



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

**MERITVE IN UPRAVLJANJE MERILNEGA SISTEMA NA MERILNI POSTAJI LJUBLJANA
CENTER, LETNO POROČILO
LETO 2021**

Oznaka študije: 2551

Ljubljana, februar 2022



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

Oznaka študije: 2551

**MERITVE IN UPRAVLJANJE MERILNEGA SISTEMA NA MERILNI POSTAJI LJUBLJANA
CENTER, LETNO POROČILO
LETO 2021**

Ljubljana, februar 2022

Direktor:

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

Študija je bila ustvarjena z:

- Microsoft Office Word 2007, Microsoft Corporation,
- Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Corporation,
- Okoljski informacijski sistem, OOK Reporter, verzija: v3.0 b20211111, Elektroinštitut Milan Vidmar.

© **ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR**

Vse materialne avtorske pravice in druge pravice avtorja, zlasti pa pravica reproduciranja, pravica distribuiranja, pravica javnega prikazovanja, pravica dajanja na voljo javnosti, pravica predelave, pravica uporabe, pravica dostopa in izročitve prenašajo izvajalci na naročnika.

Naročnik lahko materialne avtorske pravice ali druge avtorske pravice, prenese naprej na tretje osebe.

Moralne avtorske pravice ostanejo avtorjem skladno z *Zakonom o avtorskih in sorodnih pravicah*.



Elektroinštitut Milan Vidmar

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: Andrej PILTAVER, univ. dipl. inž. el.

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: 222235-F-1-2021

Naslov: Meritve in upravljanje merilnega sistema na merilni postaji Ljubljana Center, letno poročilo, leto 2021

Oznaka dokumenta: 222235-F-1-2021-Študija: 2551

Datum izdelave: februar 2022

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

Avtorji: Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.
mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.
Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol.
Erik MARČENKO, dipl. inž. str.
Damjan KOVAČIČ, dipl. san. inž.
mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.

Vodja oddelka:

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



Elektroinštitut Milan Vidmar



IZVLEČEK

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

V poročilu so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanega 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 zunanega 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 $PM_{2.5}$ ter meteorološke meritve. Meritve se nanašajo na leto 2021.

Meritve O-ksilena v letu 2021 niso bile vzpostavljene.

V merjenem obdobju se rezultati meritev na lokaciji za SO_2 , NO_2/NO_x in PM_{10} obravnavajo kot uradni, za ostale parametre pa kot informativni rezultati meritev za leto 2021.



Elektroinštitut Milan Vidmar

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	1
1.1	DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA	2
1.2	OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA IN NJIHOV VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO.3	
1.3	ZAKONODAJA.....	4
1.4	PODATKI O MERILNEM MESTU TIVOLSKA-VOŠNJAKOVA.....	5
1.4.1	Meritve kakovosti zunanega zraka	5
1.4.2	Meteorologija in hrup	7
1.4.3	Nadzor skladnosti meritev	7
2.	REZULTATI MERITEV	9
2.1	VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI	9
2.2	MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA	9
2.1.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂ – Tivolska – Vošnjakova	11
2.1.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂ – Tivolska – Vošnjakova	13
2.1.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x – Tivolska - Vošnjakova	15
2.1.4	Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova	17
2.1.5	Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova	19
2.1.6	Pregled koncentracij v zraku: M&P ksilen – Tivolska - Vošnjakova.....	21
2.1.7	Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova	23
2.1.9	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀ – Tivolska - Vošnjakova	25
2.1.10	Pregled koncentracij v zraku: PM _{2,5} – Tivolska - Vošnjakova	27
2.3	METEOROLOŠKE MERITVE.....	29
2.3.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova	29
2.4	MERITVE HRUPA	33
2.4.1	Meritve hrupa – Tivolska - Vošnjakova.....	33
3.	TREND MERITEV V MESTNI OBČINI LJUBLJANA.....	35
3.1	ANALIZA PM ₁₀ V OBDOBJU MED 2015-2020 V MOL	37
3.2	ANALIZA NO ₂ /NO _x V OBDOBJU MED 2015-2020 V MOL	39
4.	PANDEMIJA COVID-19 IN VPLIV NA KAKOVOST ZRAKA	41
5.	ANALIZA IN REZULTATI NA MESEČNEM NIVOJU	45
6.	ZAKLJUČEK.....	49



Elektroinštitut Milan Vidmar

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 2021 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.

Leto 2021 je bilo še zmeraj zaznamovano s pandemijo virusa COVID-19, ki je tudi vplivala na koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku, predvsem na koncentracije dušikovih oksidov NO₂/NO_x. Več o tem je zapisano v Poglavlju 4.

V letu 2021 je bilo na merilnem mestu OMS Tivolska - Vošnjakova izmerjenih 99% meritev SO₂, 90% meritev NO₂, 90% meritev NO_x, 98% meritev PM₁₀, 87% meritev PM_{2,5} in 33% meritev BTX. Iz niza meritev je razvidno, da je bila v letu 2021 presežena dnevna mejna vrednost za PM₁₀ 30-krat. Zakonodajno dovoljeno število preseganj na letnem nivoju znaša 35-krat.

Merilna postaja je locirana v bližini večjega križišča v Ljubljani, Tivolska-Slovenska-Dunajska.

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].

1.1 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** (ZVO-1, Ur.l. RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO – 1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 - GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20) 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. Zakon je bil leta 2020 posodobljen.

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.

1.2 OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA IN NJIHOV VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO

Kratkotrajna in dolgotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam onesnaževal ima velik vpliv na obolevnost prebivalstva zaradi bolezni dihal in posledično tudi kardiovaskularnih obolenj. Poleg tega pa ima velik vpliv na ekonomski vidik saj zmanjšuje življenjsko dobo prebivalstva, povečuje stroške zdravljenja in zmanjšuje produktivnost v gospodarstvu zaradi izostanka delavcev. Onesnaževala, ki imajo največji vpliv na zdravje ljudi so SO₂, NO₂, PM₁₀ in O₃. Pred izpostavljenostjo visokim koncentracijam onesnažil je potrebno še posebno zaščititi otroke, starejše, nosečnice, ljudi, ki se veliko zadržujejo zunaj ter bolnike dihal in srčnih bolezni. Onesnaženje pa ima negativni vpliv tudi na biodiverzitetu, torej na vegetacijo in ekosistem v okolju, kar vodi v različne pomembne okoljske vplive ter na kvaliteto vode, tal in na ekosistemske storitve. Zaradi tega moramo biti pozorni na naslednja onesnaževala: SO₂, O₃, NH₃ in NO_x. Spodnja tabela prikazuje posamezna onesnaževala, ki so obravnavana v tem poročilu in njihov izvor ter vpliv na zdravje ljudi in biodiverzitetu.

ONESNAŽEVALO IN VIRI	VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO
<p>Žveplov dioksid (SO₂) Je brezbarven plin z ostrim vonjem. Nastaja pri izogorevanju fosilnih goriv, ki vsebujejo sledi žveplovih spojin. Največji problem je spreminjanje žveplovega dioksida (SO₂) v žveplovo kislino (H₂SO₄) v ozračju, ki se nato nalaga kot kisel dež, sneg ali v obliki posušenih kislinskih delcev.</p>	<p>Draženje povzroča zoženje dihalnih poti. Kratkoročno izpostavljanje 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.</p> <p>Visoke koncentracije SO₂ imajo škodljiv vpliv na rastline, saj prispeva k zakisanju kopenskih in vodnih ekosistemov in vodi do izgube biotske raznovrstnosti.</p>
<p>Dušikov oksid (NO_x) zajema mešanico dušikovega oksida (NO) in dušikovega dioksida (NO₂). NO_x spadajo v skupino anorganskih plinov, ki nastanejo iz reakcije kisika in dušika v zraku. Glavni viri so proizvodnja električne energije, izogorevanja v industrijskih procesih in transport.</p>	<p>Kratkotrajna izpostavljenost lahko povzroči vnetje dihalnih poti, povečanje alergijskih reakcij ter večjo stopnjo obolevnosti.</p> <p>Dviguje koncentracijo nitratov v prsti in tekočih vodah (evtrofikacija). Prispeva k zakisanju kopenskih in vodnih ekosistemov ter vodi do izgube biotske raznovrstnosti. Sodeluje tudi pri nastajanju ozona (O₃).</p>
<p>Policiklični aromatski ogljikovodik (PAH) so ogljikovodiki - organske spojine, ki vsebujejo samo ogljik in vodik - sestavljeni so iz večjih aromatskih obročev (organski obroči, v katerih se elektroni delokalizirajo).</p>	
<p>• 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 izogorevanja.</p>	<p>Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi.</p>
<p>• Toluen (C₆H₅CH₃) je derivat benzena. Je bistra, v vodi netopna 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>• Meta & Para ksilen; Orto ksilen Ksilen ima tri izomere dimetilbenzena. Izomere razlikujemo z označb orto, meta in para, ki določajo, na kateri C-atom (benzenovega obročja) je vezan. Uporablja se v kemični industriji kot topilo, predvsem pri proizvodnji plasten in poliestra oblačil.</p>	<p>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.</p>

<ul style="list-style-type: none"> • Etilbenzen <p>Glavni vir je naftna industrija in uporaba nafte. Je zelo volutaična spojina in se jo v večini pričakuje v zraku.</p>	<p>Meja toksičnosti etilbenzena je zelo nizka. V človeku se nalaga v maščobi in se izloča z urinom.</p>
<p>Delci PM (delci PM₁₀ in PM_{2,5})</p> <p>So sestavljeni iz različnih organskih in anorganskih snovi, pretežno pa iz žvepla, nitrata, amonijaka, črnega ogljika, mineralov in vode. Delci PM₁₀ so lahko primarnega ali sekundarnega izvora (tvorijo se pri kemijski reakciji drugih škodljivih snovi v zraku, kot SO₂ ali NO₂). Glavni vir je izogorevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci.</p>	<p>PM₁₀ delci prizadenejo največ ljudi v primerjavi z drugimi onesnaževali. Zaradi njihove velikosti lahko penetrirajo globoko v pljuča. Povečujejo umrljivost in obolenost za boleznimi dihal in kardiovaskularnih bolezni.</p> <p>Črni ogljik, ki je najmanjši del prašnih delcev, vpliva na spremembo podnebja. Sekundarni PM vsebujejo sulfat, nitrat in amonij, tvoren iz SO₂, NO_x in NH₃, ki so glavni nosilci zakisljevanja in evtrofikacije.</p>

1.3 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 dane pojavlja potreba po nadzoru tudi na drugih področjih. Obstaja namreč vrsta nenadziranih manjših izpustov snovi v zrak, kot so avtomobilski izpuhi, manjša kurišča, kurjenje na prostem ter tudi manjši industrijske naprave, ki so nadzirane zgolj občasno ali trajno in lahko v kombinaciji z neugodnimi meteorološkimi razmerami negativno vplivajo na kakovost zraka.

Monitoring kakovosti zunanega zraka pomeni spremljanje in nadzorovanje stanja onesnaženosti zraka s sistematičnimi meritvami ali drugimi metodami in z njimi povezanimi postopki. Način spremljanja in nadzorovanja je predpisan v podzakonskih aktih – uredbah in pravilniku: **Uredbi o kakovosti zunanega zraka** (Ur. l. RS št. 9/11 in 8/15) in **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanega zraka** (Ur. l. RS, št. 55/11 s spremembami). Ti predpisi so bili sprejeti na podlagi **Zakona o varstvu okolja** (ZVO-1, Ur.l. RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO – 1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 - GZ, 21/18 – ZNorg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20), 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** (Ur. l. RS 31/07 s spremembami), 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 – **World Health Organization (WHO)**.

1.4 PODATKI O MERILNEM MESTU TIVOLSKA-VOŠNJAKOVA

Na merilnem mestu Tivolska – Vošnjakova se poleg meritev kakovosti zraka izvajajo tudi meritve meteoroloških parametrov. Analizatorji kakovosti zunanega 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.

1.4.1 Meritve kakovosti zunanega zraka

Z avtomatsko merilno postajo, katere last je Mestna občina Ljubljana, upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar Ljubljana (EIMV). EIMV predpisuje postopke izvajanja meritev in QA/QC, izdeluje končno obdelavo rezultatov meritev in potrdi njihovo veljavnost. Tip merilne postaje je prometen, lociran v mestu, ki ima značilnosti stanovanjskih in poslovnih objektov. Relief v bližini merilnega mesta je ravninski. Koordinate merilne postaje so prikazane v spodnji tabeli.

Merilna postaja	Nadmorska višina	GKKY	GKKX
AMP Tivolska - Vošnjakova	299 m	461919	101581



Slika 2: Lokacija OMS MOL. (Vir: Google Earth, 2022).

Poleg merilnega mesta na lokaciji Tivolska – Vošnjakova se v Ljubljani nahaja merilnik za potrebe spremljanja emisij iz Termoelektrarne toplarne Ljubljana na lokaciji Zadobrova ter merilna mesta, ki sta v lasti Agencije Republike Slovenije za okolje, Ljubljana Bežigrad in Ljubljana Biotehniška.

Podatki o analizatorjih plinastih onesnaževal v letu 2021.

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

Podatki o merilnikih delcev PM₁₀ v letu 2021.

	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
AMP Tivoljska – Vošnjakova	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x

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** (Ur.l. RS, št. 55/11 s spremembami).

1.4.2 Meteorologija in hrup

Lokalna meteorologija in reliefna razgibanost površja sta tesno povezani s koncentracijo emisij v zunanjem zraku, zato je za celovit vpogled na stanje kakovosti zunanjega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov. Izvajajo se meritve smeri in hitrosti vetra, temperature zraka in relativne vlage. Prav tako se na lokaciji Tivolska-Vošnjakova izvajajo meritve hrupa. Ustreznost meritev kakovosti zunanjega zraka se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Zagotavljanje kakovosti rezultatov je skladno z **Zakonom o državni meteorološki, hidrološki, oceanografski in seizmološki službi (ZDMHS)** (Ur.l. RS, št. 60/17).

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.

Področje varstva pred hrupom v okolju urejata **Uredba o ocenjevanju in urejanju hrupa v okolju** (Uradni list RS, št. 121/04 s spremembami) in **Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju** (Uradni list RS, št. 43/18 in 59/19). Meritve hrupa se izvajajo z merilnikom Type 4435 (serijska številka: 1831512), ki je v lasti MO Ljubljana.

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

Nadzor skladnosti meritev je zasnovan 4 nivojsko:

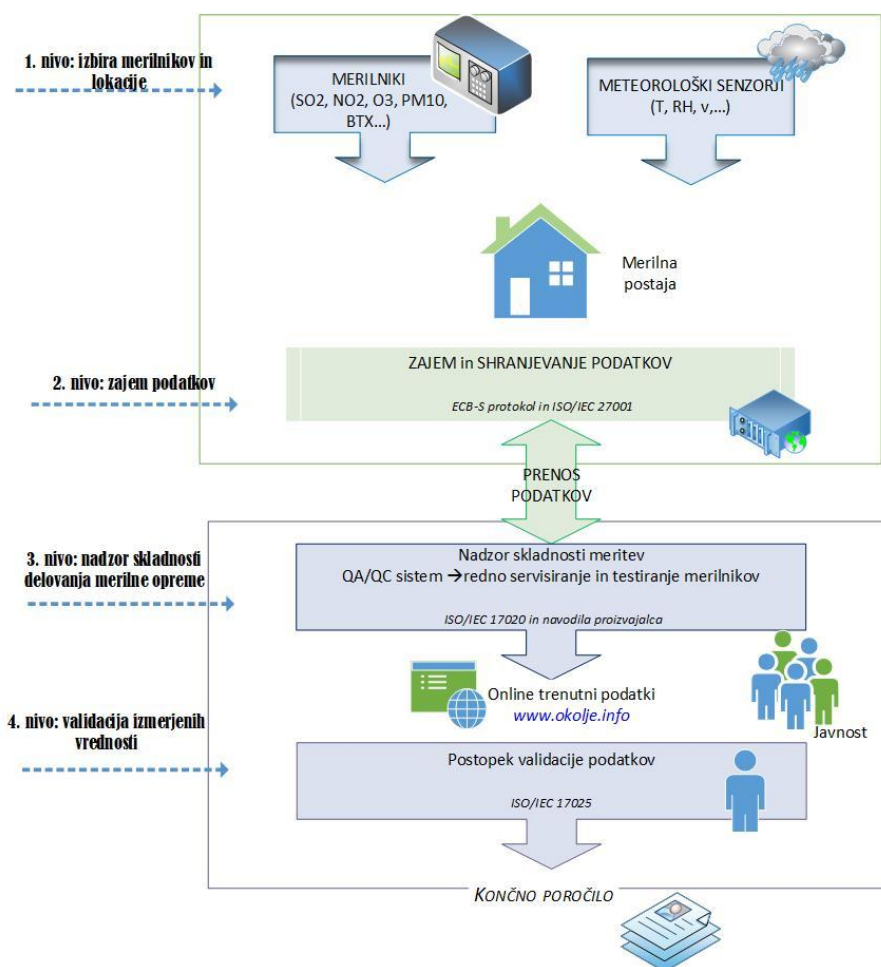
1. nivo: izbira analizatorjev, ki ustrezajo zahtevam referenčnih metod za merjenje koncentracij onesnažil v zunanjem zraku,
2. nivo: izbira lokacije AMP, ustreznost sistema vzorčenja, sistema za zajem podatkov, pogojev okolja, program rednih pregledov in vzdrževanja,
3. nivo: nadzor skladnosti delovanja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

4. nivo: validacija izmerjenih vrednosti, ocena merilne negotovosti, statistična analiza izmerjenih vrednosti, nadzor odstopanja od predpisanih mej.

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

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

- so skladne s prilogo 1 *Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17)* in je zagotovljena 90% razpoložljivost za merilnike SO₂, NO/NO_x in trdnih delcev PM₁₀,
- je zagotovljena stabilnost ničelne in referenčne točke za merilnike SO₂, NO/NO_x,
- se redno izvaja dvotočkovno uravnavanje (na 3-mesece)
- se 1-krat letno opravi test skladnosti.



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

2. 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.

2.1 VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI

V letu 2021 so se na vgrajeni merilni opremi izvajala redna vzdrževalna dela, naravnavanja, testi funkcionalnosti in kontrola delovanja. Poleg izvedbe rednih servisnih del in redne kontrole delovanja merilne opreme je bila izvedena:

- montaža novega sistema za zajem vzorca,
- montaža novega merilnika policikličnih ogljikovodikov.
- odprava okvare merilnika NO/NO_x,
- odprava okvare na avtomatskem merilniku prašnih delcev in
- odprava okvare merilnika SO₂.

2.2 MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

V poročilu so za leto 2021 podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀/ PM_{2,5} in PAH ter statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov in hrupa v letu 2021 na tej lokaciji. Izmerjene koncentracije SO₂ so nizke. Koncentracije NO_x/NO₂ so bile v mejah normale, nižje vrednosti so se pojavile v obdobju med aprilom in marcem ter oktobrom in novembrom, ki so lahko tudi posledica sprejetih ukrepov s strani vlade RS z namenom zaježitve pandemije COVID-19. Število preseganj MDV prašnih delcev PM₁₀ je bilo leta 2021 manjše kot leta 2020. Meritve BTX so se ponovno začele izvajati septembra 2021, razpoložljivost podatkov je tako samo 33%.

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ za 2021

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2021	0	0	0	99

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ za 2021

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2021	0	0	-	90

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ za 2021

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2021	-	-	30	98

Pregled srednjih koncentracij: SO₂ (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	5	4	2

Pregled srednjih koncentracij: NO₂ (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	45	35	33

Pregled srednjih koncentracij: NO_x (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	107	82	79

Pregled srednjih koncentracij: delci PM₁₀ (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	34	30	29

Pregled srednjih koncentracij: benzen (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	2	-	-

Pregled srednjih koncentracij: toluen (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	4	-	-

Pregled srednjih koncentracij: M&P ksilen (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	3	-	-

Pregled srednjih koncentracij: etilbenzen (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
Tivolska - Vošnjakova	0	-	-

2.1.1 Pregled koncentracij v zraku: SO₂ – Tivolska – Vošnjakova

V letu 2020 je izmerjeno 99% 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 8 µg/m³, dne 15.12.2021 ob 09:00, medtem ko je maksimalna dnevna koncentracija znašala 7 µg/m³, tudi dne 15.12.2021. 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.

Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za varstvo rastlin za SO₂:

časovni interval povprečja	mejna vrednost (µg/m ³)	alarmna vrednost (µg/m ³)	Priporočila po WHO (µg/m ³)
1 ura	350 (ne sme biti presežena več kot 24-krat v koledarskem letu)	-	-
3-urni interval	-	500	-
10-minut	-	-	500
1 dan	125 (ne sme biti presežena več kot 3-krat v koledarskem letu)	-	20
časovni interval povprečja	kritična vrednost (µg/m ³)	sprejemljivo preseganje (µg/m ³)	
zimski čas od 1. oktobra do 31. marca	20	-	-
koledarsko leto	20	-	-

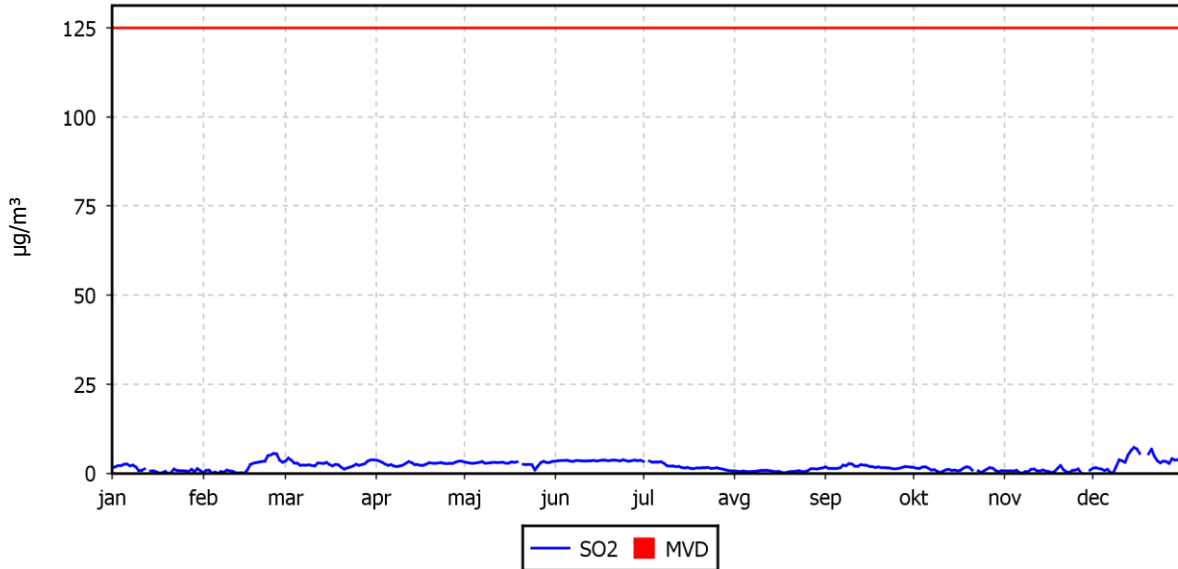
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	8627	99%
Maksimalna urna koncentracija:	8 µg/m ³	15.12.2021 09:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	7 µg/m ³	15.12.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	06.02.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	2 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.20 - 1.4.21):	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. - dnevni koncentracij:	6 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

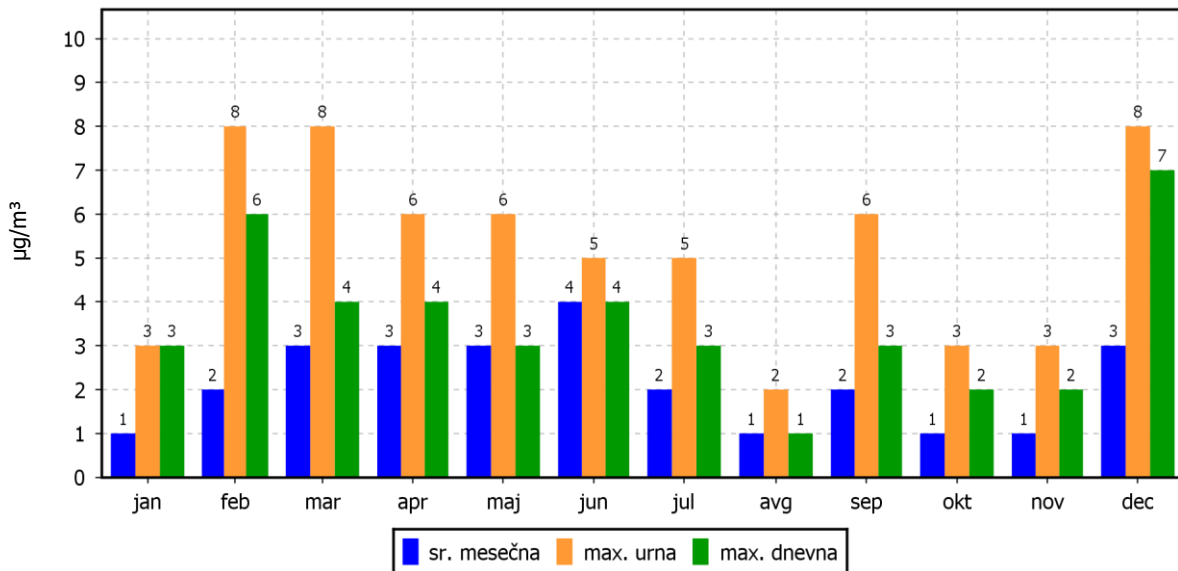
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



2.1.2 Pregled koncentracij v zraku: NO₂ – Tivolska – Vošnjakova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 90% 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 130 µg/m³, dne 26.02.2021 ob 19:00, maksimalna dnevna koncentracija 65 µg/m³ se je pa pojavila dne 13.12.2021. Srednja letna koncentracija je znašala 33 µg/m³. V obdobju med aprilom in junijem ter oktobrom in decembrom so bile vrednosti koncentracij NO₂ nižje v primerjavi z ostalimi meseci, saj so v teh časih bili sprejeti številni ukrepi za zajezitev novega koronavirusa in je bilo ustavljeno javno življenje ter odrejeno delo in šolanje na daljavo. Najnižja dnevna vrednost je bila dosežena meseca junija.

Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična vrednost za varstvo rastlin za NO₂/NO_x:

časovni interval povprečja	mejna vrednost (µg/m ³)	alarmna vrednost (µg/m ³)	Priporočila po WHO (µg/m ³)
1 ura	200 (velja za NO ₂) (ne sme biti presežena več kot 18-krat v koledarskem letu)	-	200 (velja za NO ₂)
3-urni interval	-	400 (velja za NO ₂)	-
koledarsko leto	40 (velja za NO ₂)	-	40 (velja za NO ₂)
časovni interval povprečja	kritična vrednost (µg/m ³)	sprejemljivo preseiganje (µg/m ³)	
koledarsko leto	30 (velja za NO _x)	-	-

Opomba: Od leta 2010, vključno z njim, za dušikov dioksid ni sprejemljivega preseiganja.

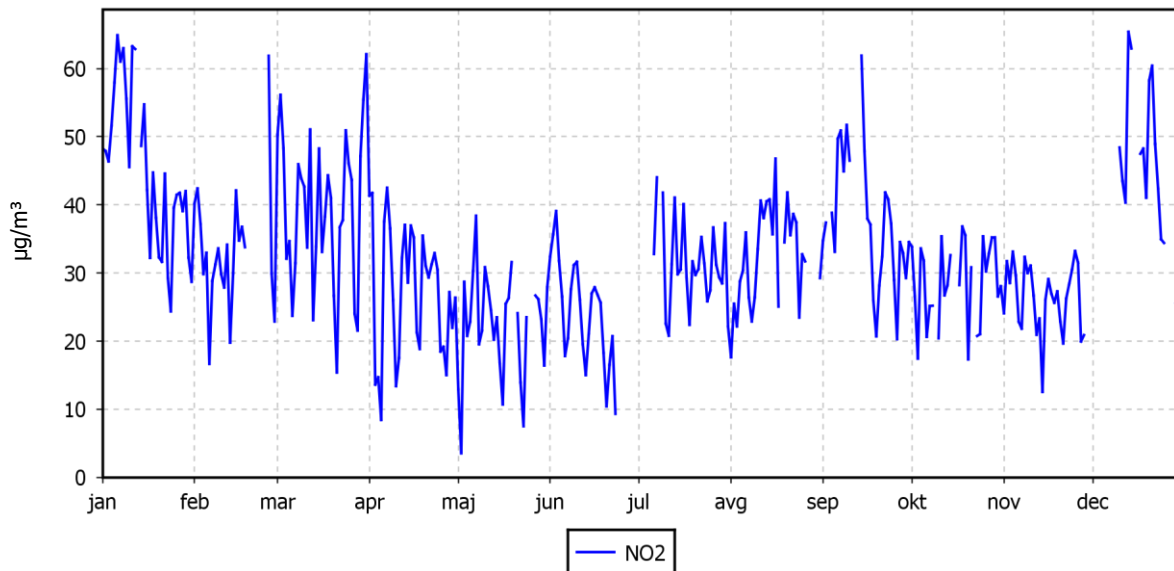
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	7800	90%
Maksimalna urna koncentracija:	130 µg/m ³	26.02.2021 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	65 µg/m ³	13.12.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	4 µg/m ³	02.05.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	33 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:	77 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	65 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

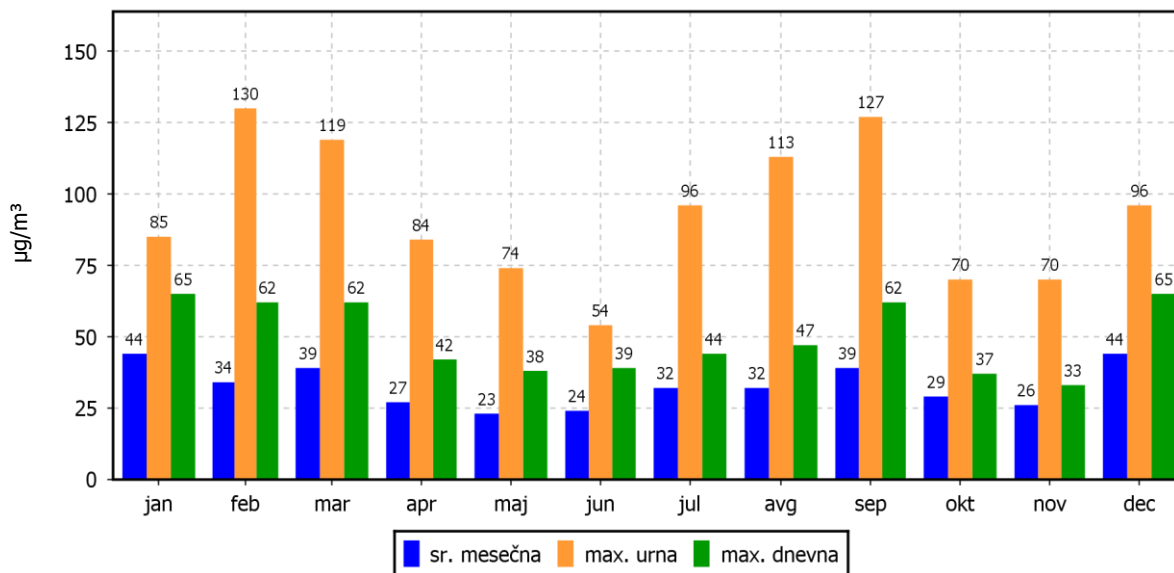
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



2.1.3 Pregled koncentracij v zraku: NO_x – Tivolska - Vošnjakova

Dnevne koncentracije so se gibale med 73 in 314 µg/m³. Maksimalna dnevna koncentracija NO_x je znašala 314 µg/m³ in je bila dosežena dne 13.12.2021.

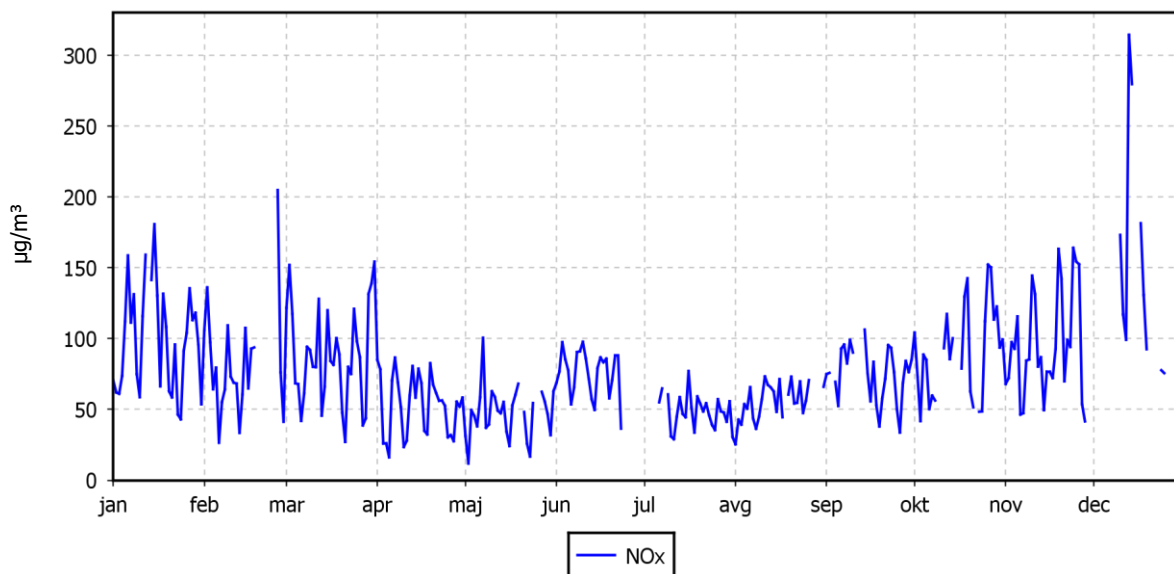
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	7731	90%
Maksimalna urna koncentracija:	587 µg/m ³	16.12.2021 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	314 µg/m ³	13.12.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	12 µg/m ³	02.05.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	79 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.20 - 1.4.21):	96 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	267 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	293 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

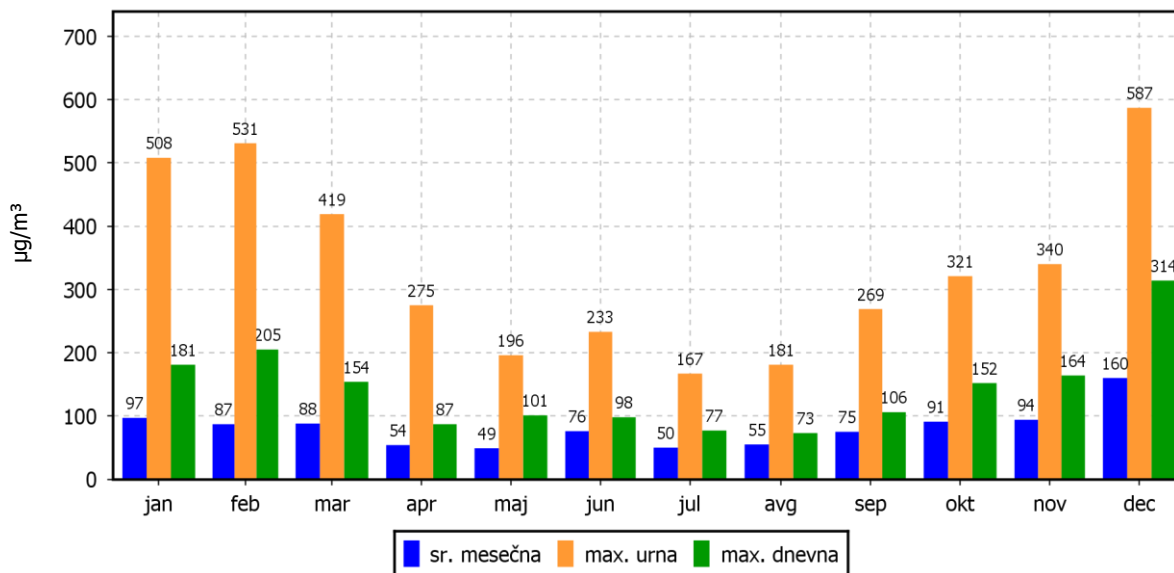
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



2.1.4 Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova

Meritve BTX so bile ponovno vzpostavljene septembra. Letna mejna vrednost benzena ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tako ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 16.11.2021 ob 11:00, maksimalna dnevna koncentracija $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pa je bila izmerjena dne 15.12.2021.

Mejne vrednosti za benzen:

časovni interval povprečja	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

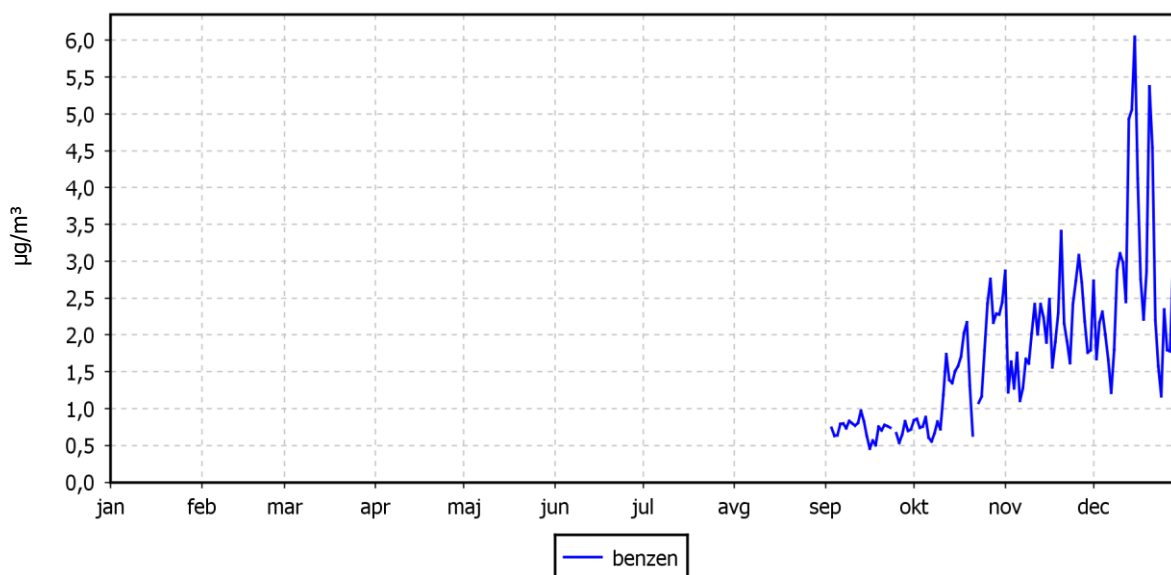
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	2867	33%
Maksimalna urna koncentracija:	$12 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.11.2021 11:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	$6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	15.12.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	$0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.09.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	$2^* \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	$6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

DNEVNE KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

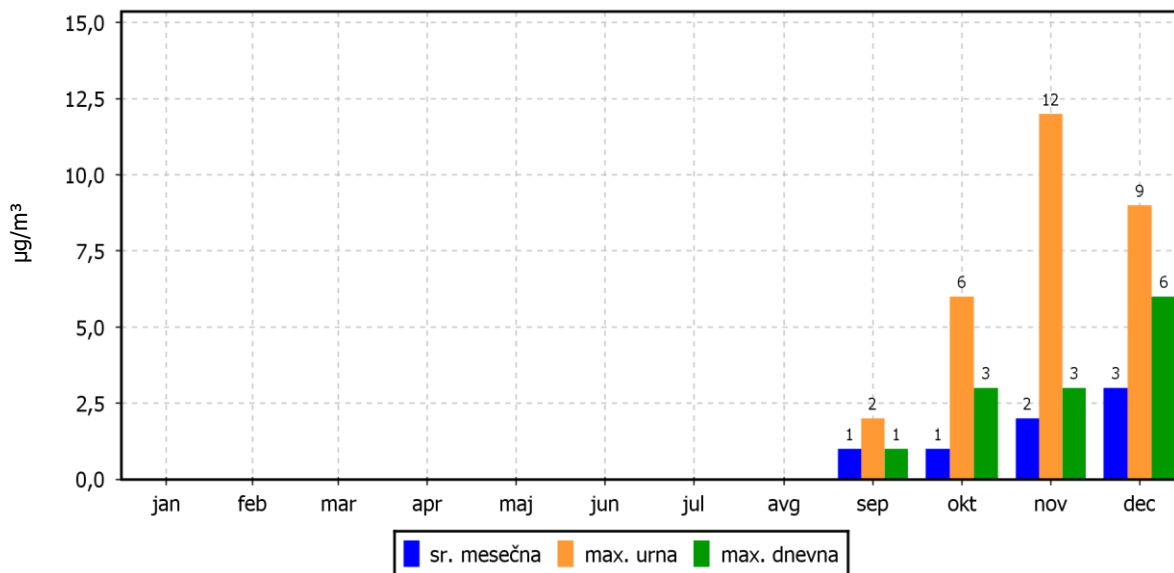
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



2.1.5 Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova

Maksimalna urna koncentracija toluena je znašala $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 01.11.2021 ob 20:00, maksimalna dnevna koncentracija pa je bila izmerjena dne 15.12.2021 in je znašala $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

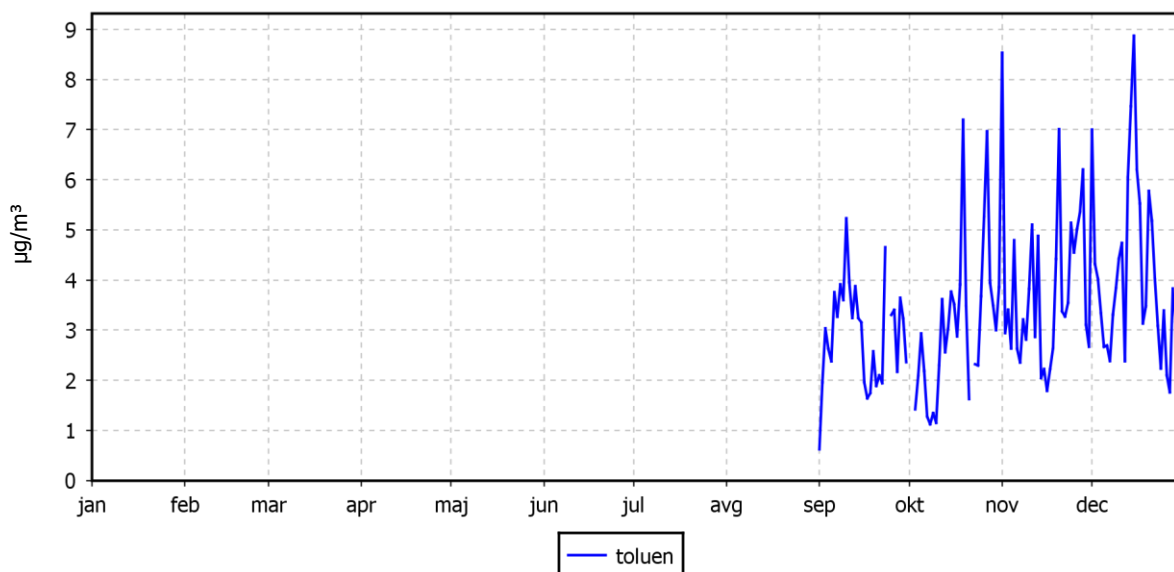
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	2863	33%
Maksimalna urna koncentracija:	$56 \mu\text{g}/\text{m}^3$	01.11.2021 20:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	$9 \mu\text{g}/\text{m}^3$	15.12.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	01.09.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	$3^* \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	$3 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

DNEVNE KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

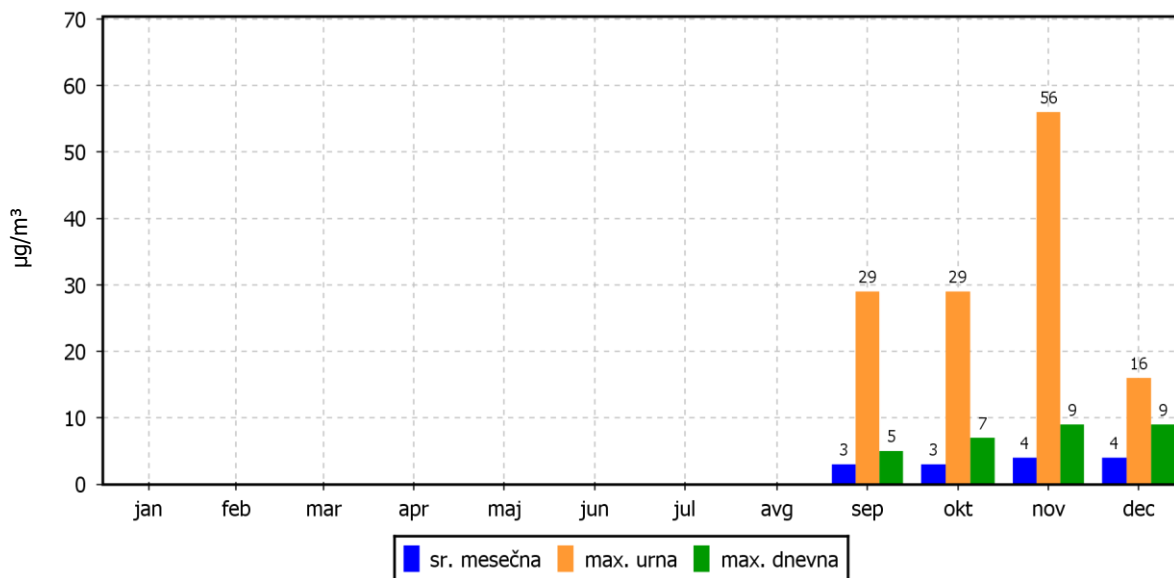
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



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

Maksimalna urna koncentracija meta- in para- ksilena je znašala $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 16.11.2021 ob 11:00, maksimalna dnevna koncentracija je tudi bila izmerjena dne 16.11.2021 in je znašala $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

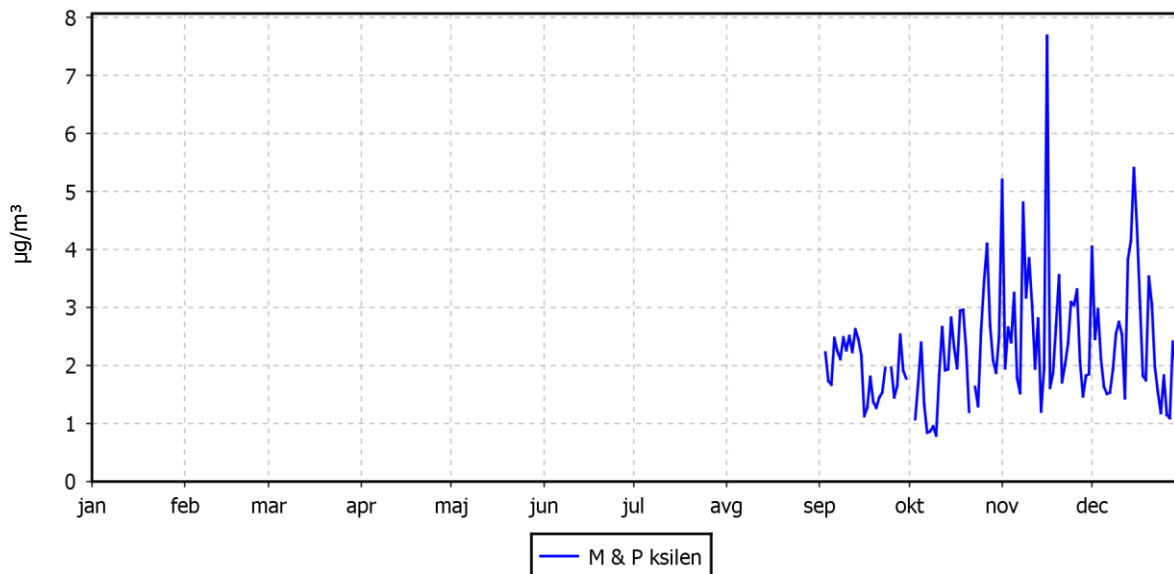
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	2832	32%
Maksimalna urna koncentracija:	$59 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.11.2021 11:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	$8 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.11.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	10.10.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	$2^* \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	$6 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

DNEVNE KONCENTRACIJE - M & P ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

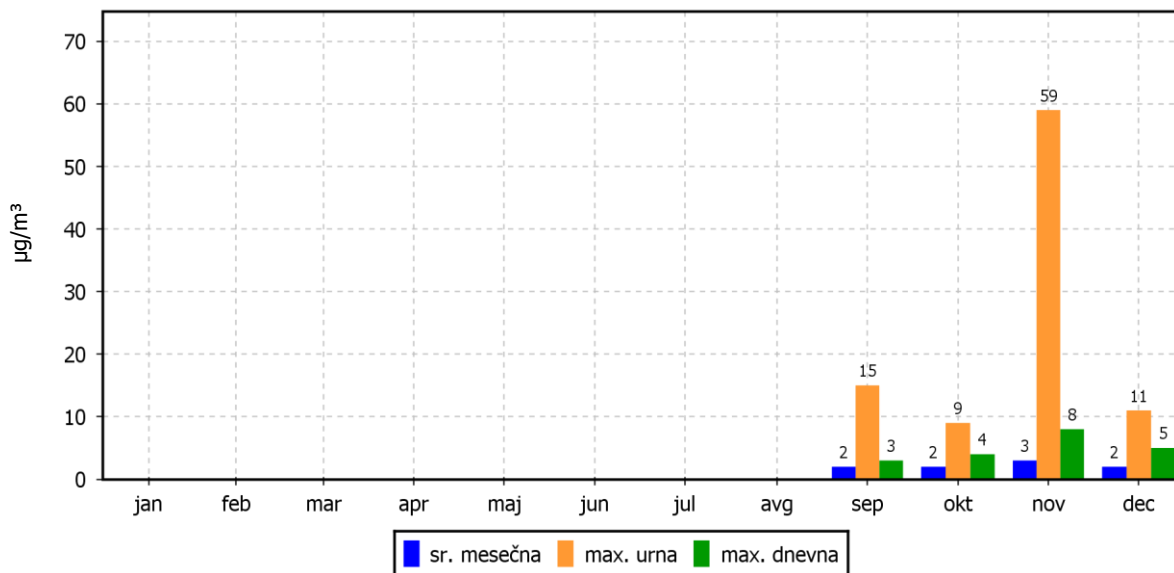
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - M & P ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



2.1.7 Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova

Maksimalna urna koncentracija meta- in para- ksilena je znašala $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dne 16.11.2021 ob 11:00, maksimalna dnevna koncentracija je tudi bila izmerjena dne 16.11.2021 in je znašala $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

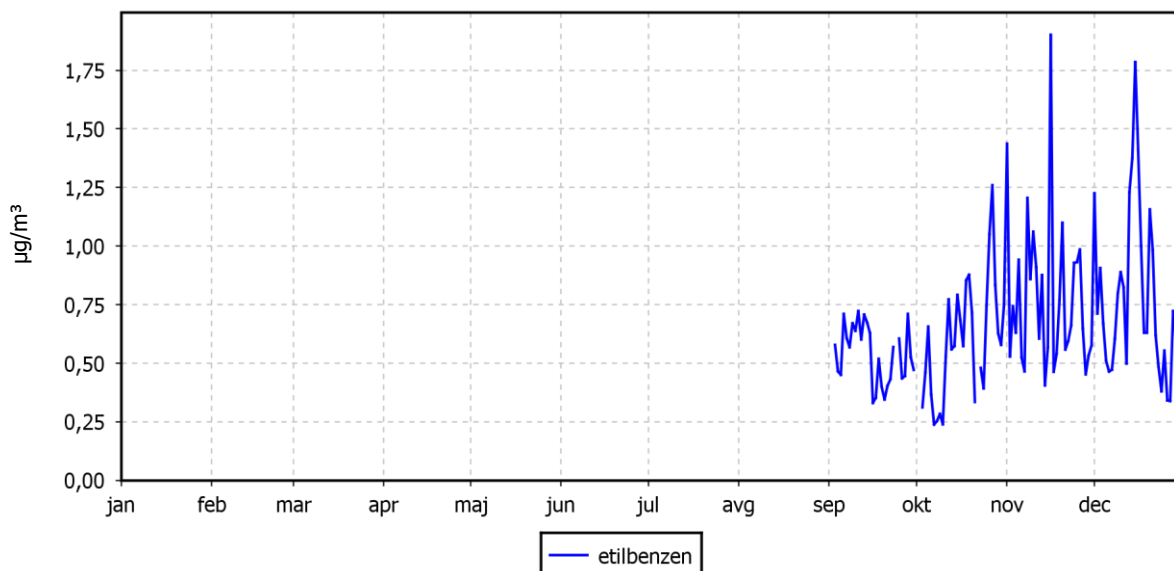
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	2832	32%
Maksimalna urna koncentracija:	$14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.11.2021 11:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.11.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	$0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	07.10.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	$1^* \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

DNEVNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

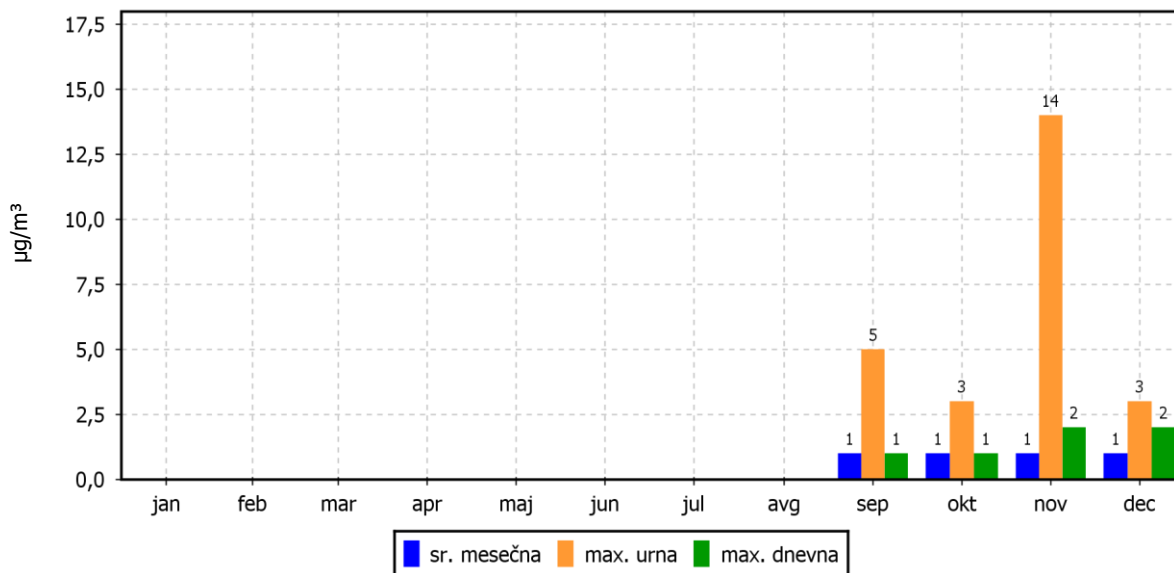
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



2.1.9 Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀ - Tivolska - Vošnjakova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 98% pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 30-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 165 µg/m³, dne 22.06.2021 ob 10:00. Maksimalna dnevna koncentracija 95 µg/m³ je bila izmerjena dne 26.02.2021. Srednja letna koncentracija je znašala 29 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.

Mejne vrednosti za delce PM₁₀:

časovni interval povprečja	mejna vrednost (µg/m ³)	Priporočila po WHO (µg/m ³)
1 dan	50 (ne sme biti presežena več kot 35-krat v koledarskem letu)	50
Koledarsko leto	40	20

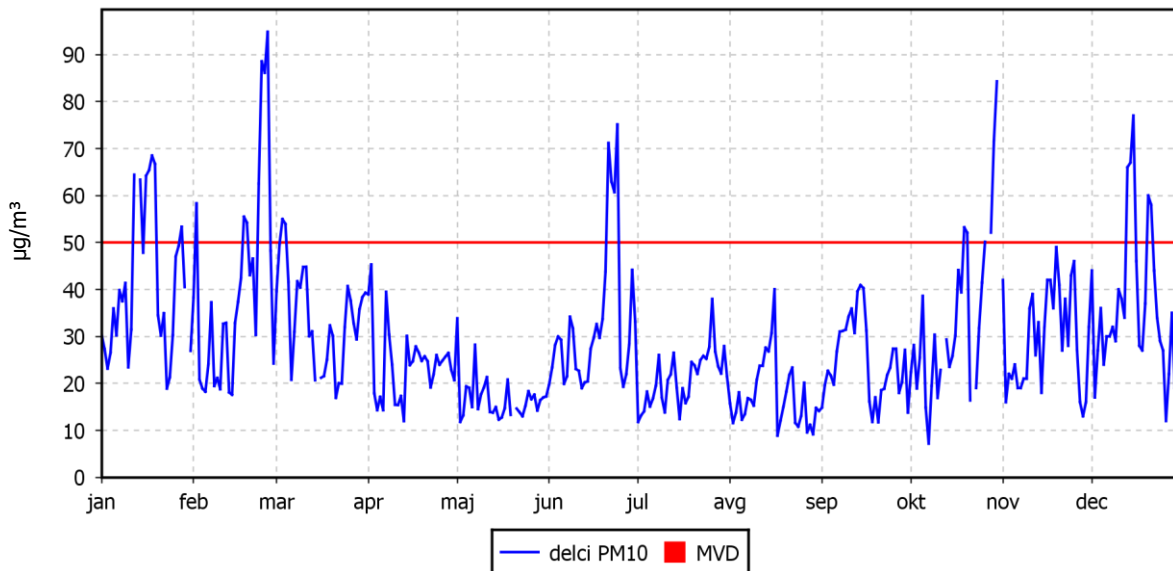
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	8621	98%
Maksimalna urna koncentracija:	165 µg/m ³	22.06.2021 10:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	95 µg/m ³	26.02.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	7 µg/m ³	07.10.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	29 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	30	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	50 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	71 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

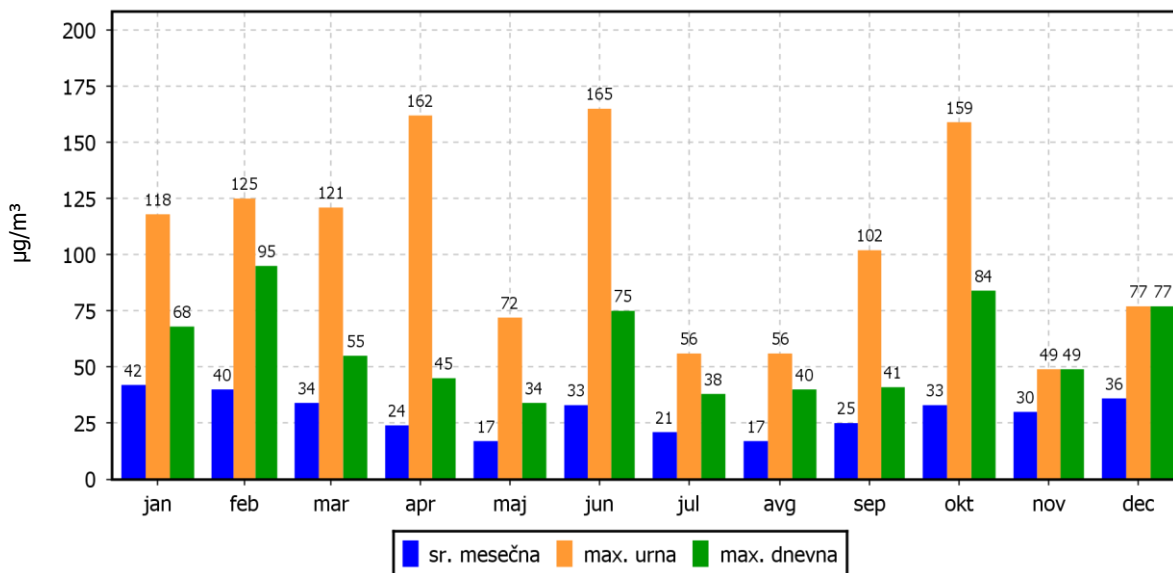
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



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

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 103 µg/m³, dne 28.01.2021 ob 01:00, maksimalna dnevna koncentracija je bila izmerjena dne 50 µg/m³ na dan 18.01.2021. Meritve PM_{2.5} se od decembra 2021 niso izvajale. Srednja letna koncentracija v merjenem obdobju je znašala 15 µg/m³. Priloga 3 Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS št. 9/11, 8/15 in 66/18) podaja vrednost 20 µg/m³ kot mejno vrednosti ciljnega zmanjševanja izpostavljenosti na ozemlju republike Slovenije za PM_{2.5}. 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. V letu 2021 so se najvišje koncentracije pojavile v januarju.

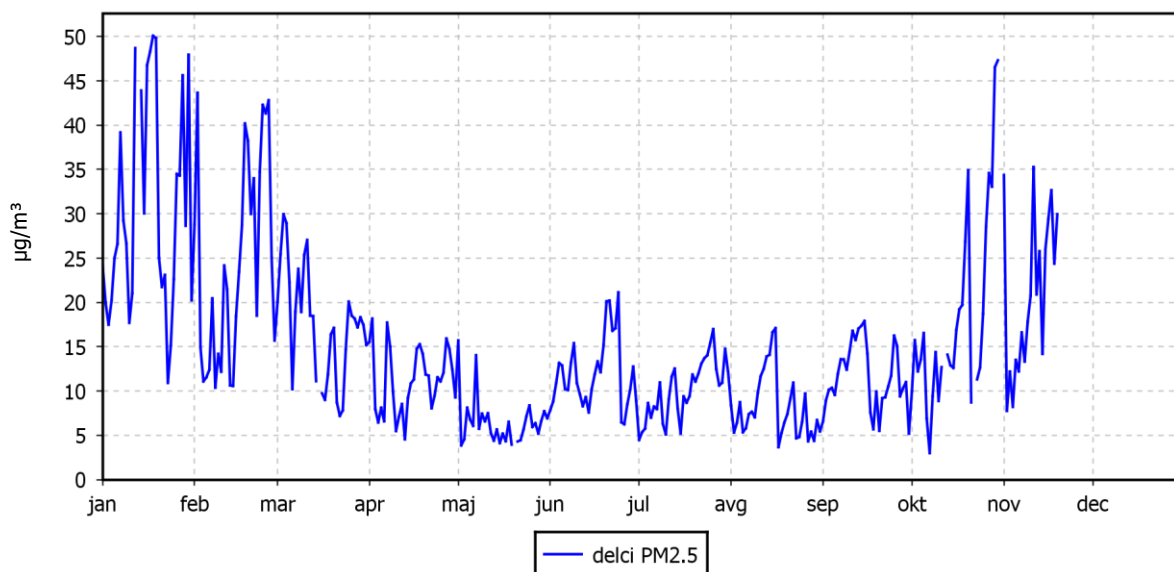
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	7653	87%
Maksimalna urna koncentracija:	103 µg/m ³	28.01.2021 01:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	50 µg/m ³	18.01.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m ³	07.10.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	15 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	32 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	47 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

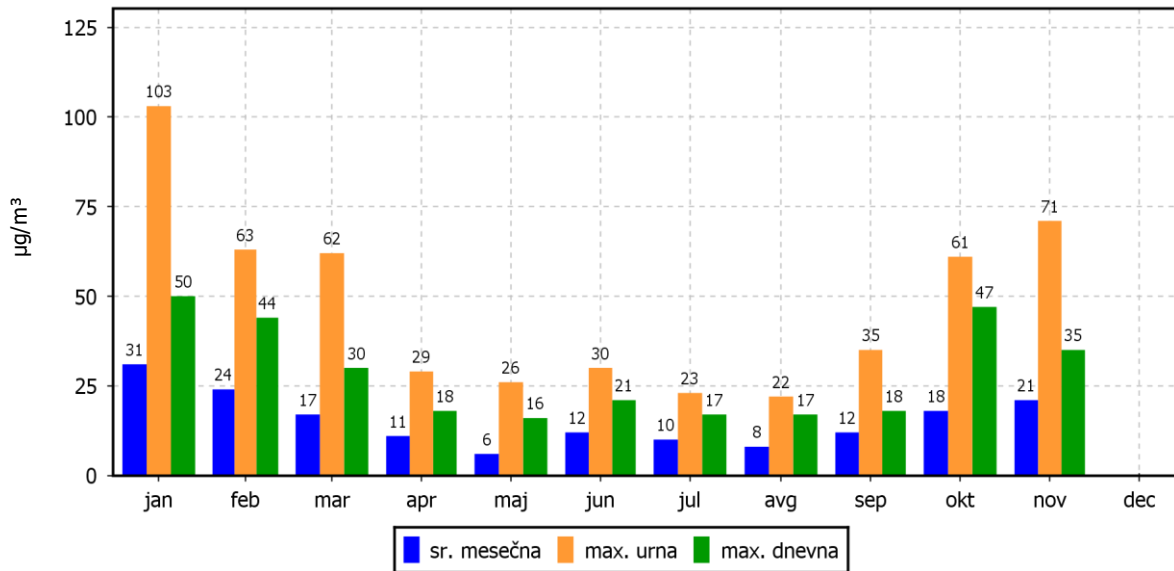
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - delci PM_{2,5}

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022



2.3 METEOROLOŠKE MERITVE

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

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8702	99%	8734	100%
Maksimalna urna vrednost	36 °C	14.08.2021 15:00:00	89%	20.10.2021 08:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	27 °C	24.06.2021	87%	31.12.2021
Minimalna urna vrednost	-7 °C	17.01.2021 06:00:00	16%	25.04.2021 14:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-4 °C	17.01.2021	38%	23.03.2021
Srednja vrednost v obdobju	11 °C		65%	

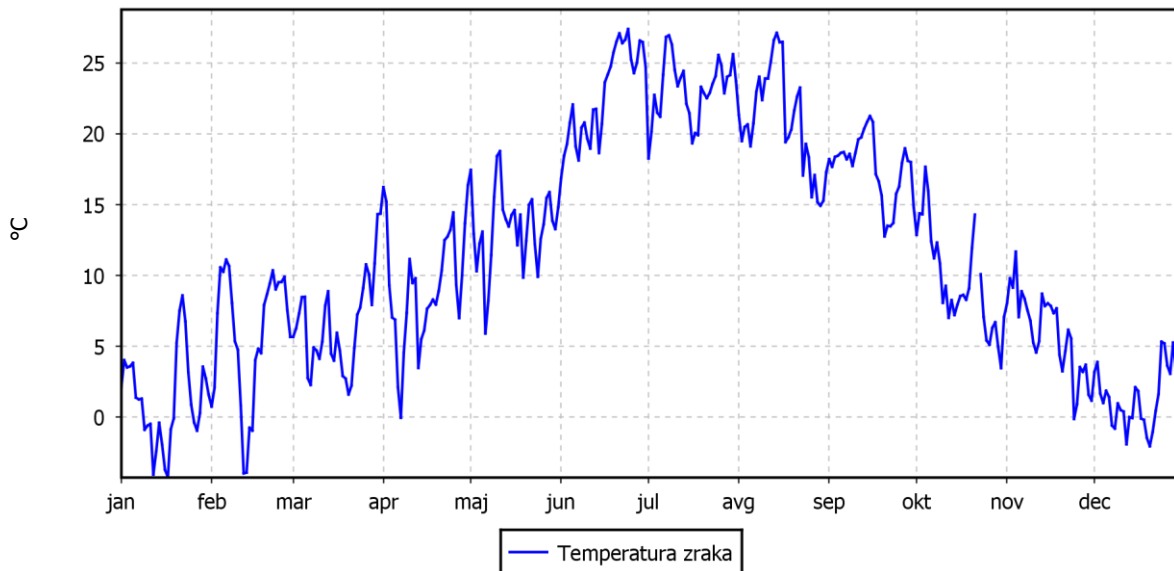
TEMPERATURA	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
-50.0 do 0.0 °C	703	8	28	8
0.0 do 3.0 °C	1007	12	34	9
3.0 do 6.0 °C	1103	13	50	14
6.0 do 9.0 °C	1052	12	53	15
9.0 do 12.0 °C	1005	12	34	9
12.0 do 15.0 °C	841	10	37	10
15.0 do 18.0 °C	729	8	26	7
18.0 do 21.0 °C	765	9	43	12
21.0 do 24.0 °C	579	7	27	7
24.0 do 27.0 °C	438	5	29	8
27.0 do 30.0 °C	293	3	3	1
30.0 do 50.0 °C	187	2	0	0
Skupaj	8702	100	364	100

REL. VLAŽNOST	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
0.0 do 20.0 %	23	0	0	0
20.0 do 30.0 %	317	4	0	0
30.0 do 40.0 %	819	9	1	0
40.0 do 50.0 %	869	10	48	13
50.0 do 60.0 %	1041	12	90	25
60.0 do 70.0 %	1392	16	80	22
70.0 do 80.0 %	1743	20	89	24
80.0 do 90.0 %	2530	29	56	15
90.0 do 100.0 %	0	0	0	0
Skupaj	8734	100	364	100

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

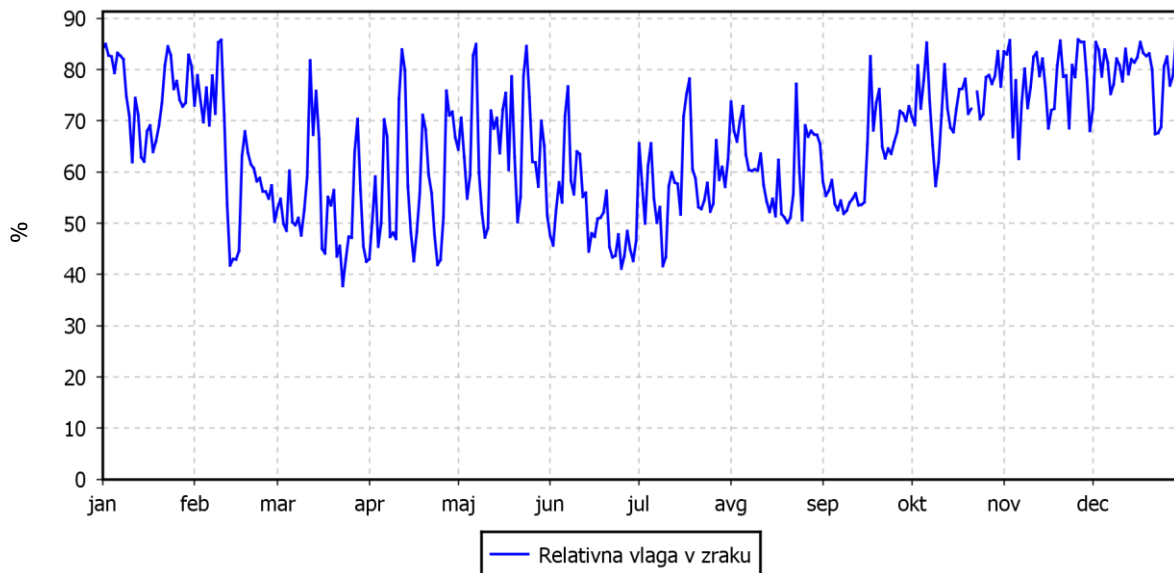
01.01.2021 do 01.01.2022



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

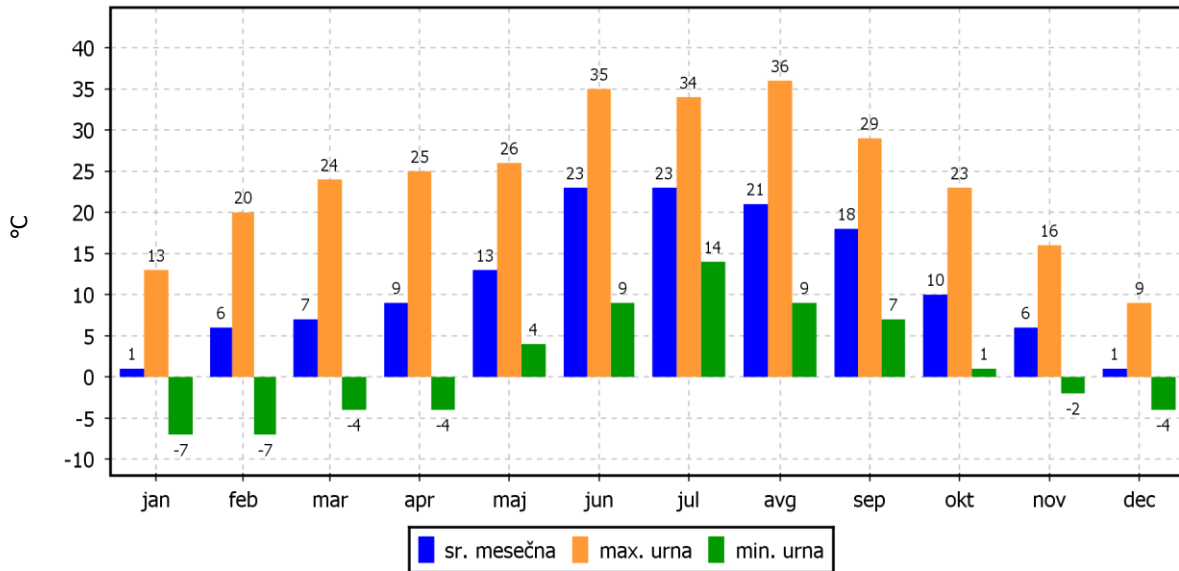
01.01.2021 do 01.01.2022



TEMPERATURA ZRAKA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2021 do 01.01.2022





Elektroinštitut Milan Vidmar

2.4 MERITVE HRUPA

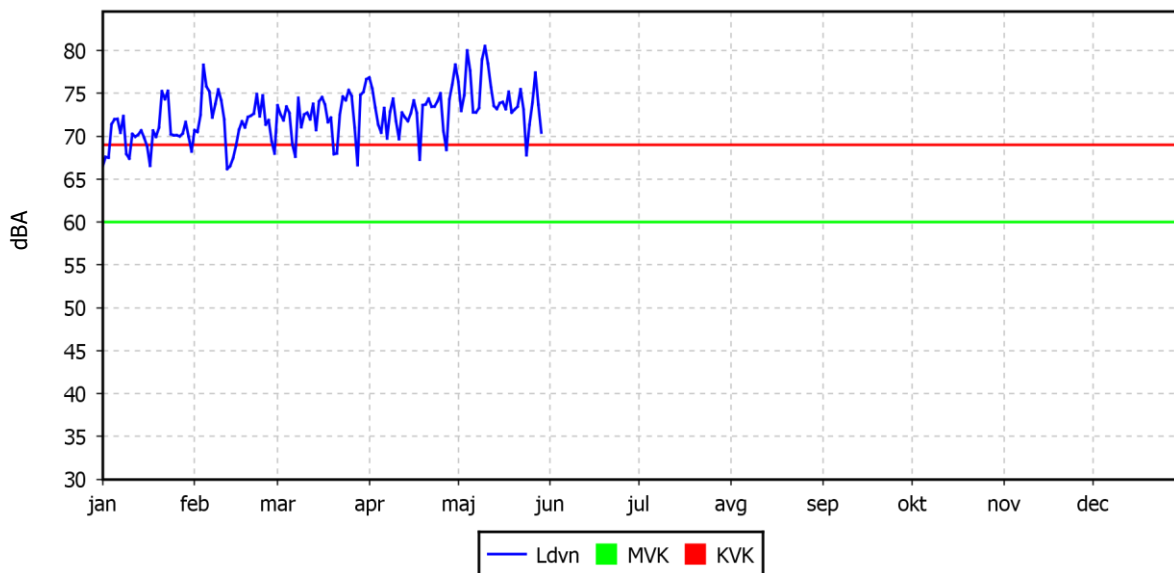
2.4.1 Meritve hrupa – Tivolska - Vošnjakova

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	3556	41 %
Maksimalna urna raven:	85	10.05.2021 3:00
Minimalna urna raven:	51	24.05.2021 2:00
Maksimalna vrednost kazalca Ldvn:	81	10.05.2021
Minimalna vrednost kazalca Ldvn:	66	12.02.2021
Število primerov nad (MVK) Ldvn 60 dBA:	149	
Število primerov nad (KVK) Ldvn 69 dBA:	127	
Maksimalna vrednost kazalca Lnoč:	73	22.01.2021
Minimalna vrednost kazalca Lnoč:	57	13.02.2021
Število primerov nad (MVK) Lnoč 50 dBA:	149	
Število primerov nad (KVK) Lnoč 59 dBA:	142	

KA ZALCI Ldvn

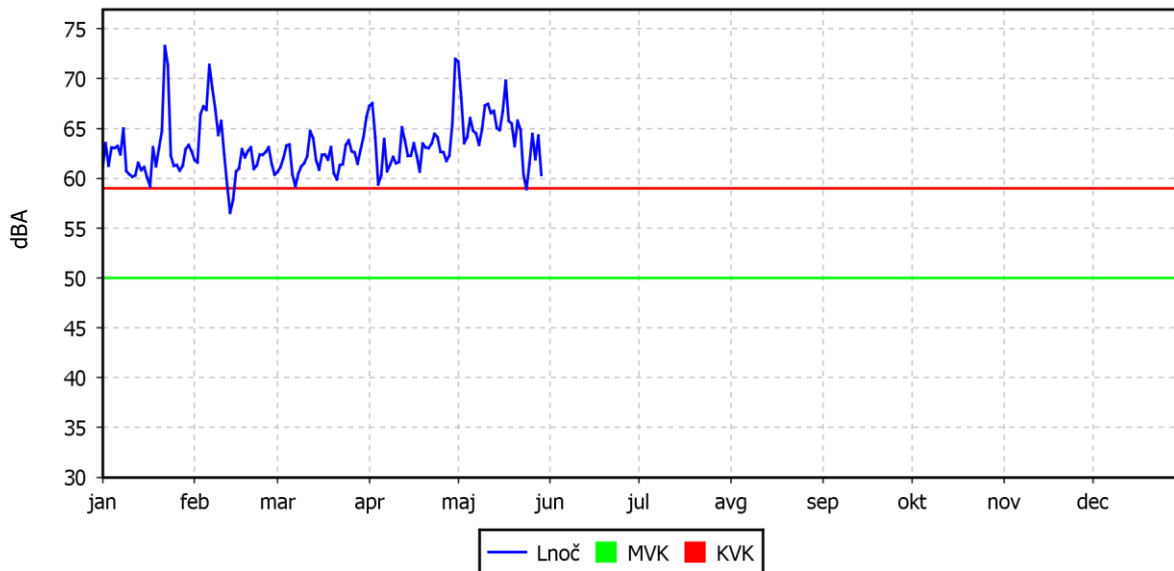
Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)
 01.01.2021 do 01.01.2022



KA ZALCI Lnoč

Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

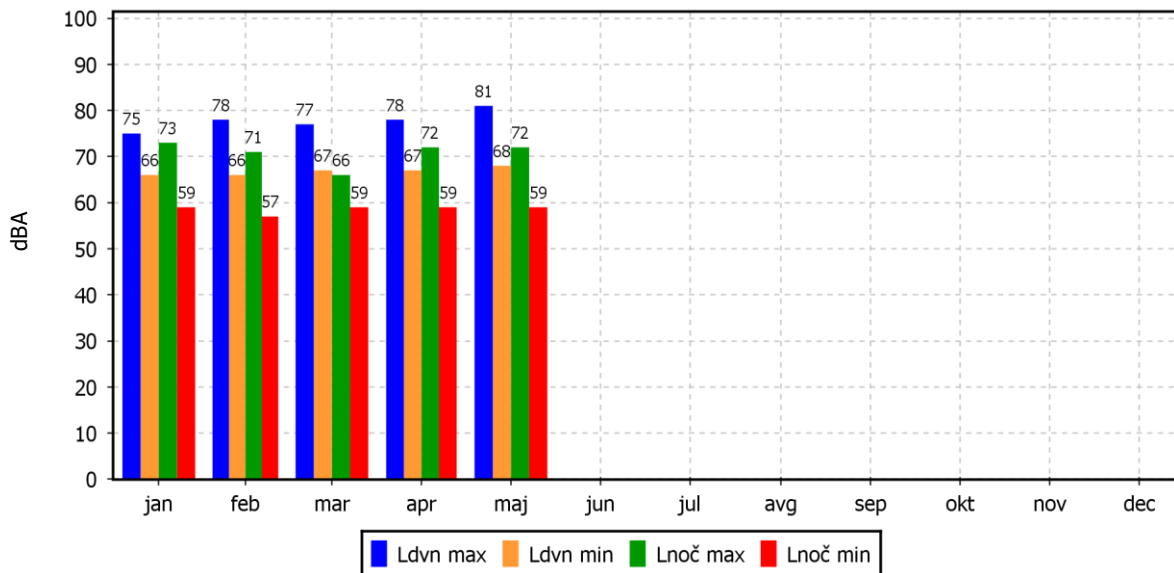
01.01.2021 do 01.01.2022



EKSTREMI KAZALCEV Ldvn IN Lnoč

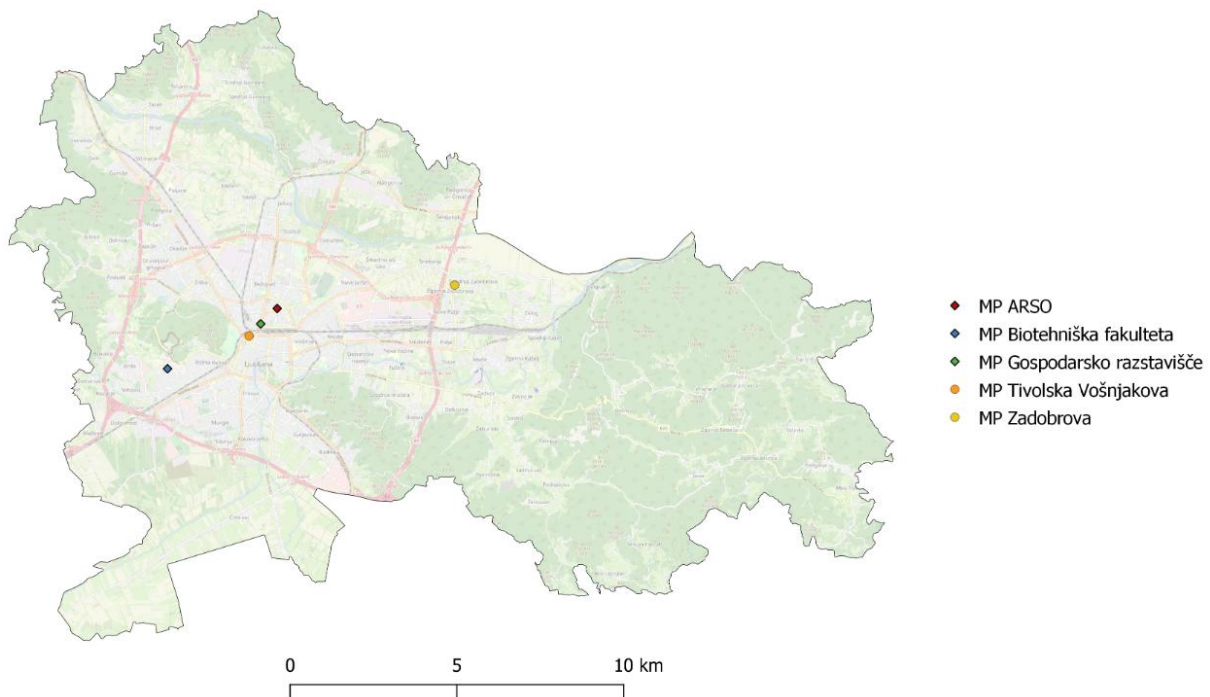
Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

01.01.2021 do 01.01.2022



3. 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. V mestni občini Ljubljana je lociranih 5 stalnih merilnih mest, kjer se izvajajo meritve kakovosti zunanjega zraka. Merilna mesta LJ Gospodarsko razstavišče, LJ Biotehniška in Bežigrad so v lasti Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). Osebe ARSO-a prav tako skrbi za izvedbo meritev in validacijo izmerjenih vrednosti. Merilno mesto Tivolska – Vošnjakova je v lasti MOL z njo pa upravlja osebe Elektroinštituta Milan Vidmar (EIMV). Prav tako osebe EIMV upravlja z merilnim mestom Zadobrova, ki pa je v lasti Javnega podjetja Energetika Ljubljana d.o.o. Lokacije merilnih mest so prikazane na spodnji sliki.



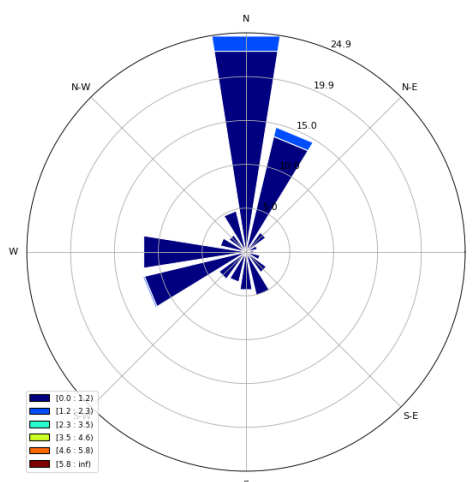
Slika 4: Stalna merilna mesta v MOL.

Merilna mesta so locirana pretežno v središču mesta (Bežigrad, Gospodarsko Razstavišče 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.

Roža vetrov na lokaciji Tivolska-Vošnjakova prikazuje izredno lokalno sliko rože vetrov, ki pa je zaradi višjih stavb v okolici precej drugačna kot pa je značilna roža vetrov za Ljubljano. Ta pojav je v znanstveni literaturi definiran kot Street Canyon¹. S tem namenom je v nadaljevanju prikazana roža vetrov na lokaciji Tivolska-Vošnjakova.

Najvišja urna temperatura je znašala 36 °C in se je pojavila dne 14.08.2021 ob 15:00, najnižja urna temperatura se je pojavila dne 17.01.2021 ob 06:00 in je znašala -7 °C. V letu 2021 je skupno padlo 1,442 mm dežja.

¹ Science Direct, Street Canyon, dostopno na <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/street-canyon>, dne 24.10.2019



Slika 5: Roža vetrov na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova v letu 2021.

Merilno mesto Gospodarsko razstavišče, ki je začelo delovati v letu 2017 predstavlja prometno postajo, na njem pa se merijo zgolj prašni delci, brez meteoroloških parametrov. Promet po Dunajski cesti je pretežno tekoč, brez nenadnih ustavitvev in zagonov motorja vozila. Tudi merilno mesto Tivolska-Vošnjakova je prometna postaja, v njeni bližini pa je večje križišče med Slovensko, Tivolsko in Dunajsko cesto, zato so posledično tudi koncentracij dimnih plinov izmerjene na merilni postaji večje. Merilni mesti Bežigrad in Biotehniška predstavljata mestno postajo s tipom merilnega mesta ozadje. Tudi na merilnem mestu Biotehniška se merijo le emisije prašnih delcev. Merilno mesto Zadobrova predstavlja meritve za potrebe delovanja industrijskega obrata in je locirano na predmestnem območju, v bližini kmetijskih površin. Spodnja tabela vsebuje podatke o koordinatah postaj, tipih merilnih mest, tipu in značilnosti območja ter o merjenih parametrih na določeni postaji.

Podatki merilnih postaj:

	Odgovorni za meritve	NV	GKy	GKx	Tipe merilnega mesta	Tip območja	Značilnosti območja	Merjeni parametri
LJ Gospodarsko	ARSO	299	462271	101945	T - prometno	U - mestno	R - stanovanjsko C - poslovno	PM ₁₀
LJ Biotehniška	ARSO	297	459457	100591	B - ozadje	U - mestno	R - stanovanjsko	PM ₁₀ in PM _{2,5}
LJ Bežigrad	ARSO	299	462673	102490	B - ozadje	U - mestno	R - stanovanjsko C - poslovno	O ₃ , NO ₂ /NO _x , PM ₁₀ , CO, benzen + meteorologija
Tivolska - Vošnjakova	EIMV	300	461919	101581	T - prometno	U - mestno	R - stanovanjsko C - poslovno	SO ₂ , NO ₂ /NO _x , PM ₁₀ + meteorologija
LJ Zadobrova	EIMV	280	468131	103114	I - industrijsko	S - predmestno	R - stanovanjsko A - kmetijsko	SO ₂ , O ₃ , NO ₂ /NO _x , PM ₁₀ + meteorologija

3.1 ANALIZA PM₁₀ V OBDOBJU MED 2015-2020 V MOL

Analiza meritev prašnih delcev je pokazala, da so si iz leta v letu povprečne vrednosti precej podobne. Večji padec pa je opazen na grafu preseganj dovoljenega števila mejnih vrednosti. Najuspešnejše leto je bilo 2020, ko je bilo zgolj 30 preseganj dnevni mejnih vrednosti na lokaciji Tivolska-Vošnjakova, medtem ko jih na ostalih merilnih mestih ni bilo. Manjše vrednosti so v Letnem poročilu o kakovosti zraka Agencije Republike Slovenije za okolje² pripisane meteorološkemu pogoju v letu 2020.

Spodnja tabela prikazuje pregled povprečnih vrednosti, maksimalnih in minimalnih vrednosti ter števila preseganj mejne dnevne vrednosti na merilnih mestih v Ljubljani. Izkazano je, da so največje koncentracije na prometni lokaciji Tivolska-Vošnjakova. Prav tako je bilo na tej lokaciji izkazano tudi največje število preseganj mejne dnevne vrednosti.

Spodnja tabela prikazuje povprečna in maksimalna preseganja ter število dovoljenih preseganj mejnih dnevni vrednosti na stalnih merilnih mestih v Ljubljani. Podatki so povzeti iz Letnega poročila o kakovosti zraka Agencije Republike Slovenije za okolje⁵.

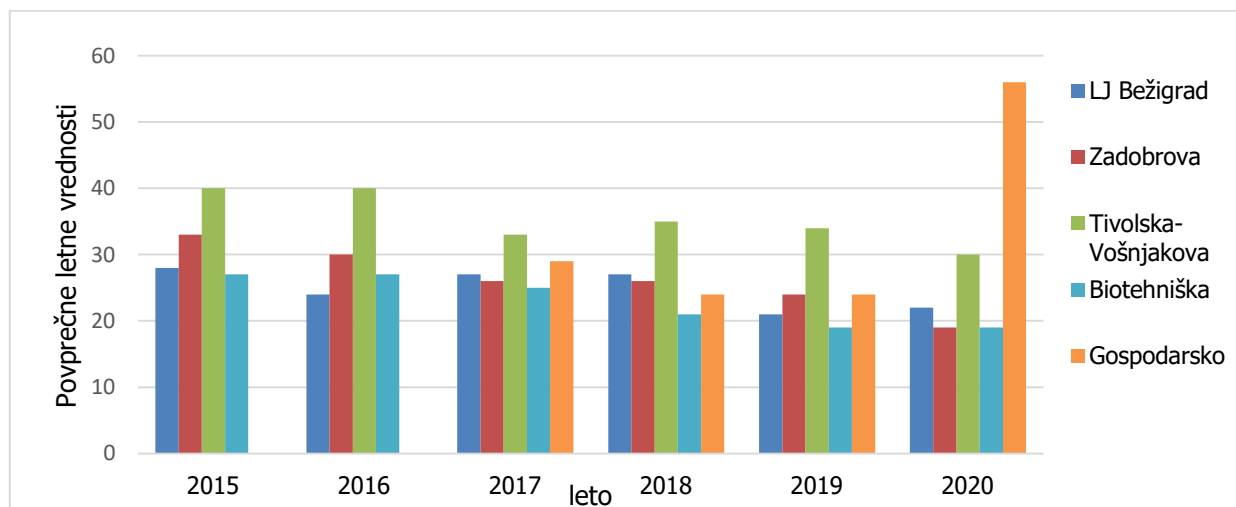
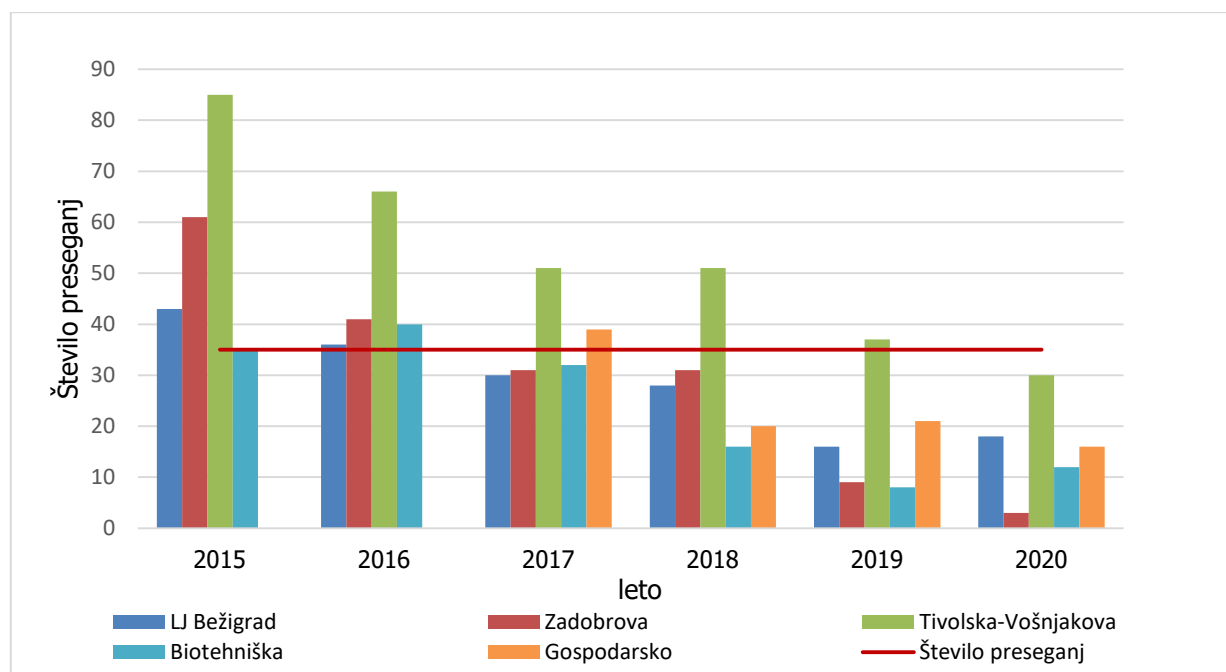
Uradne vrednosti PM₁₀ za leto 2021 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne.

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Povprečna vrednost	Lj Bežigrad	28	24	27	27	21	22
	Tivolska-Vošnjakova	40	40	33	35	34 ³	30
	Lj Biotehniška	27	27	25	21	19	19
	Lj Gospodarsko	/	/	29	24	24	56*
	Lj Zadobrova	33	30	26	26	24	19*
Maksimalna vrednost	Lj Bežigrad	114	122	124	103	113	99
	Tivolska-Vošnjakova	107	125	152	133	153 ²	195
	Lj Biotehniška	117	115	126	90	103	90
	Lj Gospodarsko	/	/	152	102	116	103*
	Lj Zadobrova	115	130	160	160	116	59
Število Preseganj mejne dnevne vrednosti	Lj Bežigrad	43	36	30	28	16	18
	Tivolska-Vošnjakova	85	66	51	51	35 ²	30
	Lj Biotehniška	35	40	32	16	8	12
	Lj Gospodarsko	/	/	39	20	21	16*
	Lj Zadobrova	61	41	31	31	9	3*

² https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Letno_Porocilo_2020_Final.pdf, dostop: 31.01.2021

³ Vrednosti na lokaciji Tivolska-Vošnjakova so informativne narave, razpoložljivost podatkov je bila 86%, kljub temu pa podatki zajemajo zimsko obdobje, ko so emisije najvišje.

* Vrednosti na teh lokacijah so zgolj informativnega značaja, zaradi prevelikega izpada meritev.


 Graf 1: PM₁₀ na merilnih mestih v Ljubljani.

 Graf 2: Pregled preseganj dovoljenega števila mejnih vrednosti PM₁₀ na stalnih merilnih mestih v Ljubljani.

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. 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 μm⁴. 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.

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

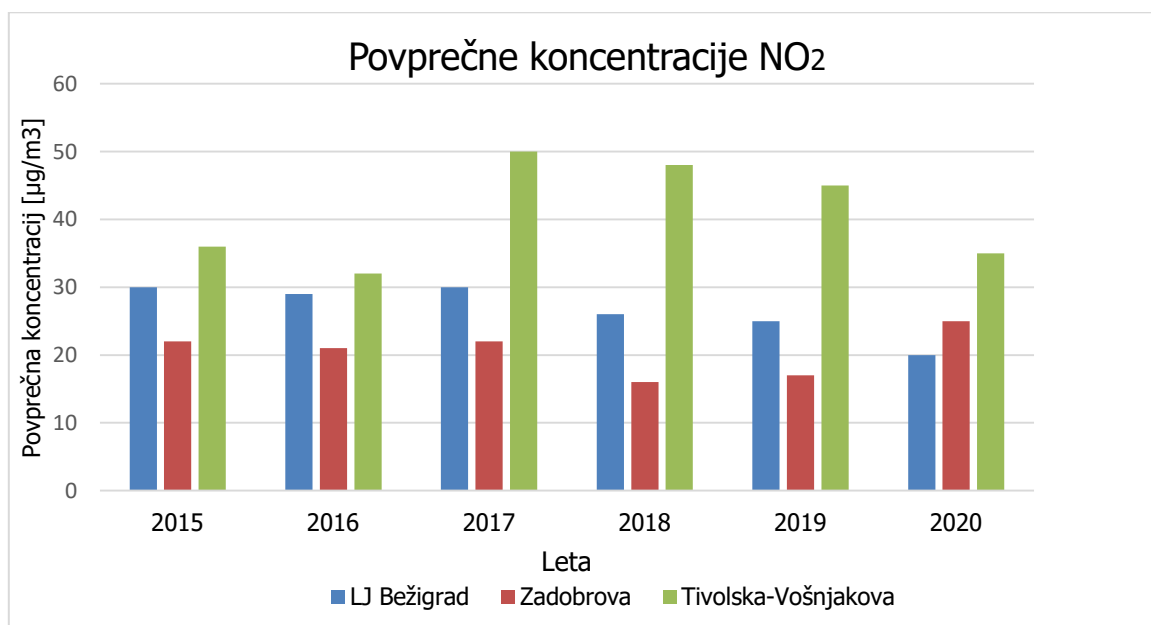
3.2 ANALIZA NO₂/NO_x V OBDOBJU MED 2015-2020 V MOL

Pregled vrednosti NO₂ na stalnih merilnih mestih v Ljubljani:

	Merilna mesta	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Povprečne letne vrednosti	Lj Bežigrad	30	29	30	26	25	20
	Tivolska-Vošnjakova	36	32	50	48 ⁵	45 ⁶	35
	Zadobrova	22	21	22	16	17	25*
Maksimalna vrednost	Lj Bežigrad	75	87	100	83	70	116
	Tivolska-Vošnjakova	74	77	107	105 ⁴	88 ⁵	135
	Zadobrova	62	62	68	67	53	98

Meritve dušikovih oksidov se v Ljubljani izkazujejo na merilnem mestu Bežigrad, Tivolska-Vošnjakova in Zadobrova. Na merilnih mestih Zadobrova in Bežigrad je opazen manjši negativen trend koncentracij tekom obdobja med letom 2015 in 2020, medtem ko je na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova opazen dvig koncentracij. Glede na to, da je merilno mesto locirano na prometni lokaciji je pozitiven trend lahko posledica spreminjajočega oziroma povečanega voznega parka v Ljubljani.

Uradne vrednosti NO₂/NO_x za leto 2021 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne.



Graf 3: Pregled povprečnih vrednosti koncentracij NO₂ na stalnih merilnih v Ljubljani.

⁵ Vrednosti so informativne narave, razpoložljivost podatkov je bila 63%, kljub temu pa podatki zajemajo zimsko obdobje, ko so emisije najvišje.

⁶ Vrednosti so informativne narave, razpoložljivost podatkov je bila 81%, kljub temu pa podatki zajemajo zimsko obdobje, ko so emisije najvišje.

* Vrednosti na teh lokacijah so zgolj informativnega značaja, zaradi prevelikega izpada meritev.



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 NO_2/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 največje⁷.

⁷ European Environment Agency, Kongens Nytorv 6, 1050 Copenhagen K, Denmark; Explaining road transport emissions, A non-technical guide, 2016.

4. PANDEMIJA COVID-19 IN VPLIV NA KAKOVOST ZRAKA

Leto 2020 je zaznamovala pandemija virusa COVID-19, ki je tudi vplivala na koncentracije onesnaževal v zunanem zraku. V Republiki Sloveniji smo dne 13.03.2020 (1. val) razglasili epidemijo in začeli sprejemati ukrepe v zvezi s zaustavitvijo pandemije. Tega dne so se zaprle javne ustanove (šole), javno življenje se je počasi začelo zaustavljati, saj je večina ljudi ostala doma, delo pa se je organiziralo od doma. Od tega dne naprej je bil opazen padec emisij NO₂/NO_x, ki je posledica zmanjšane prometa. Dne 30.03.2020 so se pogoji še zaostriili s prepovedjo gibanja med občinami z izjemo nujnih poti, kot je prihod/odhod na delovno mesto. Veljavnost ukrepov se je nadaljevala čez vso pomlad. S 01.06.2020 se je naziv epidemije v RS prekinil, kar je opazno na malenkost višje izmerjenih vrednostih v vseh poletnih mesecih (junij, julij, avgust) in tudi v septembru.

Dne 18.10.2020 (2. val) smo v državi ponovno razglasili epidemijo COVID-19 in s tem ponovno sprejeli določene ukrepe, kot na primer omejitve gibanja na statistične regije in občine ter zaprtje restavracij, barov in kavarn. Šolanje se je izvajalo na daljavo.

Leto 2021 je bilo še zmeraj zaznamovano s pandemijo virusa COVID-19. Marca je število okuženih s koronavirusom v Republiki Sloveniji ponovno začelo naraščati (3. val). V obdobju med 1. in 11. aprilom je bilo tako ponovno odrejeno popolno zaprtje države. Javno življenje je bilo ustavljeno, izobraževalne ustanove so se zaprle, pouk je potekal na daljavo. Zaprle so se tudi nenujne trgovine in odpovedane so bile športne ter kulturne dejavnosti. V veljavo je ponovna prišla odredba o omejitvi gibanja, in sicer med 22. in 5. uro.

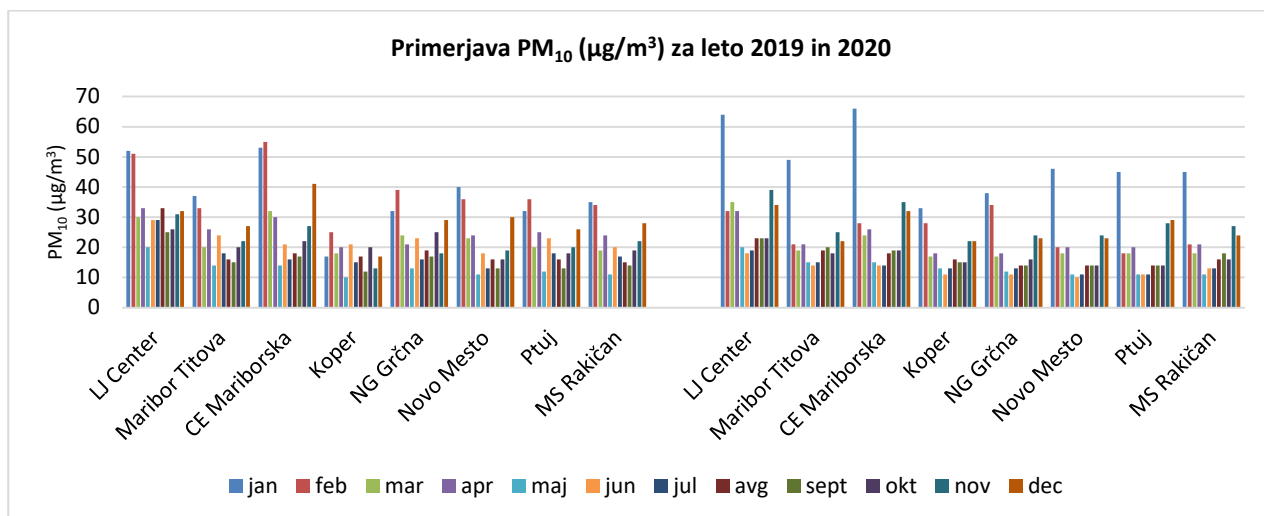
12. aprila so se določene omejitve sprostile - ponovno so se odprle šole in nekatere dejavnosti, ukinjena je bila odredba o omejitvi gibanja. Postopoma so se nato začeli sproščati še ostali ukrepi. 21. aprila se je sprostila gostinska strežba v lokalih, omogočene so bile tudi nekatere turistične dejavnosti, prireditve do 10 ljudi (gledališke, kinematografske in ostale kulturne prireditve).

Med poletjem je število okužb v državi drastično upadlo, proti koncu poletja/začetku jeseni pa so številke začele naraščati. Uvedeno je bilo brezplačno testiranje za učence, dijake, študentke ter zaposlene, 15. septembra pa je v veljavo vstopil pogoj PCT, kot obveza za večino družbenega življenja. 3. novembra je bil zabeležen rekord okuženih, teh je bilo kar 4,511. V veljavno so spet vstopili številni ukrepi, kot na primer časovna omejitve gostinskih lokalov, prepoved praznovanj, porok in druženj, razen za člane istega gospodinjstva ali ožje družinske člane.

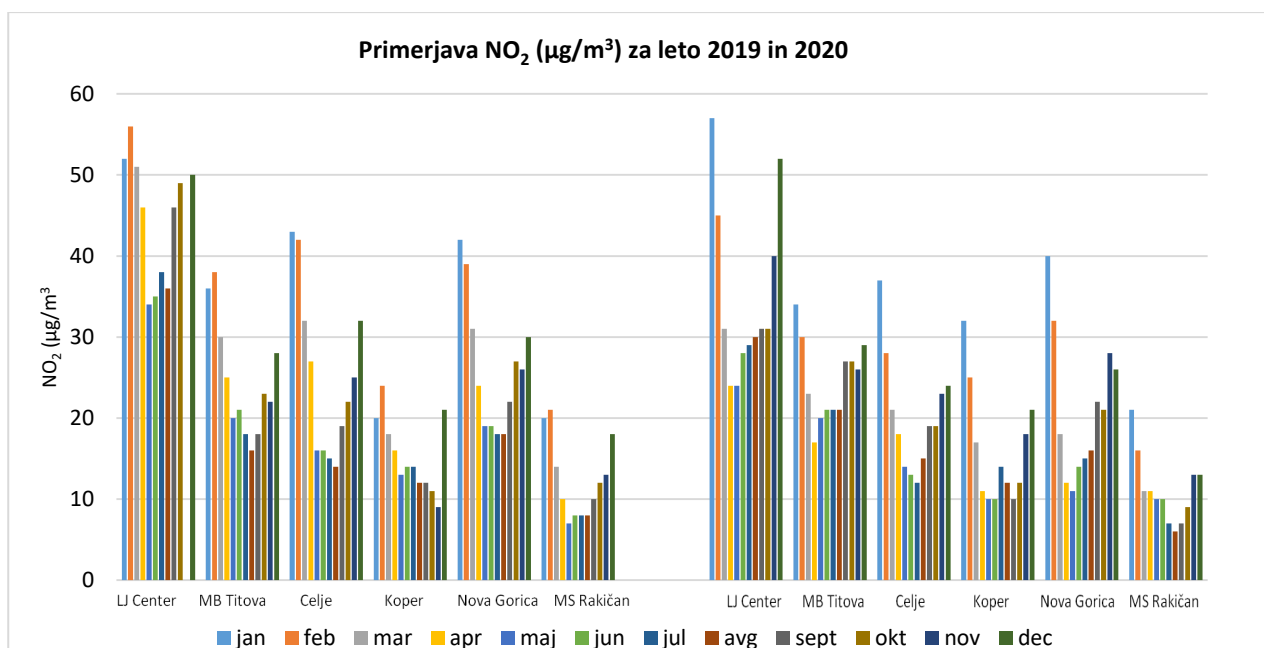
Spodnji grafi prikazujejo trend onesnaženosti s prašnimi delci in dušikovimi oksidi v času med pandemijo COVID-19 v letu 2020 v določenih krajih pri nas. Za primerjavo je dodano tudi leto 2019. Za leto 2021 še ni uradnih podatkov, tako da niso vključeni v diskusijo. Grafi so prikazani na povprečni mesečni ravni.

V analizo prašnih delcev je bilo vključenih 8 merilnih mest po Sloveniji. V primeru prašnih delcev so ta merilna mesta bila: LJ Tivolska-Vošnjakova, MB Titova, CE Mariborska, Koper, NG Grčna, Novo Mesto, Ptuj in MS Rakičan. Leto 2020 je bilo v primerjavi z leto 2019 bolj suho. Januarja 2020 so se pojavile nekoliko povišane vrednosti koncentracije prašnih delcev na vseh obravnavanih merilnih mestih. Marec 2020 je zaznamovala epizoda puščavskega peska (obdobje med 27. in 29. marcem 2020). ARSO² navaja v letnem 2020 poročilu, da so bile kljub vsemu koncentracije prašnih delcev v letu 2020 višje v primerjavi z letom 2019. Ugotovljeno je bilo, da so bile ravni delcev v hladnejših mesecih višje predvsem zaradi kurilne sezone (mala kurišča) in ne toliko od sprejetih ukrepov s strani vlade RS ob zavezitvi bolezni virusa COVID-19. Zaključka o pozitivnem oziroma negativnem vplivu ukrepov na onesnaženost zraka z delci niso naredili.

V analizo dušikovih oksidov pa je bilo vključenih 6 merilnih mest po Sloveniji. Ta merilna mesta so: LJ Tivolska-Vošnjakova, MB Titova, CE Mariborska, Koper, NG Grčna in MS Rakičan. Opazen je rahel padec koncentracij dušikovih oksidov v letu 2020, predvsem v obdobju ko so bili sprejeti ukrepi s strani vlade RS ob zavezitvi bolezni virusa COVID-19. Padec emisije je predvsem posledica zmanjšane prometa.



Graf 4: Graf PM₁₀ v posameznih krajih pri nas med leti 2019 in 2020.



Graf 5: Graf NO₂ v posameznih krajih pri nas med leti 2019 in 2020.

Tabela 1: Roži vetrov za leti 2019 in 2020 na lokaciji Tivolska – Vošnjakova.

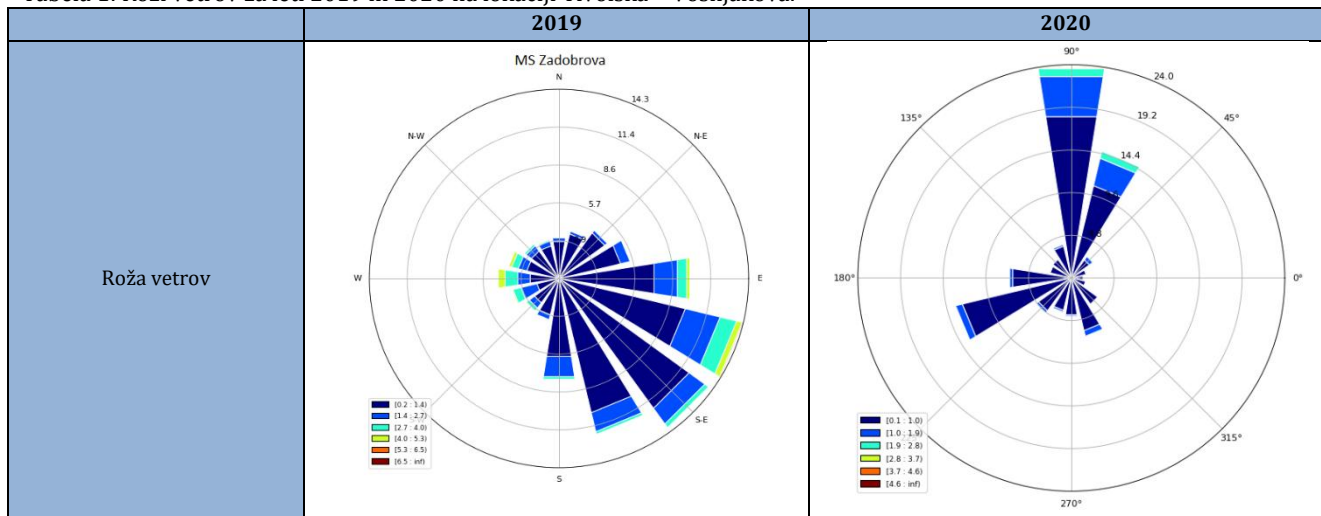


Tabela 2: Hitrost vetra, temperatura in količina padavin med letoma 2019 in 2020 na lokaciji Tivolska – Vošnjakova.

	2019	2020
Povprečna hitrost vetra (m/s)	1	1,3
Najvišja temperatura (°C)	37 (27.06.2019 ob 15:00)	34 (01.08.2020 ob 16:00)
Najnižja temperatura (°C)	-8 (26.01.2019 ob 05:00)	-6 (07.01.2020 ob 07:00)
Padavine (mm)	1378.9	1262.2



Elektroinštitut Milan Vidmar

5. ANALIZA IN REZULTATI NA MESEČNEM NIVOJU

• Januar

Na lokaciji Tivolska – Vošnjakova je bila nizka obremenitev z SO₂, medtem ko so bile nekoliko višje obremenitve s koncentracijami NO₂ oz. NO_x. Merilnik BTX je bil ta mesec demontiran, zato te vrednosti niso podane. Obremenitev z delci PM₁₀ so bile primerne zimskemu obdobju. 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 zunanjega zraka se je gibala med -4 °C (17.01.2021) in 13 °C (22.01.2021), povprečna temperatura je znašala 1 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 09.01.2021 s hitrostjo 2 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri N. Padavine so se pojavile v mesecu, skupno je bilo 14 dni deževnih, nevihte ni bilo, konec meseca se je pojavil tudi sneg.

• Februar

Obremenitev z SO₂ je bila nizka, medtem ko je bila obremenitev z NO₂ oz. NO_x nekoliko višja. Meritve BTX se v mesecu februarju niso izvajale zaradi okvare merilne opreme. Dnevna mejna vrednosti PM₁₀ je bila presežena 7-krat. Višje koncentracije so lahko posledica odsotnosti padavin in ostalih meteoroloških pogojev za pojav inverzije.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med -4 °C (12.02.2021) in 11 °C (06.02.2021), povprečna temperatura je znašala 6 °C. Veter je v tem mesecu pihal s povprečno hitrostjo 1 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri severo-vzhod in jugo-zahod. Padavine so se pojavile v skupni količini 140,9 mm. Po 14.03.2021 je temperatura ozračja začela naraščati, konec meseca je bil nadpovprečno topel.

• Marec

Obremenitev z SO₂ je bila razmeroma nizka in pričakovana. Do onesnaženja z SO₂ je prišlo iz vseh smeri, najbolj izrazito je bilo z zahoda. Enako velja za onesnaženje z NO₂. Meritve BTX se tudi v mesecu marcu februarju niso izvajale zaradi okvare merilne opreme. Dnevna mejna vrednosti PM₁₀ je bila v tem mesecu presežena 2-krat.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med -4 °C (07.03.2021) in 24 °C (31.03.2021), povprečna temperatura je znašala 7 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 16.03.2021 s hitrostjo 3 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri N. Padavine so se pojavile v skupni količini 57 mm, dva dni sta bila nevihtna. Mesec marec je bil nadpovprečno tel mesec, z izrazito otoplitvijo proti koncu mesca.

• April

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani, do onesnaženja z NO₂ pa je prišlo pretežno iz zahodne smeri. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost v aprilu ni bila presežena. Onesnaženje z delci PM₁₀ je bilo največje iz zahodne smeri.

Dnevna temperatura zunanjega zraka v Mestni občini Ljubljana se je gibala med -4 °C (07.04.2021) in 25 °C (01.04.2021), povprečna temperatura je tako znašala 9 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 06.04.2021 s hitrostjo 6 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri N.

V kar nekaj krajih po Sloveniji je bila ta mesec dosežena najnižja aprilaska temperatura v zgodovini meritev. Ponekod se je pojavil tudi sneg, kar je še dodatno vplivalo na meteorologijo in tudi na meritve. Na Babnem Polju je tako bila izmerjena temperatura kar -20,5 °C (07.04.2021 ob 07:00) (vir: ARSO), kar je tudi nov uradni slovenski rekord. Pred tem je za najnižjo uradno temperaturo veljalo -20,4 °C izmerjena na Pokljuki leta 1956. Po neuradnih informacija pa je bila najnižja temperatura dosežena v Retjah in je znašala kar -26,1 °C (07.04.2021 ob 07:00).

- **Maj**

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo iz vseh smeri enakomerno. Do onesnaženja z NO₂ je prišlo pretežno iz vzhodne smeri. V primerjavi z mesecem aprilom so vrednosti koncentracij NO₂ meseca maja padle. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost v maju ni bila presežena.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 6 °C (06.05.2021) in 26 °C (11.05.2021), povprečna temperatura je tako znašala 13 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 29.05.2021 s hitrostjo 3 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri N. Padavine so se pojavile v skupni količini 247,5 mm, štirje dnevi so bili nevihtni.

- **Junij**

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo enakomerno iz vseh strani. Do onesnaženja z NO₂ pa je prišlo pretežno iz vzhodne smeri. Meritve NO₂/NO_x so se izvajale zgolj do 24.06.2021, nato je bilo zaznано nepravilno delovanje merilnika. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost je bila junija presežena 4-krat.

Dnevna temperatura zunanjega zraka v Mestni občini Ljubljana se je gibala med 17 °C (01.06.2021) in 27 °C (24.06.2021), povprečna temperatura je tako znašala 23 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 10.06.2021 s hitrostjo 2 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri N.

17.06.2021 je bil v Republiki Sloveniji razglašen prvi uradni poletni vročinski val, ki je trajal približno en teden. V kar nekaj krajih po Sloveniji je bila ta mesec dosežena oz. presežena rekordna temperatura saj se je meseca junija se je k nam razširil tople afriški zrak. Prav tako se je pojavila t. i. tropska noč, ko se živo srebro do jutra ne spusti pod 20 °C. Najprej se je pojavila nekaterih predelih na Primorskem in v gričevnatem svetu vzhodne Slovenije, kasneje tudi v središčih večjih mest (vir: ARSO).

Dne 21. in 22.06.2021 se je nad državo razprostiral oblak puščavskega prahu, ki je tudi vplival na vrednosti koncentracij PM₁₀ delcev.

- **Julij**

Konec meseca junija se je pojavilo nepravilno delovanje merilnika NO/NO_x. Izvedla se je menjava merilnika z referenčnim merilnikom Horiba APNA 370.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 18 °C (01.07.2021) in 27 °C (08.07.2021), povprečna temperatura je znašala 23 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 11.07.2021 s hitrostjo 2 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri N.

Mesec julij so zaznamovale številne okoljske in temperaturne spremembe. Po daljšem obdobju vročega junijskega vremena je iz noči na 01.07.2021 Slovenijo preplaval hladnejši zrak. Ob menjavi zračne mase so predvsem v severni polovici Slovenije nastajale plohe in nevihte, ki so prinesle kratkotrajne nalive s sodro in močnejše sunke vetra. Nato je sledila velika toplotna obremenitev. V obdobju med 07.07.-09.07.2021 je ARSO izdal opozorilo zaradi možnosti pojava zelo visokih temperatur (tudi do 35 °C), predvsem v popoldanskih urah. Najnižje jutranje temperature so se takrat gibale med 13 in 19 °C, v alpskih dolinah in ponekod na Notranjskem pa okoli 11 °C. Vreme je večinoma bilo jasno, ponekod v notranjosti države je pihal jugo-vzhodni veter, na Primorskem pa jugozahodnik. Noč na 09.07.2021 je bila marsikje ena najtoplejša v zgodovini meteoroloških meritev - temperature so se ponekod le za krajši čas spustile pod 25 °C (t. i. tropska noč). 24 °C so termometri pokazali že ob 06.00 zjutraj in sicer v Kopru, Slovenskih Konjicah in Ormožu, 23 °C izmerili v Ljubljani. Za Ljubljano je to bila že letošnja četrta tropska noč.

Do velikega temperaturnega obrata je potem prišlo dne 12.07., ko je med drugim Ljubljano zajelo neurje z močnim deževjem. Meteorna voda je zalivala kletne prostore, bivalne prostore, garaže, skladiščne prostore in dvorišča (vir: ARSO). Nato je ponovno sledilo kratko obdobje toplega vremena z okrepljenim JZ vetrom, dotokom vročega afriškega zraka nad 30 °C.

Prva polovica letošnjega meteorološkega poletja se je uvrstila med tri najtoplejše do zdaj, marsikje bo celo rekordno topla. V večjem delu Slovenije smo namreč letos imeli že toliko vročih dni, kot smo jih pred dvajsetimi in več leti običajno beležili v celotnem poletju skupaj. Po podatkih ARSA je bilo od prvega junija do danes največ dni s temperaturo nad 30 °C na Goriškem in v Vipavski dolini, v Biljah pri Novi Gorici, kar 21. Sledijo Ljubljana z 20, Novo mesto, Celje, Maribor in Letališče Portorož s 16 ter Murska Sobota z 12 vročimi dnevi (vir: ARSO).

- **Avgust**

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo pretežno iz jugo-zahodne smeri, do onesnaženja z NO₂ pa je prišlo pretežno iz jugo-zahodne smeri. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 15 °C (14.08.2021) in 27 °C (14.08.2021), povprečna temperatura je znašala 21 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 23.08.2021 s hitrostjo 2 m/s. Najpogosteje je veter pihal iz smeri N.

V začetku meseca avgusta so se temperature ponovno začele dvigovati – v naše kraje se je pomikal vroč afriški zrak, ki je v drugi polovici avgusta prinesel celo najvišje temperature v letošnjem poletju (4. Vročinski val – temperature do 36 °C). V ta namen je tudi ARSO izdal opozorilo po veliki toplotno obremenitvi, predvsem med 12. in 17. uro. Poletje 2021 se je tako uvrstilo med najbolj sončna poletja v zgodovini meritev v Sloveniji. Proti koncu meseca nas je dosegla hladna fronta, dnevne temperature so se spustile do 20 °C.

Ekstremno visoke temperature so se pojavile tudi drugod po Evropi – na Siciliji so dne 11.08.2021 izmerili kar 48,8 °C, kar je postal tudi nov evropski temperaturni rekord.

- **September**

Merilnik BTX je bil v tem mesecu ponovno vzpostavljen. Onesnaženje z delci PM₁₀ je bilo dokaj enakomerno iz vseh smeri.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 13 °C (20.09.2021) in 21 °C (15.09.2021), povprečna temperatura zraka je znašala 18 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 29.09.2021 s hitrostjo 2 m/s.

September je bil precej toplec mesec, z občasnimi plohami, predvsem konec meseca. Ponekod so se temperature v prvih dveh tednih povzpele tudi do 30 °C. V Podčetrtku in Novem mestu je bil skoraj dosežen septembrski rekord (v primerjavi z letom 2015, ko se je temperatura v teh dveh krajih povzpela na 32,3 °C in 33,1 °C). Rekordna temperaturna vrednost za mesec september v Sloveniji še zmeraj velja 33,6 °C. Dosežena je bila v Metliki na dan 14.09.1987. Izjemno toplo je bilo tudi leta 1985 (npr. Branik: 34,0 °C, Ilirska Bistrica: 31,6 °C in Tolmin: 31,5 °C). Kljub visokim dnevnim temperaturam se je 09.09.2021 pojavil tudi prvi jutranji »minus« - v Babnem polju so izmerili 0,8 °C. Ponekod se je pojavila tudi prva slana.

Pretoka rek Ljubljanice in Krke sta v sredini septembra bila blizu najnižje izmerjenim vrednostim v zadnjih 40 letih.

V sredo, dne 29.09.2021 so državo zajele obilnejše padavine, poplavljalje so reke in potoki. Po meritvah meteorološke postaje za Bežigradom je med 21. in 22. uro padlo kar 96 litrov dežja na kvadratni meter, skupaj pa kar 122 litrov dežja na kvadratni meter. Poplavljenja so bila cestišča, kleti in kulturne ustanove. V prestolnici takega naliva v 160-letni zgodovini meteoroloških meritev še ni bilo (vir: ARSO).

- **Oktober**

Onesnaženje z SO₂ in NO₂ so bile precej podobne prejšnjemu mesecu. Do onesnaženja z SO₂ je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno, enako velja za NO₂. Meritve BTX so se oktobra tudi izvajale. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost je bila presežena 7-krat.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 3 °C (30.10.2021) in 23 °C (04.10.2021), povprečna temperatura zraka je znašala 10 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 07.10.2021 s srednjo hitrostjo 1 m/s.

Oktober je bil precej stabilen in hladen mesec. Temperature so se ponekod spustile tudi pod ledišče. Dnevne temperature pa so ponekod presegle tudi 20 °C. Kot zanimivost se lahko omenita leti 1905, ko je večji del Slovenije že pokrivala debela snežna odeja (27.10.1905 so v Cerknici izmerili 120 cm snega) in leto 2006, ko so v Metliki namerili kar 27 °C, na Voglu pa kar 21,5 °C. Letošnji oktober je bil brez ekstremov. Na vreme je oktobra vplivalo območje visokega zračnega tlaka, kar pomeni, da se je ob jasnih nočeh brez vetra krepil temperaturni obrat (vir: ARSO).

Na začetku septembra je na otoku La Palma v Španiji izbruhnil vulkan Cubre Vieja. Ognjenik bruha ogromne količina lave in v ozračje spušča precej SO₂. Oblak SO₂ se je razširil tudi čez Evropo, 23.10.2021 naj bi dosegel

tudi Slovenijo. Satelitska opazovanja so pokazala, da je vulkana od začetka izbruha sprostil približno 0,5 teragrama SO₂, kar je dovolj, da se uvrsti med 50 največjih dogodkov izpustov SO₂, odkar so sateliti leta 1978 začeli meriti vulkanske izbruhe (vir: NASA, Copernicus).

- **November**

Onesnaženje z SO₂ in NO₂ so bile tudi precej podobne prejšnjemu mesecu. Do onesnaženja z SO₂ je prišlo predvsem z zahodne smeri. Do onesnaženja z NO₂ pa je prišlo dokaj enakomerno iz vseh smeri. Meritve BTX so potekale konstantno čez mesec, brez posebnosti. Dnevna mejna PM₁₀ vrednost ni bila presežena. Meritve prašnih delcev PM₁₀ so se izvajale v mesecu novembru z referenčno merilno opremo.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 0 °C (24.11.2021) in 12 °C (04.11.2021), povprečna temperatura zraka je znašala 6 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 06.11.2021 (2 m/s), srednja hitrost je znašala 1 m/s.

Jesen je bila v dosedanjem poteku nekoliko hladnejša od povprečja in precej suha, njeno nadaljevanje pa bo bolj mokro. Od 25.11.2021 je proti območju Alp od SZ pritekala morska polarna zračna masa. Gore je pobelil sneg, marsikje je zapadlo več kot pol metra snega. Konec meseca je zaznamovalo sneženje po nižinah.

V Evropi se najbolj segrevata skrajni sever in severovzhod (Skandinavija in evropski del Rusije). Med bolj ogrožena območja, ki se segrevajo hitreje od povprečja se uvršča tudi Slovenija, kjer se je povprečna temperatura zraka od 60. let prejšnjega stoletja dvignila že za 2,4 °C, kar je bilo potrjeno tudi na podnebni konferenci v Glasgou COP26. V prihodnjih letih se napoveduje še večja temperaturna rast.

- **December**

Do onesnaženja z SO₂ je prišlo predvsem z zahodne smeri. Do onesnaženja z NO₂/NO_x je prišlo predvsem z zahodne smeri. Merilnik NO₂/NO_x je bil dne 29.11.2021 demontiran s postaje in predan podjetju Artes. Merilnik je od 28.12.2021 deloval nemoteno. Meritve BTX so potekale konstantno čez mesec, brez posebnosti. Meritve prašnih delcev zaradi okvare avtomatskega merilnika potekajo z referenčno merilno opremo, ki omogoča meritve dnevni vrednosti.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med -2 °C (20.12.2021) in 5 °C (24.12.2021), povprečna temperatura zraka je znašala 1 °C. Močnejši veter v tem mesecu je pihal dne 08.12.2021 (2 m/s), srednja hitrost je znašala 1 m/s.

Konec meseca decembra je bilo neznačilno toplo, medtem ko je začetek meseca bil tipično zimski. Zimska sezona se je začela z nekaj padavinskimi epizodami, ki so občasno prinesle nekaj snega tudi nižinam, a le v višjih predelih Gorenjske in Koroške je zapadla znatna količina snega. V prvih dneh meseca je v nižinah po notranosti zapadlo tudi med 10 in 20 cm snega. Praznični konec tedna je ponekod prinesel rekordno visoke temperature (Godnje na Krasu 19,1 °C, Krn nad Kobaridom 17,9 °C, Nova vas na Blokah 16,4 °C). V Evropi se je zelo hladen zrak nahajal na vzhodu in severu, kjer so temperature padle tudi pod -15 °C, nad zahodno Evropo in Iberskim polotokom pa so temperature narastle celo nad 20 °C. Na Madžarskem in Balkanu je se na meji zračnih mas ponekod pojavil tudi žled (vir: ARSO).

6. ZAKLJUČEK

V letu 2020 je bilo na merilnem mestu OMS Tivolska - Vošnjakova izmerjenih 85% meritev PM_{10} , 97% meritev SO_2 , 84% meritev PAH in 97% meritev NO_2/NO_x . Iz niza meritev je razvidno, da je bilo v letu 2020 presežena dnevna mejna vrednost za PM_{10} 37-krat, zakonodajno dovoljeno število preseganj na letnem nivoju znaša 35-krat. V primerjavi z letom 2019 je bilo število preseganj enako. Srednja letna vrednost NO_2 je znašala $35 \mu g/m^3$, zakonodajna mejna vrednost je $40 \mu g/m^3$. Potrebno je tudi opozoriti, da je merilna postaja locirana v bližini večjega križišča v Ljubljani, Tivolska-Slovenska-Dunajska.

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.



Elektroinštitut Milan Vidmar