

**MERITVE IN UPRAVLJANJE MERILNEGA SISTEMA NA MERILNI POSTAJI LJUBLJANA
CENTER, LETNO POROČILO ZA LETO 2022**

Oznaka dokumenta: 223226-F-1-študija:2597

Ljubljana, februar 2023

**MERITVE IN UPRAVLJANJE MERILNEGA SISTEMA NA MERILNI POSTAJI LJUBLJANA
CENTER, LETNO POROČILO ZA LETO 2022**

Oznaka dokumenta: 223226-F-1-študija:2597

Ljubljana, februar 2023

Direktor:

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



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

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

W www.eimv.si

Oddelek za okolje

© Elektroinštitut Milan Vidmar, 2023

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

Naročnik: 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: 222235

Projekt: 222235-F: Fazno poročanje

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

Aktivnost: 222235-F-1

Naloga: 223226-F-1-študija:2597

Naslov: Meritve in upravljanje merilnega sistema na merilni postaji Ljubljana Center, letno poročilo za leto 2022

Oznaka dokumenta: 223226-F-1-študija:2597

Datum izdelave: februar 2023

Število izvodov: 3 x tiskana verzija, 1 x arhiv izdelovalca, elektronska verzija (<https://www.gtd-eimv.si/>)

Avtorji: Kris ALATIČ, dipl. inž. meh.
Branka HOFER, gim. mat.
Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.
Erik MARČENKO, dipl. inž. str.
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.
Marko PATERNOSTER, inž. el. energ.
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 (SO₂) ali dušikovi oksidi (NO₂/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 poročilu 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 SO₂, NO₂/NO_x, benzena, toluena, M&P-ksilena, etilbenzena, delcev PM₁₀ in PM_{2,5} ter meteorološke meritve. Meritve se nanašajo na leto 2022.

V merjenem obdobju se rezultati meritev na lokaciji za SO₂, NO₂/NO_x in PM₁₀ obravnavajo kot uradni, za parameter BTX pa kot informativni rezultati meritev za leto 2022.

Ključne besede: Ljubljana, kakovost zraka, onesnaževalci zraka, PM₁₀, PM_{2,5}

ABSTRACT

Air pollution can have a significant effect on human health. The following study presents the results of measurements of outdoor air quality monitoring in the City of Ljubljana (MOL) at the measuring point at the intersection of Tivolska cesta and Vošnjakova ulica in year 2022. Results of measurements of ambient air quality are performed by the Milan Vidmar Electrical Power Research Institute (EIMV) and the following parameters are included in the study: concentrations of SO₂, NO₂/NO_x, benzene, toluene, M&P-xylene, ethylbenzene, PM₁₀ and PM_{2,5} particles, and meteorological conditions.

Obtained results showed that in the study period the concentrations of SO₂, NO₂/NO_x, and PM₁₀ are considered as official, whereas for BTX parameters the obtained results are considered as informative for year 2022.

Keywords: Ljubljana, air quality, air pollutants, PM₁₀, PM_{2,5}

KAZALO VSEBINE

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1. | UVOD | 1 |
| 2. | KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA | 3 |
| 2.1 | OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA VPLIVA | 4 |
| 2.2 | ZAKONODAJA..... | 5 |
| 3. | MERILNO MESTO OMS MOL (LJ CENTER)..... | 7 |
| 3.1 | MERITVE KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA | 7 |
| 3.1.1. | Meteorologija..... | 9 |
| 3.2 | NADZOR SKLADNOSTI MERITEV | 9 |
| 4. | REZULTATI MERITEV | 11 |
| 4.1 | VZDRŽEVALNA DELA IN POSEGI..... | 11 |
| 4.2 | MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA | 13 |
| 4.2.1. | Pregled koncentracij v zraku: SO ₂ – Tivolska – Vošnjakova | 15 |
| 4.2.2. | Pregled koncentracij v zraku: NO ₂ – Tivolska - Vošnjakova | 17 |
| 4.2.3. | Pregled koncentracij v zraku: NO _x – Tivolska - Vošnjakova | 19 |
| 4.2.4. | Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova | 21 |
| 4.2.5. | Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova | 23 |
| 4.2.6. | Pregled koncentracij v zraku: M&P-ksilen – Tivolska - Vošnjakova | 25 |
| 4.2.7. | Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova | 27 |
| 4.2.8. | Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀ – Tivolska - Vošnjakova | 29 |
| 4.2.9. | Pregled koncentracij v zraku: PM _{2,5} – Tivolska - Vošnjakova | 31 |
| 4.3 | METEOROLOŠKE MERITVE..... | 33 |
| 4.3.1. | Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova | 33 |
| 4.3.2. | Pregled hitrosti in smeri vetra – Tivolska - Vošnjakova..... | 36 |
| 5. | TREND MERITEV V MESTNI OBČINI LJUBLJANA..... | 39 |
| 5.1 | ANALIZA PM ₁₀ V OBDOBJU MED 2020-2022 V MOL | 41 |
| 5.2 | ANALIZA NO ₂ /NO _x V OBDOBJU MED 2020-2022 V MOL | 43 |
| 6. | ANALIZA IN REZULTATI NA MESEČNEM NIVOJU | 45 |
| 7. | ZAKLJUČEK..... | 49 |

KAZALO SLIK

| | |
|--|----|
| Slika 1: Elementi, ki vplivajo na kakovost zunanjega zraka v urbanem okolju..... | 3 |
| Slika 2: Procesi, ki vplivajo na onesnaženost zraka..... | 5 |
| Slika 3: Lokacija OMS MOL. (Vir: Google Earth, 2022)..... | 7 |
| Slika 4: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu..... | 10 |
| Slika 5: Stalna merilna mesta v MOL..... | 40 |
| Slika 6: Stalna merilna mesta v MOL..... | 40 |

KAZALO TABEL

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku..... | 4 |
| Tabela 2: Koordinate merilne postaje..... | 7 |
| Tabela 3: Tabela vzdrževanja merilnikov in merilne postaje OMS MOL..... | 11 |
| Tabela 4: Tabela rednih posegov na merilni postaji OMS MOL..... | 11 |
| Tabela 5: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za varstvo rastlin za žveplov dioksid (SO ₂)..... | 15 |
| Tabela 6: Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična za dušikove okside (NO ₂ /NO _x) in smernice WHO..... | 17 |
| Tabela 7: Mejna vrednost za benzen (C ₆ H ₆) in smernice WHO..... | 21 |
| Tabela 8: Mejne vrednosti za delce PM ₁₀ | 29 |
| Tabela 9: Mejne vrednosti za delce PM _{2,5} | 31 |
| Tabela 10: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana (povzeto po ⁴)..... | 39 |
| Tabela 11: Nabor merilnih parametrov v MOL..... | 41 |
| Tabela 12: Pregled vrednosti po letih v MOL..... | 41 |
| Tabela 13: Pregled vrednosti NO ₂ na stalnih merilnih mestih v Ljubljani..... | 44 |

KAZALO GRAFOV

| | |
|---|----|
| Graf 1: Trend meritev PM ₁₀ v MOL..... | 42 |
| Graf 2: Perimerjava vrednosti koncentracij prašnih delcev na merilnih mestih po Sloveniji. | 43 |
| Graf 3: Trend meritev NO ₂ v MOL..... | 44 |

1. UVOD

Doseganje ustrezne kakovosti zunanjega zraka pomembno vpliva na kvaliteto našega življenja. Onesnaženost zunanjega zraka se definira kot obstoj onesnažil v ozračju v količinah, ki negativno vplivajo na zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in podnebje (EEA, 2019). Poročilo je namenjen 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 2022 v Mestni občini Ljubljana.

Poročilo obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnikih kakovosti zraka, merjenih onesnažil, zakonodaji, merilnem mestu in nadzoru skladnosti, ki se izvaja;
- zapise o opažanju, izvedenih servisnih in vzdrževalnih delih ter drugih posegih na merilni opremi ter o testiranjih merilnikov;
- rezultate meritev kakovosti zraka;
- komentar in povzetek rezultatov meritev kakovosti zraka;
- analizo koncentracij v zunanjem zraku z delci PM₁₀ in NO₂ na območju Mestne občine Ljubljana.

V letu 2022 je bilo na merilnem mestu OMS Tivolska - Vošnjakova izmerjenih 97 % meritev SO₂, 94 % meritev NO₂/NO_x, 80 % meritev BTX, 96 % meritev PM₁₀ in 94 % meritev PM_{2,5}. Iz niza meritev je razvidno, da je bila v letu 2022 presežena dnevna mejna vrednost za PM₁₀ 27-krat. Zakonodajno dovoljeno število preseganj na letnem nivoju znaša 35-krat.

Trenutne vrednosti koncentracij SO₂, NO₂/NO_x, PAH, delcev PM₁₀, meteoroloških parametrov in indeksov v zunanjem zraku so dostopne na spletni strani www.okolje.info, MO Ljubljana [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].

2. KAKOVOST ZUNANJEGA ZRAKA

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

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

S sprejetjem **Zakona o varstvu okolja** (Uradni list RS, št. 44/22 – ZVO-2) v letu 2004 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, kar je ena izmed nalog merilnega mesta MOL.

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



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

2.1 OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA VPLIVA

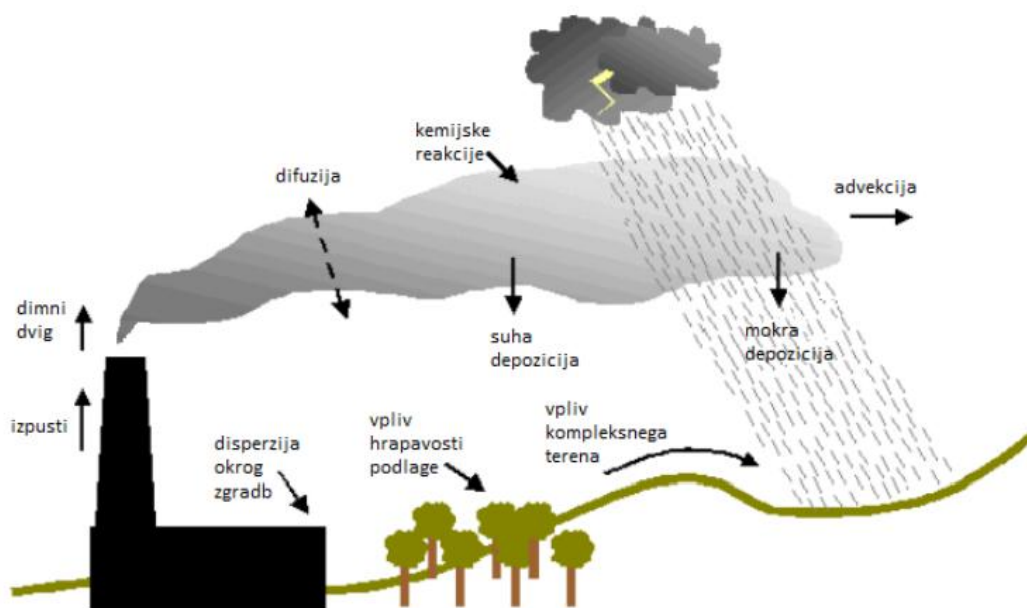
Kratkotrajna in dolgotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam onesnaževal ima velik vpliv na obolevnost prebivalstva zaradi bolezni dihal in posledično tudi kardiovaskularnih obolenj. Poleg tega pa ima velik vpliv na ekonomski vidik saj zmanjšuje življenjsko dobo prebivalstva, povečuje stroške zdravljenja 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 (SO₂), dušikovi oksidi (NO₂/NO_x), ozon (O₃), prašni delci (PM₁₀ in PM_{2.5}) in policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH).

Spodnja tabela (Tabela 1) prikazuje posamezna onesnaževala, ki so obravnavana v tem poročilu, njihov izvor in vpliv na zdravje ljudi ter biodiverzitetu.

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku.

| ONESNAŽEVALO IN VIRI | VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO |
|--|--|
| <p>Žveplov dioksid (SO₂) je pri sobni temperaturi plin, brez barve, ki se dobro raztaplja v vodi. Poglavitni izvor žveplovega dioksida sta izogrevanje goriv (nafte in premoga) in drugi industrijski procesi (predelava rud). Uporablja se za beljenje, dezinfekcijo in kot konzervans v hrani.</p> | <p>Kratkoročno izpostavljanje žveplovem dioksidu povzroči težave astmatikom in občutljivim ljudem predvsem v bližini industrije, ki je brez ustreznega čiščenja. Otroci v krajih z onesnaženim zrakom pogosteje zbolevajo za kašljem, bronhitisom in infekcijami globlje v dihalih, kot otroci ki žive v manj onesnaženih krajih.</p> |
| <p>Dušikovi oksidi (NO₂/NO_x) Dušikov dioksid je plin, rdečkastorjave barve, z značilnim jedkim vonjem. je derivat benzena. Najbolj izstopajoči viri so motorji z notranjim zgorevanjem, termoelektrarne in v manjši meri tovarne celuloze. Precejšnji onesnaževalci so tudi grelniki vode in peči na gospodinjski plin (propan/butan). Nastaja tudi med jedrskimi eksplozijami v zraku.</p> | <p>Pri višjih koncentracijah dušikovega dioksida, ki je najstrupenejši dušikov oksid, so na udaru predvsem kronični bronhitiki in asmatiki. V ranljivih skupinah pride pri vdihovanju dušikovega dioksida do pojava kašlja, bronhitisa, oslabitve imunskega sistema (večja verjetnost okužb), povečanja alergijskih reakcij ter do večje stopnje obolevnosti. Asmatiki lahko z okvaro pljuč reagirajo že po kratkotrajni izpostavljenosti.</p> |
| <p>Policiklični aromatski ogljikovodik (PAH) so ogljikovodiki - organske spojine, ki vsebujejo samo ogljik in vodik - sestavljeni so iz večih aromatičnih obročev (organski obroči, v katerih se elektroni delokalizirajo).</p> | |
| <p>1. Benzen (C₆H₆) 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 izogrevanja.</p> | <p>Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi.</p> |
| <p>2. Toluen (C₆H₆CH₃) je derivat benzena. Je bistra, v vodi netopna in hlapna tekočina z značilnim aromatskim vonjem ter se uporablja v industriji za sintezo drugih spojin.</p> | <p>Ima akutne in kronične učinke na centralni živčni sistem. Povzroči lahko tudi počasnejši razvoj človeškega telesa in ima vplive na razmnoževanje.</p> <p>Spada v skupino onesnaževal, ki povzročajo nastanek smoga.</p> |
| <p>3. Meta & Para ksilen; Orto ksilen 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.</p> | <p>Krajša izpostavljenost ksilenu povzroča draženje kože, oči, nosu in grla. V zadostnih količinah ima vpliv na centralni živčni sistem. Dolgotrajna izpostavljenost pa ima vpliv na živčni sistem.</p> |
| <p>4. Etilbenzen Glavni vir je naftna industrija in uporaba nafte. Je zelo hlapna spojina in se jo v večini</p> | <p>Meja toksičnosti etilbenzena je zelo nizka. V človeku se nalaga v maščobi in se izloča z urinom.</p> |

| | |
|--|---|
| pričakuje v zraku. | |
| <p>5. Benzen (C₆H₆) 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.</p> | Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi. |
| <p>Delci PM₁₀ PM₁₀ so grobi delci z aerodinamičnim premerom med 2,5 μm in 10 μm. Sestavljeni so iz različnih organskih in anorganskih snovi, pretežno pa iz žvepla, nitrata, amonijaka, črnega ogljika, mineralov in vode. Lahko so primarnega ali sekundarnega izvora (tvorijo se pri kemijski reakciji drugih škodljivih snovi v zraku, kot SO₂ ali NO₂). Glavni vir je izgorevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci.</p> | PM ₁₀ delci prizadenejo največ ljudi v primerjavi z drugimi onesnaževali. Zaradi njihove majhnosti lahko penetrirajo globoko v pljuča. Povečujejo umrljivost in obolevnost za boleznimi dihal in kardiovaskularnih boleznimi. |
| <p>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.</p> | <p>Prav tako kot PM₁₀ vplivajo na zdravje ljudi, predvsem velik vpliv imajo na razvoj pljučnih boleznih, razvoju astme ali bronhitisa.</p> <p>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.</p> |



Slika 2: Procesi, ki vplivajo na onesnaženost zraka¹.

2.2 ZAKONODAJA

¹ https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poroc%4%8dila%20in%20publikacije/Letno_porocilo_2021_Final.pdf, dostop: februar 2023

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

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

Za doseganje skladnosti z mejnimi vrednostmi za delce PM₁₀ je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi pripravila Načrte za kakovost zunanega zraka za mestne občine Celje, Ljubljana, Kranj, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto ter Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi. Na območju mestne občine Ljubljana je Vlada Republike Slovenije v dogovoru z lokalno skupnostjo **pripravila Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Ljubljana** (Ur. l. RS, št. 77/17). Načrti so usmerjeni v ukrepe na področju spodbujanja učinkovite rabe energije in obnovljivih virov, na izpuste cestnega motornega prometa, na druge ukrepe ter na kratkoročne ukrepe.

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

Več o mejnih, alarmnih, opozorilnih in ciljnih vrednostih je prikazano pri vsakem onesnaževalu posebej.

3. MERILNO MESTO 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, Hajdrihova ulica 2, Ljubljana. 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.

Na merilnem mestu se poleg meritev kakovosti zraka izvajajo tudi meritve meteoroloških parametrov. Analizatorji kakovosti zunanjega zraka so nameščeni v merilni postaji, ki je opremljena s klimatsko napravo in komunikacijsko opremo. Z namenom ugotavljanja skladnosti je na merilnem mestu Tivolska – Vošnjakova v času upravljanja 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.

Relief v bližini merilnega mesta je ravninski. Koordinate merilne postaje (D96²) so prikazane v spodnji tabeli.

Tabela 2: Koordinate merilne postaje.

| Merilna postaja | Nadmorska višina | x/n | y/e |
|-----------------------------|------------------|-----------|-----------|
| OMS Mestne občine Ljubljana | 299 m | 461548.16 | 102067.29 |



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

² D96 - Državni koordinatni sistem

Podatki o analizatorjih plinastih onesnaževal v letu 2022.

| | 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 izvajanja merite: | 1.1.-20.6.2022 | 20. 6. -31.12.2022 | 2022 | 2022 |

Podatki o merilnikih delcev PM₁₀ v letu 2022.

| | Referenčni gravimetrični merilnik PM ₁₀ | Gravimetrični frekvenčni 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 |

V monitoringu kakovosti zunanega 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 zunanega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije benzena – 3. del: Avtomatsko vzorčenje s prečrpavanjem in določanje s plinsko kromatografijo na kraju samem (in situ).

Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanega zraka v avtomatski merilni postaji:

| Naziv postaje | 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 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | - |

Ustreznost meritev kakovosti zunanega zraka se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Zagotavljanje kakovosti rezultatov je skladno s Prilogo 1 **Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2).

3.1.1. Meteorologija

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

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

Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatski merilni postaji:

| Naziv postaje | Meteorološki parametri | | |
|-----------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------|
| | Temperatura zraka | Smer in hitrost vetra | Relativna vlaga |
| OMS Mestne občine Ljubljana | ✓ | ✓ | ✓ |

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.

3.2 NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

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

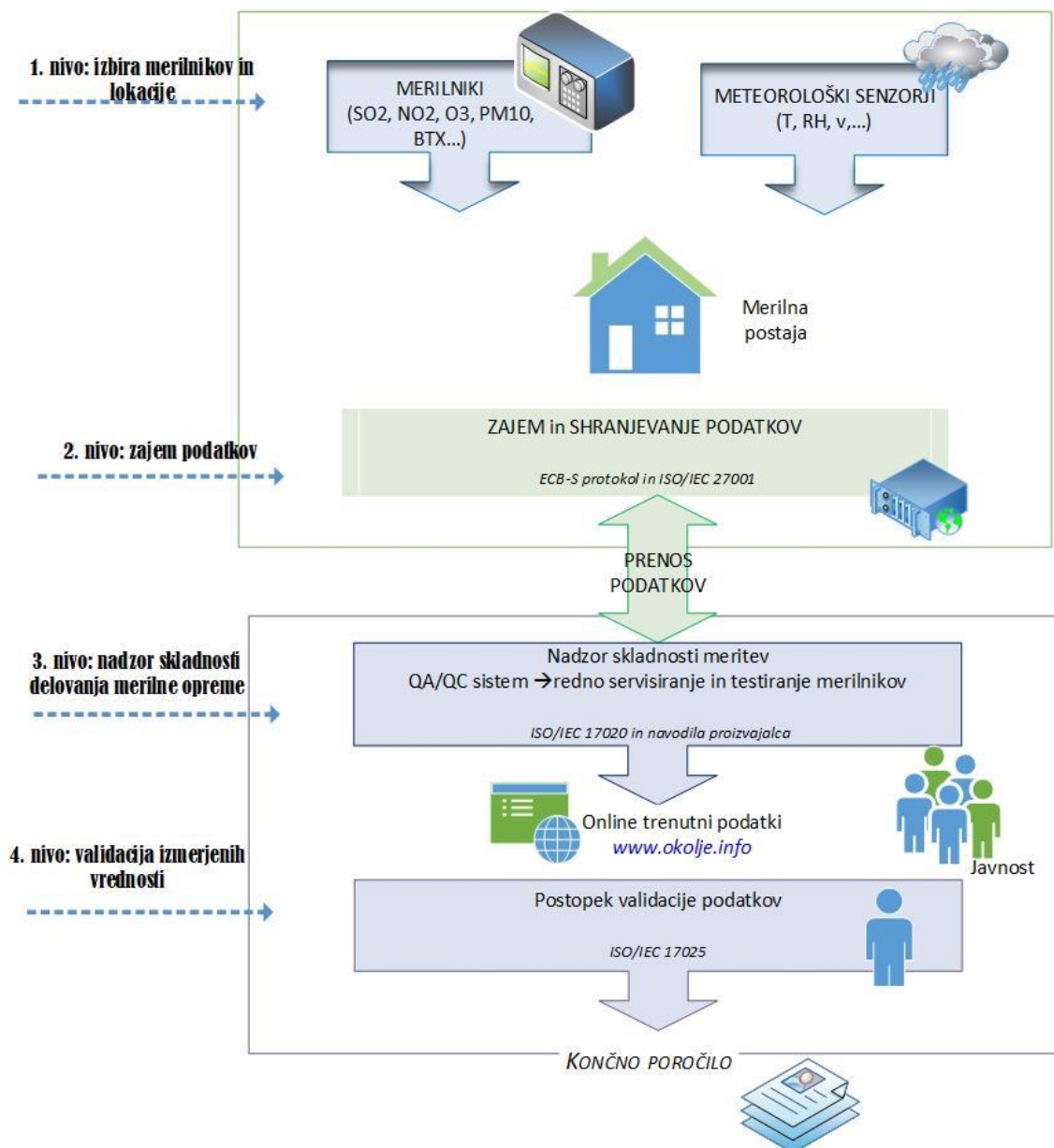
- je skladno s Prilogo 1 **Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2) zagotovljena 90 % razpoložljivost;
- je zagotovljeno uspešno preverjanje delovanja merilne opreme;
- so zagotovljena uspešna dvotočkovna umerjanja in preverjanje linearnosti,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

Zaradi zagotavljanja primerljivosti merilnih rezultatov se zahteva, da uporabljena merilna oprema in vzpostavljen sistem nista unikatna, ampak delujeta po sprejetih dogovorjenih principih. To določata prva dva nivoja skladnosti, ki sta zahtevana tudi s predpisi. 3. in 4. nivo se osredotočata na izvajanje in zagotavljanje skladnosti meritev. Tako podatki, ki uspešno prestanejo 3. nivo nadzora predstavljajo izmerjene vrednosti. Te se sproti objavljajo na spletnih straneh in imajo status informativnih podatkov. Vzporedno s 3. nivojem poteka 4. nivo oziroma validacija izmerjenih vrednosti. Podatki, ki uspešno prestanejo ta nivo so merilni rezultati, ki se jih objavi skladno z zahtevami **Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2).

Nadzor skladnosti meritev je zasnovan 4 nivojsko:

- prvi nivo: izbira analizatorjev, ki ustrezajo zahtevam referenčnih metod za merjenje koncentracij onesnažil v zunanjem zraku;

- drugi nivo: izbira lokacije OMS, ustreznost sistema vzorčenja, sistema za zajem podatkov, pogojev okolja, program rednih pregledov in vzdrževanja;
- tretji nivo: nadzor skladnosti delovanja merilne opreme, linearnosti, negotovosti meritev, izpolnjevanja zahtev glede razpoložljivosti meritev;
- četrti nivo: validacija izmerjenih vrednosti, ocena merilne negotovosti, statistična analiza izmerjenih vrednosti, nadzor odstopanja od predpisanih mej.



Slika 4: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanega zraka v okoljskem informacijskem sistemu.

4. 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. Zagotavljanje skladnosti meritev se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Izpolnjevanje zahtev standardov SIST EN 14212:2012, SIST EN 14212:2012/AC:2014, SIST EN 14211:2012, SIST EN 12341:2014 in SIST EN 14662-3:2016 je zagotovljeno z vključitvijo merilne postaje Tivolska-Vošnjakova v sistem kakovosti 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, grafa urnih in dnevni vrednosti ter pregled koncentracij skozi leto. Na koncu sta podani še roža vetrov (levo) in roža onesnaženja (desno).

4.1 VZDRŽEVALNA DELA IN POSEGI

V letu 2022 so se na vgrajeni merilni opremi izvajala redna vzdrževalna dela, naravnavanja, testi funkcionalnosti in kontrola delovanja. Prikazani so v spodnji tabeli.

Tabela 3: Tabela vzdrževanja merilnikov in merilne postaje OMS MOL.

| Datum | Naziv | Komentar |
|------------|------------------|---|
| 08.01.2022 | Nastavitev klime | Nastavitev klime na ustrezno temperaturo. |
| 12.05.2022 | Ostalo | Popravilo cevi za zajem vzorca. |
| 29.07.2022 | Ostalo | Čiščenje notranjosti merilne postaje. |
| 22.09.2022 | Ostalo | Popravilo magneta na vratih. |

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. Junija 2022 je bila izvedena menjava merilnika dušikovih oksidov.

Tabela 4: Tabela rednih posegov na merilni postaji OMS MOL.

| ID | Naziv | Serijska številka | Poseg |
|------------|-----------------|-------------------|--|
| BK5XBGGG | HORIBA APNA-370 | BK5XBGGG | Naravnavanje 20.06.2022 29.09.2022 Ocena skladnosti 20.06.2022 |
| CM08130057 | Thermo 42i | CM08130057 | Naravnavanje 9.12.2021 16.03.2022 25.04.2022 Ocena skladnosti 16.03.2022 Večji servisni poseg 22.04.2022 |

| | | | |
|----------|-------------------------------|----------------|--|
| 159699 | Thermo 43i | CM08130056 | <p>Naravnavanje 9.12.2021 16.03.2022 21.06.2022 29.09.2022</p> <p>Ocena skladnosti 16.03.2022</p> <p>Večji servisni poseg 10.01.2022</p> |
| 23390621 | Analizator BTX Cromatotech | 23390621 | <p>Naravnavanje 19.12.2022</p> <p>Večji servisni poseg 09.12.2022 12.12.2022 13.12.2022</p> |
| 13_0063 | Leckel, SEQ47/50 | 13/0063 | <p>Naravnavanje 17.05.2022 11.11.2022</p> |
| 9383 | Palas 200 | MOL PALAS 9383 | <p>Naravnavanje 16.03.2022 21.06.2022 26.10.2022</p> <p>Test ekvivalence (v obsegu 40 dni) 03.02.2022 01.04.2022 25.04.2022 12.08.2022 13.10.2022</p> <p>Večji servisni poseg 18.08.2022</p> |
| 6849 | Sistem za zajem podatkov | 6849 | Brez posebnosti, nemoteno delovanje. |

4.2 MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ do januar 2022

| | | nad MVU | AV | nad MVD | podatkov |
|-----------------------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| postaja | meritve od | urne v. | 3 urne v. | dnevne v. | % |
| Tivolska - Vošnjakova | 01.01.2022 | 0 | 0 | 0 | 97 |

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ do januar 2022

| | | nad MVU | AV | nad MVD | podatkov |
|-----------------------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| postaja | meritve od | urne v. | 3 urne v. | dnevne v. | % |
| Tivolska - Vošnjakova | 01.01.2022 | 0 | 0 | - | 94 |

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ do januar 2022

| | | nad MVU | AV | nad MVD | podatkov |
|-----------------------|------------|---------|-----------|-----------|----------|
| postaja | meritve od | urne v. | 3 urne v. | dnevne v. | % |
| Tivolska - Vošnjakova | 01.01.2022 | - | - | 27 | 96 |

Pregled srednjih koncentracij: SO₂ (µg/m³) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | 4 | 2 | 2 |

Pregled srednjih koncentracij: NO₂ (µg/m³) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | 35 | 33 | 38 |

Pregled srednjih koncentracij: NO_x (µg/m³) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | 82 | 79 | 90 |

Pregled srednjih koncentracij: delci PM₁₀ (µg/m³) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | 30 | 29 | 26 |

Pregled srednjih koncentracij: benzen (µg/m³) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | - | - | 1 |

Pregled srednjih koncentracij: toluen (µg/m³) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | - | - | 2 |

Pregled srednjih koncentracij: M&P-ksilen (µg/m³) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | - | - | 2 |

Pregled srednjih koncentracij: etilbenzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za leto 2022 in pretekla leta

| postaja | 2020 | 2021 | 2022 |
|-----------------------|------|------|------|
| Tivolska - Vošnjakova | - | - | 0 |

4.2.1. Pregled koncentracij v zraku: SO₂

V letu 2022 je izmerjeno 97 % pravih rezultatov urnih koncentracij SO₂ v zraku. Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 12 µg/m³, dne 24.03.2022 ob 13:00, medtem ko je maksimalna dnevna koncentracija znašala 7 µg/m³, dne 18.05.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 2 µg/m³. Največji viri SO₂ v bližini so industrijski predeli Ljubljane in termoelektrarna. V Ljubljani se nahajajo na severo-vzhodnem delu glede na merilno mesto.

Tabela 5: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za varstvo rastlin za žveplov dioksid (SO₂).

| Čas merjenja | Cilj | Mejna vrednost (µg/m ³) | Alarmna vrednost (µg/m ³) | WHO (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 | - | |

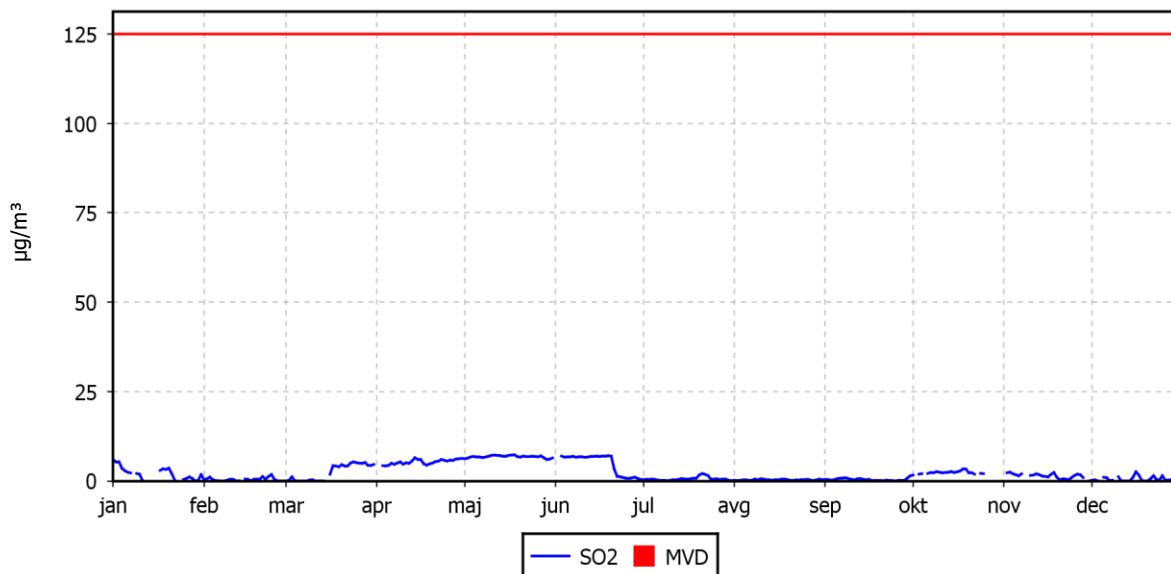
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|---|----------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 8379 | 97% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 12 µg/m ³ | 24.03.2022 13:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 7 µg/m ³ | 18.05.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 0 µg/m ³ | 29.01.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 2 µg/m ³ | |
| Srednja konc. v zimskem času (1.10.21 - 1.4.22): | 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: | 7 µg/m ³ | |
| - 99.2 p.v. - dnevni koncentracij: | 7 µg/m ³ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

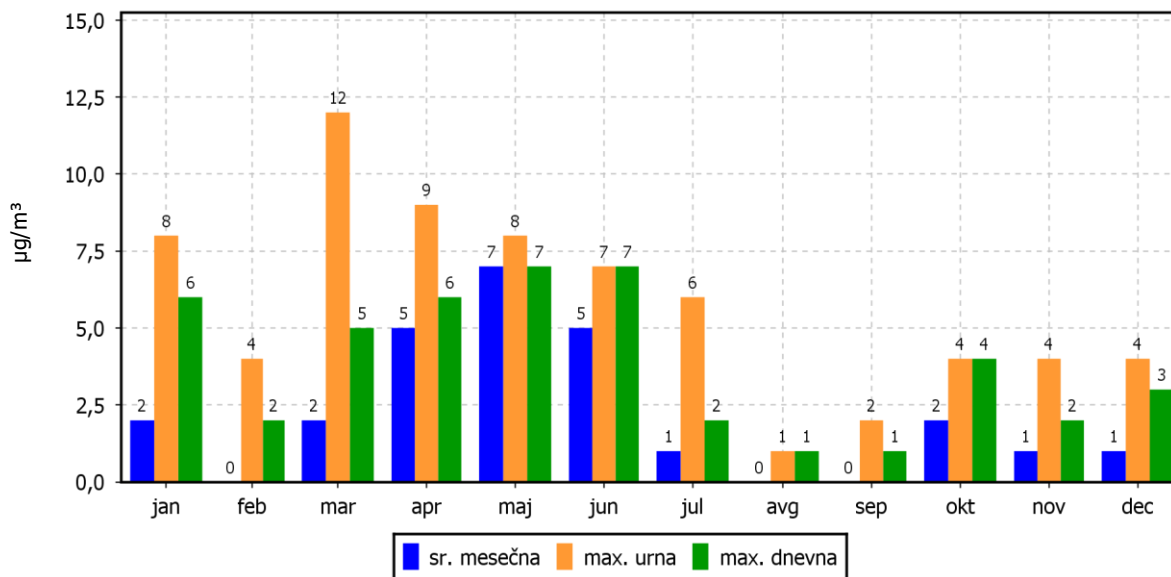
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.2. Pregled koncentracij v zraku: NO₂

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 94 % pravih rezultatov meritev NO₂. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) ni bila presežena, prav tako ni bila presežena alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 142 µg/m³, dne 25.03.2022 ob 19:00, maksimalna dnevna koncentracija 89 µg/m³ se je pa pojavila dne 05.05.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 38 µg/m³.

Tabela 6: Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična za dušikove okside (NO₂/NO_x) in smernice WHO.

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

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

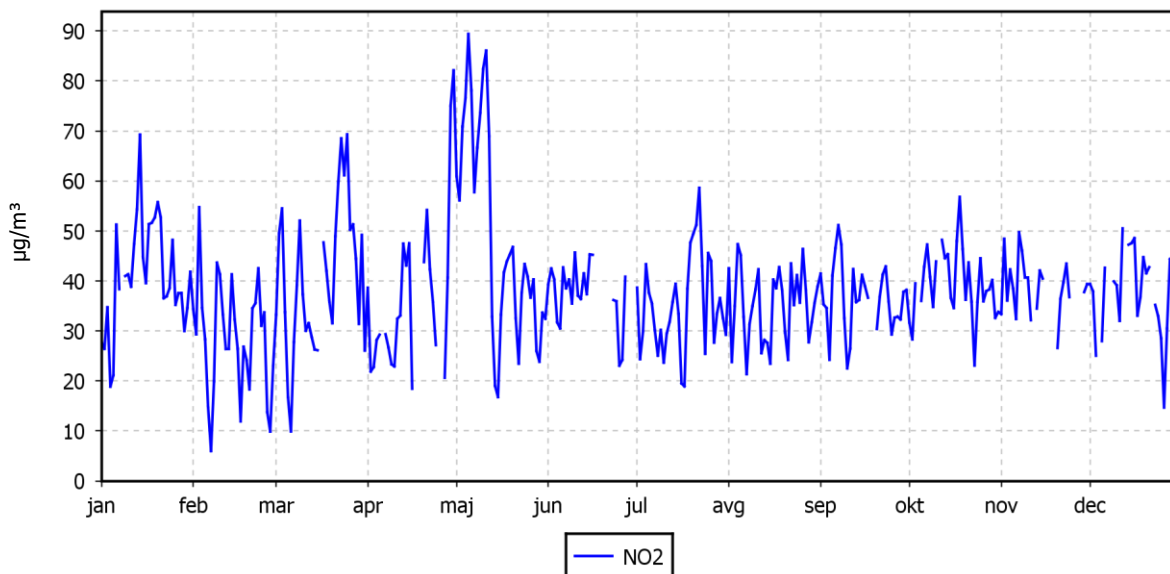
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|---|-----------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 8118 | 94% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 142 µg/m ³ | 25.03.2022 19:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 89 µg/m ³ | 05.05.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 6 µg/m ³ | 07.02.2022 |
| 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: | 89 µg/m ³ | |
| - 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij: | 87 µg/m ³ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

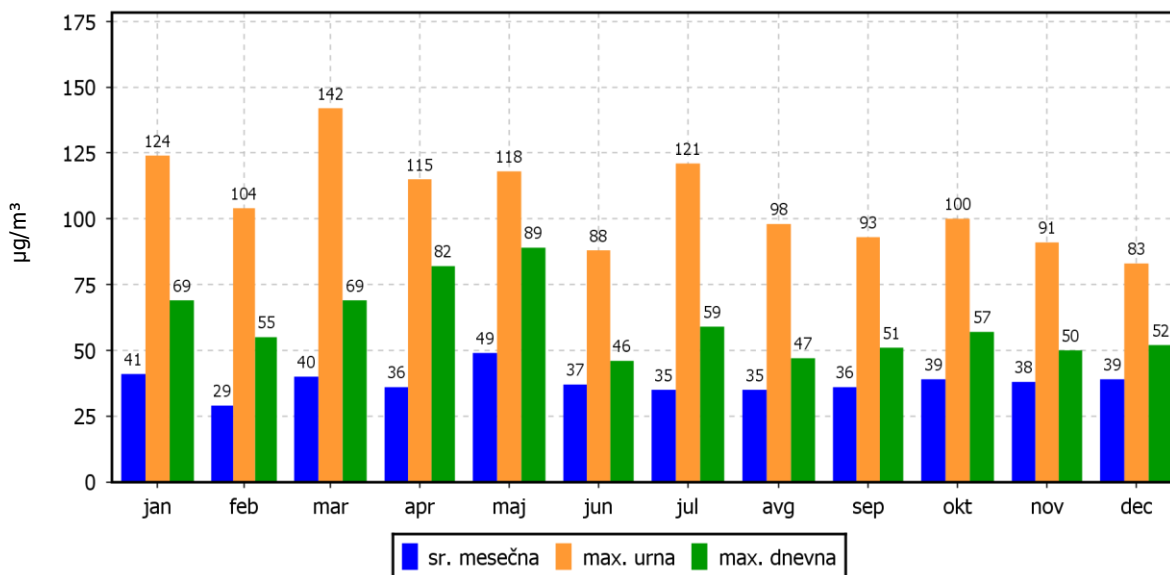
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.3. Pregled koncentracij v zraku: NO_x

Dnevne koncentracije so se gibale med 86 in 343 µg/m³. Maksimalna dnevna koncentracija NO_x je znašala 343 µg/m³ in je bila dosežena dne 14.01.2022. Srednja letna vrednosti je znašala 90 µg/m³.

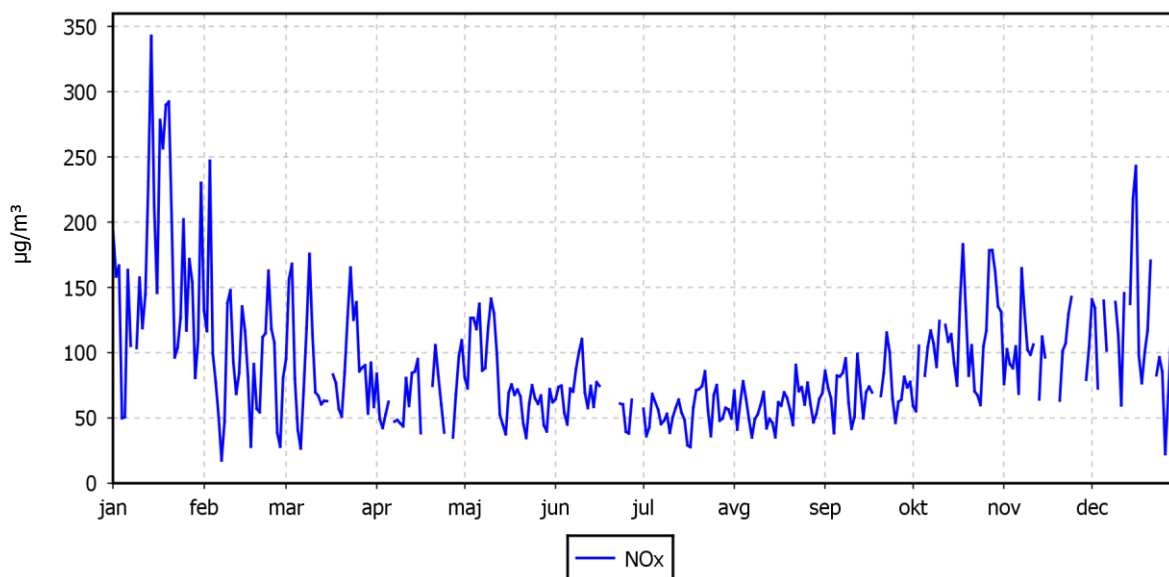
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|--|-----------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 8118 | 94% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 695 µg/m ³ | 14.01.2022 17:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 343 µg/m ³ | 14.01.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 17 µg/m ³ | 07.02.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 90 µg/m ³ | |
| Srednja konc. v zimskem času (1.10.21 - 1.4.22): | 114 µg/m ³ | |
| Percentilna vrednost | | |
| - 98 p.v. - urnih koncentracij: | 308 µg/m ³ | |
| - 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij: | 309 µg/m ³ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

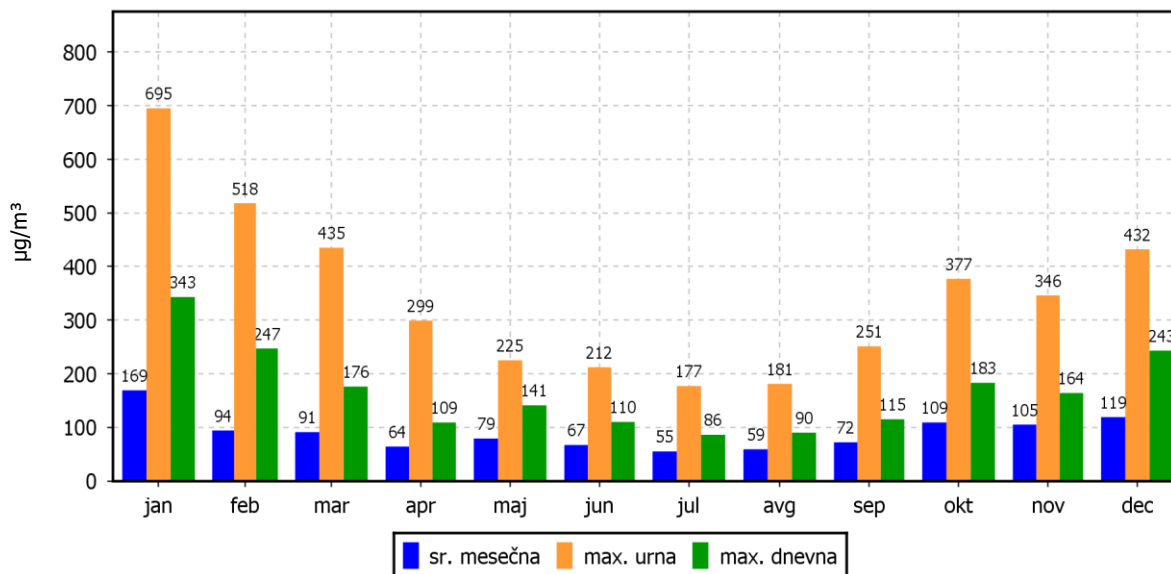
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.4. Pregled koncentracij v zraku: benzen

Zaradi večje okvare merilnika v začetku meseca oktobra je bilo izmerjenih 80 % pravih rezultatov meritev BTX in so zgolj informativnega značaja. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 30.09.2022 ob 17:00, maksimalna dnevna koncentracija 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ se je pa pojavila dne 17.01.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

V obdobju med oktobrom in decembrom je prišlo do okvare na merilniku BZX, zato te vrednosti niso podane.

Tabela 7: Mejna vrednost za benzen (C_6H_6) in smernice WHO.

| Čas merjenja | Mejna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Priporočila po WHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|-----------------|---|---|
| Koledarsko leto | 5 | Je karcinogen, zato ga WHO v ozračju odsvetuje |

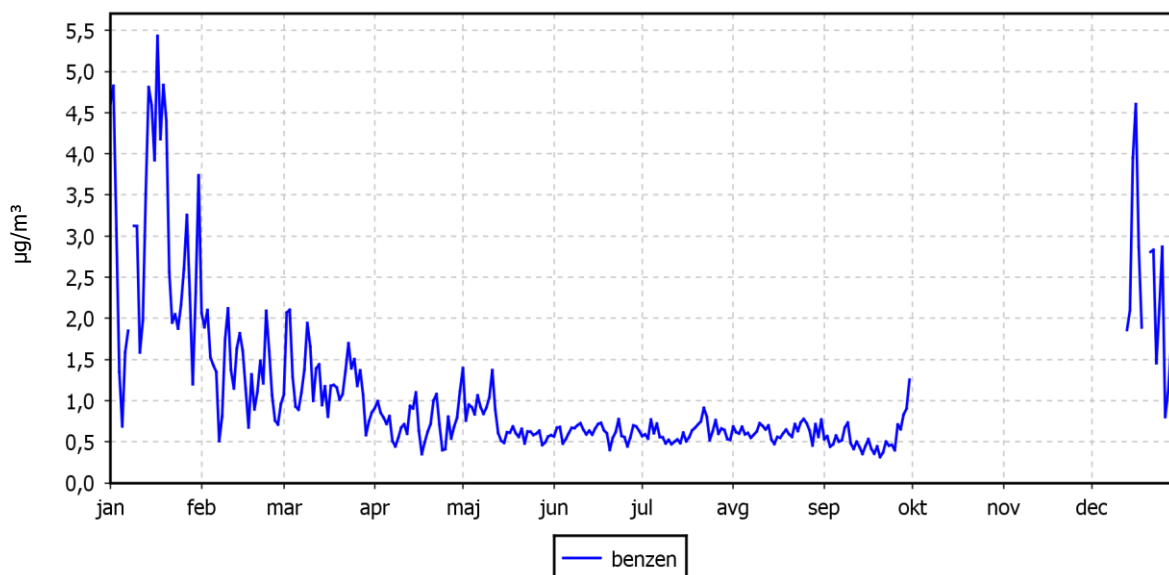
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 6971 | 80% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 30.09.2022 17:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 17.01.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 20.09.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Percentilna vrednost | | |
| - 98 p.v. - urnih koncentracij: | 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| - 50 p.v. - dnevnih koncentracij: | 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

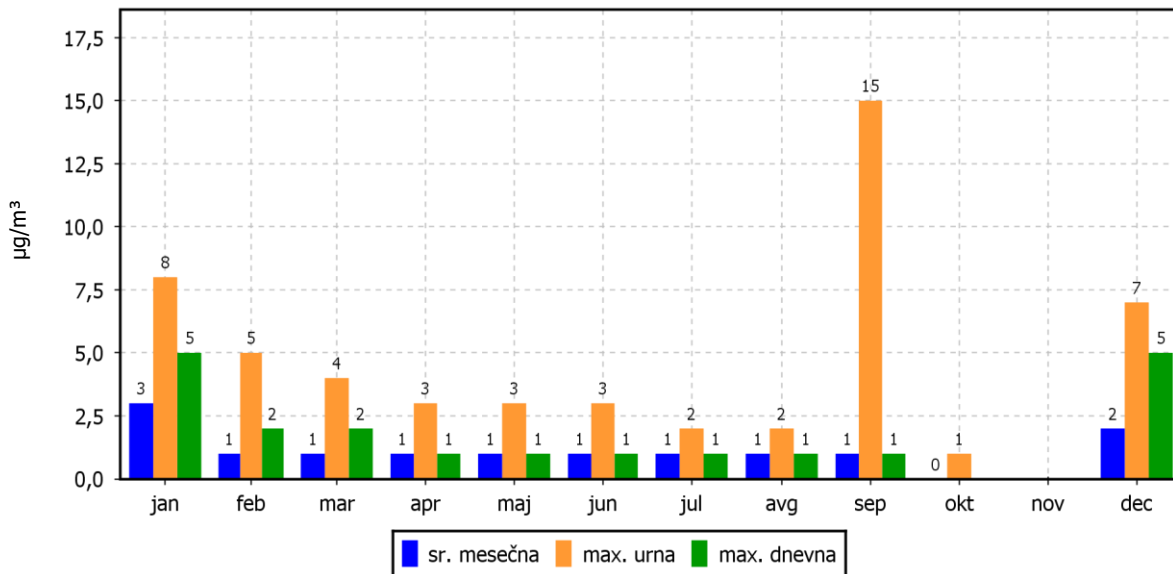
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.5. Pregled koncentracij v zraku: toluen

Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 14.07.2022 ob 08:00, maksimalna dnevna koncentracija pa je bila izmerjena dne 14.07.2022 in je znašala 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

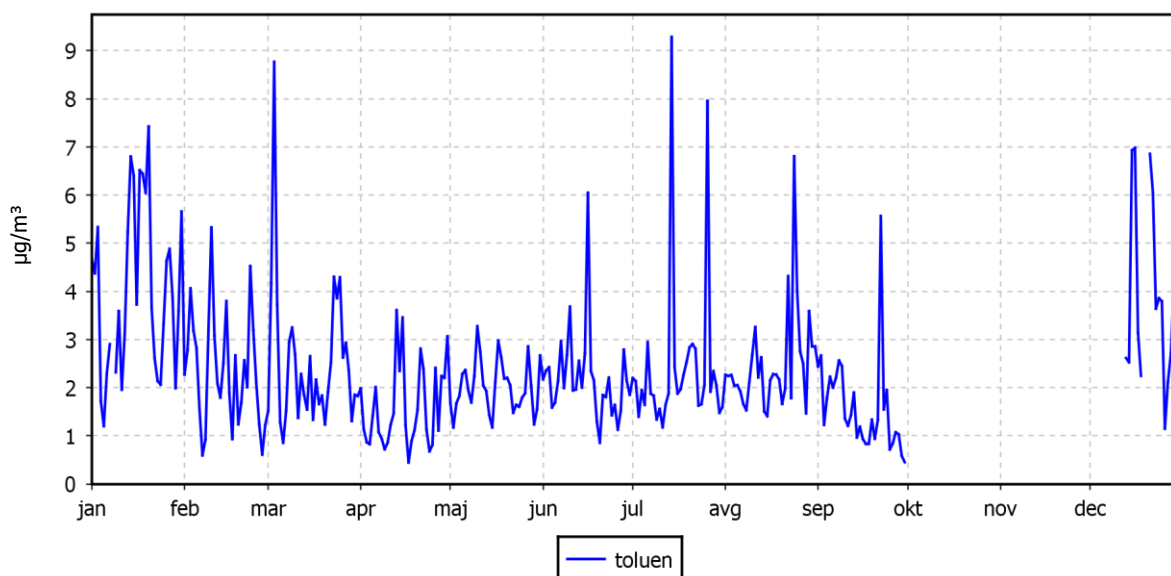
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|-----------------------------------|------------------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 6971 | 80% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 122 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 14.07.2022 08:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 14.07.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 17.04.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Percentilna vrednost | | |
| - 98 p.v. - urnih koncentracij: | 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| - 50 p.v. - dnevnih koncentracij: | 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

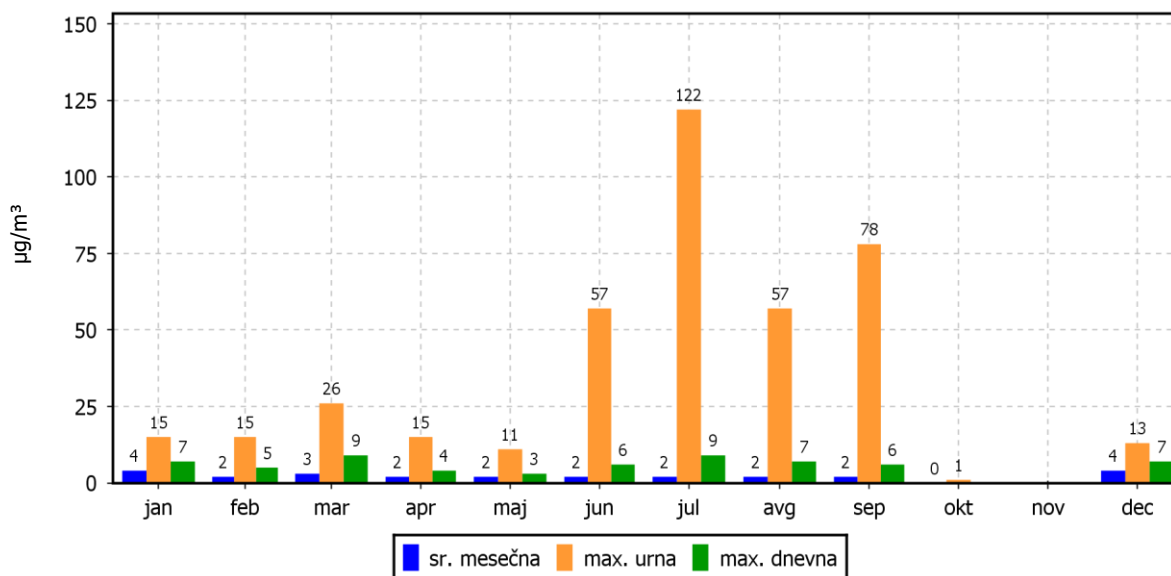
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.6. Pregled koncentracij v zraku: M-&P-ksilen

Maksimalna urna koncentracija meta- in para- ksilena je znašala 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 03.06.2022 ob 01:00, maksimalna dnevna koncentracija je bila izmerjena dne 11.05.2022 in je znašala 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

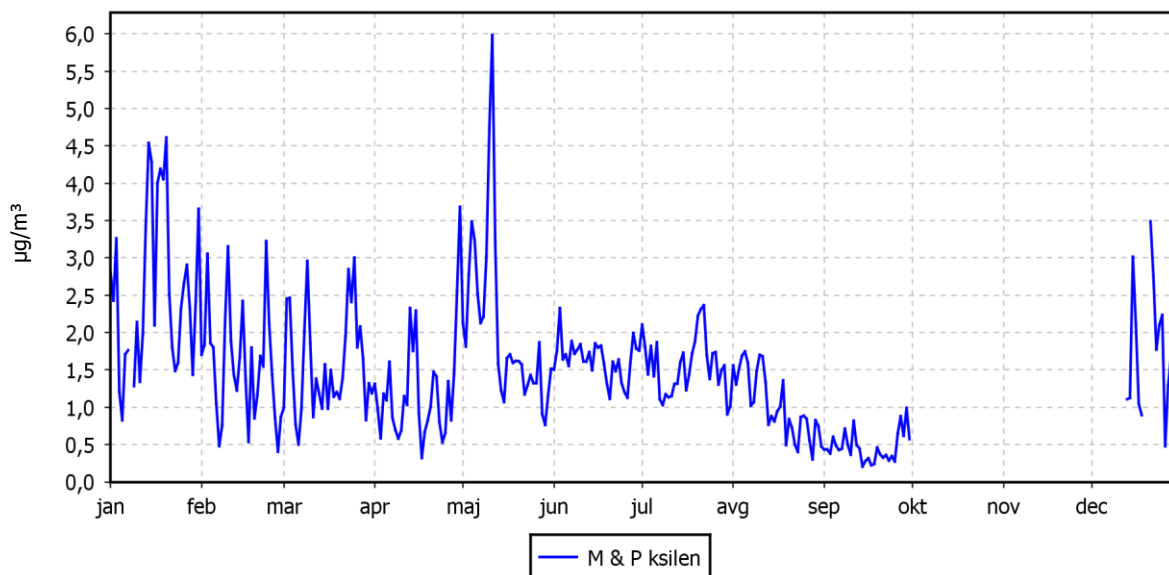
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 6971 | 80% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 03.06.2022 01:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 11.05.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 14.09.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Percentilna vrednost | | |
| - 98 p.v. - urnih koncentracij: | 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| - 50 p.v. - dnevnih koncentracij: | 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE – M-&P-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

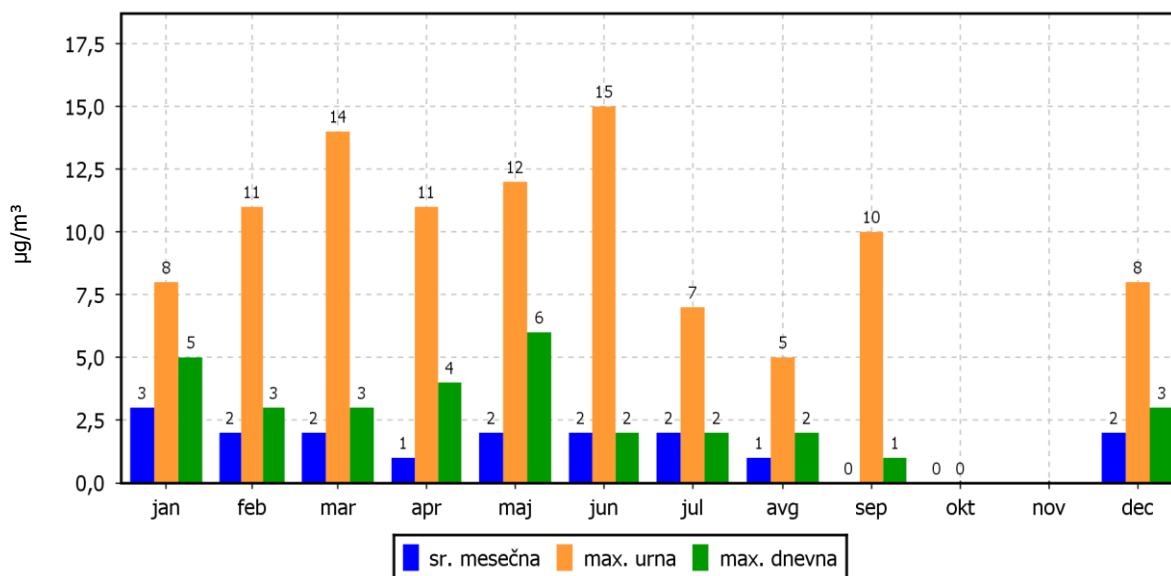
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE – M-&P-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.7. Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen

Maksimalna urna koncentracija etilbenzena je znašala 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 19.09.2022 ob 11:00, maksimalna dnevna koncentracija je bila izmerjena dne 11.05.2022 in je znašala 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

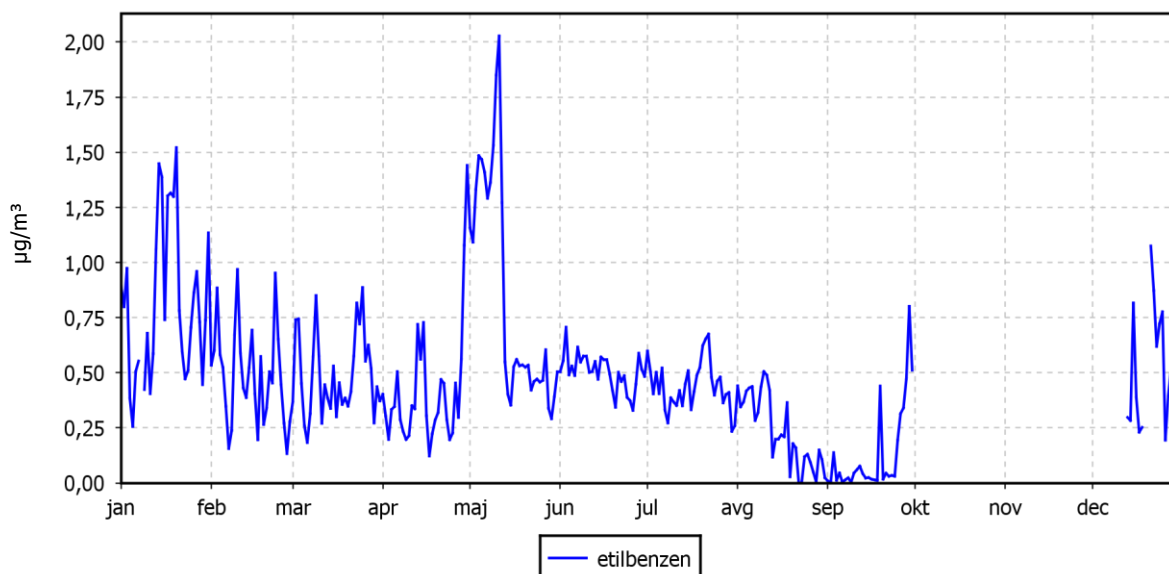
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|-----------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 6971 | 80% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 19.09.2022 11:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 11.05.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | 22.08.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| Percentilna vrednost | | |
| - 98 p.v. - urnih koncentracij: | 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |
| - 50 p.v. - dnevnih koncentracij: | 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

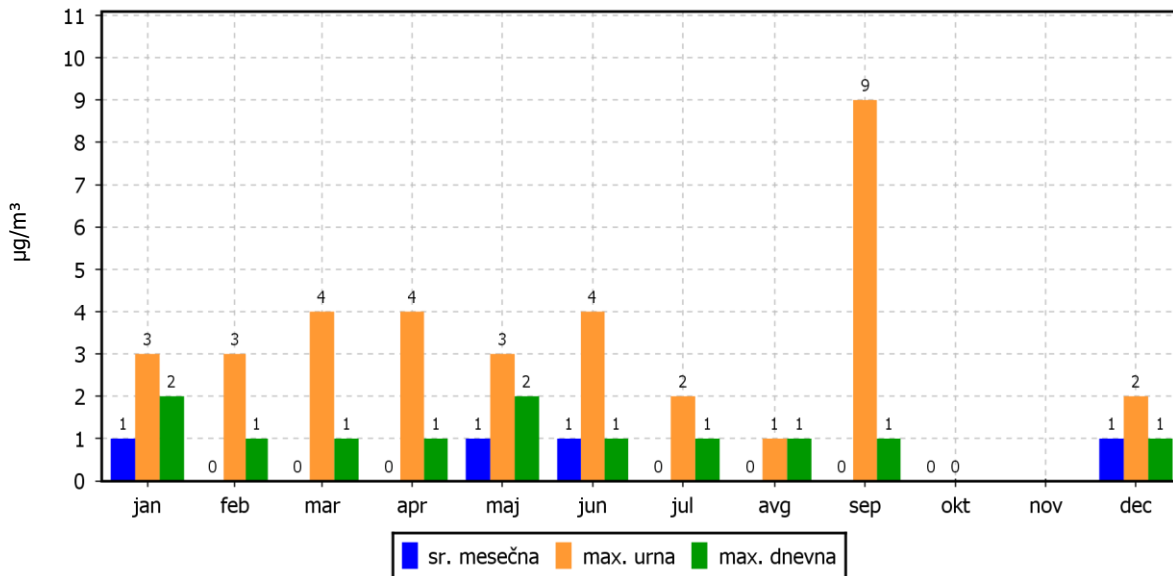
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.8. Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 96 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 27-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 125 µg/m³, dne 28.03.2022 ob 14:00. Maksimalna dnevna koncentracija 78 µg/m³ je bila izmerjena dne 14.01.2022. Srednja letna koncentracija je znašala 26 µg/m³. Onesnaženje z delci lahko predvsem pripišemo 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 8: Mejne vrednosti za delce PM₁₀.

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

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

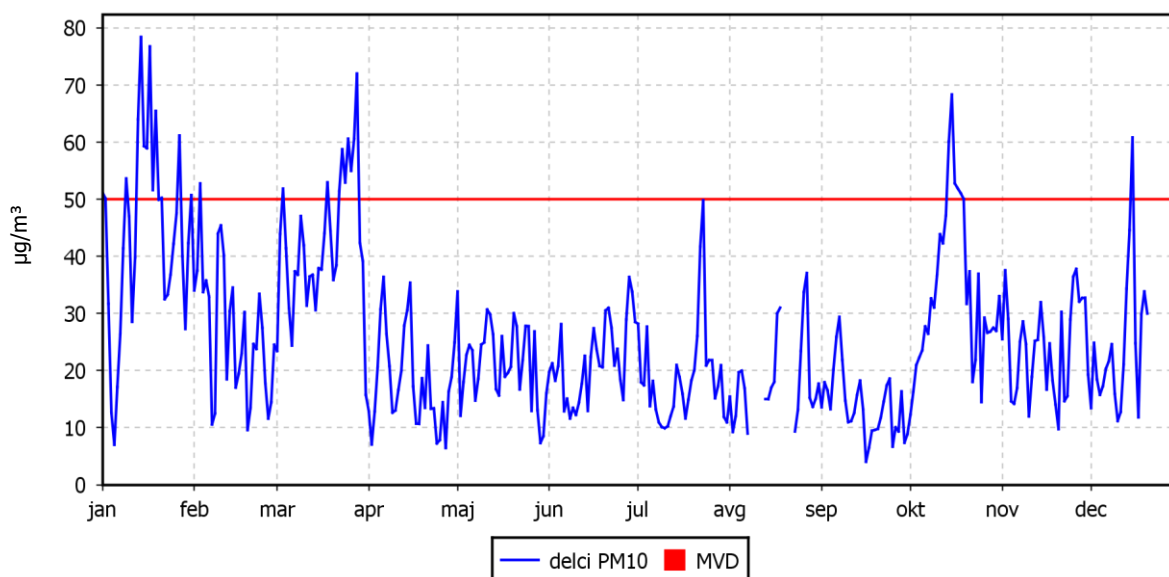
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|---------------------------------------|-----------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 8367 | 96% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 125 µg/m ³ | 28.03.2022 14:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 78 µg/m ³ | 14.01.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 4 µg/m ³ | 16.09.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 26 µg/m ³ | |
| Število primerov dnevne koncentracije | | |
| - nad MVD 50 µg/m ³ : | 27 | |
| Percentilna vrednost | | |
| - 90 p.v. - urnih koncentracij: | 49 µg/m ³ | |
| - 98.1 p.v. - dnevni koncentracij: | 61 µg/m ³ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

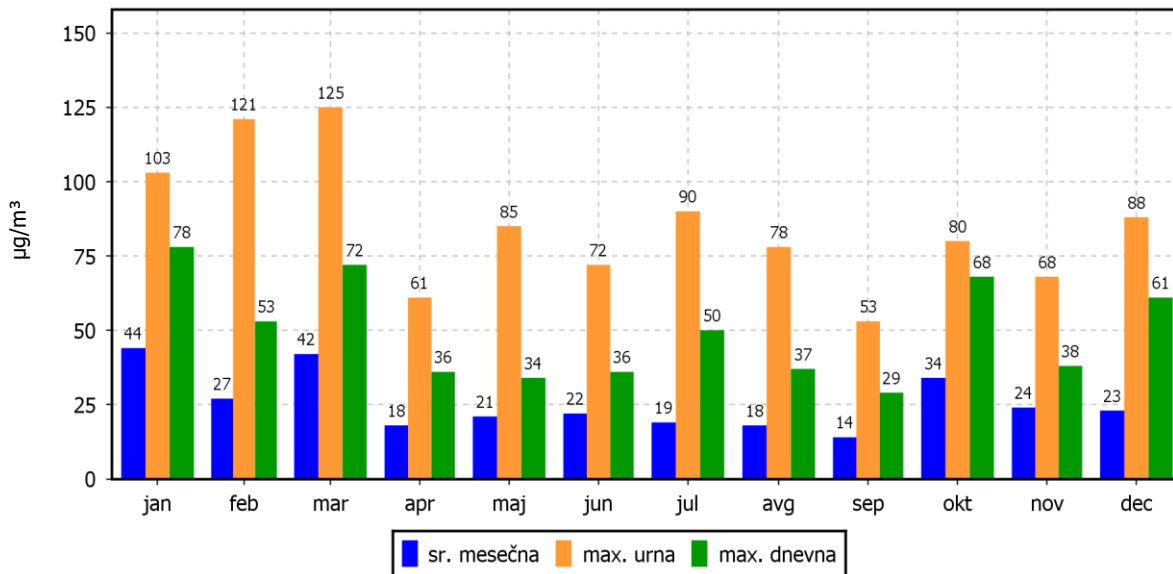
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.2.9. Pregled koncentracij v zraku: PM_{2.5}

Z majem 2018 so se na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova vzpostavile tudi meritve prašnih 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 79 µg/m³, dne 01.05.2022 ob 06:00, maksimalna dnevna koncentracija 62 µg/m³ je bila izmerjena dne 17.01.2022. Srednja letna koncentracija v merjenem obdobju je znašala 18 µg/m³.

Tabela 9: Mejne vrednosti za delce PM_{2.5}.

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

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

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

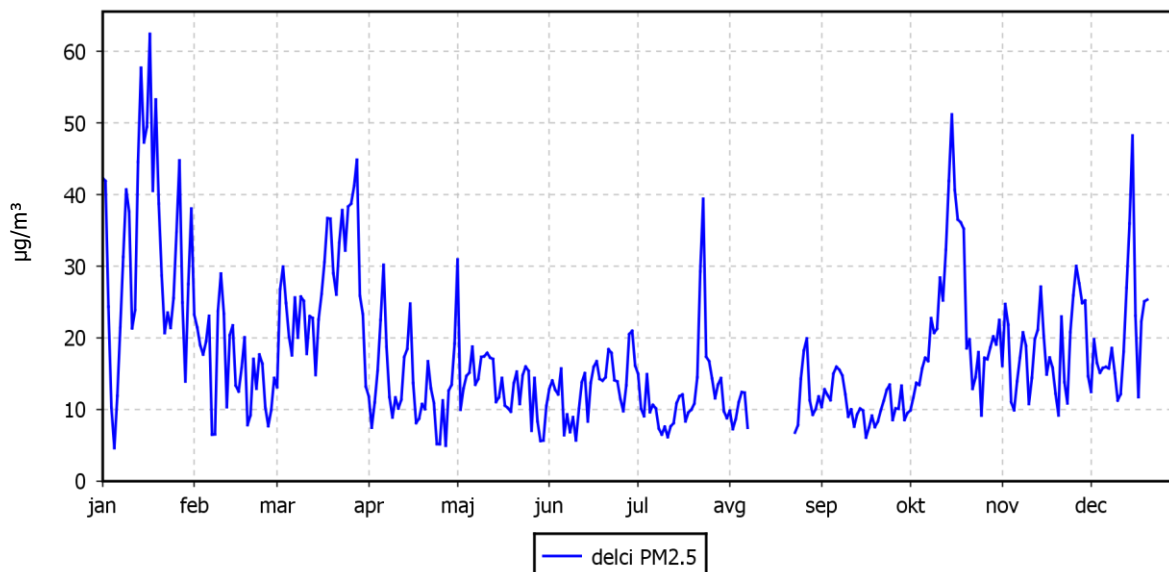
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | | |
|-------------------------------------|----------------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 8228 | 94% |
| Maksimalna urna koncentracija: | 79 µg/m ³ | 01.05.2022 06:00:00 |
| Maksimalna dnevna koncentracija: | 62 µg/m ³ | 17.01.2022 |
| Minimalna dnevna koncentracija: | 5 µg/m ³ | 05.01.2022 |
| Srednja koncentracija v obdobju: | 18 µg/m ³ | |
| Percentilna vrednost | | |
| - 90 p.v. - urnih koncentracij: | 34 µg/m ³ | |
| - 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij: | 46 µg/m ³ | |

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

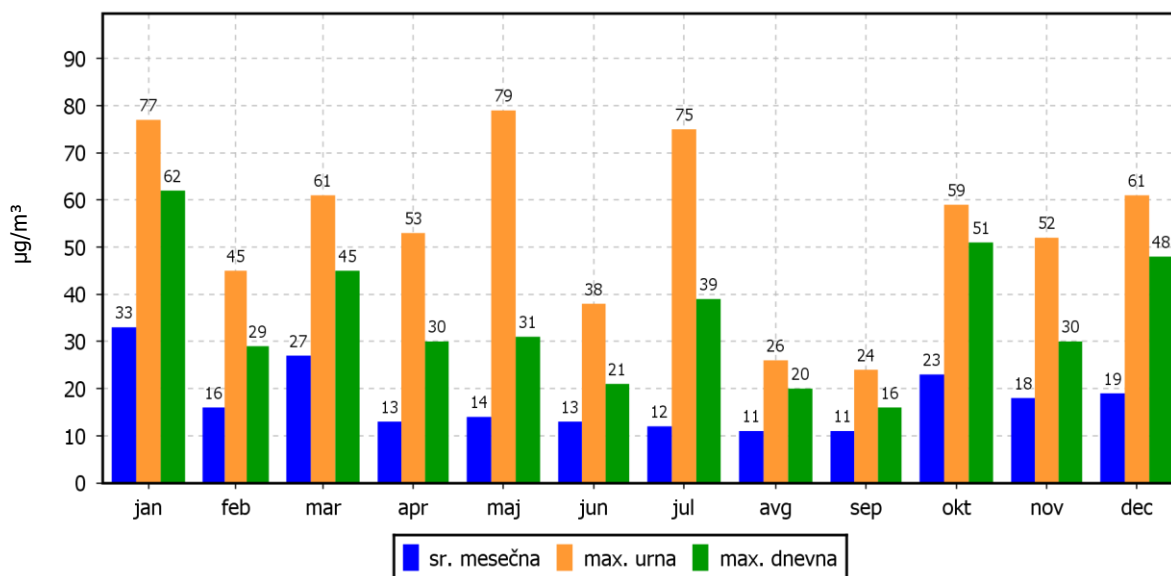
01.01.2022 do 01.01.2023



KONCENTRACIJE - delci PM_{2,5}

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.3 METEOROLOŠKE MERITVE

Temperatura je na merilnem mestu OMS MOL skozi leto počasi naraščala do poletnih mesecev. Najtoplejši mesec je bil julij, ko je maksimalna urna temperatura dosegla 37 °C (23.07.2022 ob 14:00). Relativno visoke temperature so se pojavile meseca junija in avgusta.

Skupno je padlo 1264,3 mm padavin, največ padavin se je pojavilo v mesecu septembru (471,8 mm), najmanj v mesecu marcu /6,8 mm). Največ sneženih dni je bilo januarja (17 dni) . Skozi celo leto je obseglo 22 dni skupaj, (vir: <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/>, dostop: februar 2023).

Najmočnejši veter je bil izmerjen v meseca februarju, takrat se je pojavil tudi najmočnejši sunek vetra, dne 27.02.2022 (maksimalna urna vrednost: 3 m/s). Veter je večinoma časa pihal iz W – N.

4.3.1. Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

| | TEMPERATURA | | RELATIVNA VLAGA | |
|-------------------------------|-------------|---------------------|-----------------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov | 8695 | 99% | 8724 | 100% |
| Maksimalna urna vrednost | 37 °C | 23.07.2022 14:00:00 | 89% | 28.10.2022 07:00:00 |
| Maksimalna dnevna vrednost | 29 °C | 23.07.2022 | 88% | 16.09.2022 |
| Minimalna urna vrednost | -6 °C | 13.01.2022 07:00:00 | 10% | 24.03.2022 16:00:00 |
| Minimalna dnevna vrednost | -4 °C | 08.01.2022 | 31% | 17.04.2022 |
| Srednja vrednost v obdobju | 13 °C | | 63% | |

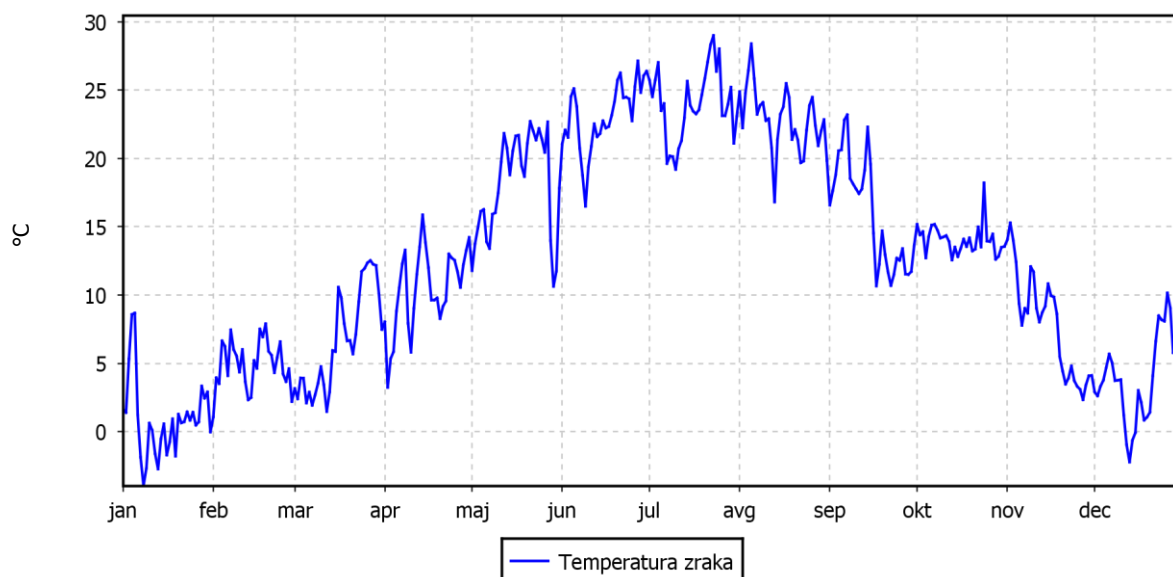
| TEMPERATURA | Čas. interval - URA | | Čas. interval - DAN | |
|-----------------|---------------------|-----------|---------------------|-----------|
| | št. primerov | delež - % | št. primerov | delež - % |
| -50.0 do 0.0 °C | 579 | 7 | 14 | 4 |
| 0.0 do 3.0 °C | 791 | 9 | 36 | 10 |
| 3.0 do 6.0 °C | 1038 | 12 | 52 | 14 |
| 6.0 do 9.0 °C | 782 | 9 | 30 | 8 |
| 9.0 do 12.0 °C | 1115 | 13 | 38 | 10 |
| 12.0 do 15.0 °C | 859 | 10 | 59 | 16 |
| 15.0 do 18.0 °C | 877 | 10 | 18 | 5 |
| 18.0 do 21.0 °C | 887 | 10 | 29 | 8 |
| 21.0 do 24.0 °C | 624 | 7 | 53 | 15 |
| 24.0 do 27.0 °C | 512 | 6 | 29 | 8 |
| 27.0 do 30.0 °C | 411 | 5 | 7 | 2 |
| 30.0 do 50.0 °C | 220 | 3 | 0 | 0 |
| Skupaj | 8695 | 100 | 365 | 100 |

| REL. VLAŽNOST | Čas. interval - URA | | Čas. interval - DAN | |
|-----------------|----------------------|--------------|---------------------|--------------|
| | Razredi porazdelitve | št. primerov | delež - % | št. primerov |
| 0.0 do 20.0 % | 78 | 1 | 0 | 0 |
| 20.0 do 30.0 % | 474 | 5 | 0 | 0 |
| 30.0 do 40.0 % | 916 | 10 | 23 | 6 |
| 40.0 do 50.0 % | 976 | 11 | 59 | 16 |
| 50.0 do 60.0 % | 1053 | 12 | 75 | 21 |
| 60.0 do 70.0 % | 1314 | 15 | 74 | 20 |
| 70.0 do 80.0 % | 1765 | 20 | 78 | 21 |
| 80.0 do 90.0 % | 2148 | 25 | 56 | 15 |
| 90.0 do 100.0 % | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Skupaj | 8724 | 100 | 365 | 100 |

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

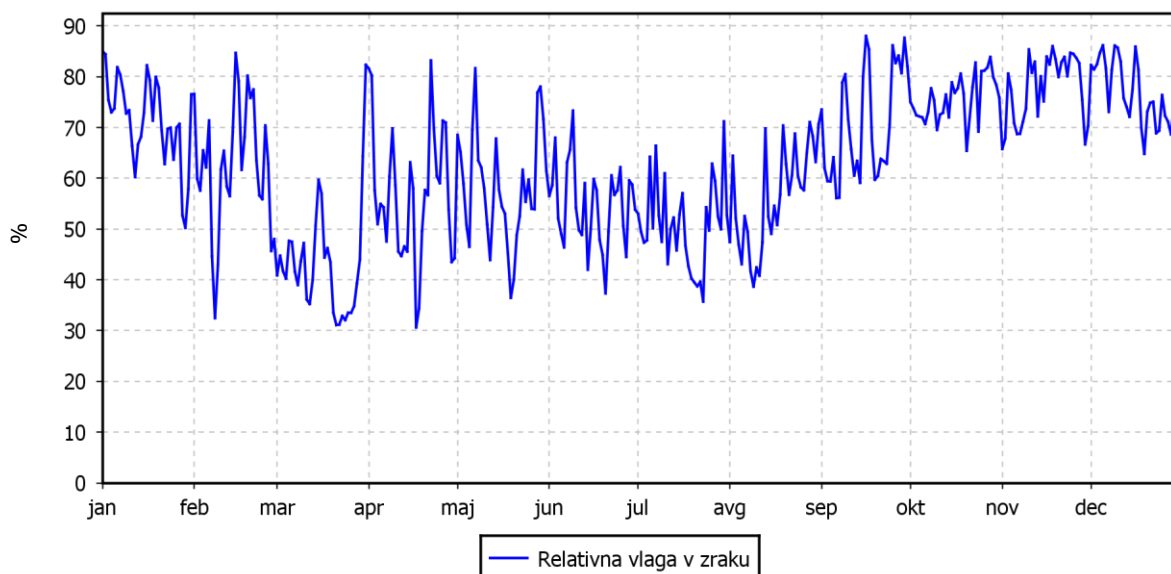
01.01.2022 do 01.01.2023



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

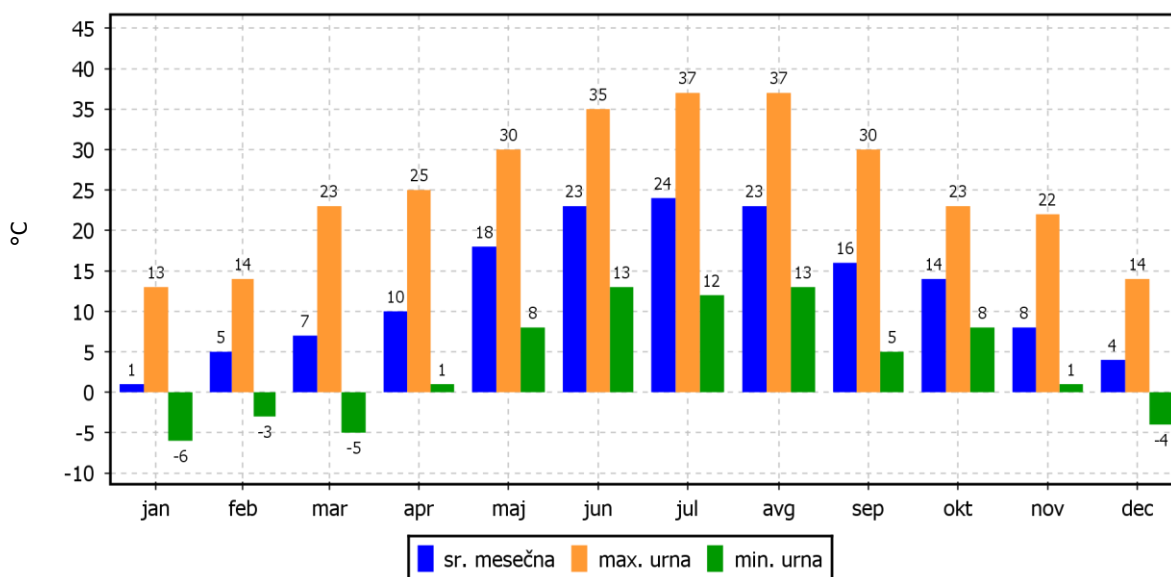
01.01.2022 do 01.01.2023



TEMPERATURA ZRAKA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.3.2. Pregled hitrosti in smeri vetra

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2022 do 01.01.2023

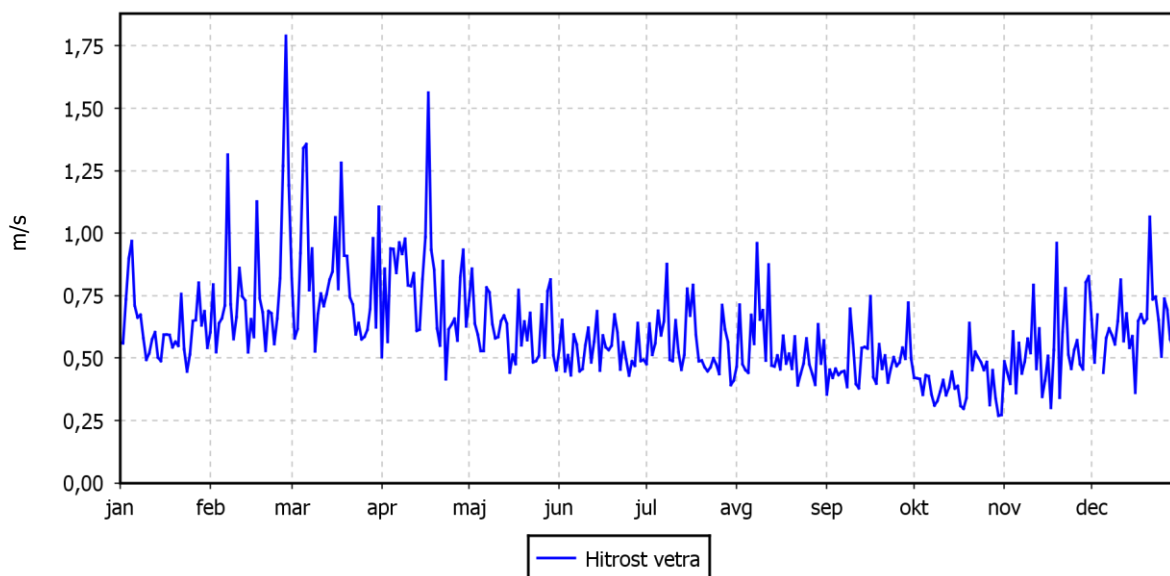
| | | |
|--------------------------------|-------|---------------------|
| Razpoložljivih urnih podatkov: | 8726 | 100% |
| Maksimalna urna hitrost: | 3 m/s | 27.02.2022 09:00:00 |
| Minimalna urna hitrost: | 0 m/s | 18.10.2022 01:00:00 |
| Srednja hitrost v obdobju: | 1 m/s | |
| Brezvetrje (0,0-0,1 m/s): | 0 | |

| Od (m/s) | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 10.0 | vsota | delež |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Do vklj. (m/s) | 0.2 | 0.5 | 0.7 | 1.0 | 1.5 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 7.0 | 10.0 | ∞ | | |
| | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | frek. | ‰ |
| N | 0 | 595 | 774 | 564 | 234 | 57 | 23 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2247 | 258 |
| NNE | 0 | 175 | 362 | 416 | 201 | 68 | 24 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1246 | 143 |
| NE | 0 | 54 | 74 | 68 | 26 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 228 | 26 |
| ENE | 0 | 35 | 48 | 29 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 115 | 13 |
| E | 0 | 44 | 48 | 25 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 14 |
| ESE | 0 | 73 | 67 | 18 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 160 | 18 |
| SE | 0 | 132 | 74 | 11 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 219 | 25 |
| SSE | 2 | 170 | 125 | 56 | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 372 | 43 |
| S | 6 | 172 | 87 | 50 | 25 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 340 | 39 |
| SSW | 3 | 228 | 72 | 43 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 358 | 41 |
| SW | 7 | 269 | 76 | 49 | 25 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 428 | 49 |
| WSW | 19 | 650 | 147 | 78 | 52 | 12 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 961 | 110 |
| W | 10 | 625 | 276 | 132 | 19 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1065 | 122 |
| WNW | 5 | 190 | 34 | 10 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 246 | 28 |
| NW | 3 | 186 | 47 | 7 | 4 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 249 | 29 |
| NNW | 4 | 262 | 76 | 19 | 5 | 5 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 374 | 43 |
| SKUPAJ | 59 | 3860 | 2387 | 1575 | 636 | 155 | 54 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8726 | 1000 |

DNEVNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

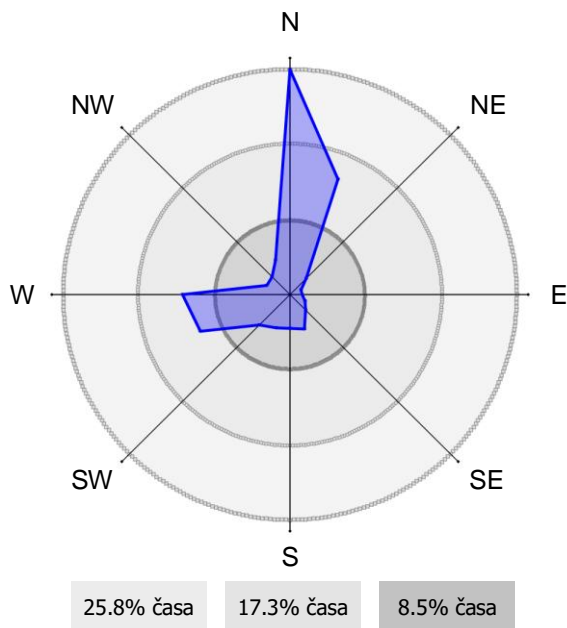
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽA VETROV

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



4.4

5. TREND MERITEV V MESTNI OBČINI LJUBLJANA

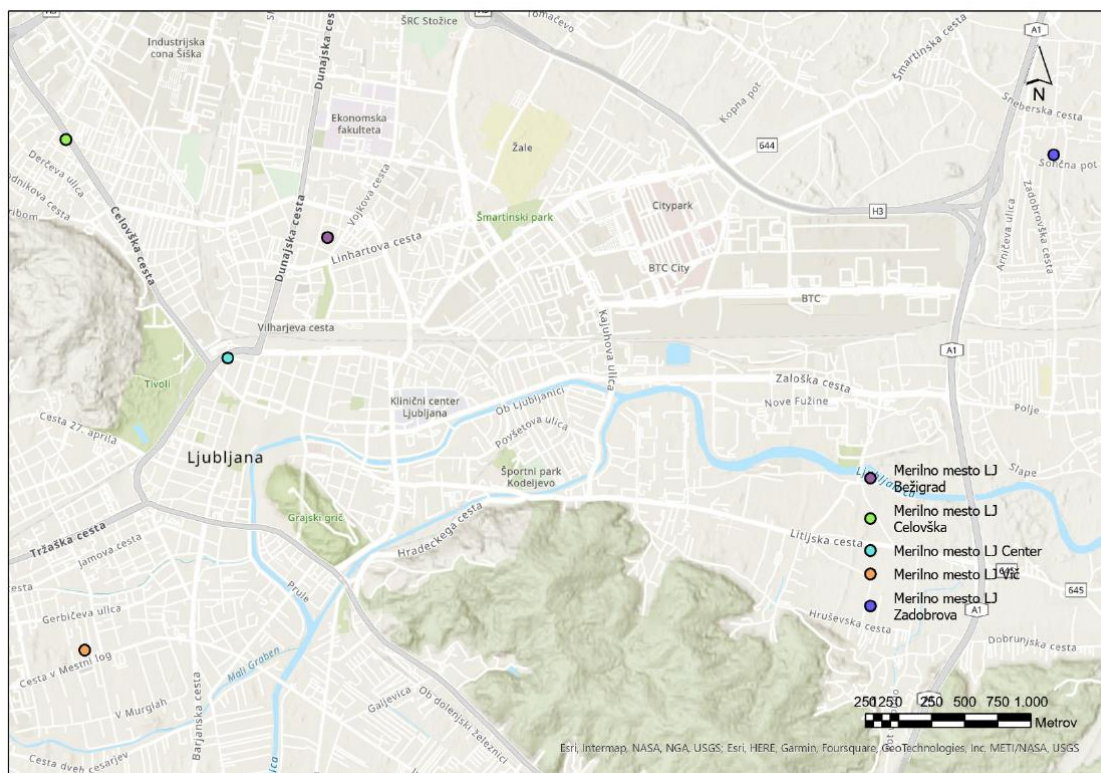
Ljubljana ima značilno geografsko oblike alpske doline, ki jo na severu omejuje alpski masiv in za katero so značilne močne pozno-jesenske, zimske in zgodnje-spomladanske temperaturne inverzije. Prav tako značilen šibek veter ne pripomore k prevetrenosti kotline in posledično zmanjšanju onesnaženosti zunanjega zraka. Sistematične meritve ravni onesnaženosti zunanjega zraka na stalnih merilnih mestih so se v Republiki Sloveniji začele v sredini 70. let prejšnjega stoletja (ARSO, letno poročilo 2021¹). Danes državno merilno mrežno (DMKZ) tvori 27 merilnih mest, v Mestni občini Ljubljana se meritve izvajajo na naslednjih lokacijah:

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

Merilna mesta so locirana pretežno v središču mesta (Bežigrad, Celovška, Vič in Tivolska - Vošnjakova) ter na sub-urbanem območju (Biotehniška (jugo-vzhodni del mesta) in 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. Podatki merilnih postaj (Tabela 10):

Tabela 10: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana (povzeto po⁴).

| | Nadmorska višina (m) | GKy | GKx | Tipe merilnega mesta | Tip območja | Značilnosti območja |
|---------------------|----------------------|--------|--------|----------------------|----------------|---------------------------------|
| LJ Bežigrad | 299 | 462673 | 102490 | ozadje (B) | mestni (U) | stanovanjsko (R), poslovno (C) |
| LJ Celovška | 305 | 460697 | 103230 | prometni (T) | mestni (U) | stanovanjsko (R) |
| LJ Vič | 293 | 460839 | 99383 | ozadje (B) | mestni (U) | stanovanjsko (R), poslovno (C) |
| LJ Center | 300 | 461919 | 101581 | prometni (T) | mestni (U) | stanovanjsko (R), poslovno (C) |
| LJ Zadobrova | 280 | 468151 | 103114 | ozadje (B) | predmestni (S) | stanovanjsko (R), kmetijsko (A) |



Slika 5: Stalna merilna mesta v MOL.



Slika 6: Stalna merilna mesta v MOL.

Rezultati meritev kakovosti zunanega zraka se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Agencije Republike

Slovenije za okolje³ (ARSO). Spodnja tabela (Tabela 11) prikazuje meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v MOL.

Tabela 11: Nabor merilnih parametrov v MOL

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

5.1 ANALIZA PM₁₀ V OBDOBJU MED 2015-2022 V MOL

Meritve PM₁₀ se v Ljubljani izkazujejo na merilnem mestu LJ Bežigrad, LJ Celovška, LJ Vič, LJ Center (OMS MOL) in LJ Zadobrova (Slika 5 in 6). Analiza meritev prašnih delcev PM₁₀ je pokazala, da so si iz leta v letu povprečne vrednosti precej podobne. Spodnja tabela (Tabela 12) prikazuje pregled povprečnih vrednosti, maksimalnih vrednosti in število preseganj mejne dnevne vrednosti prašnih delcev PM₁₀ na merilnih mestih v MOL. Izkazano je, da so največje koncentracije na prometni lokaciji LJ Center (OMS MOL). Prav tako je bilo na tej lokaciji izkazano tudi največje število preseganj mejne dnevne vrednosti. Podatki so povzeti iz Letnega poročila o kakovosti zraka Agencije Republike Slovenije za okolje¹. Uradne vrednosti PM₁₀ za leto 2022 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne (N.A. – not available)*.

Tabela 12: Pregled vrednosti po letih v MOL.

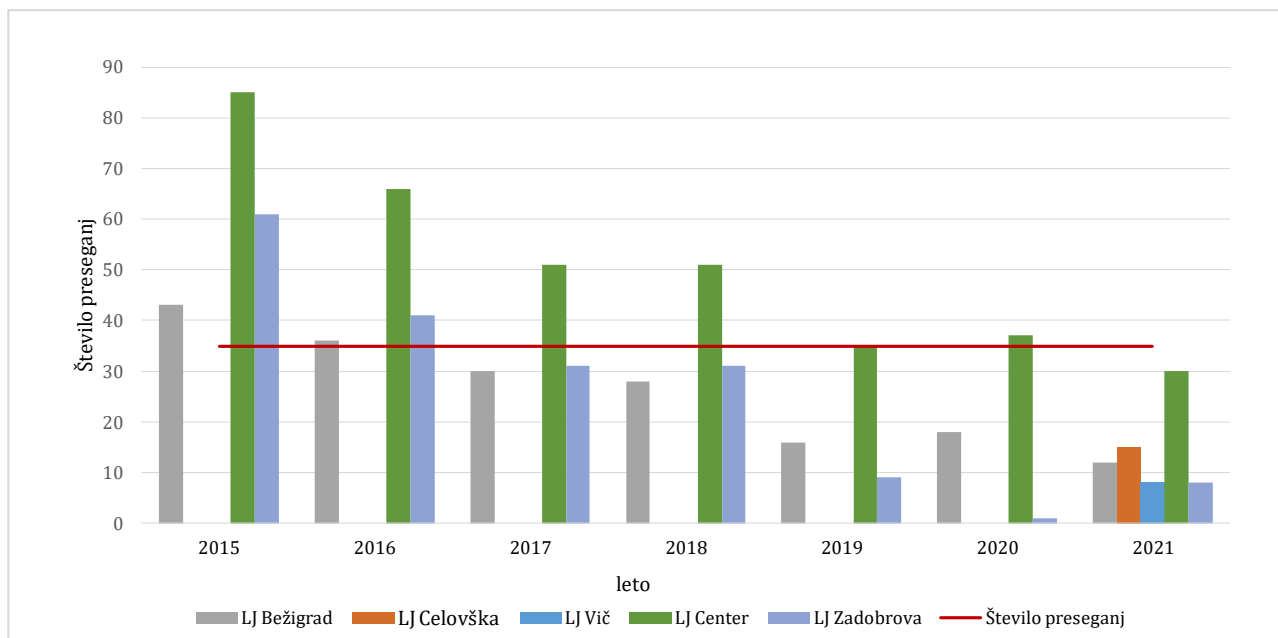
| | | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022* |
|--|--------------|------|------|------|------|-------|------|------|-------|
| Povprečna vrednost | LJ Bežigrad | 28 | 24 | 27 | 27 | 21 | 22 | 21 | N.A. |
| | LJ Celovška | / | / | / | / | / | 19 | 22 | N.A. |
| | LJ Vič | / | / | / | / | / | / | 21** | N.A. |
| | LJ Center | 40 | 40 | 33 | 35 | 34** | 30 | 29 | N.A. |
| | LJ Zadobrova | 33 | 30 | 26 | 26 | 24 | 33 | 24 | N.A. |
| Maksimalna vrednost | LJ Bežigrad | 114 | 122 | 124 | 103 | 113 | 99 | 72 | N.A. |
| | LJ Celovška | / | / | / | / | / | 59 | 75 | N.A. |
| | LJ Vič | / | / | / | / | / | / | 76** | N.A. |
| | LJ Center | 107 | 125 | 152 | 133 | 153** | 195 | 95 | N.A. |
| | LJ Zadobrova | 115 | 130 | 160 | 160 | 116 | 54 | 75 | N.A. |
| Število Preseganj mejne dnevne vrednosti | LJ Bežigrad | 43 | 36 | 30 | 28 | 16 | 18 | 12 | N.A. |
| | LJ Celovška | / | / | / | / | / | 3 | 15 | N.A. |
| | LJ Vič | / | / | / | / | / | / | 8** | N.A. |
| | LJ Center | 85 | 66 | 51 | 51 | 35** | 37 | 30 | N.A. |
| | LJ Zadobrova | 61 | 41 | 31 | 31 | 9 | 1 | 8 | N.A. |

** Zaradi prevelikega izpada so podatki informativne narave.

Letni trend emisij PM₁₀ prikazuje največje emisije prašnih delcev v hladni polovici leta. Višje koncentracije se pojavljajo v obdobjih temperaturne inverzije, ki skupaj z brezvetrjem ustvarja idealne pogoje za kopičenje prašnih delcev v Ljubljanski kotlini. Prav tako je koncentracija prahu odvisna tudi od kemijskih lastnosti delcev.

³ https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/kakovost_letna.html, dostop: februar 2023.

Jesensko-zimska megla je namreč lahko vzvod za aglomeracijo prašnih delcev okoli hidrofilnega jedra, ki se skupaj z dežno kapljico razvije v delec velikosti $10 \mu\text{m}^4$. Prašni delci so lahko primarnega izvora in so emitirani direktno iz vira, kot je na primer vozilo ali dimnik, lahko pa so tudi sekundarnega izvora. Ti delci nastanejo zaradi svoje lastne organske sestave in so posledično lahko tudi bolj reaktivni z drugimi spojinami ali pa zaradi meteoroloških pogojev, v procesu koagulacije z dežnimi kapljicami, ki so v obliki megli.



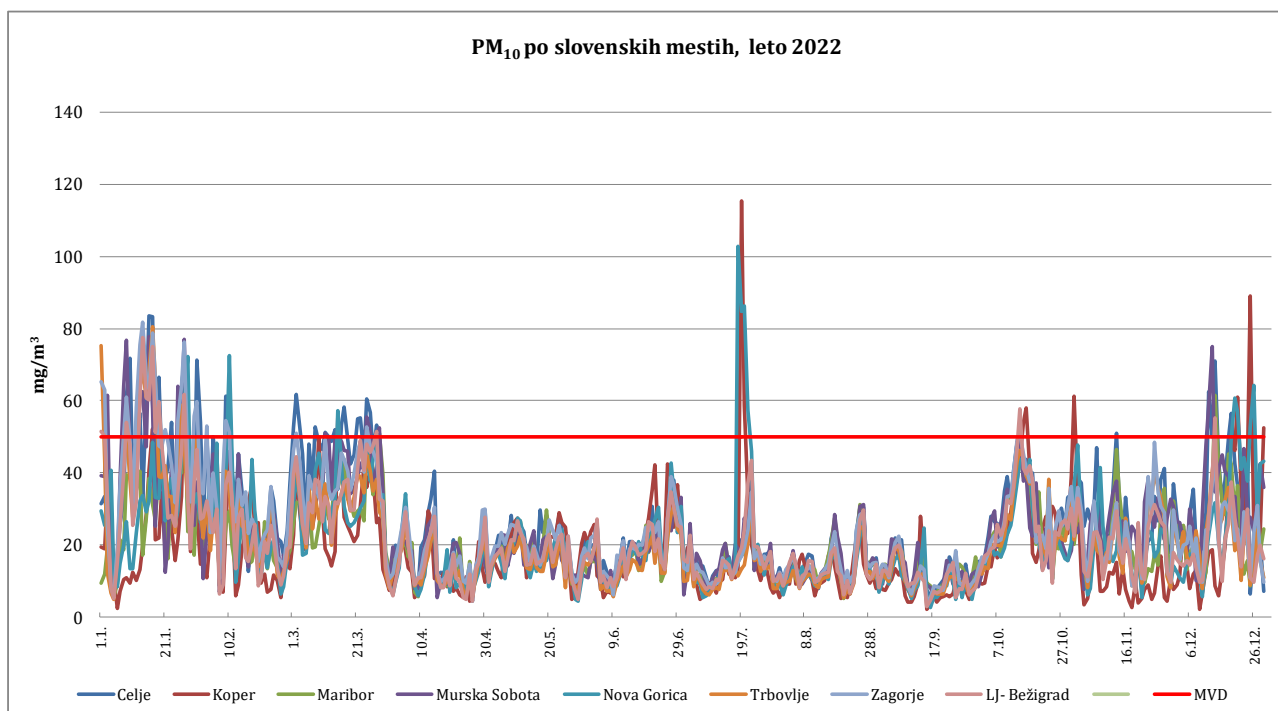
Graf 1: Trend meritev PM₁₀ v MOL.

5.1.1. Primerjava po slovenskih mestih

V tem podpoglavju je predstavljena primerjava dnevnih koncentracij PM₁₀ po postajah drugih slovenskih mest. V nadaljevanju je narejena analiza PM₁₀ v letu 2022 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 PM₁₀.

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 toplim 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.

⁴ Seinfeld J H. and Pandis S. N., Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change, Wiley, 2016.



Graf 2: Primerjava vrednosti koncentracij prašnih delcev na merilnih mestih po Sloveniji.

5.2 ANALIZA NO₂/NO_x V OBDOBJU MED 2015-2022 V MOL

Meritve NO₂ se v Ljubljani izkazujejo na merilnem mestu LJ Bežigrad, LJ Celovška, LJ Center (OMS MOL) in LJ Zadobrova. Analiza meritev dušikovih oksidov NO₂ je pokazala, da so si iz leta v letu povprečne vrednosti precej podobne. Več kot polovica izpustov NO_x pride v ozračje iz prometa – cestni promet, železniški promet in tudi letalski promet. Velik delež teh izpustov pa v ozračju prispeva poraba goriv v industriji in proizvodnja elektrike in toplota¹. Agencija Republike Slovenije (ARSO) je v letnem poročilo za leto 2021 zapisala, da je zmanjšanje izpustov dušikovih oksidov posledica uvajanja strožjih emisijskih standardov za motorna vozila v prometu, izvajanja ukrepov v termoelektrarnah in toplarnah, zamenjave goriv in izboljšanja procesov izgorevanja v industriji¹.

Spodnja tabela (Tabela 10) prikazuje pregled povprečnih vrednosti in maksimalnih vrednosti NO₂ na posameznih merilnih mestih v MOL v obdobju od 2015-2022. Izkazano je, da so največje koncentracije na prometni lokaciji LJ Center (OMS MOL). Podatki so povzeti iz Letnega poročila o kakovosti zraka Agencije Republike Slovenije za okolje¹. Uradne vrednosti NO₂ za leto 2022 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne (N.A. – not available)*. Na merilnih mestih LJ Zadobrova in LJ Center je opazen manjši negativen trend koncentracij tekom merjena obdobja, medtem ko je na merilnem mestu LJ Bežigrad opazen dvig koncentracij. Na merilnem mestu LJ Celovška je leta 2020 prišlo do prevelikega izpada meritev, zato so te vrednosti zgolj informativne narave.

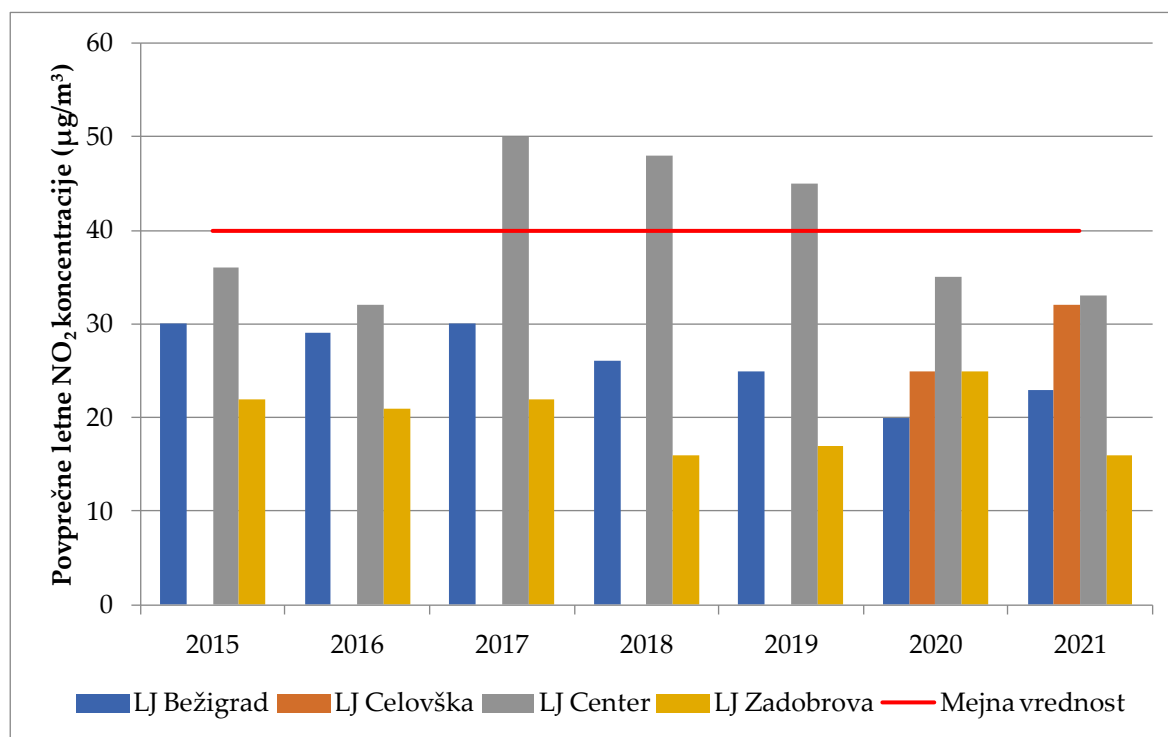
Tabela 13: Pregled vrednosti NO₂ na stalnih merilnih mestih v Ljubljani.

| | Merilna mesta | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022* |
|---------------------------|---------------|------|------|------|------------------|-----------------|------|------|-------|
| Povprečne letne vrednosti | LJ Bežigrad | 30 | 29 | 30 | 26 | 25 | 20 | 23 | N.A. |
| | LJ Celovška | / | / | / | / | / | 25** | 32 | N.A. |
| | LJ Center | 36 | 32 | 50 | 48 | 45 | 35 | 33 | N.A. |
| | LJ Zadobrova | 22 | 21 | 22 | 16 | 17 | 25** | 16 | N.A. |
| Maksimalna vrednost | LJ Bežigrad | 75 | 87 | 100 | 83 | 70 | 116 | 112 | N.A. |
| | LJ Celovška | / | / | / | / | / | 98** | 107 | N.A. |
| | LJ Center | 74 | 77 | 107 | 105 ⁴ | 88 ⁵ | 135 | 130 | N.A. |
| | LJ Zadobrova | 62 | 62 | 68 | 67 | 53 | 98 | 77 | N.A. |

/ - meritve se niso izvajale.

** Zaradi prevelikega izpada so podatki informativne narave.

Evropska Agencija za okolje (EMEP/EEA) vsako leto naredi letno poročilo o kakovosti zraka v Evropi. Ker je v današnjem času promet glavni vir emisij NO₂/NO_x so posledično tudi koncentracije dušikovih oksidov na merilnih mestih ob večjih prometnicah najvišje. Med njimi pa izstopajo merilniki lociranih ob pomembnejših križiščih, kjer vožnja ni enakomerna in stalna, vendar se vozila konstantno ustavljajo in speljujejo. V takih pogojih je dokazano, da so koncentracije dušikovih oksidov največje⁵.



Graf 3: Trend meritev NO₂ v MOL.

⁵ European Environment Agency, Kongens Nytorv 6, 1050 Copenhagen K, Denmark; Explaining road transport emissions, A non-technical guide, 2016.

6. ANALIZA IN REZULTATI NA MESEČNEM NIVOJU

• Januar

Na lokaciji LJ Center je bila nizka obremenitev z SO₂, medtem ko so bile nekoliko višje obremenitve s koncentracijami NO₂ oz. NO_x. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Obremenitev z delci PM₁₀ so bile primerne zimskemu obdobju. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 11-krat. Povišane koncentracije s prašnimi delci so bile opažene tudi na drugih merilnih mestih v Sloveniji. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med -4 °C (08.01.2022) in 9 °C (05.01.2022), povprečna temperatura zraka je znašala 1 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 05.01.2022 (3 m/s), srednja hitrost je znašala 1 m/s.

• Februar

Obremenitev z SO₂ je bila izjemno nizka, medtem ko je bila obremenitev z NO₂ oz. NO_x nekoliko višja. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna vrednosti PM₁₀ je bila presežena 1-krat. Višje koncentracije so lahko posledica odsotnosti padavin in ostalih meteoroloških pogojev za pojav inverzije. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 1 °C (01.02.2022) in 8 °C (19.02.2022), povprečna temperatura zraka je znašala 5 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s. Začetek meseca februarja je bil izrazito topel, temperature so se ponekod povzpele tudi nad 15 °C (Celje, 17.3 °C, Novo mesto, 17.0 °C, Črnomelj, 16.5 °C ali Ljubljana, 16.3 °C). Razlog za tako visoke temperature je okrepljen veter severnih smeri, ki se kot fen spušča v doline in kotline.

• Marec

Obremenitev z SO₂ je bila razmeroma nizka in pričakovana. Obremenitev z NO₂ je bila visoka. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna vrednosti PM₁₀ je bila v tem mesecu presežena 12-krat. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 1 °C (12.03.2022) in 13 °C (27.03.2022), povprečna temperatura zraka je znašala 7 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N. Prvi pomladni mesec marec je bil sušen in precej topel.

• April

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno. Do onesnaženja z NO₂ je prišlo iz jugo-vzhodne in severo-zahodne smeri. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Onesnaženje z delci PM₁₀ je bilo največje iz zahodne smeri. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 3 °C (02.04.2022) in 16 °C (14.04.2022), povprečna temperatura zraka je znašala 10 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N. Začetek aprila je zaznamovalo oblačno vreme z občasnimi padavinami in sneženjem. Meja sneženja se je ponekod spustila vse do nižin.

• Maj

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo iz vseh smeri enakomerno. Do onesnaženja z NO₂ je prišlo pretežno iz vzhodne in južne smeri. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 11 °C (29.05.2022) in 23 °C (21.05.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 18 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smeri W – N in S – W. Mesec maj je bil izredno topel mesec (četrti najtoplejši mesec po letu 1950, s temperaturo približno 2,1 °C nad dolgoletnim povprečjem)

• Junij

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Enako velja za NO₂. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀. Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 16 °C (09.06.2022) in 27 °C (27.06.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 23 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smeri W – N.

• Julij

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Enako velja za NO₂. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀. Mesec julij so zaznamovale visoke temperature, novi temperaturni rekordi in suša, prav tako pa tudi padavine, nevihte ter močni vetrovi. Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 19 °C (10.07.2022) in 29 °C (23.07.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 24 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smeri W – N. Zaradi požara na Krasu so se na merilnih mestih v Novi gorici, Solkanu in Kopru občasno pojavile povišane vrednosti prašnih delcev (PM₁₀, PM_{2,5}) v zraku. Najvišje temperature so se julija pojavile v Dobličah pri Črnomlju (39,4 °C), Podnanos (38,9 °C), Volče pri Tolminu (38,9 °C), Letališče Cerklje ob Krki (38,9 °C), Marinča vas (38,5 °C), Bilje (38,4 °C) in v Podčetrtku (38,4 °C).

• Avgust

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Enako velja za NO₂. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Vročinski val se je nadaljeval tudi v začetku meseca avgusta, sredino meseca pa so zaznamovale plohe, nevihte in močan veter. Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 17 °C (13.08.2022) in 28 °C (05.08.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 23 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smeri W – N. V noči na 6. avgust je ponovno prišlo do t.i. *tropske noči*, kjer temperatura ponoči ni padla pod 20 °C (Vedrijan-25.6 °C, Koper Markovec-24.5 °C, Topol pri Medvodah-23.8 °C, Slovenske Konjice-23.5 °C, MB Vrbanski plato-23.2 °C, Zg. Sorica-22.9 °C, Celje-22.8 °C, Kranj-22.5 °C, Lesce-22.3 °C, LJ Bežigrad-21.6 °C). V noči na 18. avgust so Slovenijo zajele nevihtne in čez dan tudi močan veter. V tem mesecu so bili izmerjeni najmočnejši sunki vetra in sicer kot posledica prehoda nevihtne linije: Krvavec-113 km/h, Trojane-Limovce-109 km/h, LJ Bežigrad-102 km/h (nov rekord!), Bovec-96 km/h, Piran-91 km/h, Letališče JP Ljubljana-88 km/h (Slika 1), Bilje pri Novi Gorici-86 km/h in Vrhnika-83 km/h. Huda neurja so Slovenijo zajela tudi v noči nav 27. avgust. Obilne padavine pa so se pojavile konec meseca, kjer je marsikje padlo več kot 50 mm dežja: Kanin-95 mm, Kredarica-81 mm, Bovec-59 mm, Predel-58 mm in Zgornja Radovna-53 mm.

Ugotovljeno je bilo, da je letošnje poletje eno izmed bolj vročih poletij pri nas. V Biljah so izmerili rekord v številu dni, kjer je temperatura zunanjšega zraka bila 30 °C ali več – 80 dni.

• September

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Enako velja za NO₂. Obremenitev z BTX je bila sprejemljiva. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀. Dnevna temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 11 °C (17.09.2022) in 23 °C (07.09.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 16 °C. Veter je v tem mesecu pihal predvsem v smeri W – N.

Prvo polovico meseca septembra so zaznamovala meglena, vendar topla jutra, topli dnevi in številne padavine ter nevihte. 15. septembra se temperatura ponoči marsikje ni spustila pod 20 °C (najnižja temperatura po postajah: letališče Portorož: 24,4 °C, Dobliče: 23,5 °C, Bilje 22,9 °C, Novo mesto 22,7 °C, Kočevje 20,7 °C in Ljubljana 20,5 °C).

• Oktober

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Enako velja za NO₂. Na merilniku aromatskih policikličnih ogljikovodikov je bilo v začetku meseca opaženo nepravilno delovanje – na merilniku ni bil

zagotovljen zadosten pretok vzorca v merilno komoro. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 13 °C (13.10.2022) in 18 °C (24.10.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 14 °C. Veter je v tem mesecu pihal predvsem v smeri W – N.

Mesec oktober je bil rekordno toplel mesec. Dnevne temperature so se gibale nad 20 °C, ponekod so se povzpele celo nad 25 °C (31.10.2022: Iskrba – 28,7 °C, Osilnica – 28,1 °C, Škocjan – 27,5 °C, Ilirska Bistrica – 26,5 °C). Toplo in sončno je bilo tudi v gorah. Dnevna temperatura se je na Kredarici povzela do 11 °C, na Voglu do 17 °C in Uršlji gori do 16 °C (18.10.2022). Večje količine padavin so se pojavile v drugi polovici meseca, ko je na Voglu je padlo 169 mm, v Bovcu 148 mm in v Breginju 145 mm. Še več dežja je bilo za grebenom Kobariškega Stola. Italijanska postaja Učja je izmerila kar 245 mm. Večina padavin je padla le v 10 urah. Tudi morje je bilo izredno toplo za mesec oktober.

• **November**

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Enako velja za NO₂. Merilnik aromatskih policikličnih ogljikovodikov tudi v mesecu novembru ni deloval. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 2 °C (27.11.2022) in 15 °C (02.11.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 8 °C. Veter je v tem mesecu pihal predvsem v smeri W – N.

Začetek meseca novembra je bil izrazito toplel, 1. novembra so se temperature povzele celo nad 25 °C in tako presegle prejšnji novembrski temperaturni rekord (npr. Dobliče 26,2 °C, Osilnica 26,1 °C, Metlika 25,7 °C, Novo mesto 25,7 °C).

• **December**

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Enako velja za NO₂. Merilnik aromatskih policikličnih ogljikovodikov je v mesecu decembru ponovno začel delovati. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost je bila presežena 1-krat. Delci PM_{2,5} so sledili trendu prašnih delcev PM₁₀.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med -2 °C (13.12.2022) in 12 °C (31.12.2022), povprečna temperatura zraka je tako znašala 4 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.

7. ZAKLJUČEK

V letu 2022 je bilo na merilnem mestu LJ Center (OMS MOL) izmerjenih 97 % meritev SO₂, 94 % meritev NO₂/NO_x, 80 % meritev BTX, 96 % meritev PM₁₀ in 94 % meritev PM_{2.5}. Iz niza meritev je razvidno, da je bila v letu 2022 presežena dnevna mejna vrednost za PM₁₀ 27-krat. Zakonodajno dovoljeno število preseganj na letnem nivoju znaša 35-krat. Meritve SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀ in PM_{2.5} veljajo kot uradne vrednosti, medtem ko so meritve BTX zgolj informativnega značaja. 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 pregled nad dogajanjem v zunanjem zraku v lokalnem okolju priporočljivo dodati tudi druga orodja ocenjevanja kakovosti zraka, kot so:

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

