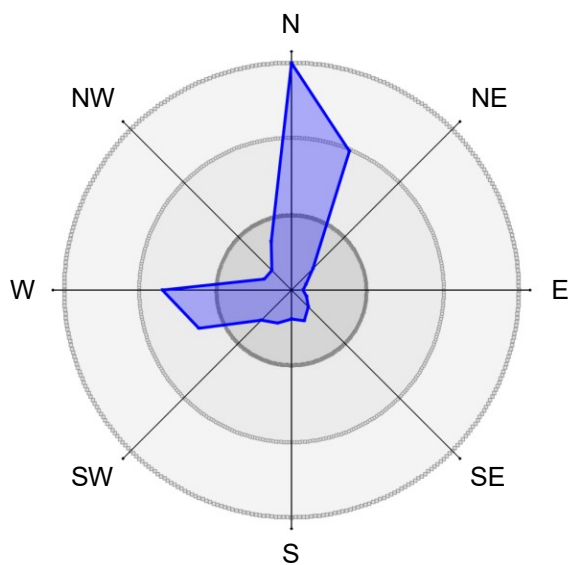
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

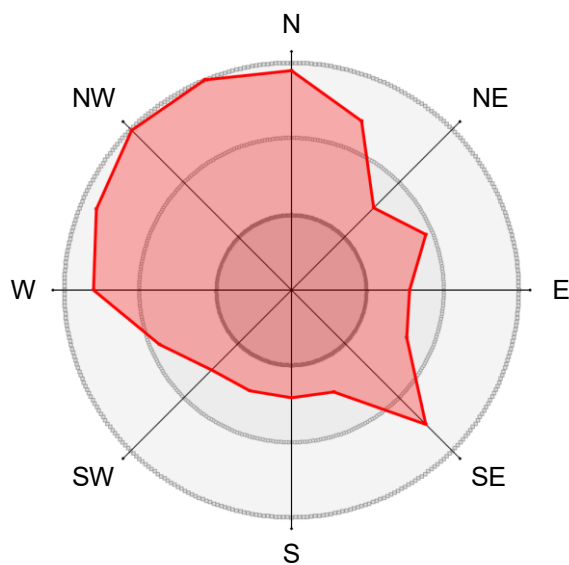
01.01.2023 do 01.01.2024



23.8% časa

15.9% časa

7.8% časa



3.4 µg/m³

2.3 µg/m³

1.1 µg/m³

5.2.6 Pregled koncentracij v zraku: M&P ksilen – Tivolska - Vošnjakova

Maksimalna urna koncentracija meta- in para- ksilena je znašala 124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 28. 1. 2023 ob 01:00, maksimalna dnevna koncentracija je bila tudi izmerjena dne 28. 1. 2023 in je znašala 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Onesnaženje je bilo največje iz smeri W, WNW, NW in NNW.

Merilnik BTX v obdobju med 22. 8. 2023 in 14. 9. 2023 ni deloval pravilno, zato vrednosti M&P-ksilena v tem obdobju niso podane.

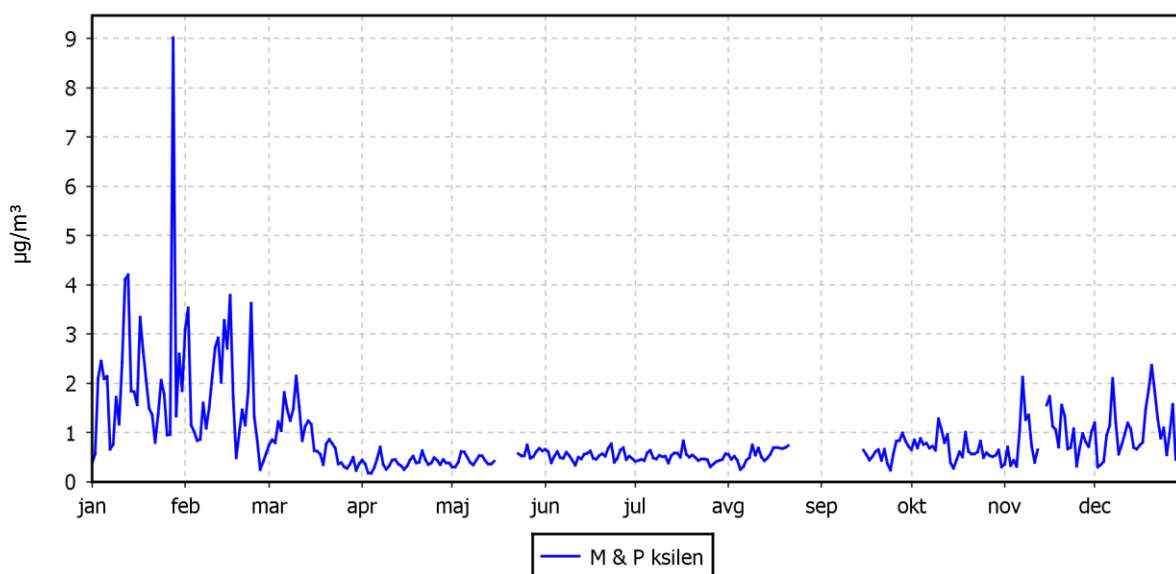
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	7994	91%
Maksimalna urna koncentracija:	124 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28.01.2023 01:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28.01.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	04.04.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

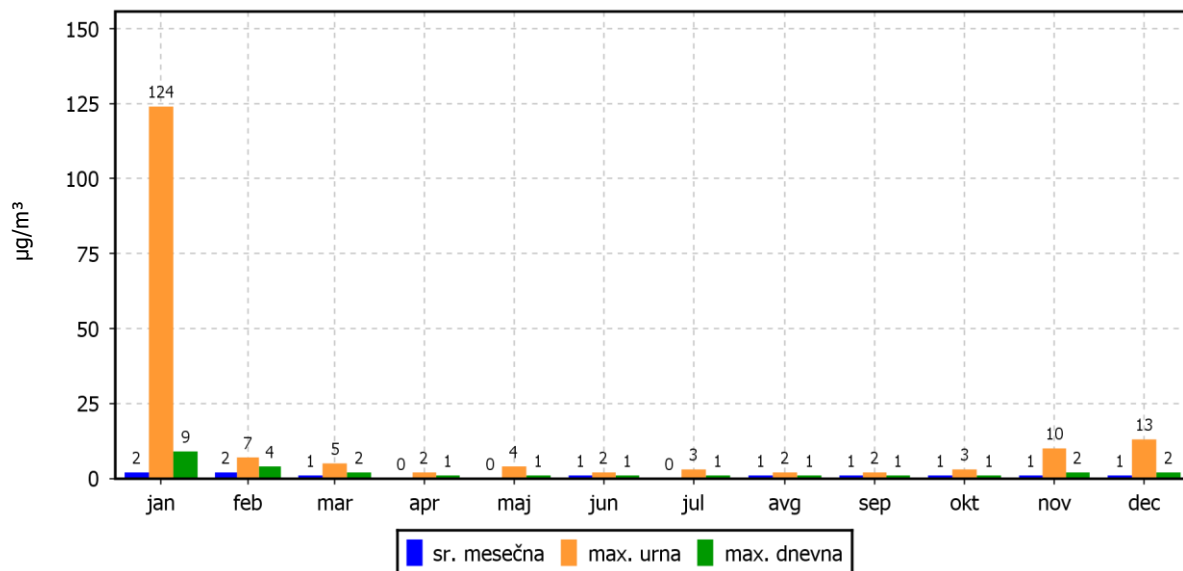
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

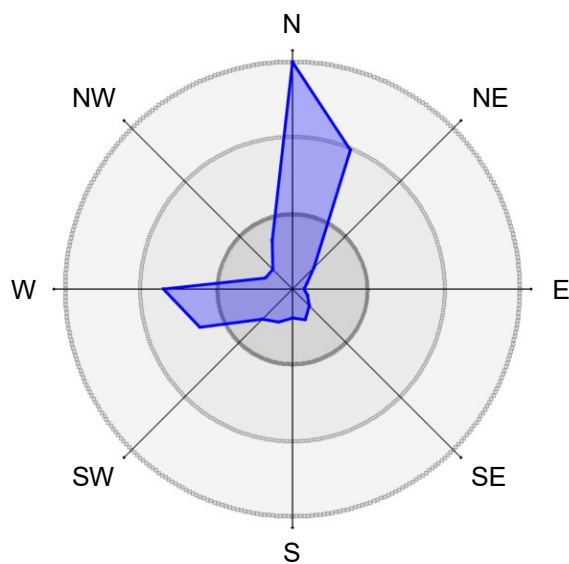
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

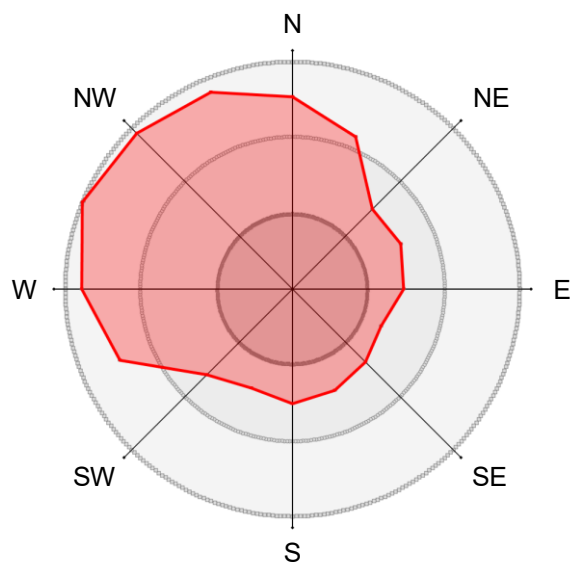
01.01.2023 do 01.01.2024



23.8% časa

15.9% časa

7.8% časa



1.2 µg/m³

0.8 µg/m³

0.4 µg/m³

5.2.7 Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova

Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, doseženo dne 28. 1. 2023 ob 01:00, maksimalna dnevna koncentracija je bila tudi izmerjena dne 28. 1. 2023 in je znašala 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Onesnaženje je bilo največje iz smeri SWS, WNW in NNW.

Merilnik BTX v obdobju med 22. 8. 2023 in 14. 9. 2023 ni deloval pravilno, zato vrednosti etilbenzena v tem obdobju niso podane oz. v obdobju med aprilom in septembrom koncentracije etilbenzena v zunanjem zraku niso bile zaznane.

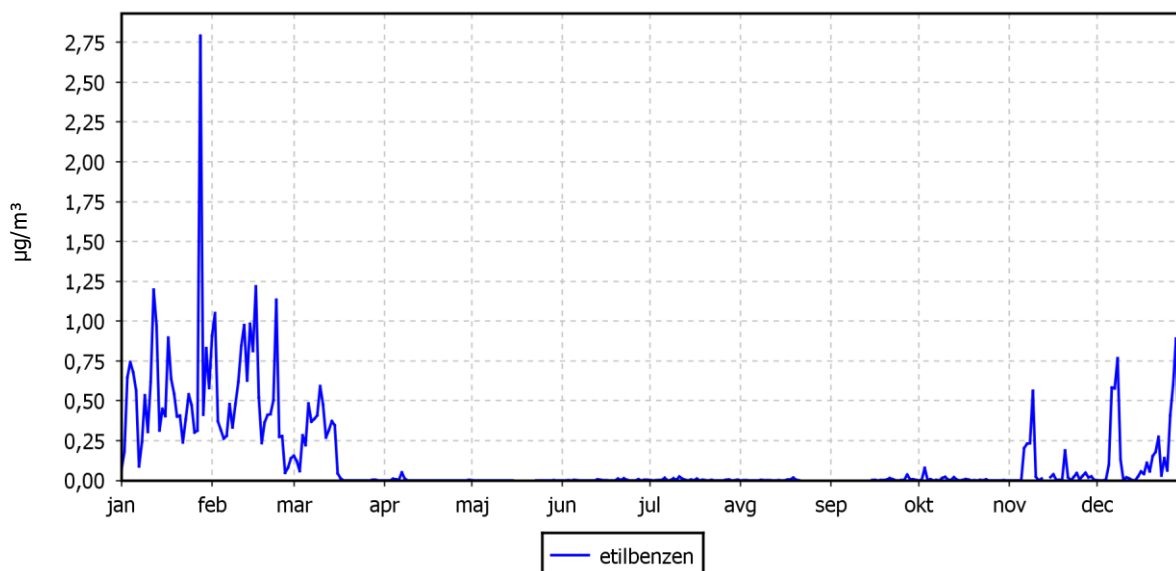
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	7994	91%
Maksimalna urna koncentracija:	42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28.01.2023 01:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	28.01.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18.03.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

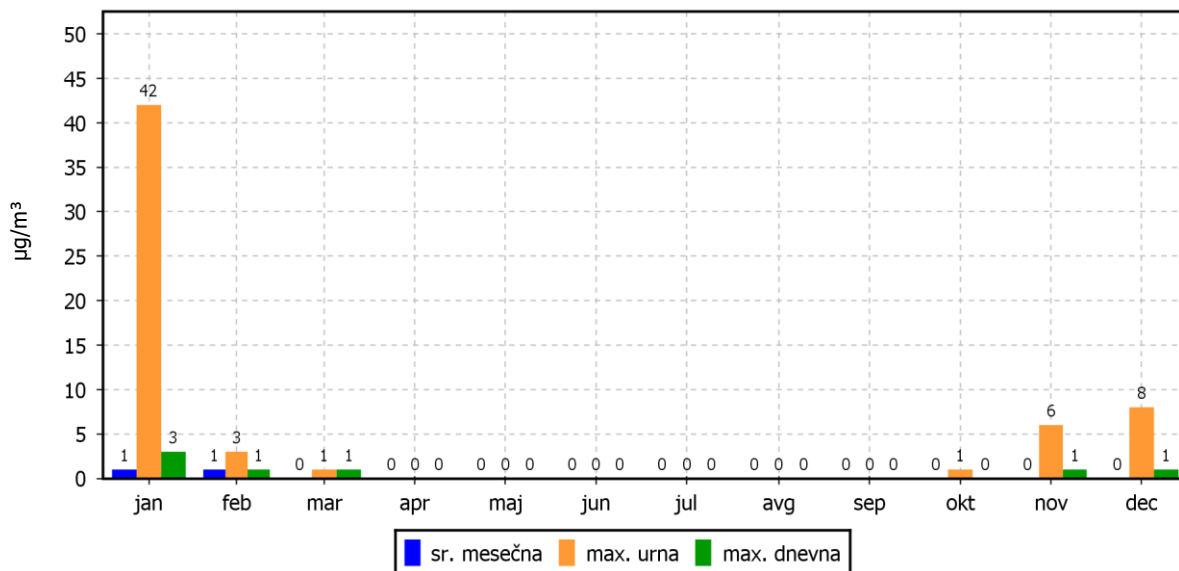
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

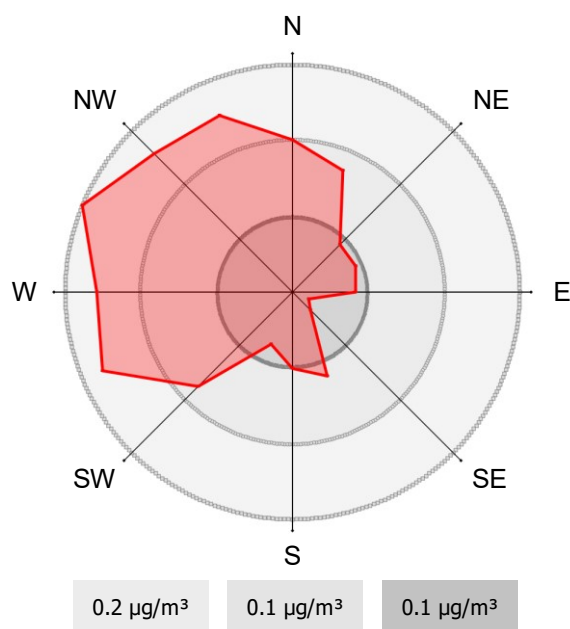
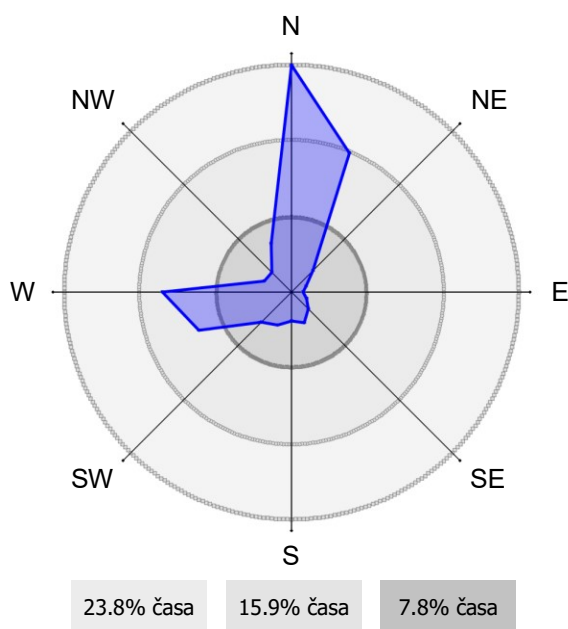
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.2.8 Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀ – Tivolska - Vošnjakova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 96 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 22-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 139 µg/m³, dosežena dne 24. 3. 2023 ob 09:00. Maksimalna dnevna koncentracija 84 µg/m³ je bila izmerjena dne 11. 2. 2023. Srednja letna koncentracija je znašala 27 µg/m³. Onesnaženje je bilo iz vseh smeri enakomerno in ga lahko pripišemo predvsem lokalnim virom, saj je postaja v bližini večje prometnice. Prav tako pa na formacijo prašnih delcev močno vpliva meteorologija, še posebno v zimskem obdobju leta.

Tabela 12: Meje vrednosti za delce PM₁₀ in ismernice SZO (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

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

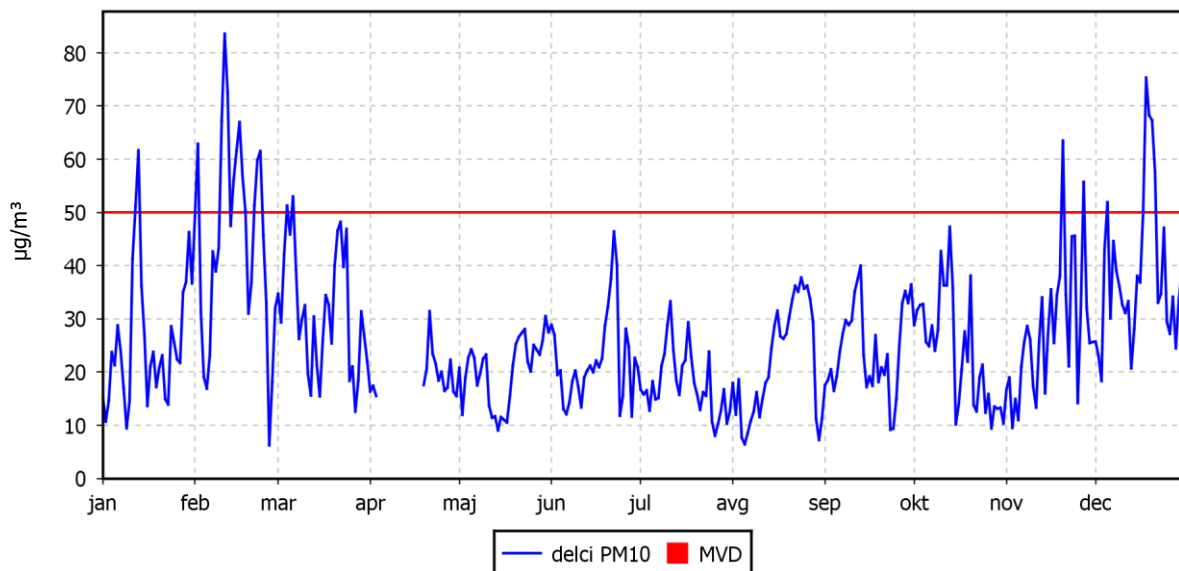
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8411	96%
Maksimalna urna koncentracija:	139 µg/m ³	24.03.2023 09:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	84 µg/m ³	11.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	6 µg/m ³	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	27 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	22	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	48 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	65 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

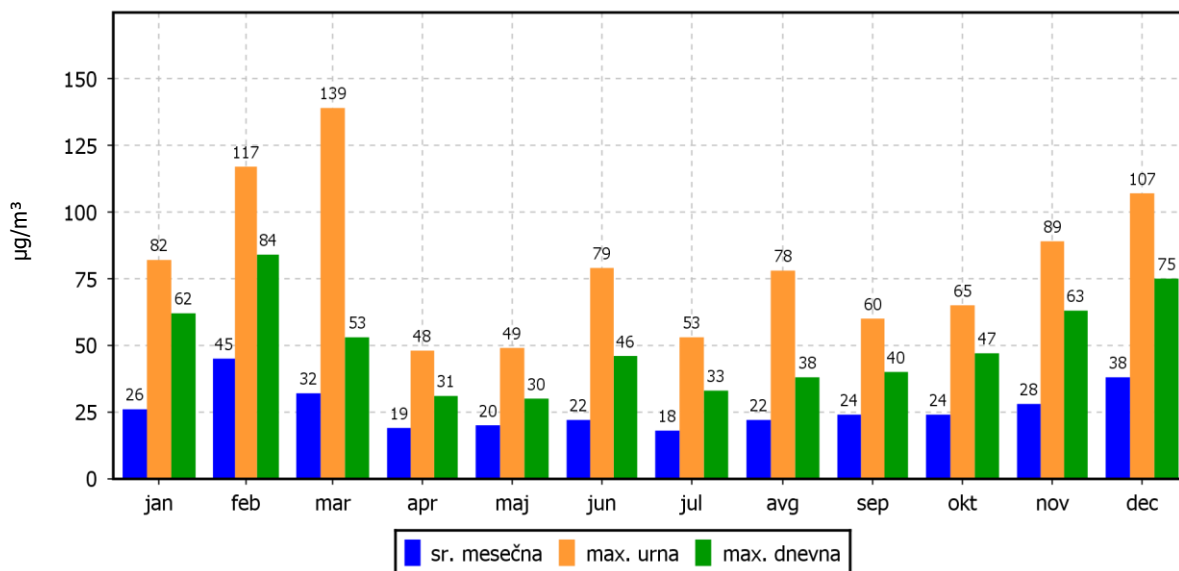
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

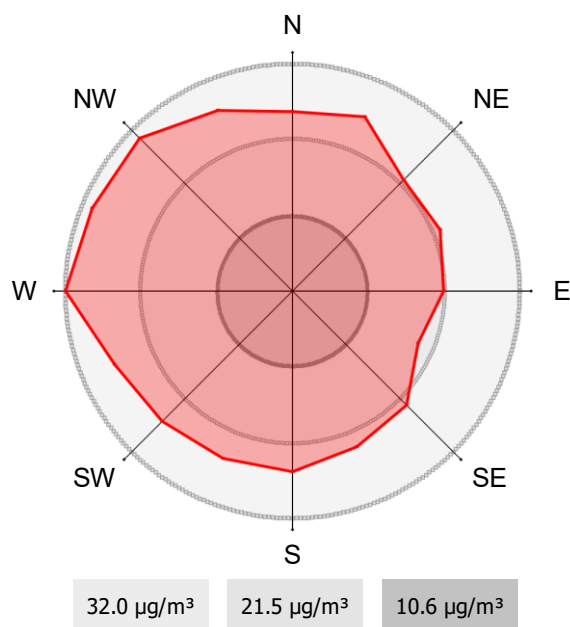
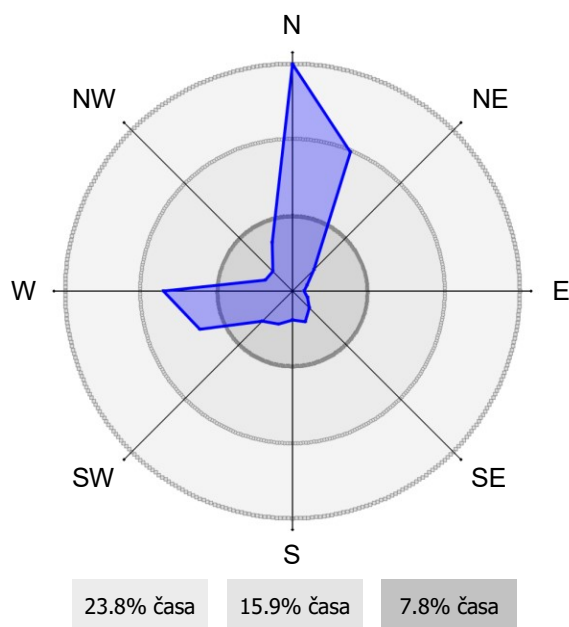
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.2.9 Pregled koncentracij v zraku: PM_{2.5} – Tivolska - Vošnjakova

Z majem 2018 so se na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova vzpostavile tudi meritve drobnih delcev z velikosti premera 2.5 µm. Koncentracije PM_{2.5} imajo podoben trend kot koncentracije PM₁₀, opazne so manjše koncentracije v poletnih mesecih ter višje v zimskih mesecih. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2.5} je znašala 117 µg/m³, dosežena dne 18. 12. 2023 ob 23:00, maksimalna dnevna koncentracija 83 µg/m³ je bila izmerjena dne 19. 12. 2023. Srednja letna koncentracija v merjenem obdobju je znašala 18 µg/m³. Onesnaženje je bilo največje iz smeri W, WNW, NW in NNW.

Tabela 13: Mejne vrednosti za delce PM_{2.5}.

Čas merjenja	Mejna vrednost (µg/m ³)	SZO 2021 (µg/m ³)
1 dan		25
Koledarsko leto	20	10
Triletno povprečje	20	-

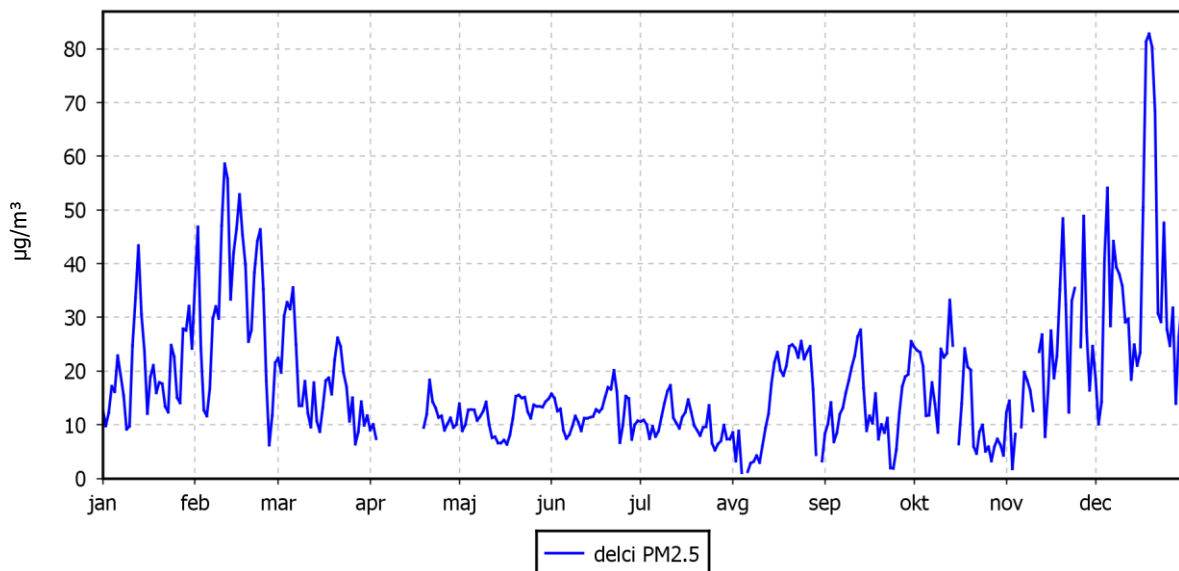
Lokacija meritev:	OMS - MOL
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	8298	95%
Maksimalna urna koncentracija:	117 µg/m ³	18.12.2023 23:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	83 µg/m ³	19.12.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	1 µg/m ³	04.08.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	18 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	36 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	53 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

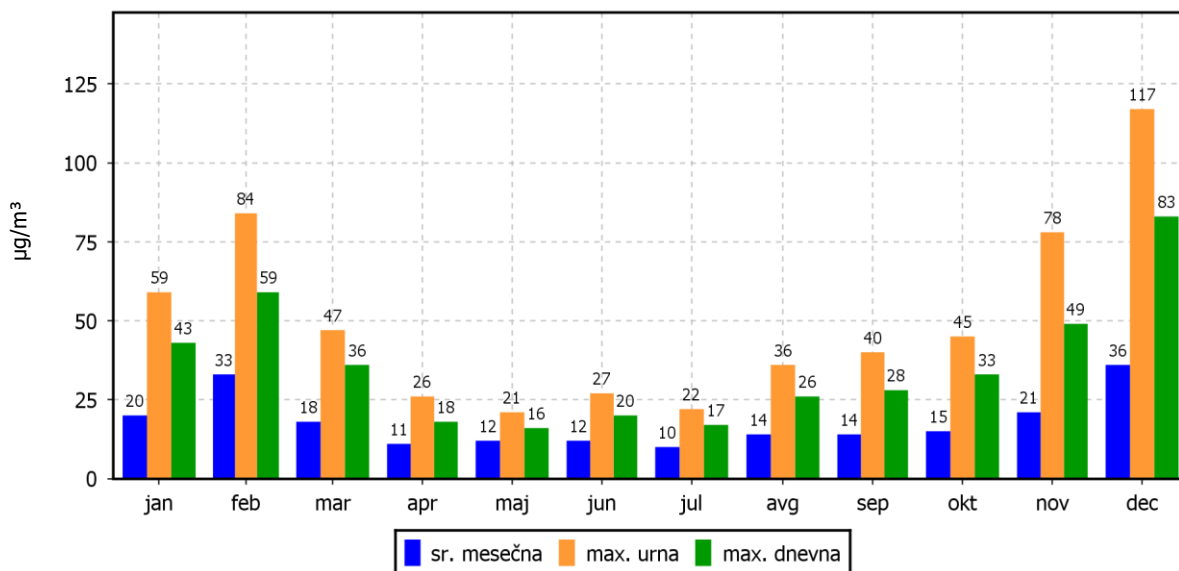
01.01.2023 do 01.01.2024



KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

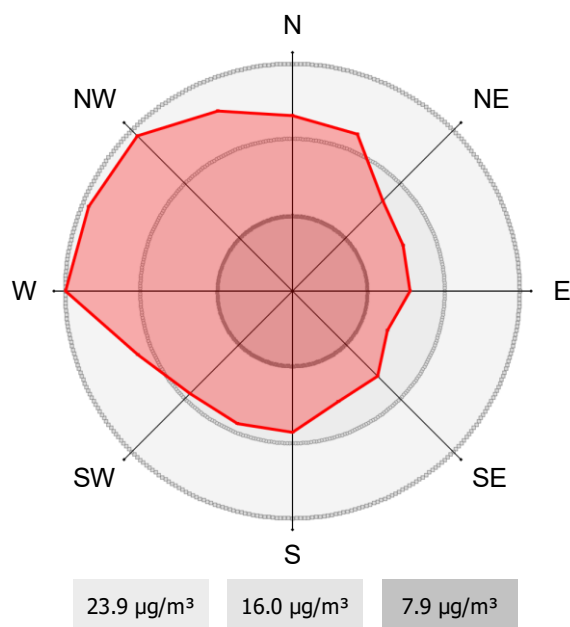
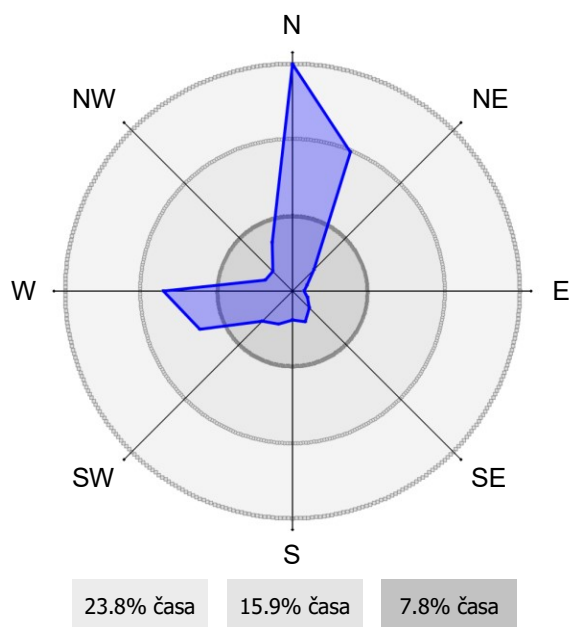
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.3 METEOROLOŠKE MERITVE

Temperatura je na merilnem mestu OMS MOL skozi leto počasi naraščala do poletnih mesecev. Najtoplejši mesec je bil avgust, ko je maksimalna urna temperatura dosegla 35 °C (25. 8. 2023 ob 14:00). Relativno visoke temperature so se pojavile v vseh poletnih mesecih. Najnižja temperatura se je pojavila meseca februarja, ko je minimalna urna temperatura dosegla -3 °C (10. 02. 2023 ob 07:00).

Skupno je v letu 2023 zapadlo približno 1813,8 mm padavin, največ padavin je zapadlo v mesecu avgustu (298,5 mm), najmanj pa v mesecu februarju (21,2 mm). Največ sneženih dni je bilo januarja (16 dni), sledil je mesec februar (7 dni), mesec december (5 dni) in mesec november (1 dan). Ostale mesece sneg ni zapadel (vir: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>, dostop: februar 2024).

Najmočnejši veter je bil izmerjen v mesecu januarju (maksimalna urna vrednost: 10 m/s, 16. 1. 2023 ob 04:00), srednja letna vrednost je znašala 3 m/s. Veter je večinoma časa pihal v smeri W-N.

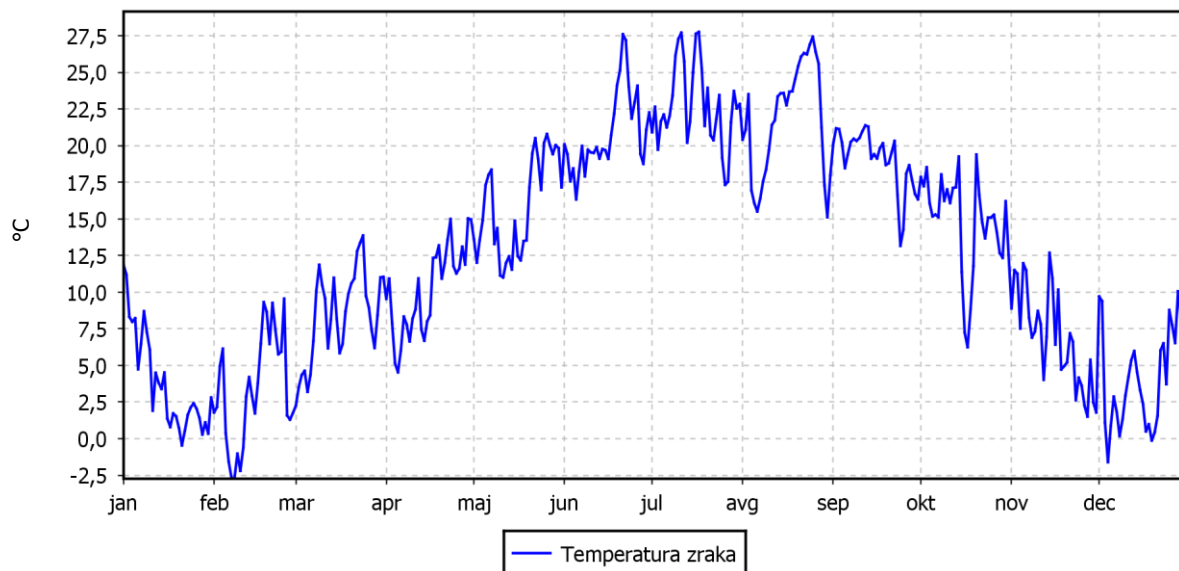
5.3.1 Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova

Lokacija meritev:	OMS - MOL			
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova			
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024			
	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8723	100%	8749	100%
Maksimalna urna vrednost	35 °C	25.08.2023 14:00:00	89%	20.10.2023 02:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	28 °C	17.07.2023	88%	05.08.2023
Minimalna urna vrednost	-7 °C	10.02.2023 07:00:00	13%	28.03.2023 16:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-3 °C	07.02.2023	29%	04.04.2023
Srednja vrednost v obdobju	13 °C		66%	

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

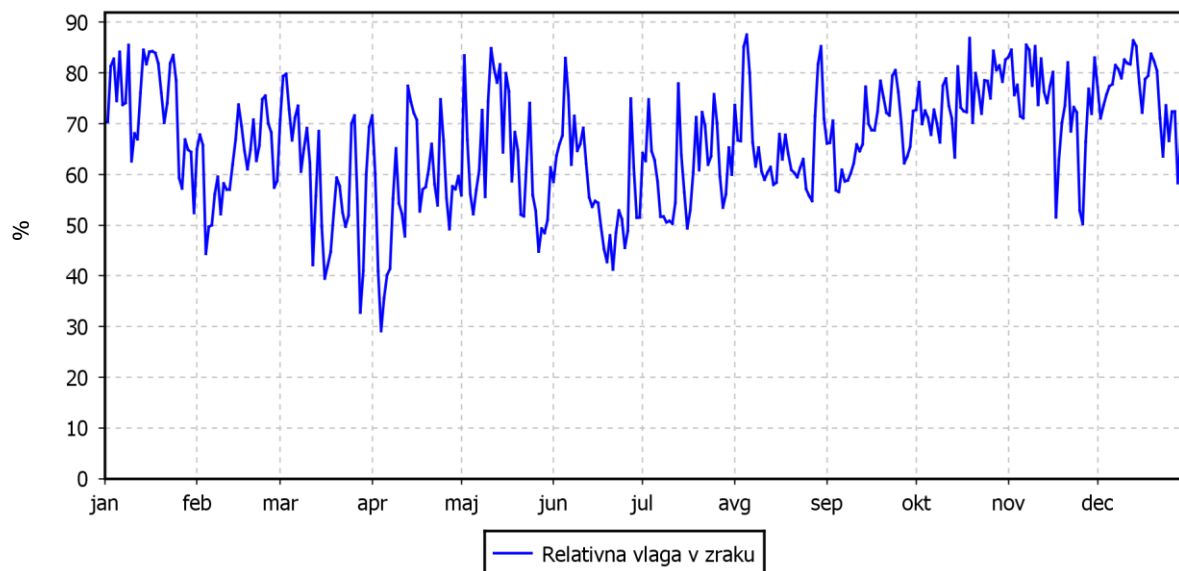
01.01.2023 do 01.01.2024



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

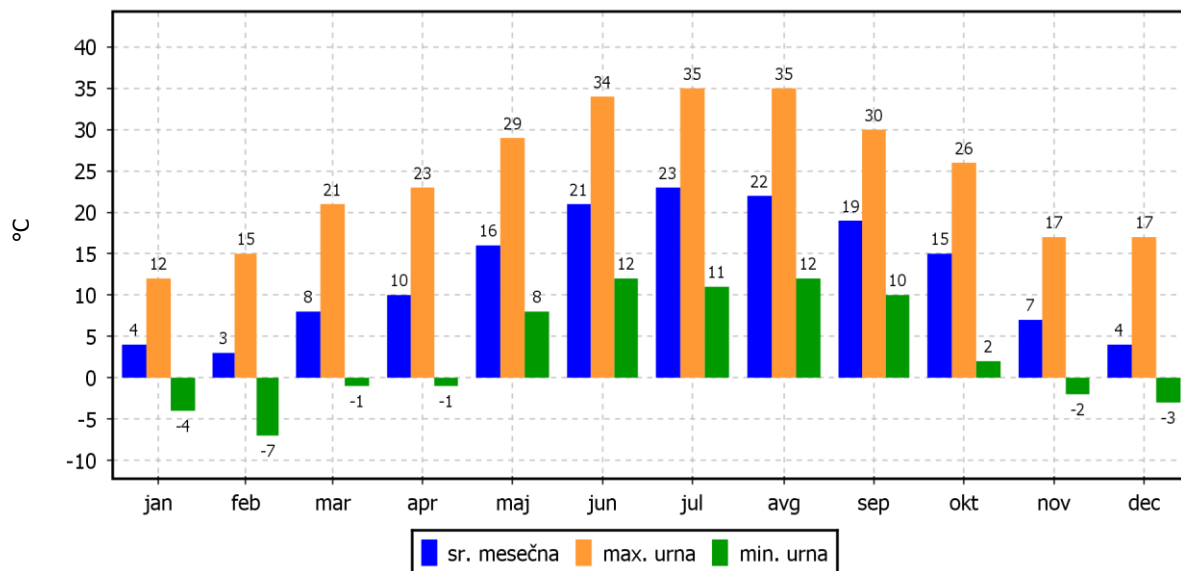
01.01.2023 do 01.01.2024



TEMPERATURA ZRAKA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



5.3.2 Pregled hitrosti in smeri vetra – Tivolska - Vošnjakova

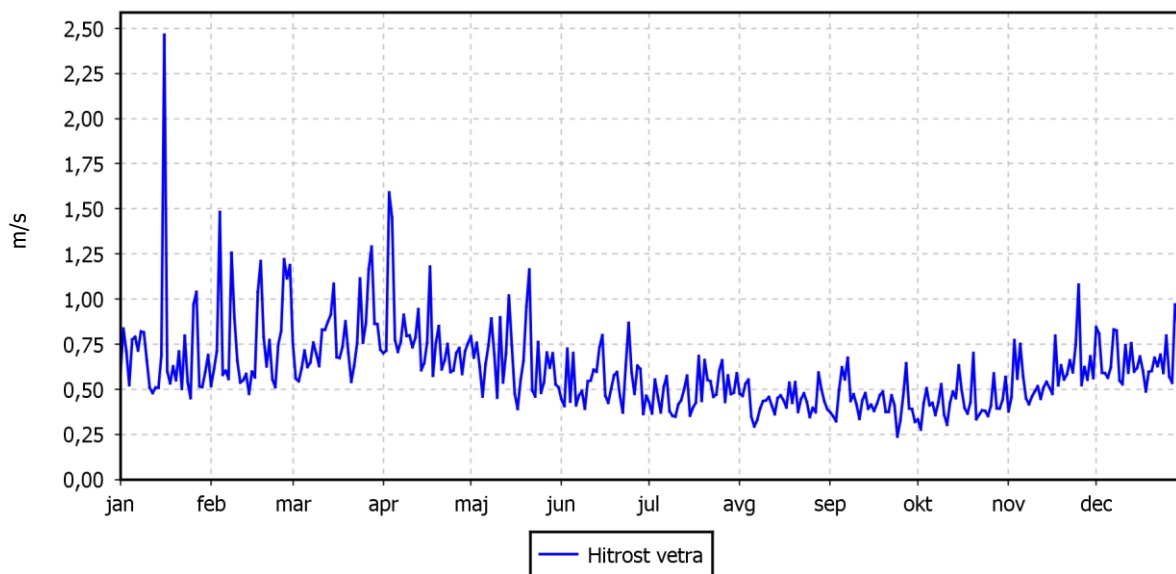
Lokacija meritev:	OMS - MOL	
Postaja:	Tivolska - Vošnjakova	
Obdobje meritev:	01.01.2023 do 01.01.2024	
Razpoložljivih urnih podatkov:	8750	100%
Maksimalna urna hitrost:	10 m/s	16.01.2023 04:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	23.09.2023 22:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	1 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 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	1	646	718	463	194	32	19	6	0	0	0	2079	238
NNE	1	240	423	426	222	48	18	0	0	0	0	1378	157
NE	2	71	85	62	30	19	10	0	0	0	0	279	32
ENE	0	38	62	35	7	0	0	0	0	0	0	142	16
E	0	39	44	23	1	0	0	0	0	0	0	107	12
ESE	0	77	60	11	0	0	0	0	0	0	0	148	17
SE	2	132	64	17	5	0	0	0	0	0	0	220	25
SSE	4	166	82	32	17	0	0	0	0	0	0	301	34
S	2	135	82	35	11	0	0	0	0	0	0	265	30
SSW	2	207	85	26	8	1	0	0	0	0	0	329	38
SW	12	220	82	54	22	2	0	0	0	0	0	392	45
WSW	18	519	162	111	100	10	0	0	0	0	0	920	105
W	26	640	296	187	30	3	1	0	0	0	0	1183	135
WNW	9	197	51	11	1	0	0	0	0	0	0	269	31
NW	7	183	48	11	4	1	2	0	0	0	0	256	29
NNW	0	340	80	24	26	6	2	0	1	0	3	482	55
SKUPAJ	86	3850	2424	1528	678	122	52	6	1	0	3	8750	1000

DNEVNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

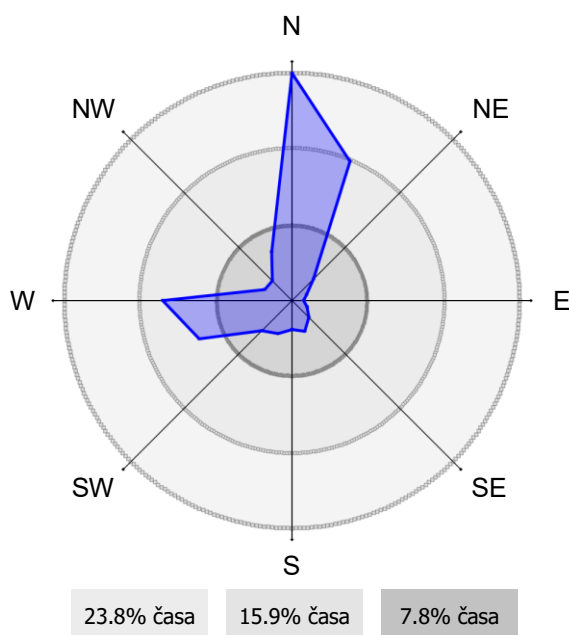
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽA VETROV

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



6. ANALIZA MERITEV SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀ IN PM_{2,5} V MESTNI OBČINI LJUBLJANA V LETU 2023

Ljubljana ima značilno geografsko obliko alpske doline, ki jo na severu omejuje alpski masiv in za katero so značilne močne pozno-jesenske, zimske in zgodnje-spomladanske temperaturne inverzije. Prav tako značilen šibek veter ne pripomore k prevetrenosti kotline in posledično zmanjšanju onesnaženosti zunanjega zraka. Obsega površino 22,714 km². Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (SURŠ) je leta 2023 imela MOL 296.228 prebivalcev. Sestavlja jo ravninski svet, gosta mreža vodotokov, velika zaloga talne vode in pomembno križišče prometnih poti. Ljubljanska kotlina ima zmerno celinsko podnebje, kar pomeni razmeroma hladne zime ter vroča in soparna poletja.

Mestna občina Ljubljana si prizadeva zmanjšati onesnaženost zraka v mestu. Ločijo se predvsem trije glavni onesnaževalci zraka: industrijski procesi, kurišča za pridobivanje toplote in promet.

Kot že omenjeno v poglavju 3, je bilo v letu 2023 v MOL lociranih 5 stalnih merilnih mest (Slika 5 in Slika 6), kjer se izvajajo meritve kakovosti zunanjega zraka. Merilna mesta LJ Bežigrad, LJ Celovška in LJ Vič so v lasti Agencija RS za okolje. Osebe ARSO-a prav tako skrbi za izvedbo meritev in validacijo izmerjenih vrednosti. Z merilnim mestom OMS MOL (LJ Center) in LJ Zadobrova pa upravlja osebe EIMV. Tabela 14 prikazuje osnovne podatke o merilnih mestih v Mestni občini Ljubljana. Meritve kakovosti zunanjega zraka so predhodno potekale tudi na lokacijah LJ Biotehniška, LJ Gospodarsko in LJ Vnajnjarje, ki pa so bile ukinjene.

Merilna mesta so locirana pretežno v središču mesta (Bežigrad, Celovška, Vič in OMS MOL) ter na sub-urbanem območju Zadobrova (severo-vzhodni del mesta). Vetrovi v Ljubljani najpogosteje pihajo iz smeri severo-vzhod, medtem ko najmočnejši vetrovi pihajo iz smeri zahod. Glede na meteorološke značilnosti bi bilo primerno v prihodnosti namestiti merilno postajo na severo-zahodni strani mesta oziroma na območju Šiške.

- LJ Bežigrad (meritve izvaja ARSO);
- LJ Celovška (meritve izvaja ARSO);
- LJ Vič (meritve izvaja ARSO);
- LJ Center (OMS MOL meritve izvaja EIMV).

Tabela 14: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

	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 Vnajnjarje*	630	474596	100884	I	R	A

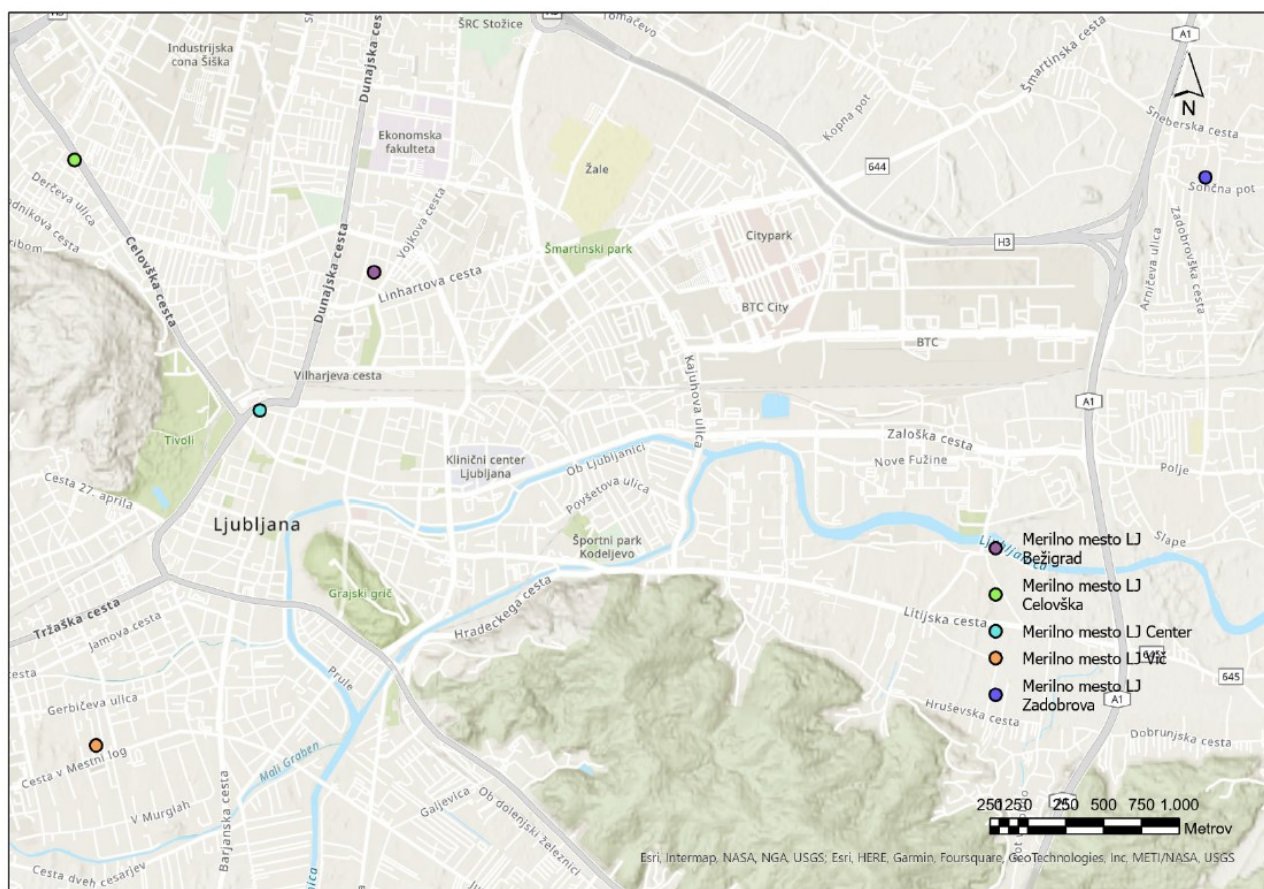
Legenda: Tip merilnega mesta: B – ozadje (ang. *background*), T – promet (ang. *traffic*), I – industrijski (ang. *industrial*)
 Tip območja: U – mestni (ang. *urban*), S – predmestni (ang. *suburban*), R – podeželski (ang. *rural*), NC – primestni (ang. *near city*), REG – regionalni (ang. *regional*)
 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 15 prikazuje meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v MOL.

Tabela 15: 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 5: Stalna merilna mesta v MOL (vir: Google Earth, QGIS, 2023).

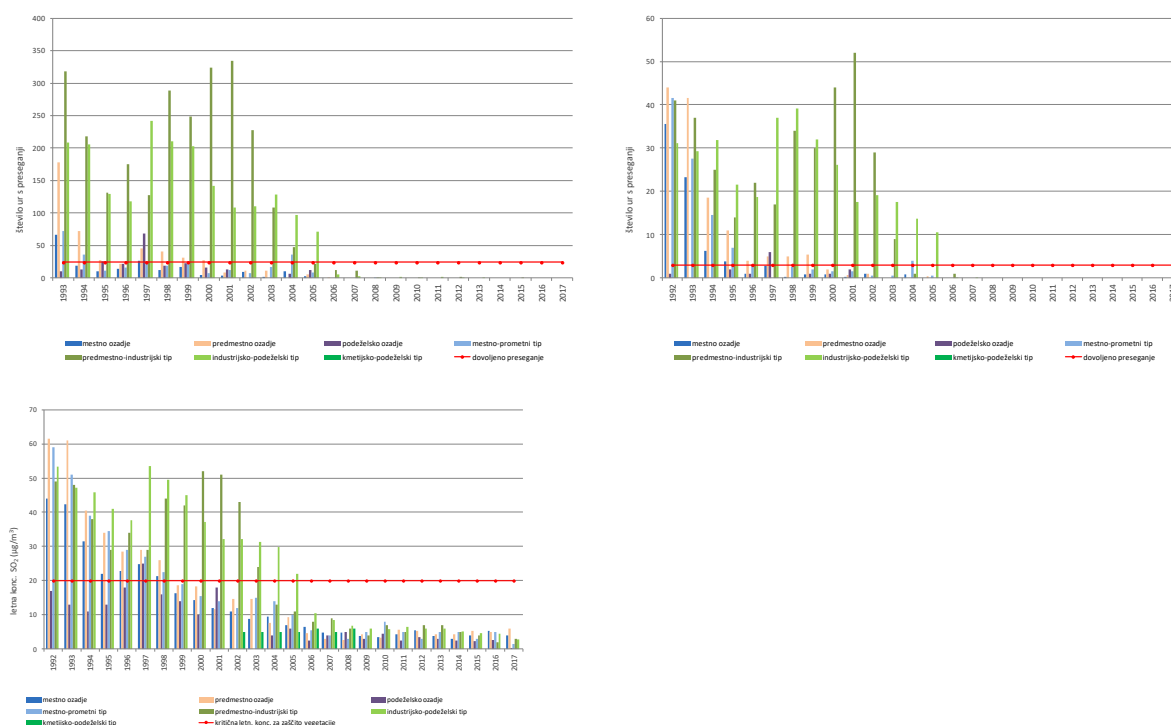


Slika 6: Stalna merilna mesta v MOL (vir: Google Earth, QGIS, 2023).

V nadaljevanju je podana analiza posameznih onesnažil (SO_2 , NO_2 in PM_{10}) v MOC v obdobju med 2015 in 2022. Lokacije merilnih mest se lahko med posamezni leti razlikujejo.

6.1 ANALIZA SO₂ V OBDOBJU MED 2015-2022 V SLOVENIJI

Analiza zadnjih javno dostopnih podatkov (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023) izkazuje, da je povprečna raven SO₂ že več let na vseh merilnih mestih precej pod mejno in kritično vrednostjo tako za varovanje zdravja kot tudi za varovanje rastlin. Na celotnem območju Slovenije so dnevne ravni celo pod spodnjim ocenjevalnim pragom. Mejna urna raven SO₂ v letu 2023 ni bila presežena na nobenem merilnem mestu. V nadaljevanju so za daljše časovno obdobje prikazane izmerjene vrednosti SO₂, katerih vrednosti so združene v odvisnosti od tipa merilnih postaj in zakonskega kriterija.



Slika 7: Število ur s preseženo mejno povprečno urno vrednostjo koncentracije SO₂ (leva slika), število dni s preseženo mejno povprečno dnevno vrednostjo koncentracije SO₂ (desna slika) ter letna koncentracija SO₂ in preseganja kritične letne koncentracije za zaščito vegetacije (spodnja slika) (ARSO – kazalci okolja, 2024).

6.1.1. Analiza SO₂ v obdobju med 2015-2022 v MOL

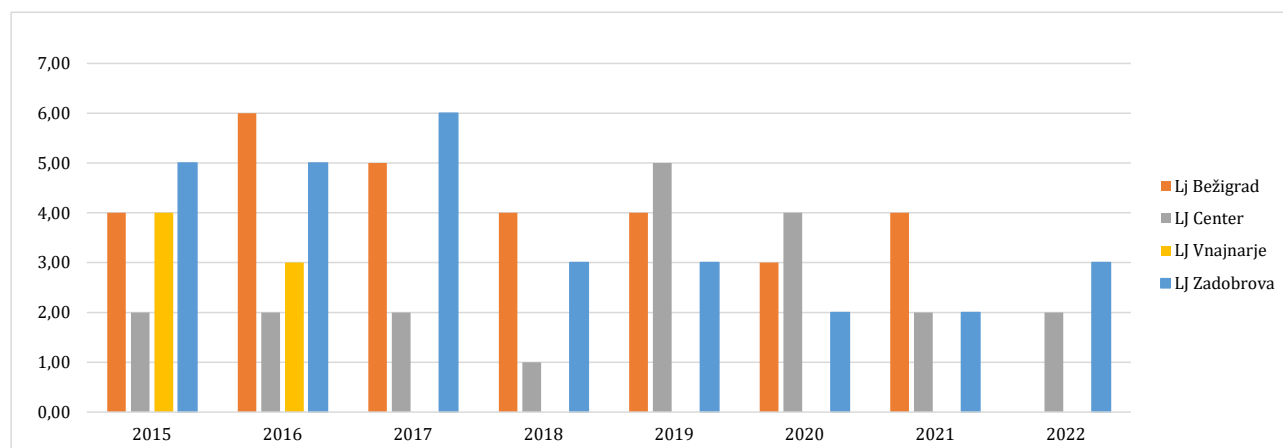
Tabela 16 prikazuje povprečne letne in maksimalne vrednosti koncentracij v obdobju med 2015 in 2022. Podana je tudi analiza za zimsko obdobje, ki traja od 1. 10. tekoče leto do 1. 4. naslednje leto. Dovoljeno število preseganj urne mejne vrednosti za zdravje ljudi je 24, medtem ko je dovoljeno število preseganj dnevne mejne vrednosti za zdravje ljudi 3. Podatki so povzeti iz letnega poročila o kakovosti zraka Agencije RS za okolje. Uradne vrednosti SO₂ za leto 2023 s strani Agencije RS za okolje še niso dostopne.

Meritve koncentracij SO₂ v MOL se izvajajo na štirih merilnih mestih – LJ Bežigrad, LJ Center LJ Zadobrova in LJ Vnajarje (lokacija Termoelektrarna toplotna Ljubljana). Analiza meritev je pokazala, da so si iz leta v leto povprečne vrednosti precej podobne. Največja povprečna vrednost je bila dosežena leta 2016 in 2017 na merilnem mestu LJ Bežigrad, 6 µg/m³, in LJ Zadobrova, 6 µg/m³. Med urnimi vrednostmi izstopa leto 2017, ko je bilo dosežena vrednost 34 µg/m³ (merilno mesto LJ Bežigrad).

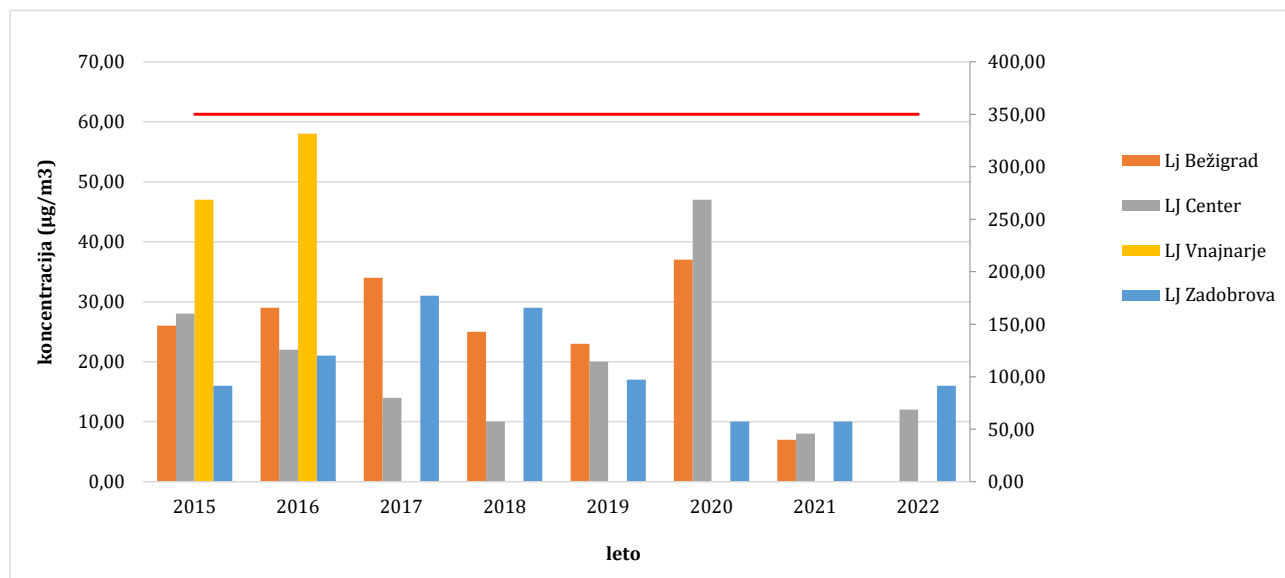
Tabela 16: Pregled vrednosti za SO₂ po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2022).

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Povprečna letna vrednost (µg/m ³)	Lj Bežigrad	4,00	6,00	5,00	4,00	4,00	3,00	4,00	N.A.
	Lj Center	2,00	2,00	2,00	1,00	5,00	4,00	2,00	2,00
	Lj Vnajarje	4,00	3,00	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Lj Zadobrova	5,00	5,00	6,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00
Max urna vrednost Maksimalna urna vrednost (µg/m ³)	Lj Bežigrad	26,00	29,00	34,00	25,00	23,00	37,00	7,00	N.A.
	Lj Center	28,00	22,00	14,00	10,00	20,00	47,00	8,00	12,00
	Lj Vnajarje	47,00	58,00	N.A.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lj Zadobrova	16,00	21,00	31,00	29,00	17,00	10,00	10,00	16,00
Zimsko obdobje (1. 10.-1. 4.) – povprečna zimska koncentracija (µg/m ³)	Lj Bežigrad	4,00	6,00	7,00	5,00	5,00	4,00	3,00	N.A.
	Lj Center	2,00	2,00	2,00	1,00	3,00	3,00	5,00	2,00
	Lj Vnajarje	N.A.	4,00	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Lj Zadobrova	3,00	6,00	6,00	3,00	3,00	2,00	2,00	3,00

Legenda: z rdečo so označene zakonska presežanja
N.A. – podatki niso na voljo (meritve SO₂ se na lokaciji Lj Bežigrad od leta 2021 več ne izvajajo; enako velja za meritve na lokaciji Lj Vnajarje)



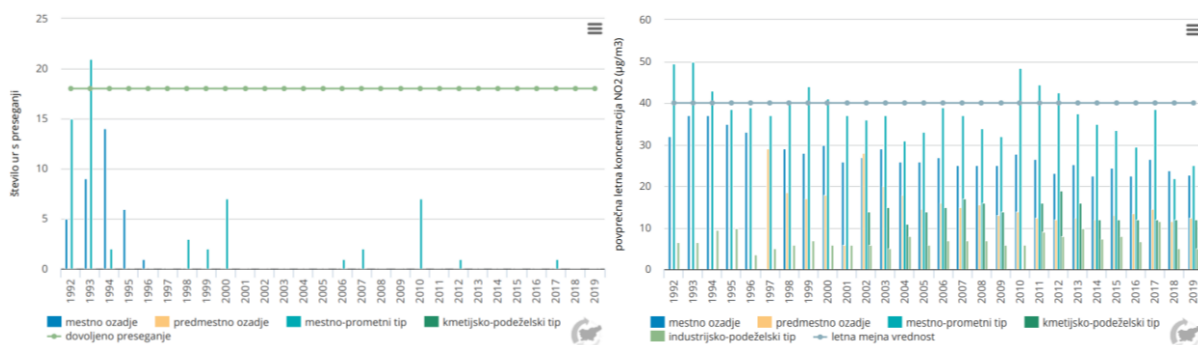
Graf 1: Graf povprečnih letnih vrednosti SO₂ v Mestni občini Ljubljana.



Graf 2: Graf maksimalnih urnih vrednosti SO₂ v Mestni občini Ljubljana.

6.2 ANALIZA NO₂ IN NO_x V OBDOBJU MED 2015-2022 V SLOVENIJI

Analiza zadnjih javno dostopnih podatkov (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023) izkazuje, da letna in urna mejna vrednost NO₂ za zaščito zdravja v letu 2022 nista bili preseženi na nobenem merilnem mestu v RS. Za zaščito vegetacije je predpisana kritična letna vrednost NO_x - 30 µg/m³, ki se uporablja za neizpostavljena podeželska merilna mesta. Na nobenem ruralnem merilnem mestu kritična vrednost za NO_x ni bila presežena. Porazdelitev urne ravni NO₂ na merilnih mestih DMKZ je prikazana na naslednji sliki (leva slika). Tudi najvišje izmerjene urne vrednosti so na teh merilnih mestih pod mejno urno vrednostjo, ki je lahko po zakonodaji presežena 18-krat v enem letu. Na vseh merilnih mestih so bile najnižje ravni izmerjene v poletnih mesecih, ko so vremenske razmere za razredčevanje izpustov ugodnejše.



Slika 8: Število ur s preseženo mejno urno vrednostjo NO₂ (200 µg/m³) (leva slika) in gibanje povprečne letne koncentracije NO₂ (desna slika) (ARSO – kazalci okolja, 2024).

6.2.1. Analiza NO₂ in NO_x v obdobju med 2015-2022 v MOL

Tabela 17 prikazuje povprečne letne in maksimalne vrednosti koncentracij v obdobju med 2015 in 2022. Podatki so povzeti iz letnega poročila o kakovosti zraka Agencije RS za okolje. Dovoljeno število preseganj urne mejne vrednosti za zdravje ljudi je 18. Uradne vrednosti NO₂ za leto 2023 s strani Agencije RS za okolje še niso dostopne.

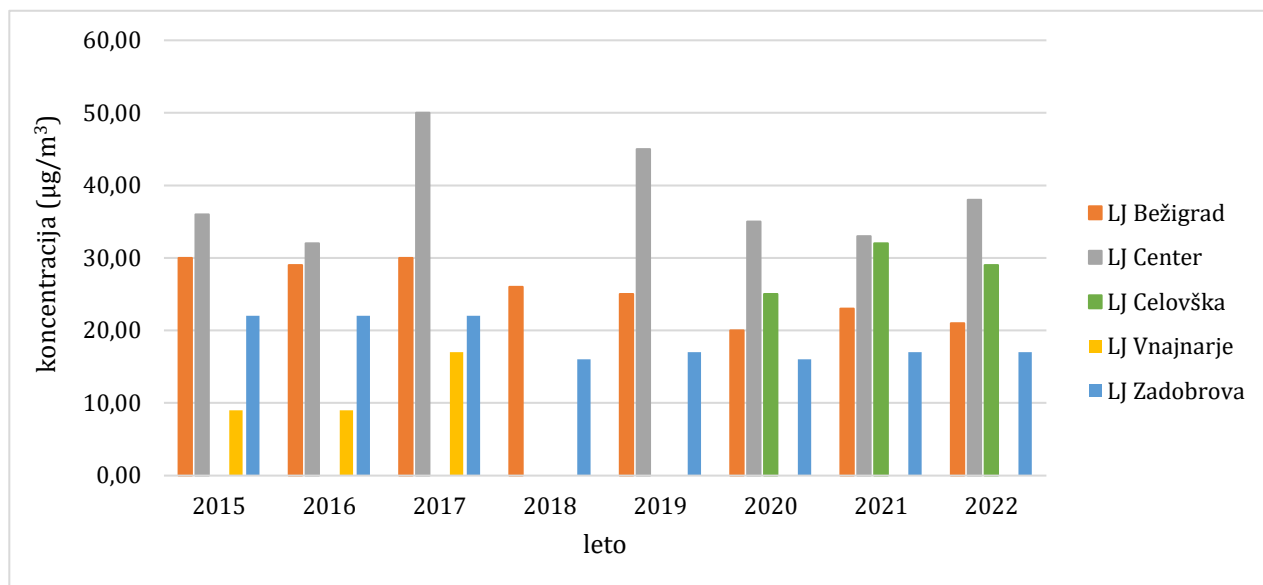
Analiza vrednosti koncentracij NO₂ v MOL se je izvajala tudi petih merilnih mestih – LJ Bežigrad, LJ Center, LJ Celovška (od leta 2020), LJ Vnajarje (do leta 2018) in LJ Zadobrova. Analiza je pokazala, da so si iz leta v leto povprečne vrednosti precej podobne, vendar je opazen padec urne vrednosti. Največja povprečna vrednost je bila dosežena leta 2015 na merilnem mestu LJ Center (OMS MOL), 50 µg/m³. Med urnimi vrednostmi izstopa tudi leto 2017, ko je bilo dosežena URNA vrednost 202 µg/m³ (merilno mesto LJ Center (OMS MOL)).

Leto 2020 je bilo zaznamovano s pandemijo COVID-19. Skoraj tako so bili uvedeni nadzorni ukrepi, kot so zapiranje mest, omejevanje javnega življenja in dejavnosti ter celo omejitve mednarodnih potovanj, kar je postopno vodilo v izboljšanje določenih okoljskih problematik, pri čemer je bila kakovost zraka izpostavljena kot enega najbolj vidnih. Predvsem je prišlo do izboljšanja stanja zraka na področju znižanja koncentracij NO₂ in NO_x parametrov, kot posledica ne-uporabe avtomobila, dela in šolanja od doma. V nadaljevanju je tako prikazana primerjava v dnevni koncentracijah NO₂ in NO_x vrednosti med letoma 2019 in 2020 na merilnem mestu LJ Center (OMS MOL), pri čemer je leto 2019 t.i. »pred COVID-no« leto in 2020 »COVID« leto.

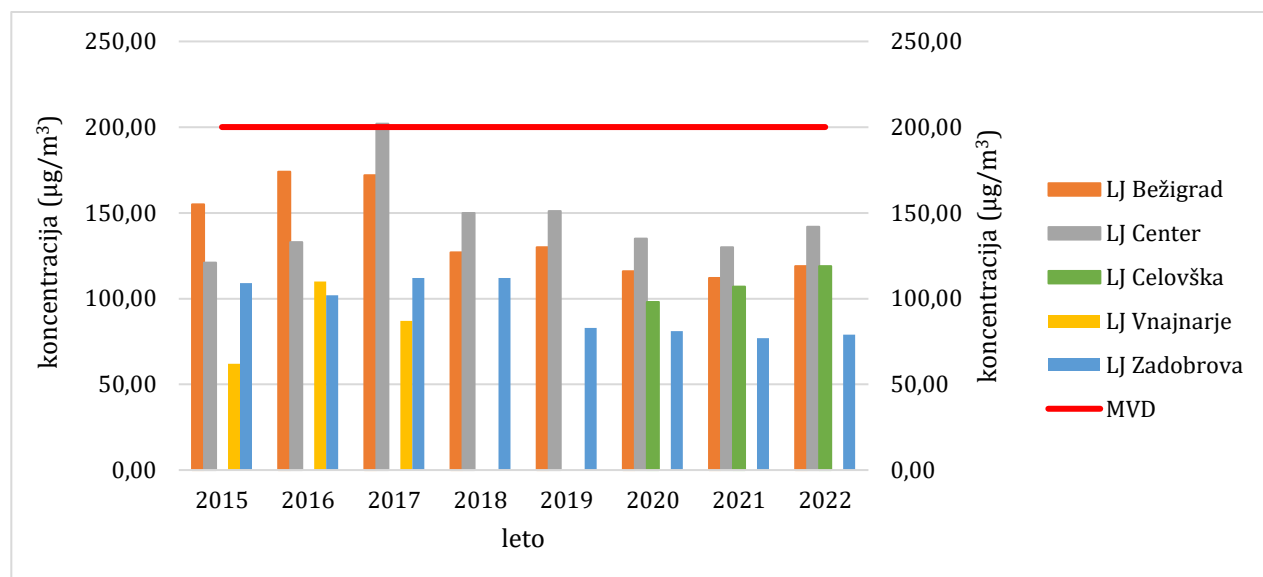
Tabela 17: Pregled vrednosti za NO₂ po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2022).

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Povprečna letna vrednost (µg/m ³)	LJ Bežigrad	30	29	30	26	25	20	23	21
	LJ Center	36	32	50	48*	45*	35	33	38
	LJ Celovška	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	25*	32	29
	LJ Vnajarje	9	9	17	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	LJ Zadobrova	22	22	22	16	17	16	17	17
Maksimalna urna vrednost (µg/m ³)	LJ Bežigrad	155	174	172	127	130	116	112	119
	LJ Center	121	133	202	150*	151*	135	130	142
	LJ Celovška	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	98*	107	119
	LJ Vnajarje	62	110	87	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	LJ Zadobrova	109	102	112	112	83	81	77	79

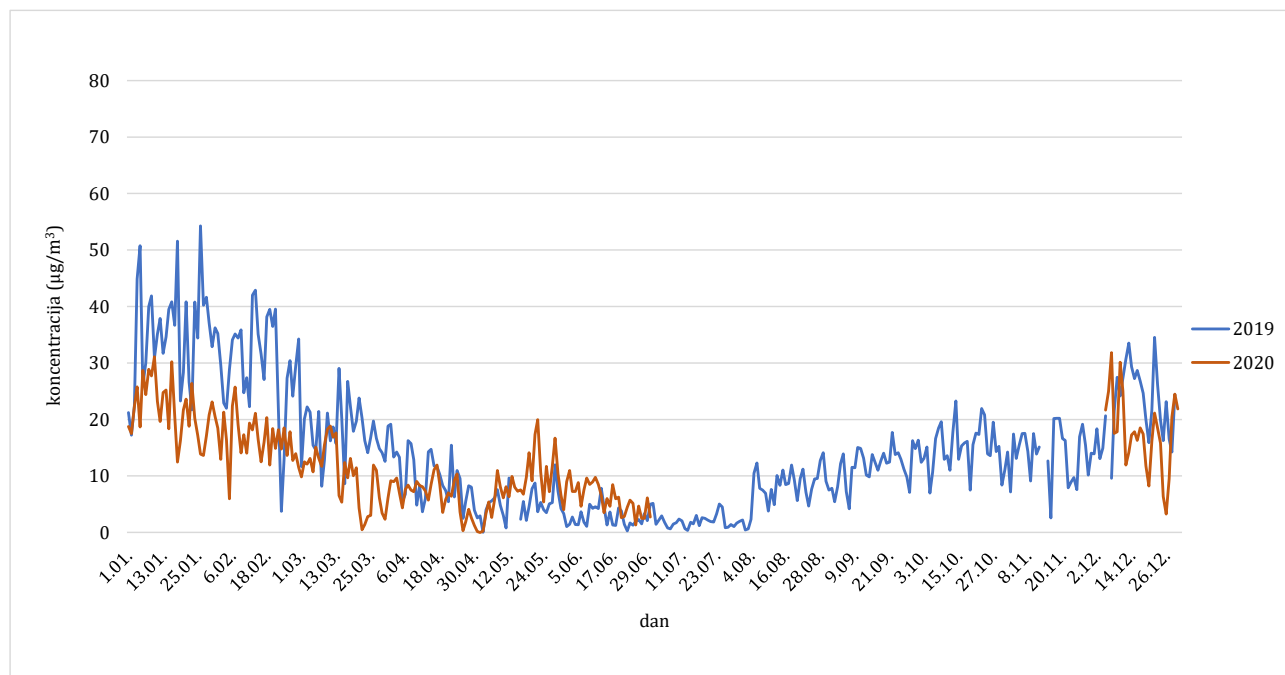
Legenda: * - podatki so zaradi prevelikega izpada informativne narava
z rdečo so označene zakonska preseganja
N.A. – podatki niso na voljo (meritve se tisto leto niso izvajale)



Graf 3: Graf povprečnih letnih vrednosti NO₂ v Mestni občini Ljubljana.



Graf 4: Graf maksimalnih urnih vrednosti NO₂ v Mestni občini Ljubljana.



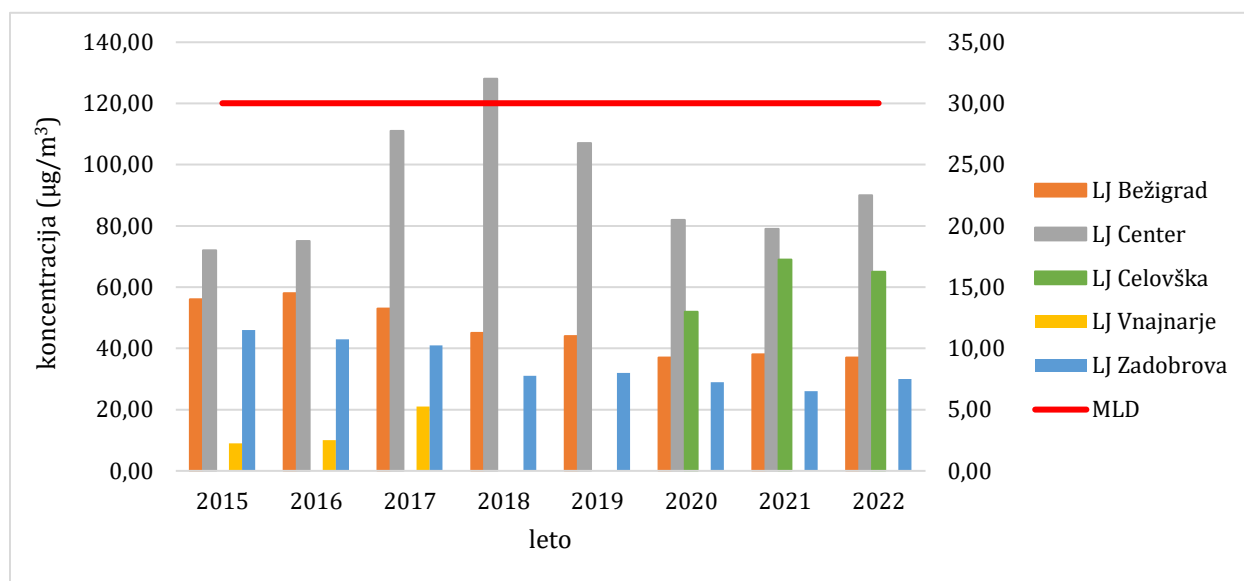
Graf 5: Graf dnevni koncentracij vrednosti NO₂ v Mestni občini Ljubljana v obdobju med 2019 in 2020.

Tabela 18 in graf 6 predstavljata pregled vrednosti NO_x po letih v MOL.

Tabela 18: Pregled vrednosti za NO_x po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2022).

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Povprečna letna vrednost (µg/m ³)	Lj Bežigrad	56	58	53	45	44	37	38	37
	Lj Center	72	75	111	128*	107*	82	79	90
	Lj Celovška	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	52*	69	65
	Lj Vnajarje	9	10	21	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Lj Zadobrova	46	43	41	31	32	29	26	30

Legenda: * - podatki so zaradi prevelikega izpada informativne narave z rdečo so označene zakonska presežanja
N.A. – podatki niso na voljo (meritve se tisto leto niso izvajale)



Graf 6: Graf povprečnih letnih vrednosti NO_x v Mestni občini Ljubljana.

6.3 ANALIZA BENZENA V OBDOBJU MED 2015-2022 V SLOVENIJI

Benzen v državnih evidencah onesnaževal ne nastopa kot samostojno onesnaževalo, saj so izpusti zajeti med izpuste NMVOC. V okviru DMKZ se ravni benzena stalno merijo na merilnih mestih LJ Bežigrad in MB Titova. V letu 2022 so se izvajale meritve tudi na merilnem mestu Iskrba. Dopolnilne meritve pa so se izvajale še na merilnem mestu LJ Center in Medvode. Izmerjene povprečne letne ravni benzena so bile v letu 2022 na vseh merilnih mestih približno enake in pod mejno vrednostjo. Analiza ravni benzena je pokazala, da so na vseh postajah koncentracije višje v zimskem obdobju, kar je posledica slabših pogojev za razredčevanje v hladni polovici leta in tudi povečanih izpustov iz individualnih kurišč.

Tabela 19: Povprečne letne ravni benzena ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na različnih postajah (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Merilna postaja	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
LJ Bežigrad	1,4	1,6	1,0	1,3	1,9	N.A	1,5	1,0	1,2	1,1	1,0
MB Titova	1,6	1,8	1,5	1,6	1,4	0,7	0,7*	1,5	1,1	1,1	1,1
LJ Center	N.A.	N.A	N.A	N.A	N.A	3,0	2,4	2,2	1,3	1,8*	1,1
Medvode	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	1,4	1,2	1,2	0,9	0,9

Legenda: * - podatki so zaradi prevelikega izpada informativne narava
N.A. – podatki niso na voljo (meritve se tisto leto niso izvajale)

6.2.2. Analiza benzena v obdobju med 2015-2022 v MOL

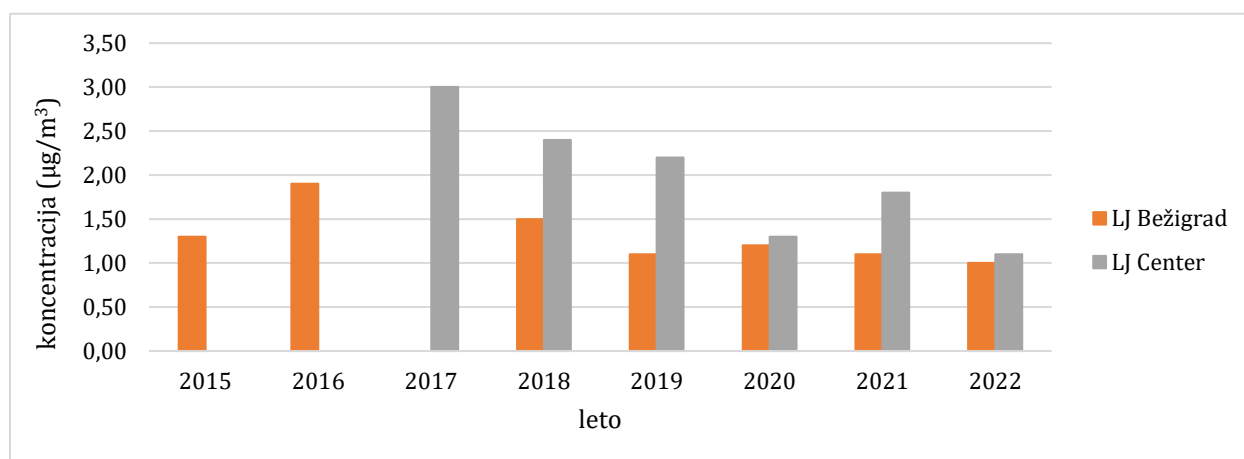
Tabela 21 prikazuje povprečne letne vrednosti benzena na merilnih postajah v Ljubljani. Podatki so povzeti iz letnega poročila o kakovosti zraka Agencije RS za okolje. Uradne vrednosti za leto 2023 s strani Agencije RS za okolje še niso dostopne.

Analiza meritev benzena v MOL je pokazala, da so si iz leta v letu povprečne vrednosti precej podobne.

Tabela 20: Povprečne letne ravni benzena ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) na različnih postajah v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Merilna postaja	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
LJ Bežigrad	1,4	1,6	1,0	1,3	1,9	N.A	1,5	1,0	1,2	1,1	1,0
LJ Center	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	3,0	2,4	2,2	1,3	1,8*	1,1

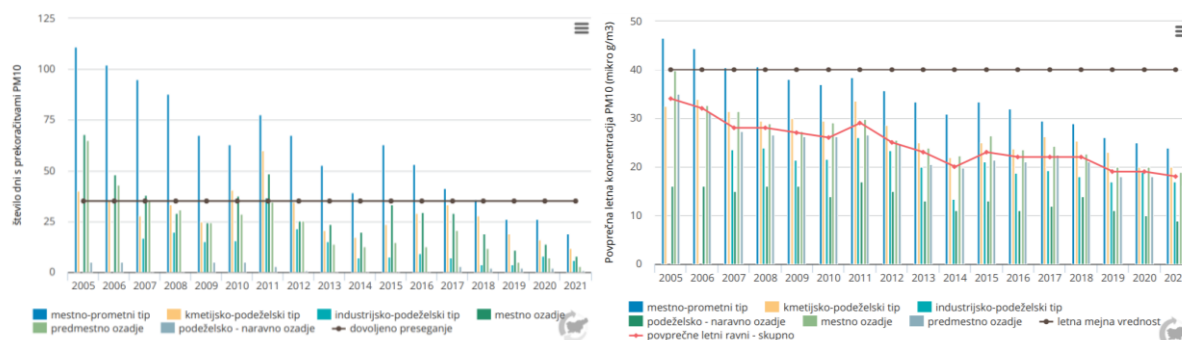
Legenda: * - podatki so zaradi prevelikega izpada informativne narava
N.A. – podatki niso na voljo (meritve se tisto leto niso izvajale)



Graf 7: Graf povprečnih letnih vrednosti benzena v Mestni občini Ljubljana.

6.4 ANALIZA PM₁₀ V OBDOBJU MED 2015-2022 V SLOVENIJI

Analiza stanja kakovosti zunanjega zraka v Sloveniji izkazuje, da so bile ravni delcev PM₁₀ v zunanjem zraku leta 2022 podobne kot leta prej. Ravni delcev PM₁₀ so v letu 2022 na enem merilnem mestu presegle predpisane vrednosti (Murska Sobota Cankarjeva), kjer je bilo zabeleženih 39 preseganj od dovoljenih 35. Največ preseganj dnevne mejne vrednosti (50 µg/m³) je prišlo ob neugodnih vremenskih razmerah, predvsem meseca januarja in februarja, ko so bili pogosti temperaturni obrati, ki onemogočajo razredčevanje izpustov iz malih kurilnih naprav in prometa, ki sta največja vira delcev PM₁₀. (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).



Slika 9: Število dni s preseženo dnevno mejno koncentracijo PM₁₀ 50 µg/m³ (leva slika) in gibanje povprečne letne koncentracije PM₁₀ (desna slika) (ARSO – kazalci okolja, 2024).

Trendi onesnaženosti v obdobju med 2005 in 2021 kažejo, da so zadnja leta izmerjene zelo podobne ravni delcev PM₁₀. Kljub temu je v obdobju od leta 2005 naprej, predvsem na urbanih lokacijah, opazen trend zmanjševanja ravni delcev. Ocenjuje se, da je to predvsem posledica zmanjševanja izpustov industrije. Na kmetijsko podeželskih merilnih mestih ni opaznega večjega trenda v zmanjševanju. V tem okolju se za ogrevanje več uporablja lesno biomaso, kar prispeva k večjim izpustom oz. v zadnjem obdobju se izkazuje, da imajo na povišane ravni delcev znaten vpliv izpusti zaradi izgorevanja biomase v individualnih kuriščih, predvsem v kurilni sezoni in ob neugodnih vremenskih razmerah. Po podatkih Agencije RS za okolje, naj bi kurjenje lesne biomase povzročilo kar 73 % letnih emisij drobnih delcev PM_{2,5}. Manj onesnažen zrak z delci je posledica ugodnih meteoroloških razmer, ki so prevladovali v zimskem obdobju leta in so omogočale razredčevanje izpustov iz malih kurilnih naprav in prometa, ki sta največja vira delcev PM₁₀. (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

6.3.1. Analiza PM₁₀ v obdobju med 2015-2022 v MOL

Tabela 21 prikazuje povprečne letne in maksimalne urne vrednosti ter število dovoljenih preseganj dnevnih mejnih vrednosti na stalnih merilnih mestih v Ljubljani. Podatki so povzeti iz letnega poročila o kakovosti zraka Agencije RS za okolje. Uradne vrednosti PM₁₀ za leto 2023 s strani Agencije RS za okolje še niso dostopne.

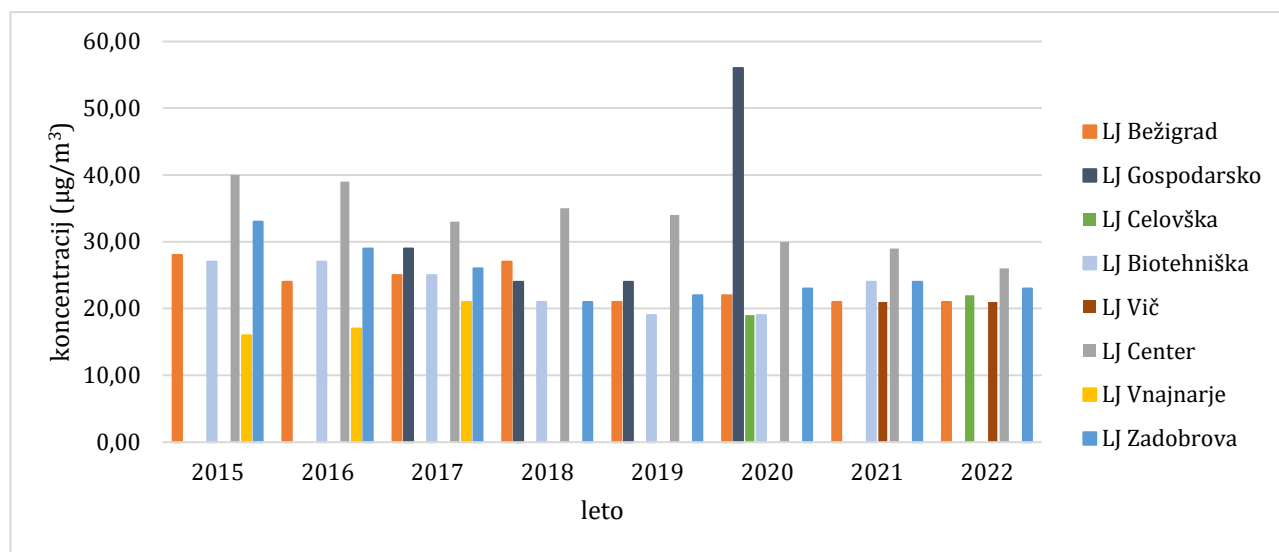
Analiza meritev delcev PM₁₀ v MOL je pokazala, da so si iz leta v leto povprečne vrednosti precej podobne. Večji padec pa je opazen pri preseganju dovoljenega števila mejnih vrednosti.

Tabela 21: Pregled vrednosti PM₁₀ po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2023).

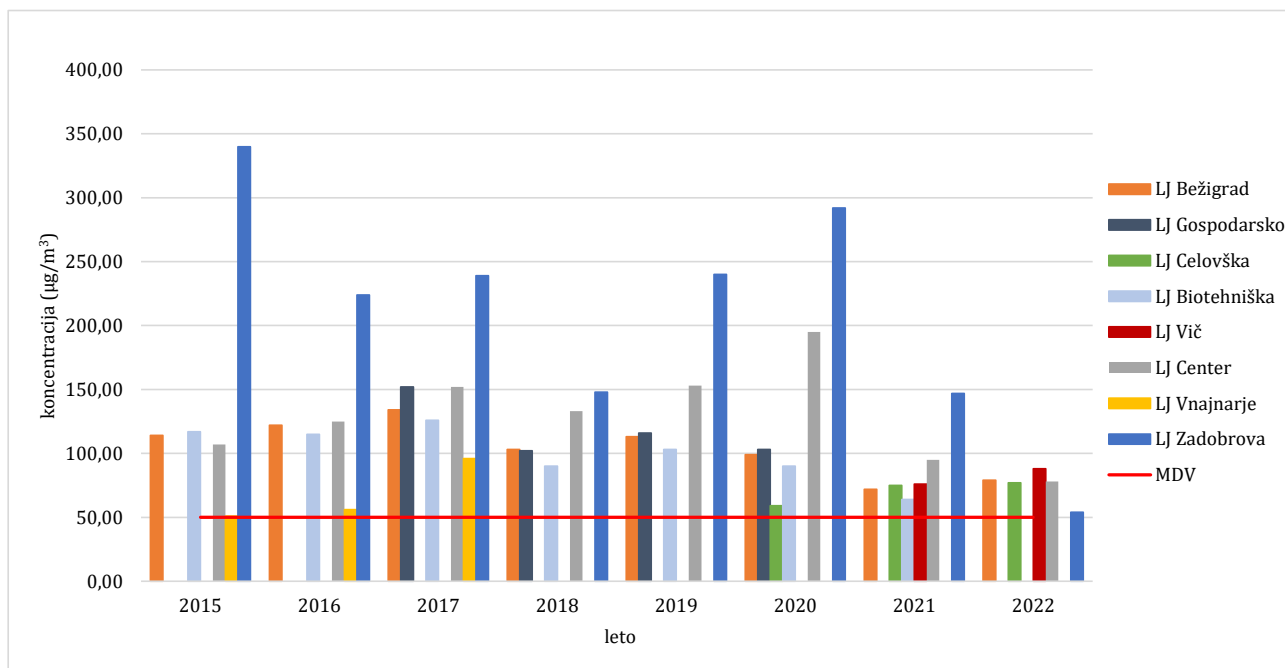
		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Povprečna letna vrednost (µg/m ³)	Lj Bežigrad	28	24	25	27	21	22	21	21
	Lj Gospodarsko	N.A.	N.A.	29	24	24*	56	N.A.	N.A.
	Lj Celovška	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	19	N.A.	22
	Lj Biotehniška	27	27	25	21	19	19	24*	N.A.
	Lj Vič	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	21*	21
	Lj Center	40	39	33	35	34	30	29	26

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	Lj Vnajarje	16	17	21	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Lj Zadobrova	33	29	26	21	22	23	24	23
Maksimalna urna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Lj Bežigrad	114	122	134	103	113	99	72	79
	Lj Gospodarsko	N.A.	N.A.	152	102	116*	103	N.A.	N.A.
	Lj Celovška	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	59	75	77
	Lj Biotehniška	117	115	126	90	103	90	64*	N.A.
	Lj Vič	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	76*	88
	Lj Center	107	125	152	133	153	19	95	78
	Lj Vnajarje	51	56	96	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Lj Zadobrova	340	224	239	148	240	292	147	54
	Lj Bežigrad	43	36	30	28	16	18	12	11
Število preseganj na posamezni merilni postaji	Lj Gospodarsko	N.A.	N.A.	39	20	21*	16	N.A.	N.A.
	Lj Celovška	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	3	15	11
	Lj Biotehniška	35	40	32	16	8	12	4*	N.A.
	Lj Vič	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	8*	11
	Lj Center	85	66	51	51	37	37	30	27
	Lj Vnajarje	1	2	8	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Lj Zadobrova	58	40	31	12	9	6	8	1
	Lj Bežigrad	43	36	30	28	16	18	12	11

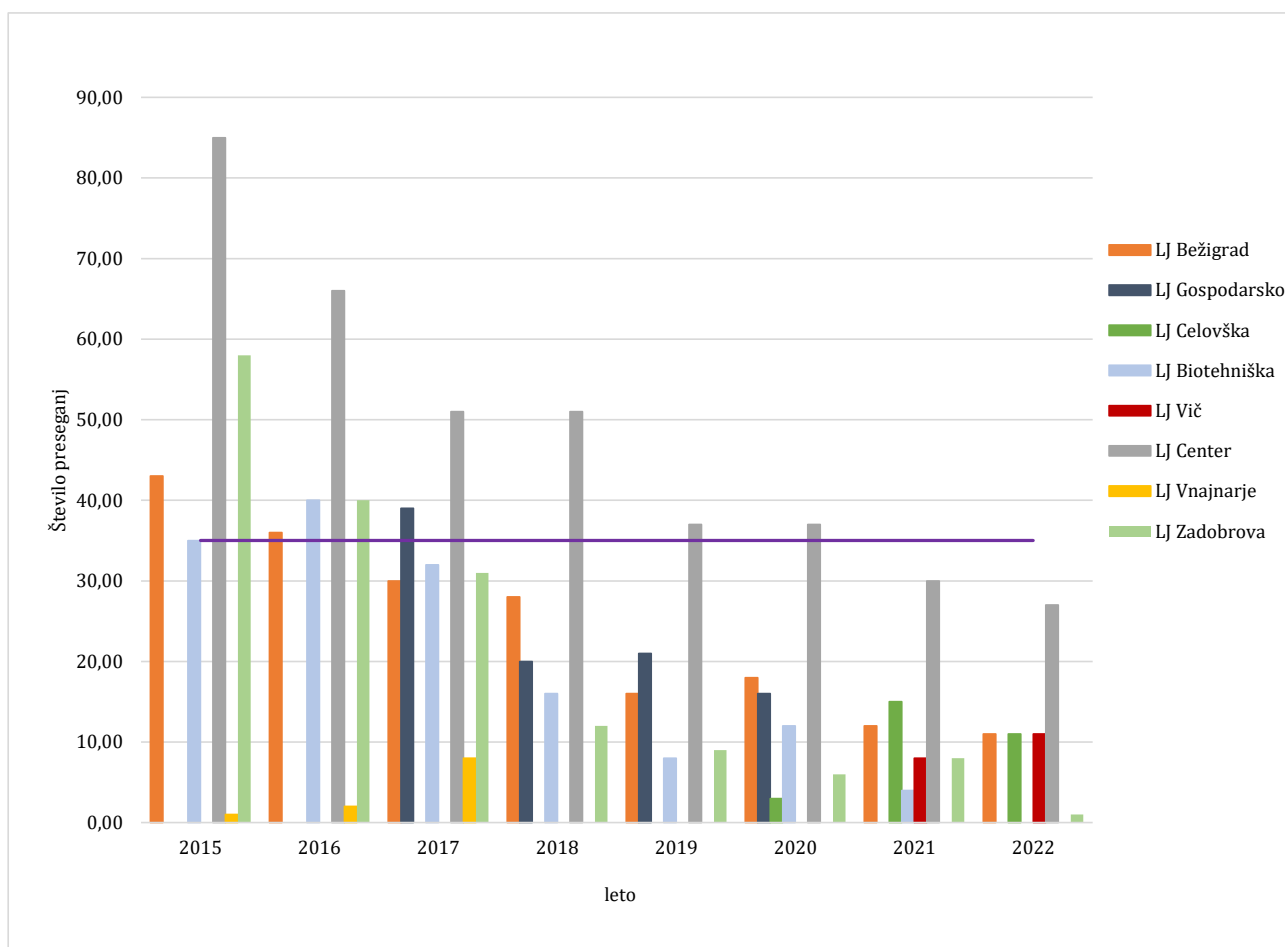
Legenda: * - zaradi prevelikega izpada so podatki informativne narave.
N.A. - podatki niso na voljo (meritve se tisto leto niso izvajale)
z rdečo so označene zakonska preseganja



Graf 8: Graf povprečnih letnih vrednosti PM₁₀ v Mestni občini Ljubljana.



Graf 9: Graf maksimalnih dnevnih vrednosti PM₁₀ v Mestni občini Ljubljana.



Graf 10: Graf število preseganj v Mestni občini Ljubljana.

6.3.2 Primerjava vrednosti PM₁₀ po slovenskih mestih v letu 2023

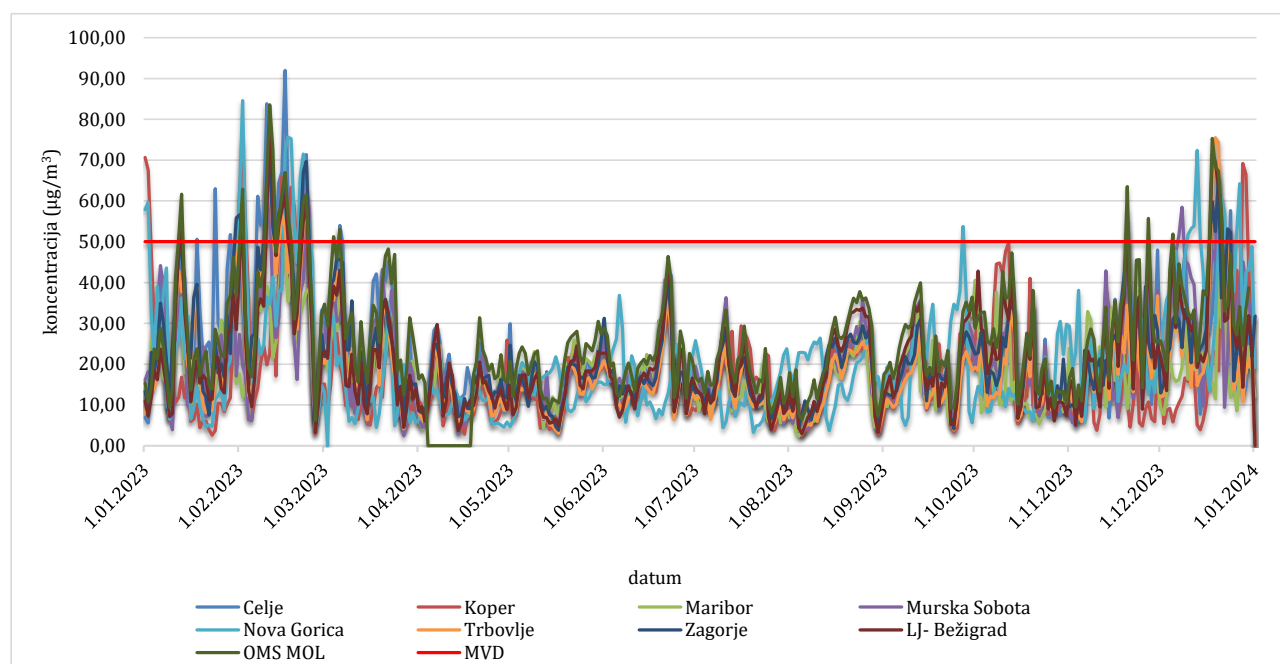
V tem podpoglavju je predstavljena primerjava dnevni koncentracij PM_{10} po postajah drugih slovenskih mest v letu 2023, in sicer na merilnih mestih CE bolnica, Koper (KP), Maribor (MB), Murska Sobota (MS), Nova Gorica (NG), Trbovlje (TR), Zagorje (ZG) in Ljubljana – Bežigrad (LJ – Bežigrad). V teh krajih redno potekajo meritve koncentracij prašnih delcev PM_{10} . Uradne vrednosti PM_{10} za leto 2023 s strani Agencije RS za okolje še niso dostopne.

Koncentracije prašnih delcev so imele po vseh dotičnih krajih precej podoben trend gibanja. Nekoliko višje koncentracije so opazne v zimskih mesec, predvsem januarja, februarja in decembra, ko je zaradi neugodnih meteoroloških pogojev onesnaženje z delci povečano. V toplem delu leta so bile koncentracije zaradi meteoroloških razmer občutno nižje. Analiza je pokazala visoko koherenco rezultatov na različnih postajah, kar nakazuje na močno odvisnost onesnaženja z delci z vremenskimi pogoji in tudi daljinskim transportom delcev čez Slovenijo.

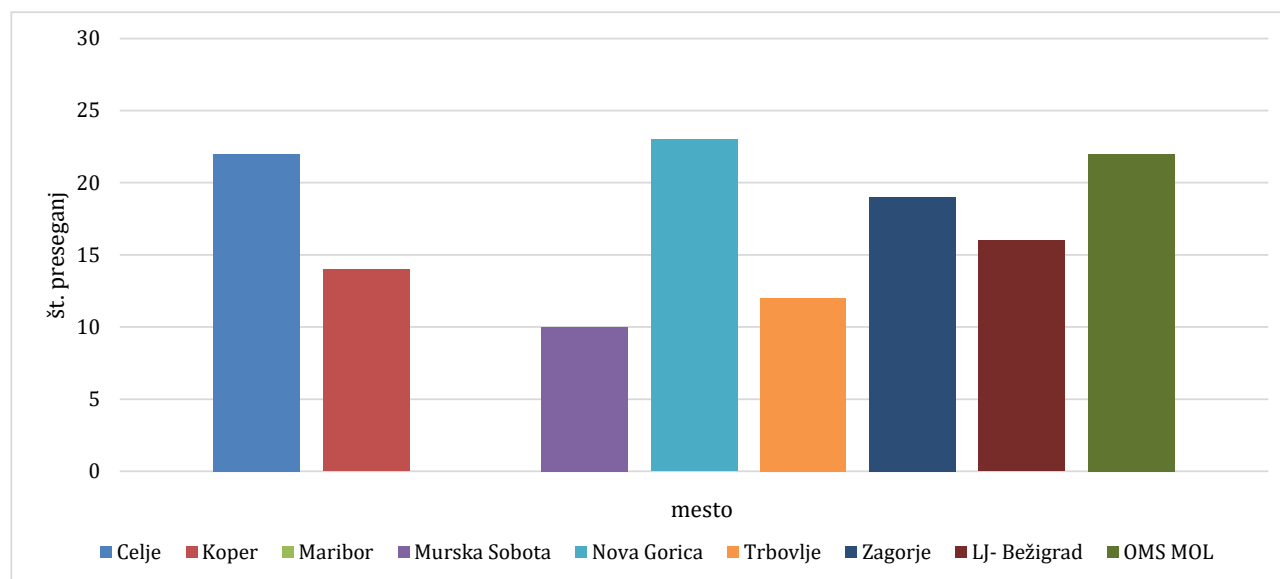
Tabela 22: Povprečna vrednost (ave.), minimalna (min.) in maksimalna (max.) PM₁₀ na posamezni postaji v letu 2023 (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023).

Merilno mesto*	Celje	Koper	Maribor	Murska Sobota	Nova Gorica	Trbovlje	Zagorje	LJ-Bežigrad	MOL
ave.	22,33	17,56	18,15	20,67	20,69	18,83	22,07	21,36	26,68
min.	2,88	2,45	2,34	2,43	0,00	3,05	3,79	2,98	6,24
max.	91,96	74,80	48,09	69,60	84,57	75,49	69,73	76,71	83,5
Št. preseganj na posamezni postaji	22	14	0	10	23	12	19	16	22

Legenda: * - rezultati meritve se v letu 2023 so informativni.



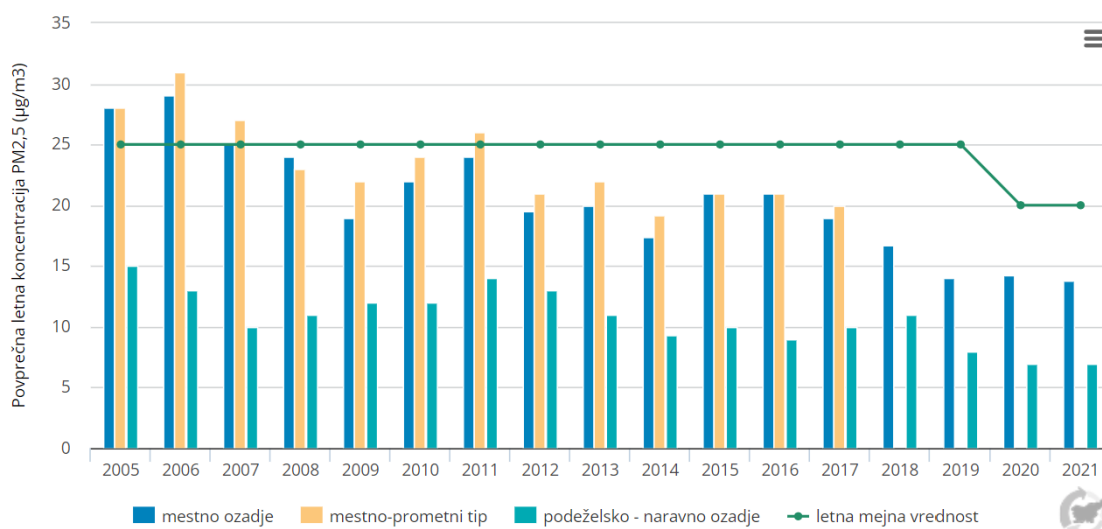
Graf 11: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih v letu 2023.



Graf 12: Število preseganj PM₁₀ po slovenskih mestih v letu 2023.

6.5 ANALIZA PM_{2,5} V OBDOBJU MED 2015-2022 V SLOVENIJI

Za drobne delce PM_{2,5} je določena le letna mejna vrednost. V RS so povišane ravni drobnih delcev prisotne predvsem v hladni polovici leta. Od začetka meritev in tudi v letu v 2021 na nobenem od štirih merilnih mest mejna vrednost za drobne delce PM_{2,5} ni bila prekoračena. Letni trendi ravni drobnih delcev PM_{2,5} kažejo, da so nivoji onesnaženosti približno na istem. Po podatkih Agencije RS za okolje, naj bi kurjenje lesne biomase povzročilo kar 73 % letnih emisij drobnih delcev PM_{2,5}. Manj onesnažen zrak z delci je posledica ugodnih meteoroloških razmer, ki so prevladovali v zimskem obdobju leta in so omogočale razredčevanje izpustov iz malih kurilnih naprav in prometa, ki sta največja vira delcev PM₁₀. (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023)



Slika 10: Gibanje povprečne letne koncentracije drobnih delcev PM_{2,5} (ARSO – kazalci okolja, 2023).

6.4.1. Analiza PM_{2,5} v obdobju med 2015-2022 v MOL

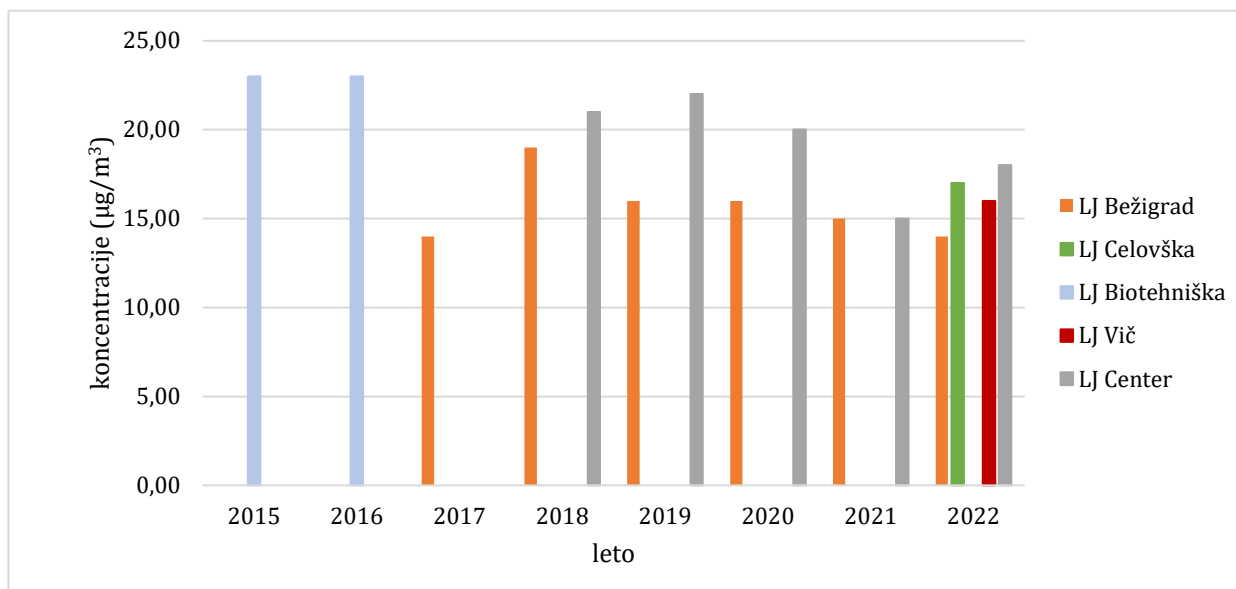
Tabela 19 prikazuje povprečne letne vrednosti na izbranih merilnih mestih v Ljubljani. Podatki so povzeti iz letnega poročila o kakovosti zraka Agencije RS za okolje. Uradne vrednosti PM_{2,5} za leto 2023 s strani Agencije RS za okolje še niso dostopne.

Analiza meritev drobnih delcev PM_{2,5} v MOL je pokazala, da so si iz leta v letu povprečne vrednosti precej podobne.

Tabela 23: Pregled vrednosti PM_{2,5} po letih v MOL (Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2015-2023).

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Povprečna letna vrednost (µg/m³)	Lj Bežigrad	N.A.	N.A.	14	19	16	16	15	14
	Lj Celovška	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	17
	Lj Biotehniška	23	23	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
	Lj Vič	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	16
	Lj Center	N.A.	N.A.	N.A.	21	22	20	15	18

Legenda: N.A. – podatki niso na voljo (meritve se tisto leto niso izvajale)



Graf 13: Graf povprečnih letnih vrednosti PM_{2,5} v Mestni občini Ljubljana.

7. POVZETEK ANALIZE REZULTATOV NA MESEČNEM NIVOJU NA MERILNI POSTAJI OMS MOL (LJ CENTER)

Tabela 24: Povzetek meritev na mesečnem nivoju na postaji OMS MOL (LJ Center).

Mesec	Povzetek ugotovitev na mesečnem nivoju
Januar	Urna mejna vrednost ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in dnevna mejna vrednost SO_2 ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO_2 je znašala $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 13.01.2023 ob 19:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je znašala $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Največji deleži onesnaženja z SO_2 so bili iz smeri NW. Urna mejna vrednost ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) NO_2 nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO_2 je znašala $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 31.01.2023 ob 08:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja z NO_2 je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 13.01.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala $17,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 13.01.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $10,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $3,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala $123,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 28.01.2023 ob 01:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena znašala $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 28.01.2023 ob 01:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Dnevna mejna PM_{10} vrednost ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) je bila v tem mesecu presežena 2-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{10} je znašala $82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 13.01.2023 ob 16:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$, srednja mesečna koncentracija pa je znašala $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NW. Maksimalna urna koncentracija delcev $\text{PM}_{2,5}$ je znašala $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 13.01.2023 ob 21:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, srednja mesečna koncentracija pa je bila $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NW. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med 0°C (21.01.2023) in 12°C (01.01.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 4°C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.
Februar	Urna mejna vrednost ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in dnevna mejna vrednost SO_2 ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO_2 je znašala $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 14.02.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je znašala $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Največji deleži onesnaženja z SO_2 so bili iz zahodne smeri. Urna mejna vrednost ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) NO_2 nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO_2 je znašala $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 14.02.2023 ob 18:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja z NO_2 je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala $8,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 14.02.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NNW. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala $11,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 14.02.2023 ob 23:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NNW. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 16.02.2023 ob 16:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena znašala $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 16.02.2023 ob 16:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Dnevna mejna PM_{10} vrednost ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) je bila v tem mesecu presežena 11-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{10} je znašala $117 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 12.02.2023 ob 11:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, srednja mesečna koncentracija pa je znašala $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz zahodne smeri. Maksimalna urna koncentracija delcev $\text{PM}_{2,5}$ je znašala $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 12.02.2023 ob 03:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, srednja mesečna koncentracija pa je bila $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz zahodne smeri. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med -3°C (07.02.2023) in 10°C (25.02.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 3°C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.
Marec	Urna mejna vrednost ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in dnevna mejna vrednost SO_2 ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO_2 je znašala $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 08.03.2023 ob 07:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je znašala $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Največji deleži onesnaženja z SO_2 so bili iz zahodne smeri. Urna mejna vrednost ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$) NO_2 nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO_2 je znašala $116 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 21.03.2023 ob 19:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Največji deleži onesnaženja z NO_2 so bili iz zahodne smeri. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala $5,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 20.03.2023 ob 23:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala $14,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 20.03.2023 ob 18:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala $5,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 09.03.2023 ob 13:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja mesečna koncentracija je bila $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne

Mesec	Povzetek ugotovitev na mesečnem nivoju
	smeri. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena znašala 1,5 µg/m³ (dne 10.03.2023 ob 08:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,6 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,2 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) je bila v tem mesecu presežena 2-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 139 µg/m³ (dne 24.03.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila 53 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je znašala 32 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 47 µg/m³ (dne 06.03.2023 ob 10:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 36 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 18 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 2 °C (01.03.2023) in 14 °C (24.03.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 8 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.
April	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 6 µg/m³ (dne 30.04.2023 ob 18:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila 6 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je znašala 3 µg/m³. Največji deleži onesnaženja z SO₂ so bili iz zahodne smeri. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 104 µg/m³ (dne 07.04.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 58 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 39 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 2,7 µg/m³ (dne 25.04.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,5 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 1,0 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 15,9 µg/m³ (dne 26.04.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3,0 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 1,9 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 1,8 µg/m³ (dne 07.04.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila 0,7 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,4 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 0,3 µg/m³ (dne 07.04.2023 ob 23:59), maksimalna dnevna koncentracija pa je znašala 0,1 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu ni bila presežena. V obdobju med 04.-18.04.2023 merilnik ni pravilno deloval, posledično so bile vrednosti v tem obdobju izločene. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 48 µg/m³ (dne 08.04.2023 ob 07:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila 31 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je znašala 19 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. V obdobju med 04.-18.04.2023 merilnik ni pravilno deloval, posledično so bile vrednosti v tem obdobju izločene. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 26 µg/m³ (dne 21.04.2023 ob 03:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 18 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 11 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so bili iz zahodne in severne smeri. Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 5 °C (05.04.2023) in 15 °C (29.04.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 10 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.
Maj	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 8 µg/m³ (dne 30.05.2023 ob 10:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala prav tako 8 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je znašala 6 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 96 µg/m³ (dne 05.05.2023 ob 20:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 48 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 36 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri SSW. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 3,6 µg/m³ (dne 26.05.2023 ob 07:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,1 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,9 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri dokaj enakomerno. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 9,4 µg/m³ (dne 29.05.2023 ob 23:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3,7 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 2,5 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri dokaj enakomerno, največji deleži so bili iz smeri NNW in SW. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 4,0 µg/m³ (dne 26.05.2023 ob 07:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila 0,7 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,5 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri NNW in SW. V tem mesecu koncentracije etilbenzena ni bilo zaznati (0,0 µg/m³). Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 49 µg/m³ (dne 30.05.2023 ob 07:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 30 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 20 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 20 µg/m³ (dne 01.05.2023 ob 06:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 16 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 12 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 11 °C (11.05.2023) in 21 °C (06.05.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 16 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.
Junij	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 4 µg/m³ (dne 21.06.2023 ob 20:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala prav tako 4 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je znašala 3 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 111 µg/m³ (dne 22.06.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 58 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 36 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri SW. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 2,7 µg/m³ (dne 16.06.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,1 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,8 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri dokaj enakomerno, največji deleži so bili iz severo-zahodne smeri.

Mesec	Povzetek ugotovitev na mesečnem nivoju
	Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 47,7 µg/m³ (dne 17.06.2023 ob 04:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 4,2 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 2,5 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so prišli iz smer NNW. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 2,4 µg/m³ (dne 01.06.2023 ob 16:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,8 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je bila 0,5 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NNW in SE. V tem mesecu koncentracije etilbenzena ni bilo zaznati (0,0 µg/m³). Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 79 µg/m³ (dne 29.06.2023 ob 11:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 46 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 22 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri SWS. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 27 µg/m³ (dne 23.06.2023 ob 07:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 20 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 12 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med 16 °C (05.06.2023) in 28 °C (21.06.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 21 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.
Julij	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 3 µg/m³ (dne 02.07.2023 ob 13:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala prav tako 3 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je znašala 2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 87 µg/m³ (dne 07.07.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 43 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 29 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri WSW. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 4,4 µg/m³ (dne 30.07.2023 ob 19:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,8 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,7 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri dokaj enakomerno. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 18,6 µg/m³ (dne 05.07.2023 ob 06:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3,7 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 2,1 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so prišli iz severne smeri. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 2,6 µg/m³ (dne 17.07.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,8 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je bila 0,5 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri dokaj enakomerno. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 0,3 µg/m³ (dne 06.07.2023 ob 08:00), maksimalna dnevna koncentracija in srednja koncentracija v obdobju pa nista bili zaznani (0,8 µg/m³). Do onesnaženja je prišlo predvsem iz smeri SSE. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 53 µg/m³ (dne 11.07.2023 ob 15:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 33 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 18 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 22 µg/m³ (dne 11.07.2023 ob 15:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 17 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 10 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med 17 °C (26.07.2023) in 28 °C (17.07.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 23 °C. Veter je v tem mesecu pihal z maksimalno urno hitrostjo 2 m/s, smer W – N.
Avgust	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 5 µg/m³ (dne 15.08.2023 ob 14:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala 2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri E in NE. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 99 µg/m³ (dne 21.08.2023 ob 19:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 47 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 31 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri SW. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 2,0 µg/m³ (dne 20.08.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,0 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri E, SW in NW. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 217,7 µg/m³ (dne 14.08.2023 ob 08:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 14,0 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so prišli iz smeri SE. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 2,0 µg/m³ (dne 20.08.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,7 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je bila 0,5 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri SW in NW. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 0,2 µg/m³ (dne 19.08.2023 ob 20:00), maksimalna dnevna koncentracija in srednja koncentracija v obdobju pa nista bili zaznani (0,8 µg/m³). Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 78 µg/m³ (dne 28.08.2023 ob 07:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 38 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 22 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 36 µg/m³ (dne 22.08.2023 ob 09:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 26 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 14 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med 15 °C (30.08.2023) in 27 °C (25.08.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 22 °C. Veter je v tem mesecu pihal z maksimalno urno hitrostjo 1 m/s, smer W – N.
September	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 8 µg/m³ (dne 29.9.2023 ob 15:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 4 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala 2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 112 µg/m³ (dne 11.9.2023 ob 18:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 53 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 38 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz južne smeri. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 2,9 µg/m³ (dne 28.9.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,4 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri,

Mesec	Povzetek ugotovitev na mesečnem nivoju
	največji deleži so bili iz smeri NW in NNW. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 9,5 µg/m³ (dne 28.9.2023 ob 18:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,7 µg/m³. Največji deleži onesnaženja so prišli iz smeri SSE, W in NNW. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 2,3 µg/m³ (dne 28.9.2023 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,0 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NNW. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 0,5 µg/m³ (dne 27.9.2023 ob 20:00), maksimalna dnevna koncentracija in srednja koncentracija v obdobju pa nista bili zaznani (0,8 µg/m³). Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 60 µg/m³ (dne 12.9.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 40 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 24 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 40 µg/m³ (dne 12.9.2023 ob 09:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 28 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 14 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri SSE, W in NNW. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med 13 °C (24.9.2023) in 21 °C (12.9.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 19 °C. Veter je v tem mesecu pihal z maksimalno urno hitrostjo 2 m/s, smer W – N.
Oktober	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 4 µg/m³ (dne 26.10.2023 ob 08:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala prav tako 3 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 94 µg/m³ (dne 3.10.2023 ob 19:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 47 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 35 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri WSW in SWS. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 3,8 µg/m³ (dne 19.10.2023 ob 17:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 2,1 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W, NW, N in NE. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 31,5 µg/m³ (dne 12.10.2023 ob 04:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 2,9 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NW in N. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 3,2 µg/m³ (dne 30.10.2023 ob 14:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,3 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 0,7 µg/m³ (dne 3.10.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,1 µg/m³. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 73 µg/m³ (dne 7.10.2023 ob 02:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 47 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 24 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri W in SSW. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 88 µg/m³ (dne 7.10.2023 ob 02:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 33 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 15 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NE, SE, SWS in W. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med 6 °C (17.10.2023) in 19 °C (20.10.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 15 °C. Veter je v tem mesecu pihal z maksimalno urno hitrostjo 1 m/s, smer W – N/W – N.
November	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 5 µg/m³ (dne 15.11.2023 ob 17:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala prav tako 2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri ESE, SE in SW. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 99 µg/m³ (dne 24.11.2023 ob 17:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 52 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 38 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz vzhodne smeri. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 7,9 µg/m³ (dne 16.11.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3,5 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 2,0 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz zahodne smeri. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 12,6 µg/m³ (dne 17.11.2023 ob 04:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 7,2 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 3,3 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NW in N. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 9,5 µg/m³ (dne 7.11.2023 ob 11:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 2,1 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,9 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W, S in ENE. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 6,1 µg/m³ (dne 9.11.2023 ob 02:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,6 µg/m³. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu je bila presežena 2-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 89 µg/m³ (dne 20.11.2023 ob 16:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 63 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 28 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili iz smeri W, NNE in E. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 78 µg/m³ (dne 20.11.2023 ob 22:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 49 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 21 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W, NW, NNW in E. Dnevna temperatura zunanega zraka se je gibala med 2 °C (27.11.2023) in 13 °C (14.11.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 7 °C. Veter je v tem mesecu pihal z maksimalno urno hitrostjo 3 m/s, smer W – N.
December	Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 6 µg/m³ (dne 20.12.2023 ob 18:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 4 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala prav tako 2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo predvsem iz zahodne smeri, največji deleži so bili iz smeri SSW, W in NW. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 104 µg/m³ (dne 22.12.2023 ob 17:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 60 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 24 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo z vseh smeri dokaj enakomerno. Maksimalna urna

Mesec	Povzetek ugotovitev na mesečnem nivoju
	koncentracija benzena je znašala 10,0 µg/m³ (dne 20.12.2023 ob 19:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 7,5 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 2,7 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo predvsem iz zahodne smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 38,5 µg/m³ (dne 10.12.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 6,6 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 4,3 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo predvsem iz zahodne in severne smeri, največji deleži so bili iz smeri SW, NW in N. Maksimalna urna koncentracija M&P-ksilena je znašala 13,0 µg/m³ (dne 31.12.2023 ob 13:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 2,4 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 1,1 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo predvsem iz zahodne in severne smeri, največji deleži so bili iz smeri SSW, W, NW in N. Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 8,5 µg/m³ (dne 28.12.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 0,9 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo predvsem iz jugo-zahodne smeri, pri čemer so največji deleži bili iz smeri SW. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) v tem mesecu je bila presežena 5-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 107 µg/m³ (dne 18.12.2023 ob 14:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 75 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 38 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo predvsem iz zahodne smeri, največji deleži so bili iz smeri SE, W in NW. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2,5} je znašala 117 µg/m³ (dne 18.12.2023 ob 23:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 83 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 36 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo predvsem iz zahodne smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW. Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med -2 °C (4.12.2023) in 10 °C (28.12.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala 4 °C. Veter je v tem mesecu pihal z maksimalno urno hitrostjo 3 m/s, smer W – N.

8. ZAKLJUČEK

V letu 2023 je bilo na merilnem mestu OMS MOL (LJ Center) izmerjenih 99 % meritev SO_2 , 99 % meritev NO_2/NO_x , 91 % meritev PAH, 96 % za delce PM_{10} in 95 % za drobne delce $\text{PM}_{2.5}$. Iz niza meritev je razvidno, da je bila v letu 2023 presežena dnevna mejna vrednost za PM_{10} 22-krat, letna mejna vrednost za benzen ni bila presežena, prav tako nista bili preseženi urna mejna vrednost za SO_2 in NO_2 . Meritve vseh obravnavanih parametrov veljajo kot uradne vrednosti. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

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

- **Modelske 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.

9. VIRI IN LITERATURA

EEA, Kakovost zraka, 2023: Evropska agencija za okolje, Kakovost zraka. URL (dosegljivo 28.02.2024): https://www.eea.europa.eu/Lists/ECADocuments/SR18_23/SR_AIR_QUALITY_SL.pdf

Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2022: Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023. URL (dosegljivo 28.02.2024): http://hmljn.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/porocilo_2022_Merged.pdf

Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2021, ARSO, 2022: Kakovost zraka v Sloveniji v letu 2022, ARSO, 2023. URL (dosegljivo 28.02.2024): http://hmljn.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Letno_porocilo_2021_Final.pdf

AirQuality Guidelines, 2021, WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. URL (dosegljivo: 28.02.2024): <https://iris.who.int/handle/10665/345329>

ARSO – kazalci okolja, 2024. URL: (dosegljivo: 28.02.2024): <https://kazalci.arso.gov.si/>

Zakoni, uredbe in pravilniki

Zakona o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 44/22, 18/23 – ZDU-10 in 78/23 – ZUNPEOVE). URL: (dosegljivo: 28.02.2024): <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO8286>

Zakonom o državnih meteorološki, hidrološki, oceanografski in seizmološki službi (ZDMHS) (Ur. l. RS, št. 60/17). URL: (dosegljivo: 28.02.2024): <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ZAKO7430>

Uredba o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 IN 44/22 – ZVO-2). URL (dosegljivo: 28.02.2024): <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED5493>

Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2). URL: (dosegljivo: 28.02.2024): <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=PRAV10250>

Odredba o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zunanjega zraka (Ur. l. RS, št. 38/17, 3/20, 152/20, 203/21, 44/22 – ZVO-2 in 30/23). URL: (dosegljivo: 28.02.2024): <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=ODRE2387>

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). URL: (dosegljivo: 28.02.2024): <http://www.pisrs.si/Pis.web/pregledPredpisa?id=URED4057>

