



**ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR**

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo  
Ljubljana  
Oddelek za okolje

**POROČILO O MERITVAH KAKOVOSTI ZRAKA AMP AGENCIJI REPUBLIKE  
SLOVENIJE ZA OKOLJE,  
LETO 2020**

218264-C.5-3

Ljubljana, marec 2021





**ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR**

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo  
Ljubljana  
Oddelek za okolje

Oznaka dokumenta: 218264-C.5-3

**POROČILO O MERITVAH KAKOVOSTI ZRAKA AMP AGENCIJI REPUBLIKE  
SLOVENIJE ZA OKOLJE,  
LETO 2020**

Ljubljana, marec 2021

Direktor:

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

Poročilo je bilo ustvarjeno z:

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

© **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*.



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

Projekt: Meritev in upravljanje okoljskega merilnega sistema (OMS) za obdobje 2018 - 2021

Naročilo: Pogodba: C7560-18-210038, 13. 9. 2018

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

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

Delovni nalog: 218264

Projekt: 218264-C: Izvedba monitoringa kakovosti zunanje zraka in meritev hrupa z merilno opremo naročnika

Vodja projekta: Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol.

Aktivnost: 218264-C-5

Naloga: 218264-C.5-3

Naslov: Poročilo o meritvah kakovosti zraka AMP Agenciji Republike Slovenije za okolje, leto 2020

Oznaka dokumenta: 218264-C.5-3

Datum izdelave: 24. marec 2021

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

Avtorji:

Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol.  
Branka HOFER, gim. mat.  
Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.  
Damjan KOVAČIČ, dipl. san. inž.  
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.  
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 zunanjega zraka z Okoljskim merilnim sistemom (OMS) Mestne občine Ljubljana (MOL) na merilnem mestu, ki je na križišču Tivolske ceste in Vošnjakove ulice. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka, ki jih izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV): koncentracije SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, benzena, toluena, M&P ksilena, etilbenzena, O-ksilena, delcev PM<sub>10</sub> in meteorološke meritve. Meritve se nanašajo na leto 2020.

V merjenem obdobju se rezultati meritev na lokaciji za SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> in NO<sub>x</sub> obravnavajo kot uradni, za ostale parametre pa kot informativni rezultati meritev.



Elektroinštitut Milan Vidmar



**KAZALO VSEBINE**

<b>1.</b>	<b>UVOD .....</b>	<b>1</b>
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 MERILNI POSTAJI MOL .....	5
<b>1.4.1</b>	<b>Meritve kakovosti zunanjega zraka .....</b>	<b>5</b>
<b>1.4.2</b>	<b>Meteorologija in hrup .....</b>	<b>7</b>
<b>1.4.3</b>	<b>Nadzor skladnosti meritev .....</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>REZULTATI MERITEV .....</b>	<b>11</b>
2.1	VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI .....	11
2.2	Meritve kakovosti zraka .....	13
2.1.1	Pregled koncentracij v zraku: SO <sub>2</sub> – Tivolska – Vošnjakova .....	15
2.1.2	Pregled koncentracij v zraku: NO <sub>2</sub> – Tivolska – Vošnjakova.....	17
2.1.3	Pregled koncentracij v zraku: NO <sub>x</sub> – Tivolska - Vošnjakova .....	19
2.1.4	Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova .....	21
2.1.5	Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova .....	23
2.1.6	Pregled koncentracij v zraku: M&P ksilen – Tivolska - Vošnjakova .....	25
2.1.7	Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova .....	27
2.1.8	Pregled koncentracij v zraku: O-ksilen – Tivolska - Vošnjakova .....	29
2.1.9	Pregled koncentracij v zraku: PM <sub>10</sub> – Tivolska - Vošnjakova .....	31
2.1.10	Pregled koncentracij v zraku: PM <sub>2,5</sub> – Tivolska - Vošnjakova.....	33
2.3	Meteorološke meritve .....	35
2.3.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova.....	35
2.4	Meritve Hrupa.....	38
2.4.1	Meritve hrupa – Tivolska - Vošnjakova .....	38
<b>3.</b>	<b>TREnd meritev V MESTNI OBČINI LJUBLJANA.....</b>	<b>41</b>
3.1	Analiza PM <sub>10</sub> v obdobju med 2015-2019 v MOL .....	43
3.2	Analiza NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> v obdobju med 2015-2019 v MOL .....	45
<b>4.</b>	<b>ANALIZA IN REZULTATI NA MESEČNEM NIVOJU .....</b>	<b>47</b>
<b>5.</b>	<b>ZAKLJUČEK .....</b>	<b>51</b>



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 2020 v mestni občini Ljubljana.

Poročilo obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnih 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 PM<sub>10</sub> in NO<sub>2</sub> na območju Mestne občine Ljubljana.

Leto 2020 je zaznamovala pandemija virusa COVID-19, ki je tudi vplivala na koncentracije onesnaževal v zunanjem 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 NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, ki je posledica zmanjšane prometa. Dne 30.03.2020 so se pogoji še zaostri 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. Tudi tokrat so ukrepi vplivali na vrednosti onesnaženosti zraka v Mestni občini Ljubljana.

V letu 2020 je bilo na merilnem mestu OMS Tivolska - Vošnjakova izmerjenih 85% meritev PM<sub>10</sub>, 97% meritev SO<sub>2</sub>, 84% meritev PAH in 97% meritev NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>. Iz niza meritev je razvidno, da je bilo v letu 2020 presežena dnevna mejna vrednost za PM<sub>10</sub> 33-krat, zakonodajno dovoljeno število preseganj na letnem nivoju znaša 35-krat. V primerjavi z letom 2019 se je število dnevni preseganj zmanjšalo za 4, z letom 2018 pa za 14. Srednja letna vrednost NO<sub>2</sub> je znašala 35 µg/m<sup>3</sup>, zakonodajna mejna vrednost je 40 µg/m<sup>3</sup>. Potrebno je tudi opozoriti, da je merilna postaja locirana v bližini večjega križišča v Ljubljani, Tivolska-Slovenska-Dunajska.

Trenutne vrednosti koncentracij SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, PAH, delcev PM<sub>10</sub>, meteoroloških parametrov in indeksov v zunanjem zraku so dostopne na spletni strani [www.okolje.info](http://www.okolje.info), MO Ljubljana [[http://www.okolje.info/?link=dbViewOmsValue&option=com\\_content&Itemid=181](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](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. 41/2004 s spremembami)* 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 zunanjskega 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 boleznih 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  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  in  $\text{O}_3$ . 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:  $\text{SO}_2$ ,  $\text{O}_3$ ,  $\text{NH}_3$  in  $\text{NO}_x$ . 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><b>Žveplov dioksid (<math>\text{SO}_2</math>)</b> Je brezbarven plin z ostrim vonjem. Nastaja pri izgorevanju fosilnih goriv, ki vsebujejo sledi žveplovih spojin. Največji problem je spreminjanje žveplovega dioksida (<math>\text{SO}_2</math>) v žveplovo kislino (<math>\text{H}_2\text{SO}_4</math>) v ozračju, ki se nato nalaga kot kisel dež, sneg ali v obliki posušenih kislih 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 <math>\text{SO}_2</math> imajo škodljiv vpliv na rastline, saj prispeva k zakisanju kopenskih in vodnih ekosistemov in vodi do izgube biotske raznovrstnosti.</p>
<p><b>Dušikov oksid (<math>\text{NO}_x</math>)</b> zajema mešanico dušikovega oksida (<math>\text{NO}</math>) in dušikovega dioksida (<math>\text{NO}_2</math>). <math>\text{NO}_x</math> spadajo v skupino anorganskih plinov, ki nastanejo iz reakcije kisika in dušika v zraku. Glavni viri so proizvodnja električne energije, izgorevanja 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 (eutrofikacija). Prispeva k zakisanju kopenskih in vodnih ekosistemov ter vodi do izgube biotske raznovrstnosti. Sodeluje tudi pri nastajanju ozona (<math>\text{O}_3</math>).</p>
<p><b>Policiklični aromatski ogljikovodik (PAH)</b> 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>• <b>Benzen (<math>\text{C}_6\text{H}_6</math>)</b> 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>	<p>Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi.</p>
<p>• <b>Toluen (<math>\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3</math>)</b> 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>• <b>Meta &amp; Para ksilen; Orto ksilen</b> Ksilen ima tri izomere dimetilbenzena. Izomere razlikujemo z označb orto, meta in para, ki določajo, na kateri C-atom (benzenovega obročja) je vezan.</p>	<p>Krajša izpostavljenost ksilenom 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>

Uporablja se v kemični industriji kot topilo, predvsem pri proizvodnji plastenk in poliestra oblačil.	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Etilbenzen</b></li> </ul> Glavni vir je naftna industrija in uporaba nafte. Je zelo volutaična spojina in se jo v večini pričakuje v zraku.	Meja toksičnosti etilbenzena je zelo nizka. V človeku se nalaga v maščobi in se izloča z urinom.
<b>Delci PM<sub>10</sub></b> So sestavljeni iz različnih organskih in anorganskih snovi, pretežno pa iz žvepla, nitrata, amonijaka, črnega ogljika, mineralov in vode. Lahko so primarnega ali sekundarnega izvora (tvorijo se pri kemijski reakciji drugih škodljivih snovi v zraku, kot SO <sub>2</sub> ali NO <sub>2</sub> ). Glavni vir je izgorevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci.	PM <sub>10</sub> delci prizadenejo največ ljudi v primerjavi z drugimi onesnaževali. Zaradi njihove velikosti lahko penetrirajo globoko v pljuča. Povečujejo umrljivost in obolevnost za boleznimi dihal in kardiovaskularnih boleznimi.  Črni ogljik, ki je najmanjši del prašnih delcev, vpliva na spremembo podnebja. Sekundarni PM vsebujejo sulfat, nitrat in amonij, tvorjen iz SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> in NH <sub>3</sub> , ki so glavni nosilci zakisljevanja in evtrofikacije.

### 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, Ur. l. RS, št. 32/93; ZVO-1, Ur. l. RS, št. 41/2004 s spremembami)*. 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 PM<sub>10</sub> je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi pripravila Načrte za kakovost zunanega zraka za mestne občine Celje, Kranj, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto ter zasavske občine: 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)*. Posodobitev odlok je trenutno v pripravi (<https://bit.ly/3j9iaMN>). 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.

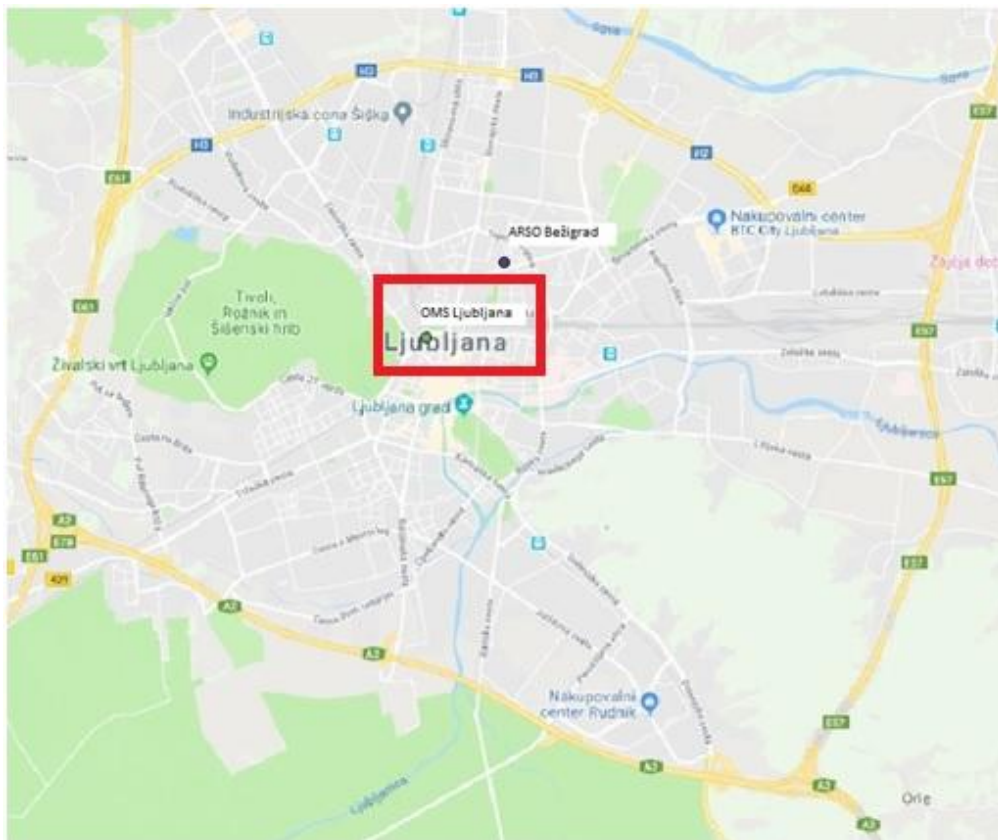
## 1.4 PODATKI O MERILNEM MESTU TIVOLSKA-VOŠNJAKOVA

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

### 1.4.1 Meritve kakovosti zunanjega 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 AMP Tivolska - Vošnjakova (Vir: Google Earth)



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

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 2020.

	Analizator NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	Analizator SO <sub>2</sub>	Analizator BTX
Proizvajalec:	Thermo Fisher Scientific	Thermo Fisher Scientific	Synspec b.v.
Model:	Thermo 42i	Thermo 43i	GC 955
Merilna metoda:	kemiluminiscenca	Ultravijolična fluorescenca	Plinska kromatografija
Specificirana točnost:	1 ppb	1 ppb	< 3% ali 1 ppb
Serijska številka:	CM08130057	CM08130056	156028 - MOL

Podatki o merilnikih delcev PM<sub>10</sub> v letu 2020.

	Referenčni gravimetrični merilnik PM <sub>10</sub>	Gravimetrični ferkvenčni merilnik PM <sub>10</sub>
Proizvajalec:	Schwebstaubsammel technik	Palas
Model:	Leckel, SEQ47/50	Fidas 200
Merilna metoda:	gravimetrija	Spektrometrija
Specificirana točnost:	1 ppb	–
Serijska številka:	13/0063	MOL PALAS 9383



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

- SIST EN 14212:2012: Standardna metoda za določanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco.
- SIST EN 14211:2012: Standardna metoda za določanje koncentracije dušikovega dioksida in dušikovega oksida s kemiluminiscenco,
- SIST EN 12341:2014: Določevanje frakcije PM<sub>10</sub> lebdečih trdnih delcev; Referenčna metoda in terenski preskusni postopek za potrditev ustreznosti merilnih metod,
- SIST EN 14662-3:2016 – Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije benzena – 3. del: Avtomatsko vzorčenje s prečrpavanjem in določanje s plinsko kromatografijo na kraju samem (in situ).

Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji:

Naziv postaje	Parametri kakovosti zraka								
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM <sub>10</sub>	Benzen	Toluen	M&P ksilen	Etilbenzen	O-ksilen
AMP Tivolska – Vošnjakova	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Ustreznost meritev kakovosti zunanjega zraka se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Zagotavljanje kakovosti rezultatov je skladno s priloženo 1 *Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega 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 meritev 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 s serijsko številko 116582, ki je last 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.

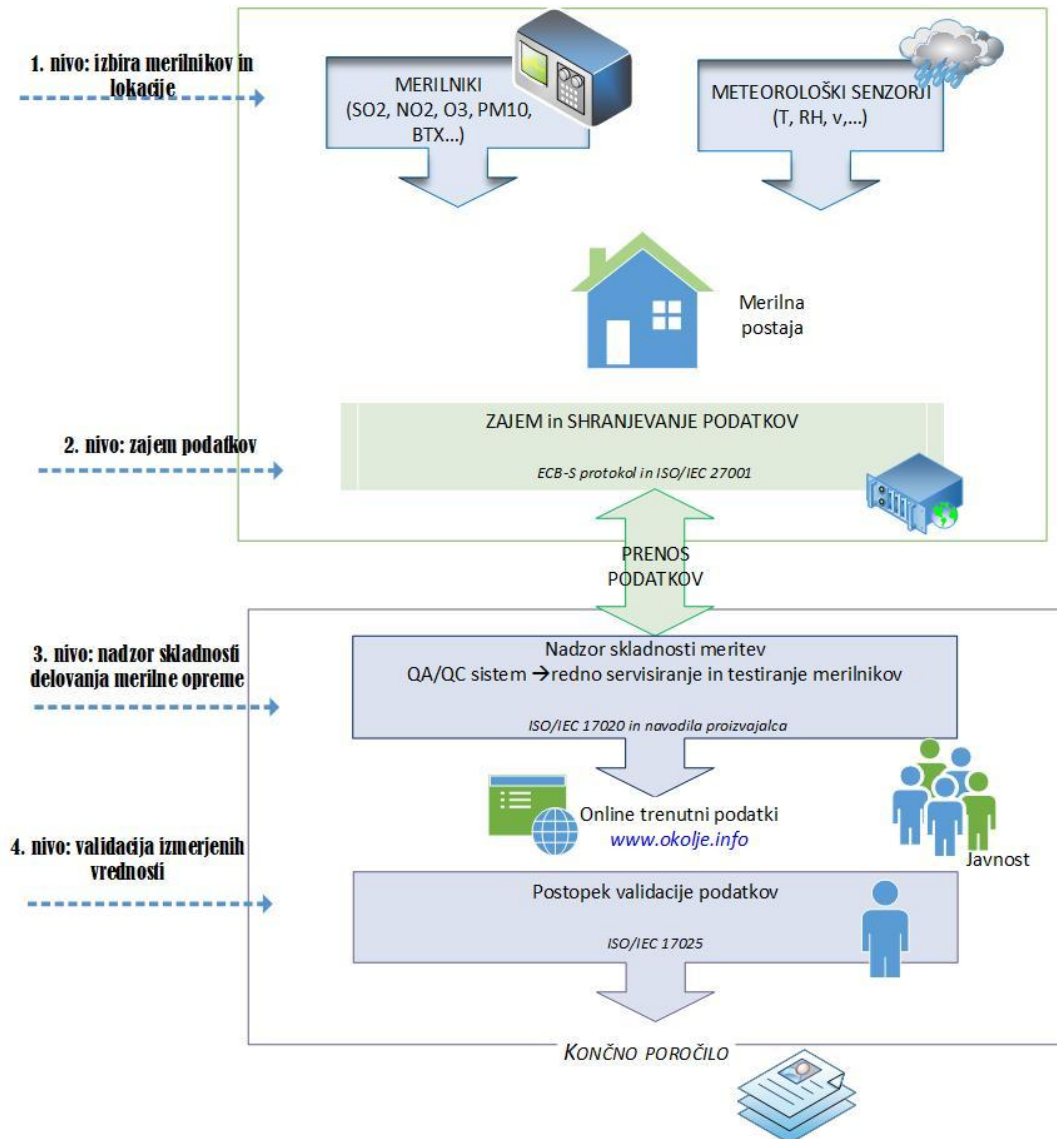
Nadzor skladnosti meritev je zasnovan 4 nivojsko:

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 SO<sub>2</sub>, NO/NO<sub>x</sub> in trdnih delcev PM<sub>10</sub>,
- je zagotovljena stabilnost ničelne in referenčne točke za merilnike SO<sub>2</sub>, NO/NO<sub>x</sub>,
- se redno izvaja dvotočkovno uravnavanje (na 3-mesece)
- se 1-krat letno opravi test skladnosti.



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



Elektroinštitut Milan Vidmar

## 2. REZULTATI MERITEV

Meritve onesnaženosti zraka in meteoroloških parametrov so bile opravljene z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanega 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

Na merilnem mestu Tivolska Vošnjakova se poleg rednih testiranj merilnikov izvajajo tudi dodatni vzdrževalni posegi, ki so za leto 2020 prikazani v spodnji tabeli.

Datum	Naziv	Komentar
13.01.2020	Nastavitev klime	Dvig temperature klime na daljincu iz 21 °C na 24 °C
10.03.2020	Ostalo	Izpad elektrike od 9:10 za pol ure. FIT stikalo izklopljeno.
28.04.2020	Nastavitev klime	Reset klime zaradi blokade ob izpadu el. napajanja zaradi priprav na novo omarico.
28.04.2020	Ostalo	Izpad električne energije zaradi popravil podjetja Javne Razsvetljave.
13.05.2020	Ostalo	Vklop glavnega FIT stikala za električno napajanje v postaji. Izpad je bil 12.5.
21.05.2020	Nastavitev klime	Reset klime zaradi izredno visoke temperature.
28.05.2020	Ostalo	Vklop glavnega FIT stikala za električno napajanje v postaji. Izpad je bil 27.5.
19.06.2020	Števec električne energije (popis, menjava,...)	Stanje el. števca: 91459 kWh.
26.06.2020	Ostalo	Vklop glavnega FIT stikala za električnega napajanja v postaji. Izpad je bil 25.6.
07.07.2020	Ostalo	Ogled el. napeljave in dogovor za meritve. Prisoten Andrej Piltaver in predstavnik el. podjetja ELPRIMA.
10.08.2020	Ostalo	Montaža merilnikov za EMS na streho postaje
11.08.2020	Ostalo	Ogled postaje z naročnikom in izvajalcem vizualne preнове.
19.08.2020	Ostalo	Merite elektroinštalacije v postaji - izvedba ELPRIMA
31.08.2020	Ostalo	Menjava alarmnega sistema.
01.09.2020	Ostalo	Demontaža merilnikov za EMS iz strehe postaje
04.09.2020	Ostalo	Prenastavitev ter kontrola delovanja alarmnega sistema (Valina varovanje, Andrej Struna).
19.10.2020	Ostalo	Priprava na začetek preнове zunanosti postaje (podjetje RPS).
22.10.2020	Ostalo	Vklop glavnega FIT stikala za električno napajanje v postaji. Izpad je bil 21.9. Izpad najverjetneje zaradi preobremenjenosti napajanja pri delih zunanje preнове.
23.10.2020	Ostalo	Za izpad elektrike 21.10. je bilo naknadno ugotovljeno, da je to posledica odstranjevanja zunanjih luči za osvetlitev postaje. Preventivno se je opravil izklop varovalke F1 za razsvetljavo.
06.11.2020	Ostalo	Na merilniku hrupa zamenjava gobice na mikrofonu.
20.11.2020	Nastavitev klime	Dvig tem. klime iz 23 °C na 25 °C (v postaji je bilo 20 st.C).
01.12.2020	Nastavitev klime	Reset klime in vklop stenskega radiatorja (min. in poz. 4).

Za pravilno delovanje merilnikov se morajo izvajati redni testni posegi. V spodnji tabeli so prikazani vsi posegi, ki so bili narejeni na merilnikih v letu 2020. Pri vsakem večjem posegu, kot je naravnavanje, test linearnosti in večji servisni posegi v laboratoriju na EIMV-ju ali pri pooblaščenem serviserju je poleg zapisa v sistem narejeno tudi poročilo, ki je dostopno in hranjeno v ustanovi EIMV.

ID	Naziv	Inventarna številka	Posegi
13_0063	Leckel SEQ47/50	13/0063	<p><b>24.02.2020</b> – umerjanje merilnika v laboratoriju OOK pred montažo, preverjanje parametrov in vzdrževanje kasete za prazne filtre.</p> <p><b>25.02.2020</b> – montaža merilnik nazaj na MOL OMS. Meritve so se začele izvajati 26.02.2020 ob 00:03.</p> <p><b>26.02.2020</b> – pregled delovanja merilnika.</p> <p><b>19.06.2020</b> – čiščenje kasete za prazne filtre.</p> <p><b>27.08.2020</b> – 22.08.2020 merilnik ni vzel filtra, merilnik je bil pregledan in ponovno vklopljen 28.08.2020 ob 00:03.</p> <p><b>06.11.2020</b> – zamenjava glave iz PM<sub>10</sub> in PM<sub>2,5</sub>.</p>
Fidas 200	Palas Fidas 200	MOL PALAS 9383	<p><b>10.03.2020</b> – čiščenje plinskega filtra. Na merilniku se je javila napaka »senzor flow«. Koncentracije so bile pod 1 µg/m<sup>3</sup>.</p> <p><b>11.03.2020</b> – demontaža merilnika. Merilnik je bil prepeljan iz lokacije v laboratorij OOK, kjer ga je prevzel Artes. Predhodno je bil ugotovljeno nedelovanje merilnika (ni pretoka).</p> <p><b>08.04.2020</b> – čiščenje merilnika in menjava delov na servisu merilnika. Servis je bil opravljen v Nemčiji. Izvedena je bila tudi menjava MFM in M10. Poročilo je shranjeno v arhivu OOK.</p> <p><b>15.04.2020</b> – naravnavanje merilnika v Nemčiji. Poročilo je shranjeno v arhivu OOK.</p> <p><b>23.04.2020</b> – ponovna montaža merilnika po vrnitvi iz Nemčije.</p> <p><b>20.11.2020</b> – naravnavanje merilnika.</p>
CM08130057	Thermo 42i NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub>	CM08130057	<p><b>13.01.2020</b> – kontrola merilnika zaradi občasnega prekoračenega SPAN-a nad 5%.</p> <p><b>09.03.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.</p> <p><b>10.03.2020</b> – sprememba SPAN konstante; naravnavanje merilnika.</p> <p><b>21.05.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.</p> <p><b>25.05.2020</b> – zamenjava permeacijske cevke zaradi padanja koncentracije.</p> <p><b>26.05.2020</b> – sprememba SPAN konstante zaradi nove permeacijske cevke.</p> <p><b>01.06.2020</b> – sprememba SPAN konstante po stabilizaciji permeacijske cevke.</p> <p><b>10.06.2020</b> – izklop rednih naravnavanj zaradi povečanja nihanja SPAN-a.</p> <p><b>19.06.2020</b> – sprememba konstante po umerjanju merilnika. Sprožitev naravnavanje.</p> <p><b>04.09.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.</p> <p><b>10.09.2020</b> – naravnavanje merilnika; sprememba SPAN konstante; čiščenje filtra.</p> <p><b>13.10.2020</b> – fina nastavitvev ZERO.</p> <p><b>20.11.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.</p> <p><b>29.12.2020</b> – sprememba SPAN konstante in začasni izklop rednih naravnavanj.</p>
159699	Thermo 43i SO <sub>2</sub>	CM08130056	<p><b>13.01.2020</b> – zamenjava in čiščenje filtra.</p> <p><b>09.03.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.</p> <p><b>10.03.2020</b> – sprememba SPAN konstante; naravnavanje merilnika.</p> <p><b>10.04.2020</b> – kontrola in korekcija SPAN-a na osnovi permeacijske cevke (dvig za 3,9%)</p> <p><b>21.05.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.</p> <p><b>19.06.2020</b> – sprememba konstante po umerjanju merilnika in naravnavanje.</p> <p><b>04.09.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.</p> <p><b>10.09.2020</b> – naravnavanje merilnika; sprememba SPAN konstante; čiščenje filtra.</p>

			<b>13.10.2020</b> – fina nastavitvev ZERO. <b>20.11.2020</b> – zamenjava plinskega filtra.
6160	Merilnik BTX	6160	<b>13.01.2020</b> – čiščenje plinskega filtra; zamenjava teflonskega filtra. <b>21.02.2020</b> – izpad podatkov (blokada merilnika), izveden je bil reset merilnika <b>09.03.2020</b> – reset zaradi blokade. <b>22.04.2020</b> – reset zaradi blokade. <b>24.04.2020</b> – reset zaradi blokade. <b>30.04.2020</b> – reset merilnika; <b>22.06.2020</b> – reset merilnik zaradi blokade. <b>04.08.2020</b> – reset merilnika zaradi blokade. <b>10.09.2020</b> – pregled parametrov (Pretok=1,5; Preasure=3,6); naravnavanje merilnika; zamenjava teflonskega filtra; čiščenje filtra. <b>17.09.2020</b> - zaradi neodzivnosti, je bila opravljena menjava žarnice (nova Heraeus PKS106 #M009). Opravljeno je bilo tudi čiščenje ohišja in vzorčevalnih vodov. Po servisnem posegu je bila opravljena naravnavanje merilnika z testnimi plini benzen, toluen, etilbenzen. <b>13.10.2020</b> – reset merilnika zaradi blokade (Integer overflow). <b>16.11.2020</b> – reset merilnika zaradi blokade. <b>20.11.2020</b> – reset merilnika; Po servisnem posegu je bila opravljena naravnavanje merilnika z testnimi plini benzen, toluen, etilbenzen. <b>30.11.2020</b> – demontaža merilnika zaradi blokade (hardware napaka). <b>16.12.2020</b> – menjava diska.
116582	Merilnik Hrupa Type 4435	166582 - MOL	<b>06.11.2020</b> – zamenjava gobice na mikrofONU.
6130	Računalnik	6130	Brez posebnosti, računalnik je v letu 2020 dobro deloval.
6849	Koncentrator	6849	Brez posebnosti, koncentrator je v letu 2020 dobro deloval.

## 2.2 MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

V poročilu so za leto 2020 podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> in PAH ter statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritve meteoroloških parametrov in hrupa v letu 2020 na tej lokaciji. Izmerjene koncentracije SO<sub>2</sub> so relativno nizke. Koncentracije NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub> so bile v letu 2019 informativne narave in v primerjavi z letom 2020 višje. Nižje izmerjene vrednosti v letu 2020 so lahko tudi posledica sprejetih radikalnih ukrepov iz strani vlade RS z namenom zaježitve epidemije. Posledično je bilo na prometnici, ki poteka mimo postaje tudi manjša prometna obremenitev. Število preseganj MDV prašnih delcev PM<sub>10</sub> je bilo leta 2020 enako kot leto prej. Izmerjene vrednosti BTX so zaradi okvare merilnika v letu 2020 informativne narave, razpoložljivost podatkov je 74 %, meritve pa so se izvajale do oktobra 2020.

### Pregled preseženih vrednosti: SO<sub>2</sub> za leto 2020

postaja	meritve od	nad MVU urne v.	AV 3 urne v.	nad MVD dnevne v.	podatkov %
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2020	0	0	0	97

### Pregled preseženih vrednosti: NO<sub>2</sub> za leto 2020

postaja	meritve od	nad MVU urne v.	AV 3 urne v.	nad MVD dnevne v.	podatkov %
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2020	0	0	-	93

**Pregled preseženih vrednosti: delci PM<sub>10</sub> za leto 2020**

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2020	-	-	37	98

**Pregled srednjih koncentracij: SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	1	5	4

**Pregled srednjih koncentracij: NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	-	45	35

**Pregled srednjih koncentracij: NO<sub>x</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	-	107	82

**Pregled srednjih koncentracij: delci PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	35	34	30

**Pregled srednjih koncentracij: benzen (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	-	2	1

**Pregled srednjih koncentracij: toluen (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	-	4	2

**Pregled srednjih koncentracij: M & P ksilen (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	-	3	1

**Pregled srednjih koncentracij: etilbenzen (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	-	0	0

**Pregled srednjih koncentracij: O-ksilen (µg/m<sup>3</sup>) za leto 2020 in pretekla leta**

postaja	2018	2019	2020
Tivolska - Vošnjakova	-	0	0



### 2.1.1 Pregled koncentracij v zraku: SO<sub>2</sub> – Tivolska – Vošnjakova

V letu 2020 je izmerjeno 97% pravih rezultatov urnih koncentracij SO<sub>2</sub> v zraku. Urna mejna vrednost (350 µg/m<sup>3</sup>) in dnevna mejna vrednost SO<sub>2</sub> (125 µg/m<sup>3</sup>) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO<sub>2</sub> je znašala 47 µg/m<sup>3</sup>, dne 20.10.2020 ob 14:00, medtem ko je maksimalna dnevna koncentracija znašala 9 µg/m<sup>3</sup>, tudi dne 20.10.2020. Maksimalne urne koncentracije so se pojavile v maja in oktobra. Srednja letna koncentracija je znašala 4 µg/m<sup>3</sup>. Največji viri SO<sub>2</sub> 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 SO<sub>2</sub>:

časovni interval povprečenja	mejna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	alarmna vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	Priporočila po WHO (µg/m <sup>3</sup> )
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 povprečenja	kritična vrednost (µg/m <sup>3</sup> )	sprejemljivo preseganje (µg/m <sup>3</sup> )	
zimski čas od 1. oktobra do 31. marca	20	-	-
koledarsko leto	20	-	-

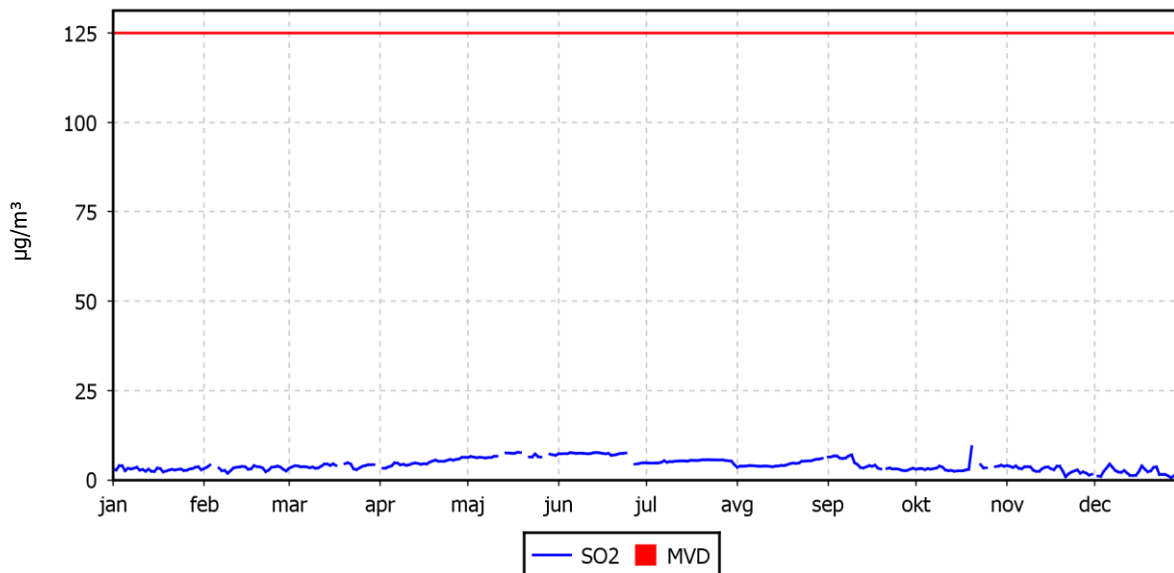
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	8445	97%
Maksimalna urna koncentracija:	47 µg/m <sup>3</sup>	20.10.2020 14:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	9 µg/m <sup>3</sup>	20.10.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	1 µg/m <sup>3</sup>	27.12.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	4 µg/m <sup>3</sup>	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.19 - 1.4.20):	3 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad vrednostjo 75 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad vrednostjo 50 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 500 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Percentilna vrednost		
- 99.7 p.v. - urnih koncentracij:	8 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.2 p.v. - dnevnih koncentracij:	8 µg/m <sup>3</sup>	

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

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

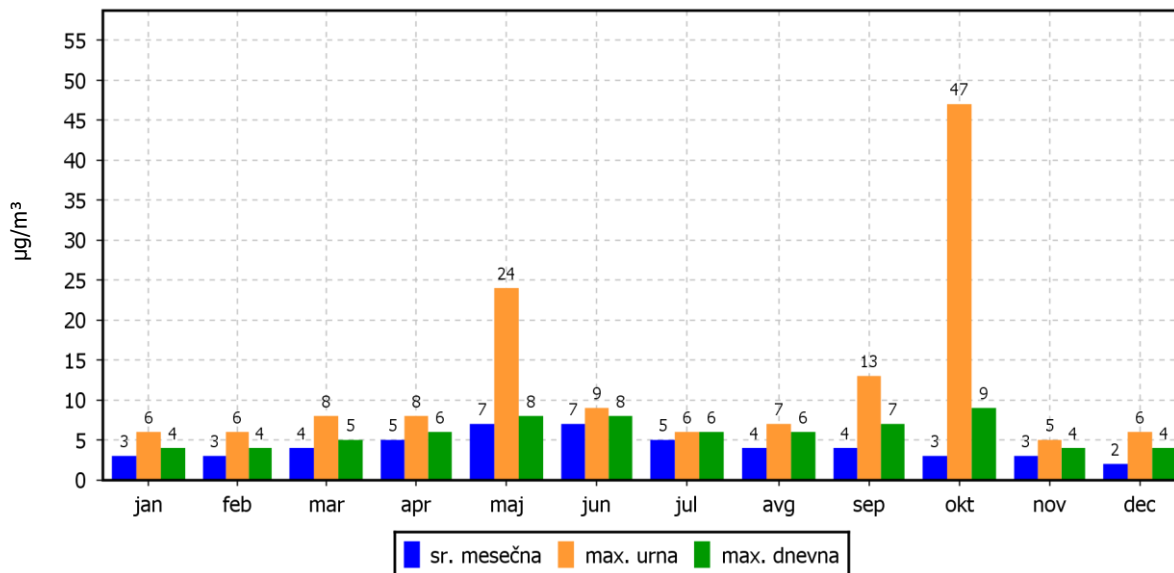
01.01.2020 do 01.01.2021



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

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



## 2.1.2 Pregled koncentracij v zraku: NO<sub>2</sub> – Tivolska – Vošnjakova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 93 % pravih rezultatov meritev NO<sub>2</sub>. Urna mejna vrednost (200 µg/m<sup>3</sup>) ni bila presežena, prav tako ni bila presežena alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m<sup>3</sup>) NO<sub>2</sub>. Maksimalna urna koncentracija NO<sub>2</sub> je znašala 135 µg/m<sup>3</sup>, dne 09.01.2020 ob 19:00, maksimalna dnevna koncentracija 84 µg/m<sup>3</sup> se je tudi pojavila dne 09.01.2020. Srednja letna koncentracija je znašala 35 µg/m<sup>3</sup>. Z mesecem februarjem so začele vrednosti koncentracij NO<sub>2</sub> s sprejetjem ukrepov ob pandemiji COVID-19 padati. Najnižja dnevna vrednost je bila dosežena meseca maja.

Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična vrednost za varstvo rastlin za NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>:

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

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

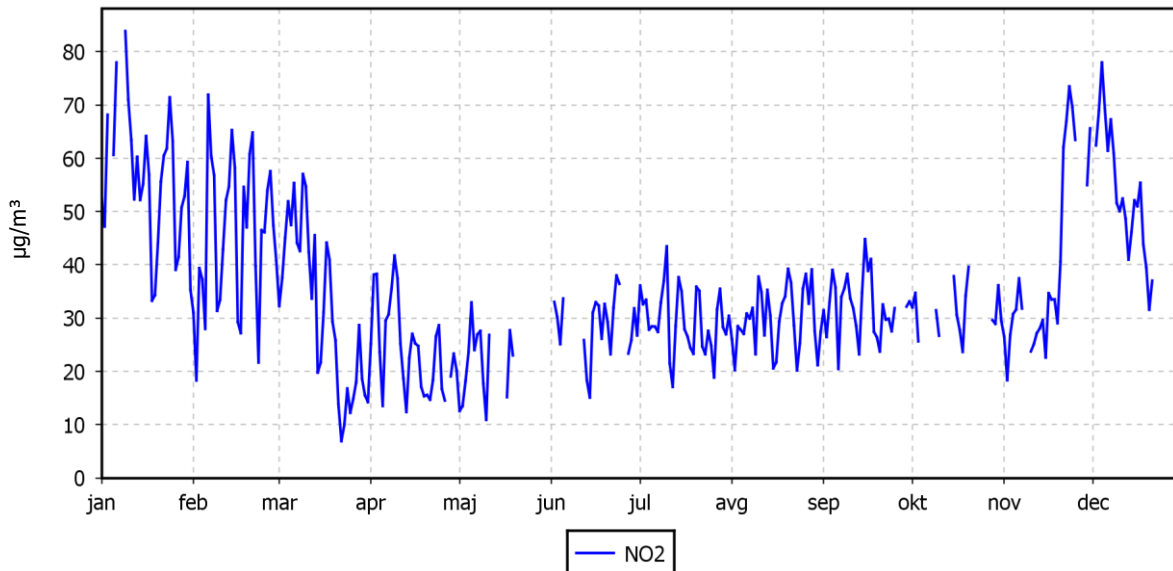
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	7607	93%
Maksimalna urna koncentracija:	135 µg/m <sup>3</sup>	09.01.2020 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	84 µg/m <sup>3</sup>	09.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	7 µg/m <sup>3</sup>	22.03.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	35 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 200 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m <sup>3</sup> :	0	
- nad vrednostjo 140 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 400 µg/m <sup>3</sup> :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	86 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	80 µg/m <sup>3</sup>	

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

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

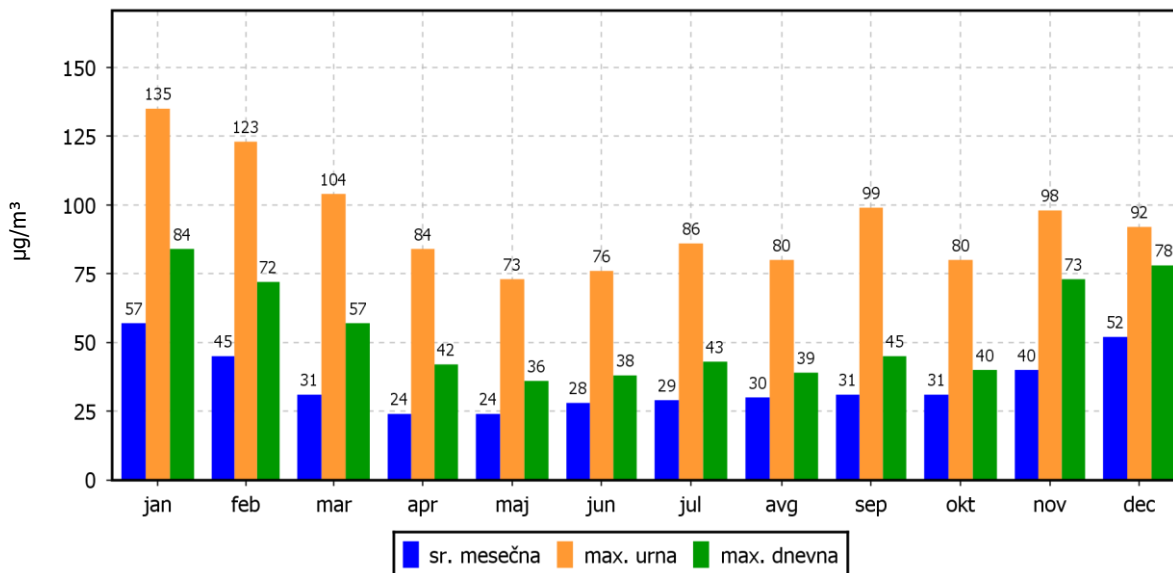
01.01.2020 do 01.01.2021



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

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



### 2.1.3 Pregled koncentracij v zraku: NO<sub>x</sub> – Tivolska - Vošnjakova

Dnevne koncentracije so se gibale med 58 in 453 µg/m<sup>3</sup>. Maksimalna dnevna koncentracija NO<sub>x</sub> je znašala 453 µg/m<sup>3</sup>, dne 09.01. Srednja letna koncentracija je znašala 82 µg/m<sup>3</sup>.

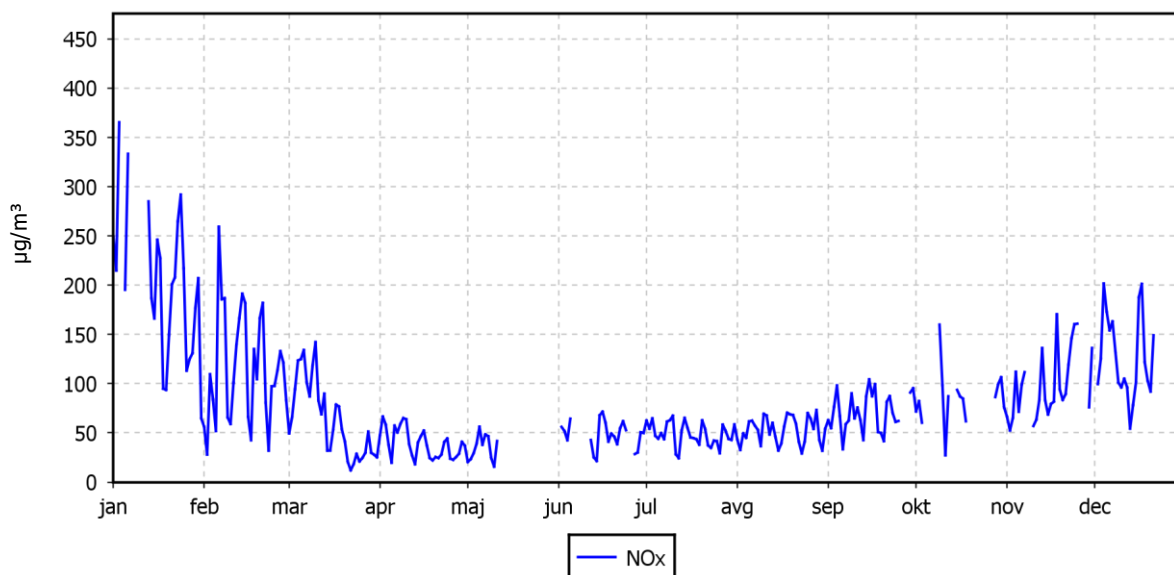
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	7555	92%
Maksimalna urna koncentracija:	943 µg/m <sup>3</sup>	09.01.2020 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	453 µg/m <sup>3</sup>	09.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	12 µg/m <sup>3</sup>	22.03.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	82 µg/m <sup>3</sup>	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.19 - 1.4.20):	144 µg/m <sup>3</sup>	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	339 µg/m <sup>3</sup>	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	399 µg/m <sup>3</sup>	

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

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

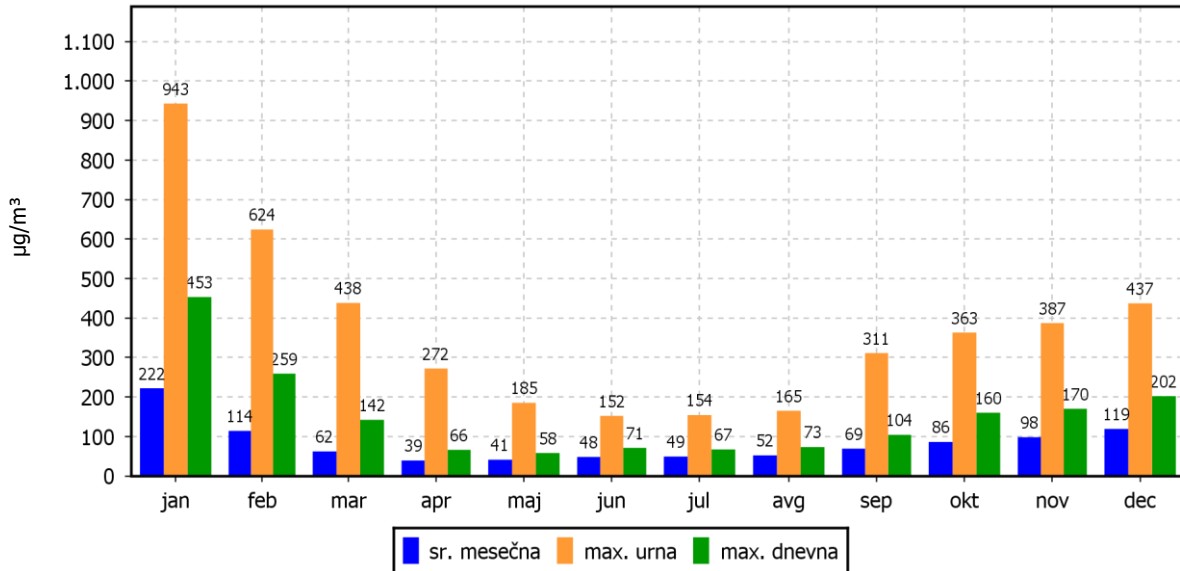
01.01.2020 do 01.01.2021



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

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



## 2.1.4 Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova

Letna mejna vrednost benzene ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in se je pojavila dne 09.01.2020, maksimalna dnevna koncentracija se je tudi pojavila dne 09.01.2020 in je znašala  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Srednja koncentracija v merjenem obdobju pa je znašala  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najvišje urne koncentracije so se pojavile meseca januarja, septembra in oktobra.

Mejne vrednosti za benzen:

časovni interval povprečenja	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

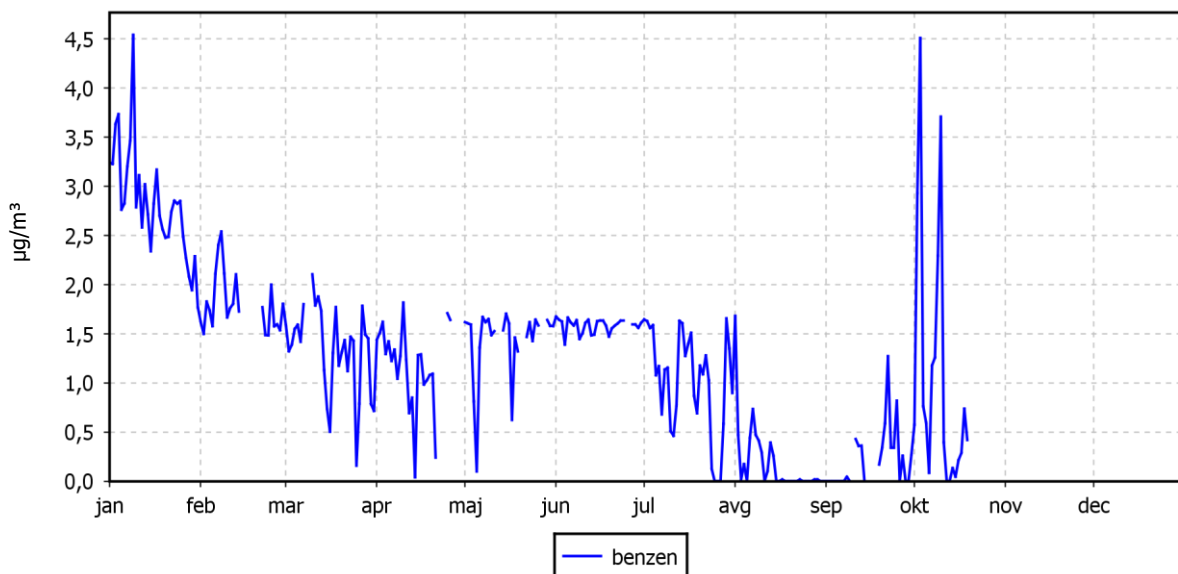
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	6469	74%
Maksimalna urna koncentracija:	$17 \mu\text{g}/\text{m}^3$	09.01.2020 11:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	09.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	$0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	25.07.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	$1^* \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	$4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

### DNEVNE KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

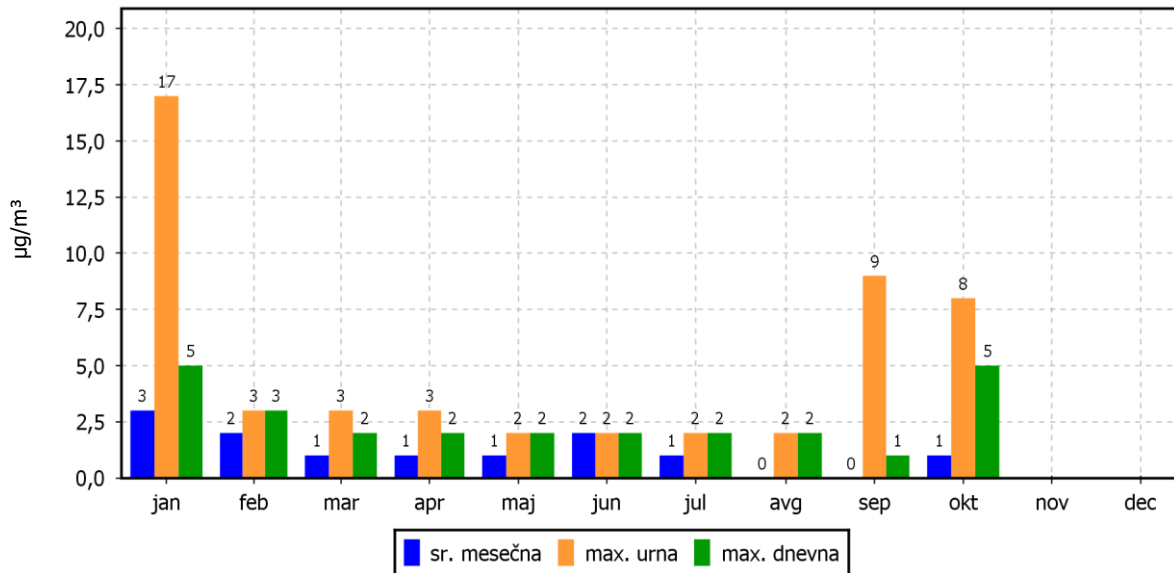
01.01.2020 do 01.01.2021



### KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021





## 2.1.5 Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova

Maksimalna urna koncentracija benzena je znašala  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  in se je pojavila dne 16.01.2020, maksimalna dnevna koncentracija se je tudi pojavila dne 16.01.2020 in je znašala  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Srednja koncentracija je bila  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

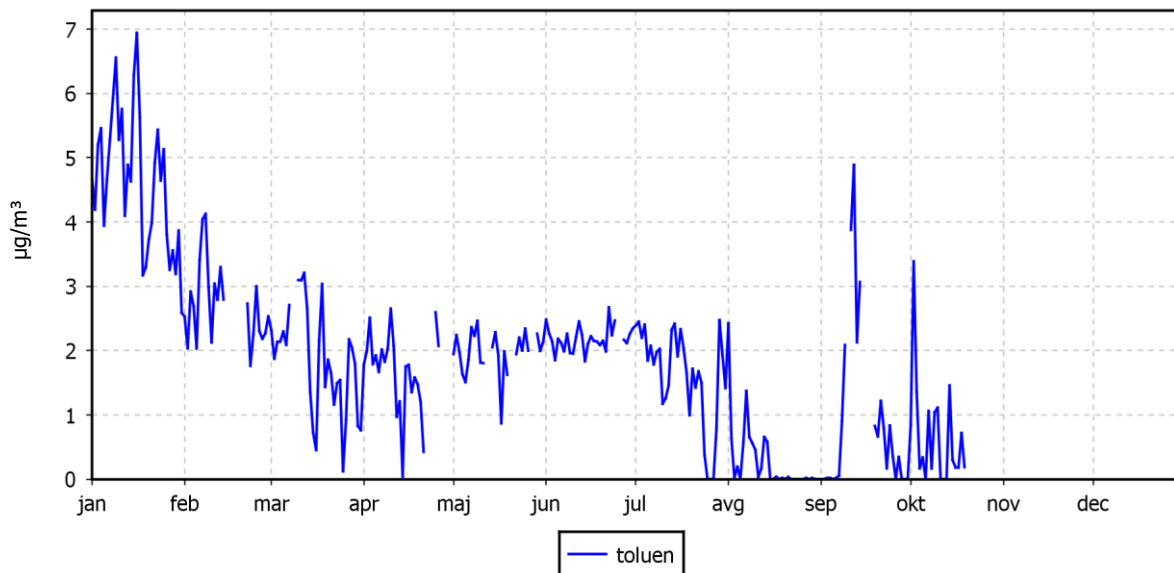
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	6471	74%
Maksimalna urna koncentracija:	$31 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.01.2020 10:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	$7 \mu\text{g}/\text{m}^3$	16.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	$0 \mu\text{g}/\text{m}^3$	25.07.2020
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 - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

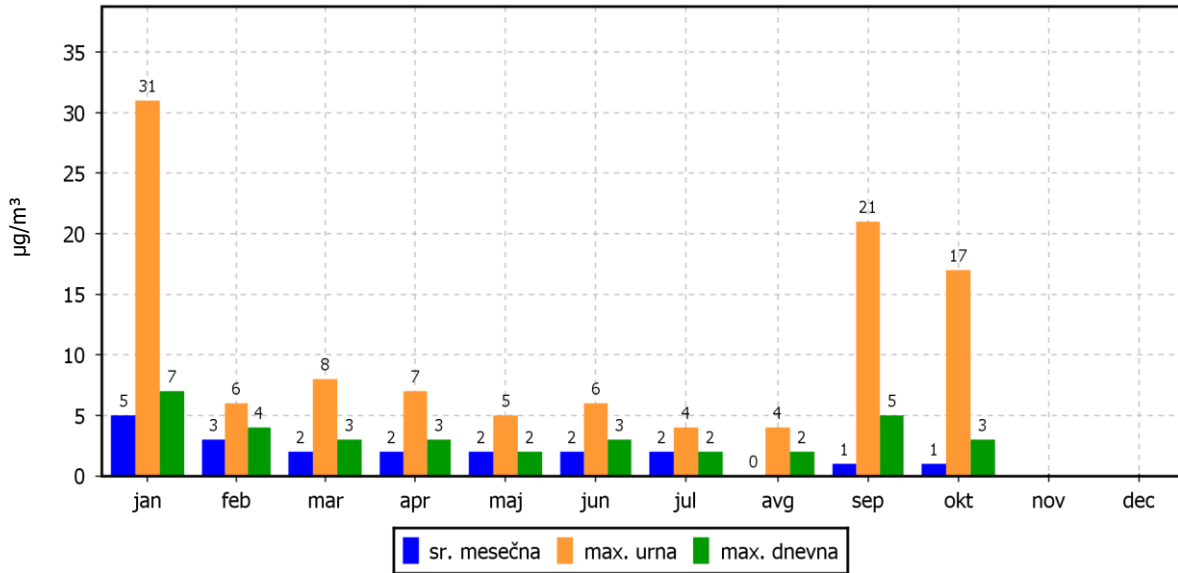
01.01.2020 do 01.01.2021



### KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



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

Koncentracije meta- in para-ksilena so se v merjenem obdobju gibale med 0 in 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Srednja koncentracija pa je bila 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najvišja urna vrednost se je pojavila dne 08.02.2020 ob 22:00 in je znašala 14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

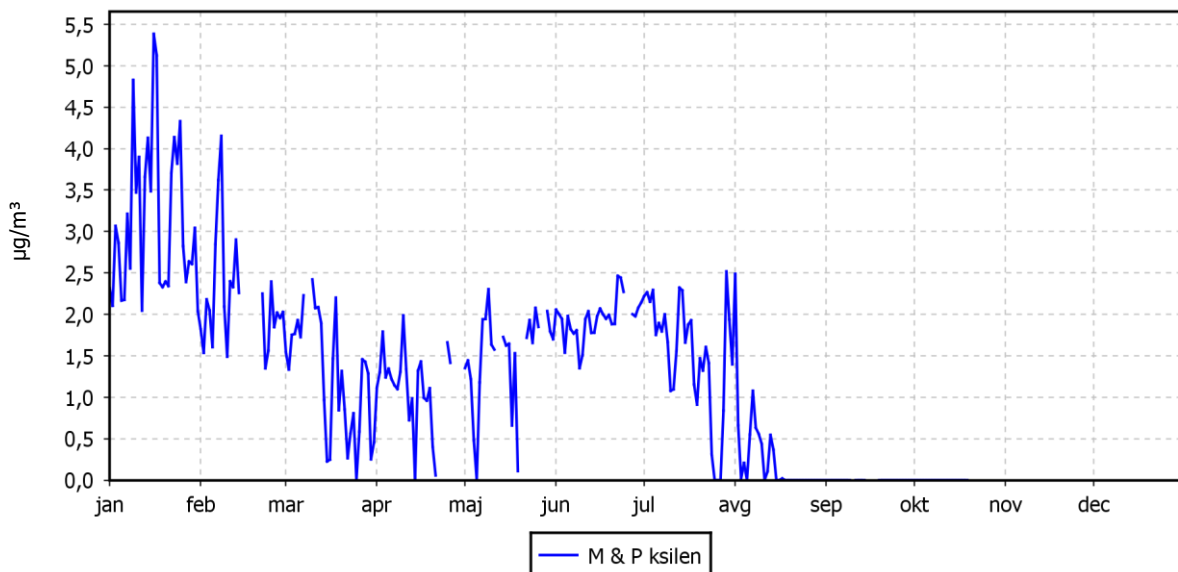
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	6470	74%
Maksimalna urna koncentracija:	14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	08.02.2020 22:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25.03.2020
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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

### DNEVNE KONCENTRACIJE - M & P ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

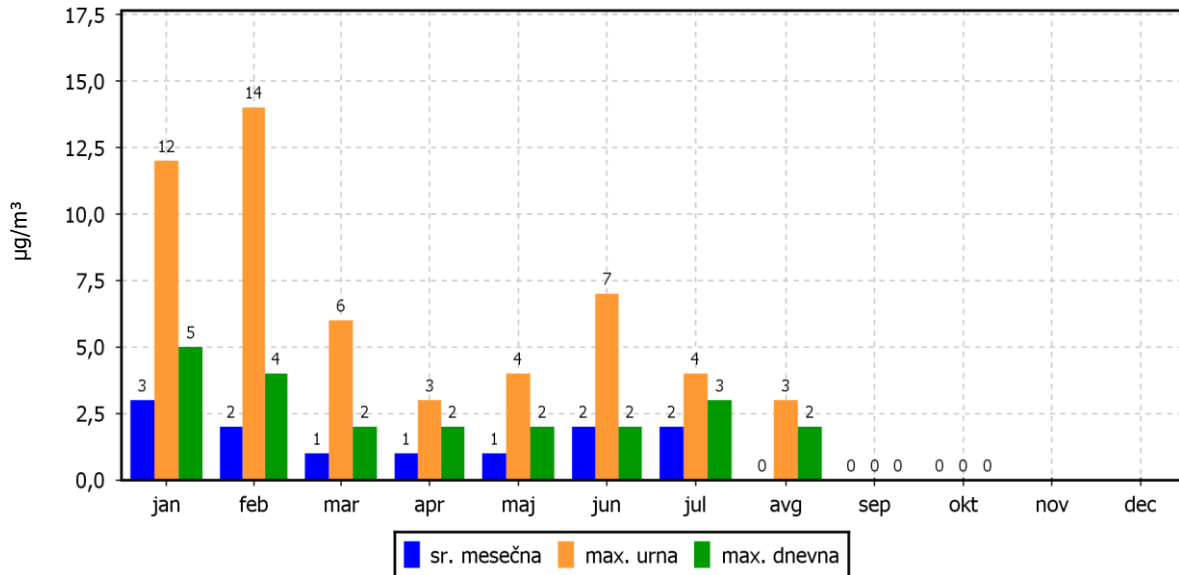
01.01.2020 do 01.01.2021



### KONCENTRACIJE - M & P ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



## 2.1.7 Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova

Koncentracije etilbenzena so se v merjenem obdobju gibale med 0 in 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Srednja koncentracija pa je bila 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najvišja urna vrednost se je pojavila dne 08.02.2020 ob 22:00 in je znašala 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

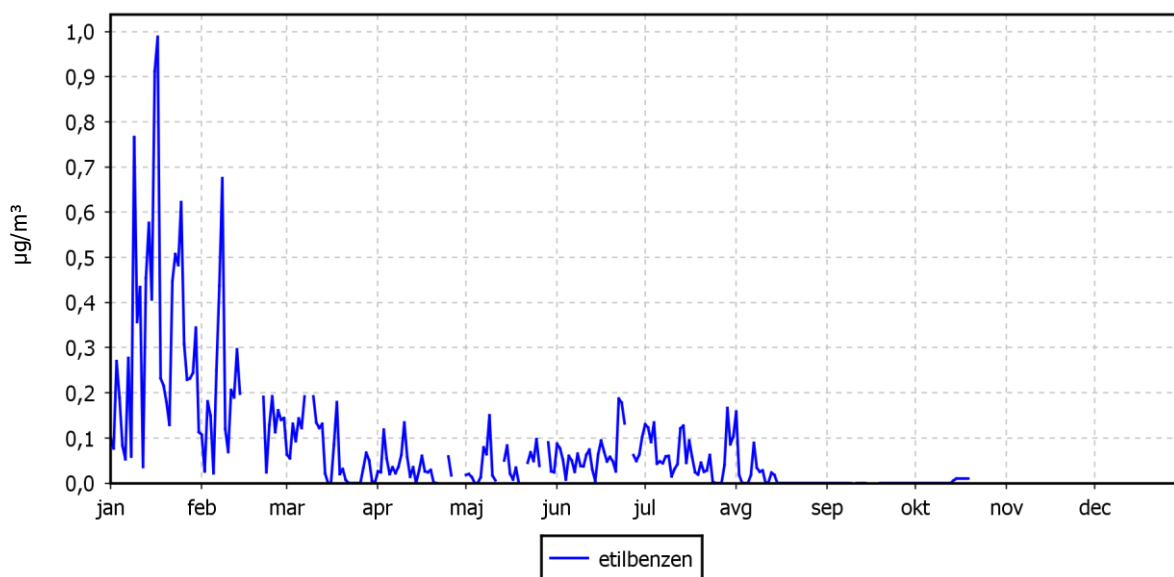
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	6470	74%
Maksimalna urna koncentracija:	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	08.02.2020 22:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.03.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	0* $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

### DNEVNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

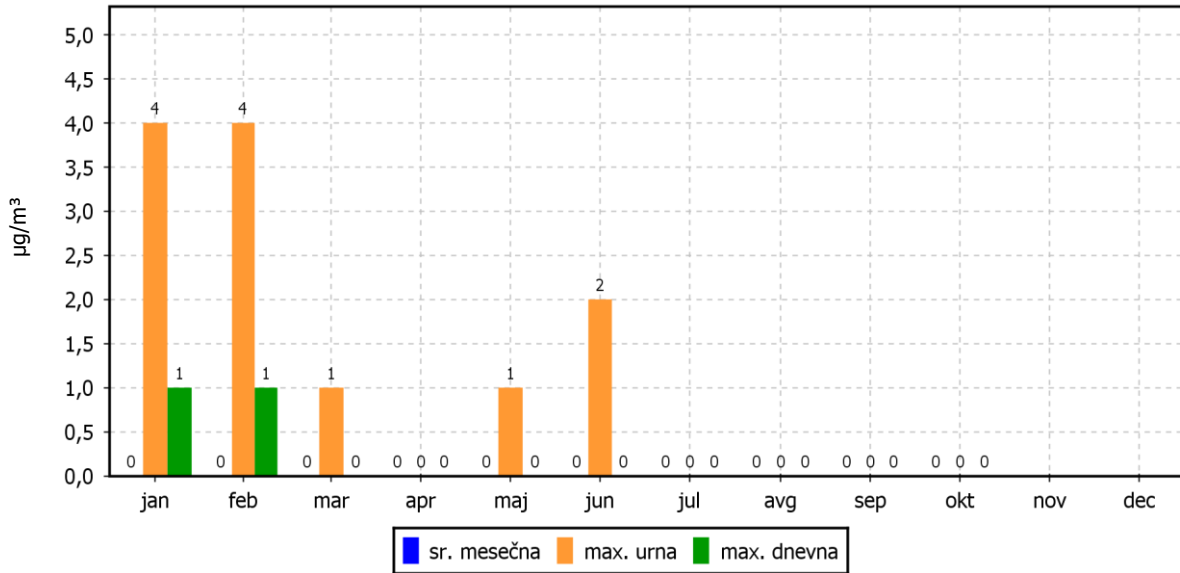
01.01.2020 do 01.01.2021



### KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



## 2.1.8 Pregled koncentracij v zraku: O-ksilen – Tivolska - Vošnjakova

Koncentracije ksilena so se v merjenem obdobju gibale med 0 in 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Srednja koncentracija pa je bila 0  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Najvišja urna vrednost se je pojavila dne 11.01.2020 ob 21:00 in je znašala 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

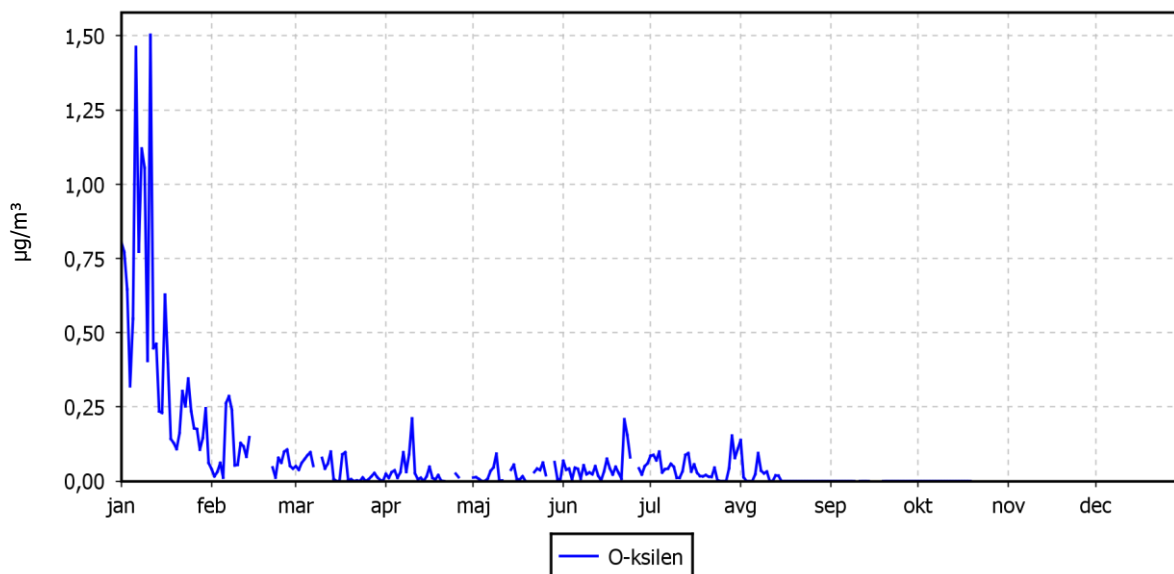
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	6470	74%
Maksimalna urna koncentracija:	15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11.01.2020 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	11.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15.03.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	0* $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

### DNEVNE KONCENTRACIJE - O-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

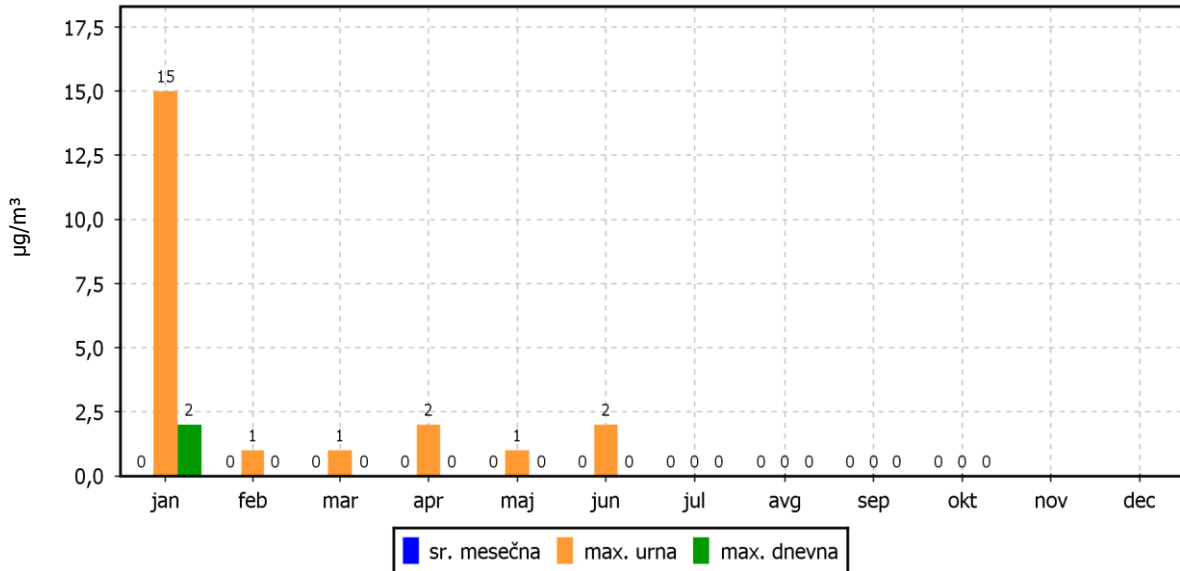
01.01.2020 do 01.01.2021



### KONCENTRACIJE - O-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021





## 2.1.9 Pregled koncentracij v zraku: PM<sub>10</sub> – Tivolska - Vošnjakova

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 98% pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM<sub>10</sub> v zraku. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m<sup>3</sup>) je bila presežena zgolj 37-krat, v letu, 2019 je bila presežena 37-krat, v letu 2018 pa 51-krat. Za obdobje od 10.3.2020 do 1.5.2020 so v poročilu podane dnevne vrednosti prašnih delcev PM<sub>10</sub>, izmerjene z referenčnim merilnikom LECKEL. Maksimalna dnevna koncentracija je bila 195 µg/m<sup>3</sup> dne 27.3.2020. Po podatkih Agencije RS za okolje so dne 27.03.2020 Slovenijo zajele zelo visoke vrednosti sahorskega prahu, kar je bilo zaznано tudi na ostalih merilnih mestih po Sloveniji. Srednja letna koncentracija je znašala 30 µg/m<sup>3</sup>. 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 PM<sub>10</sub>:

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

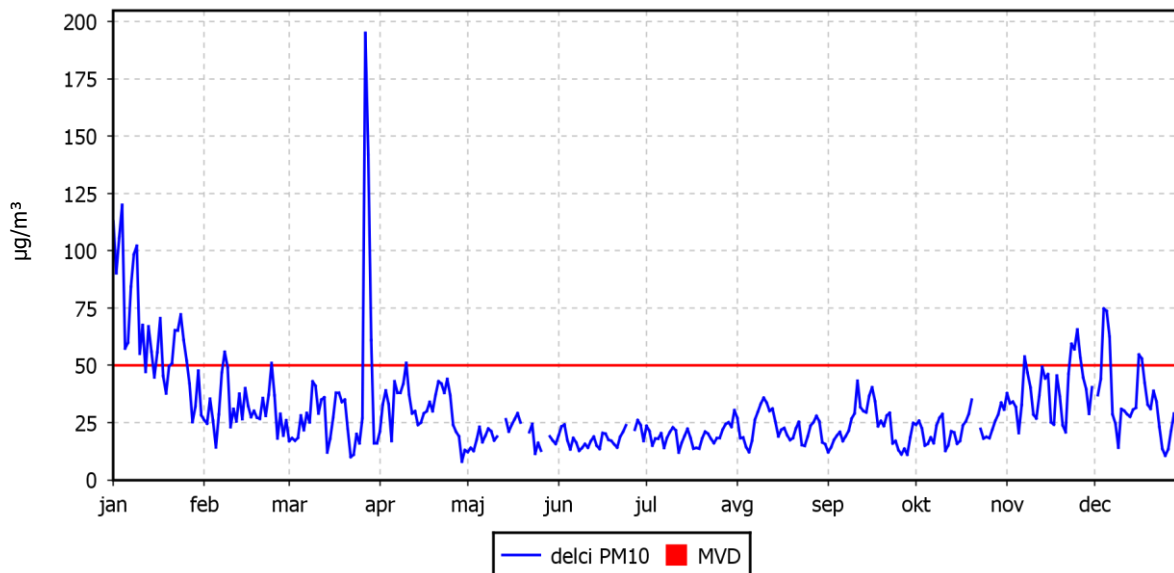
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	8629	98%
Maksimalna dnevna koncentracija:	195 µg/m <sup>3</sup>	27.03.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	8 µg/m <sup>3</sup>	29.04.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	30 µg/m <sup>3</sup>	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m <sup>3</sup> :	37	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	52 µg/m <sup>3</sup>	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	92 µg/m <sup>3</sup>	

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

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

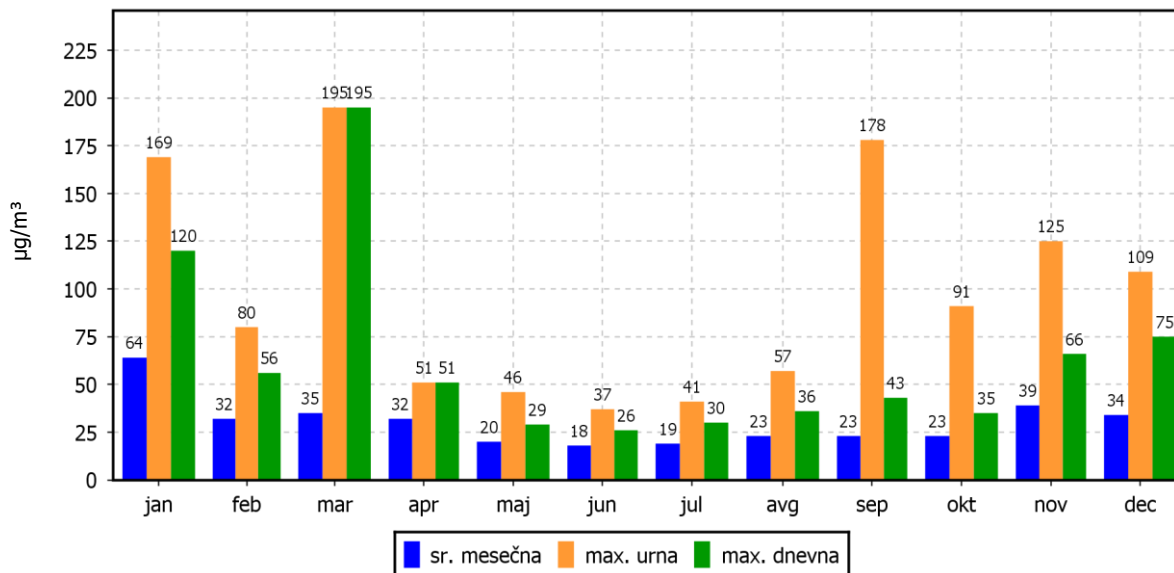
01.01.2020 do 01.01.2021



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

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



### 2.1.10 Pregled koncentracij v zraku: PM<sub>2,5</sub> – 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<sub>2,5</sub> imajo podoben trend kot koncentracije PM<sub>10</sub>, opazne so manjše koncentracije v poletnih mesecih ter višje v zimskih mesecih. Maksimalna urna koncentracija delcev PM<sub>2,5</sub> je znašala 176 µg/m<sup>3</sup>, na isti dan je bila zaznana tudi povišana koncentracija PM<sub>10</sub>, maksimalna dnevna koncentracija je bila 120 µg/m<sup>3</sup>, prav tako na dan 04.01.2020. Meritve PM<sub>2,5</sub> se v obdobju od 10.3. do 1.5.2020 niso izvajale. Srednja letna koncentracija v merjenem obdobju je znašala 20 µg/m<sup>3</sup>. Priloga 3 Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS št. 9/11, 8/15 in 66/18) podaja vrednost 20 µg/m<sup>3</sup> kot mejno vrednosti ciljnega zmanjševanja izpostavljenosti na ozemlju republike Slovenije za PM<sub>2,5</sub>. 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 2020 so se najvišje koncentracije pojavile v januarju in decembru.

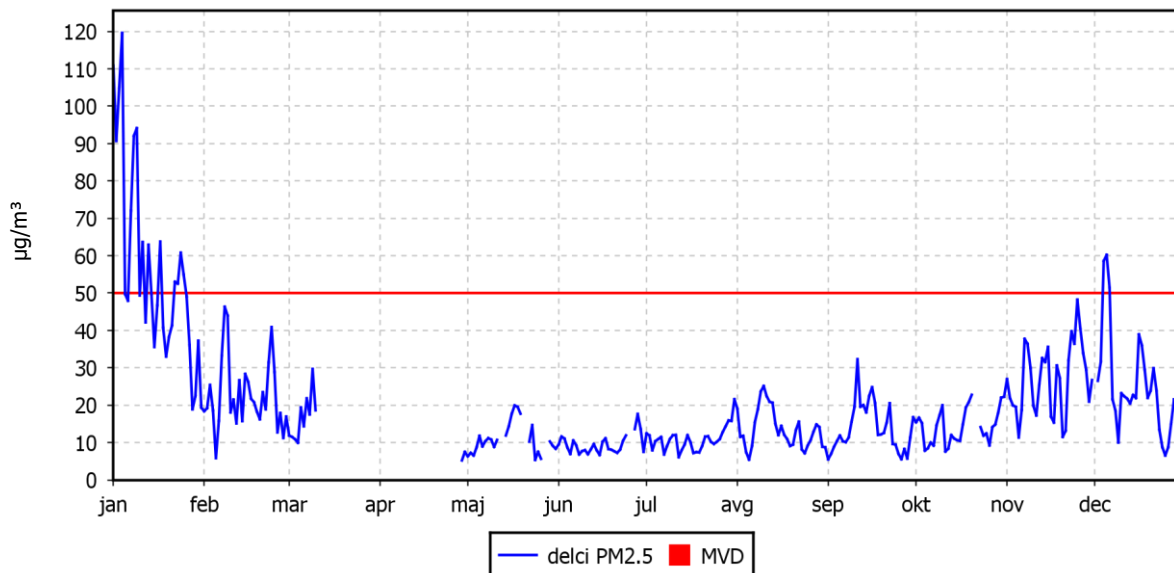
Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	7463	85%
Maksimalna urna koncentracija:	176 µg/m <sup>3</sup>	11.09.2020 01:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	120 µg/m <sup>3</sup>	04.01.2020
Minimalna dnevna koncentracija:	5 µg/m <sup>3</sup>	29.04.2020
Srednja koncentracija v obdobju:	20 µg/m <sup>3</sup>	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	42 µg/m <sup>3</sup>	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	75 µg/m <sup>3</sup>	

### DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM2.5

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

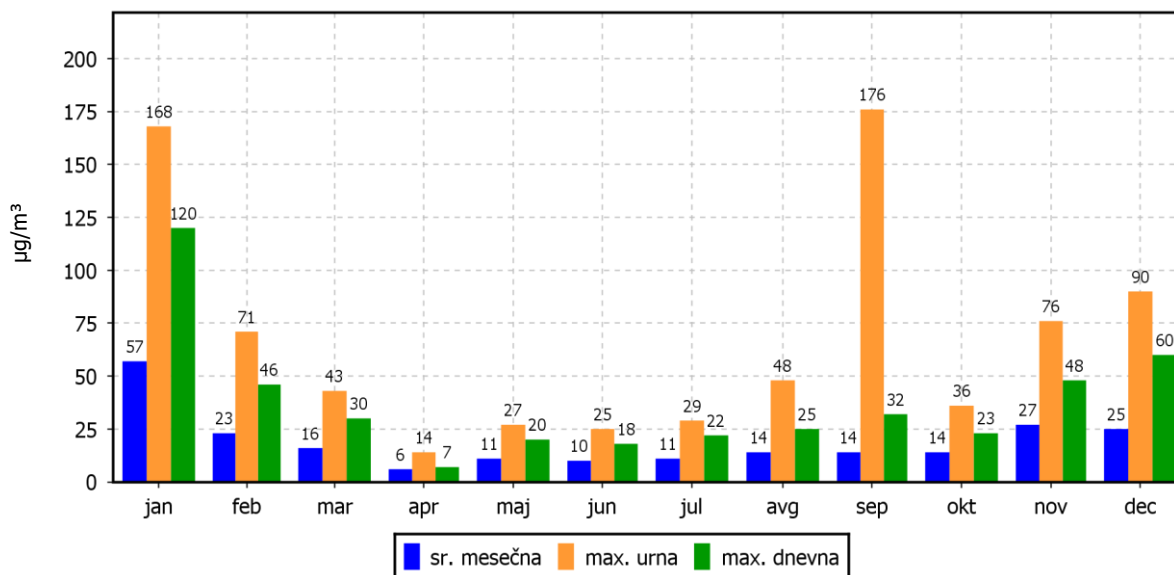
01.01.2020 do 01.01.2021



### KONCENTRACIJE - delci PM2.5

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



## 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: 01.01.2020 do 01.01.2021

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8605	98%	8645	98%
Maksimalna urna vrednost	34 °C	01.08.2020 16:00:00	89%	31.08.2020 03:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	26 °C	01.08.2020	87%	19.11.2020
Minimalna urna vrednost	-6 °C	07.01.2020 07:00:00	12%	07.04.2020 16:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-2 °C	02.01.2020	28%	23.03.2020
Srednja vrednost v obdobju	12 °C		65%	

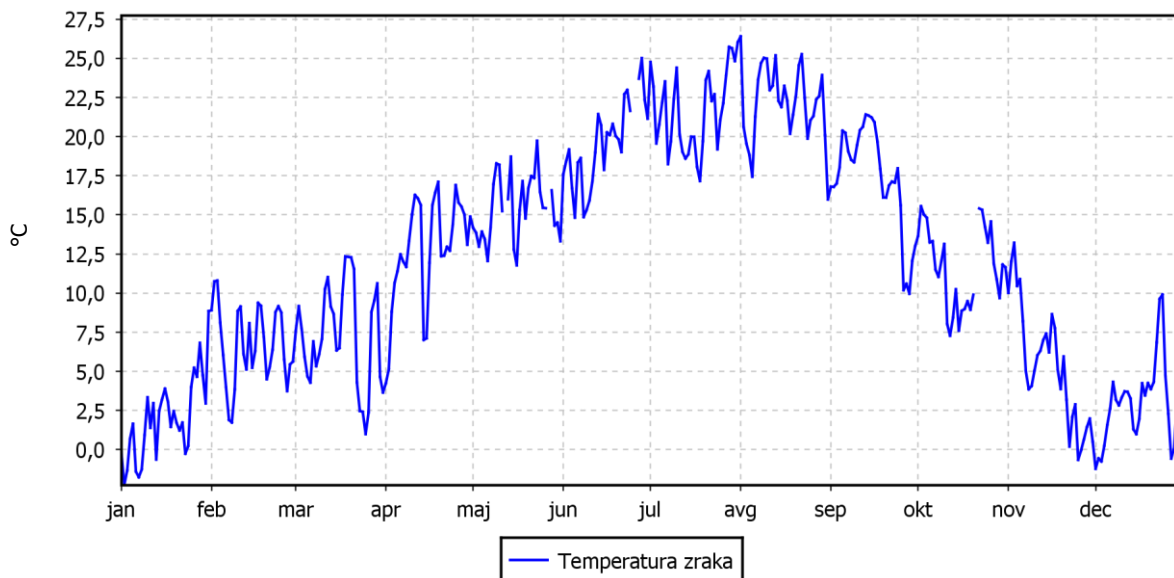
TEMPERATURA	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
-50.0 do 0.0 °C	484	6	14	4
0.0 do 3.0 °C	890	10	36	10
3.0 do 6.0 °C	1074	12	49	14
6.0 do 9.0 °C	958	11	41	11
9.0 do 12.0 °C	984	11	37	10
12.0 do 15.0 °C	959	11	40	11
15.0 do 18.0 °C	1041	12	47	13
18.0 do 21.0 °C	884	10	46	13
21.0 do 24.0 °C	620	7	36	10
24.0 do 27.0 °C	386	4	15	4
27.0 do 30.0 °C	219	3	0	0
30.0 do 50.0 °C	106	1	0	0
Skupaj	8605	100	361	100

REL. VLAŽNOST	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
0.0 do 20.0 %	73	1	0	0
20.0 do 30.0 %	320	4	1	0
30.0 do 40.0 %	792	9	20	6
40.0 do 50.0 %	876	10	29	8
50.0 do 60.0 %	1074	12	70	19
60.0 do 70.0 %	1353	16	112	31
70.0 do 80.0 %	1861	22	79	22
80.0 do 90.0 %	2296	27	50	14
90.0 do 100.0 %	0	0	0	0
Skupaj	8645	100	361	100

### DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

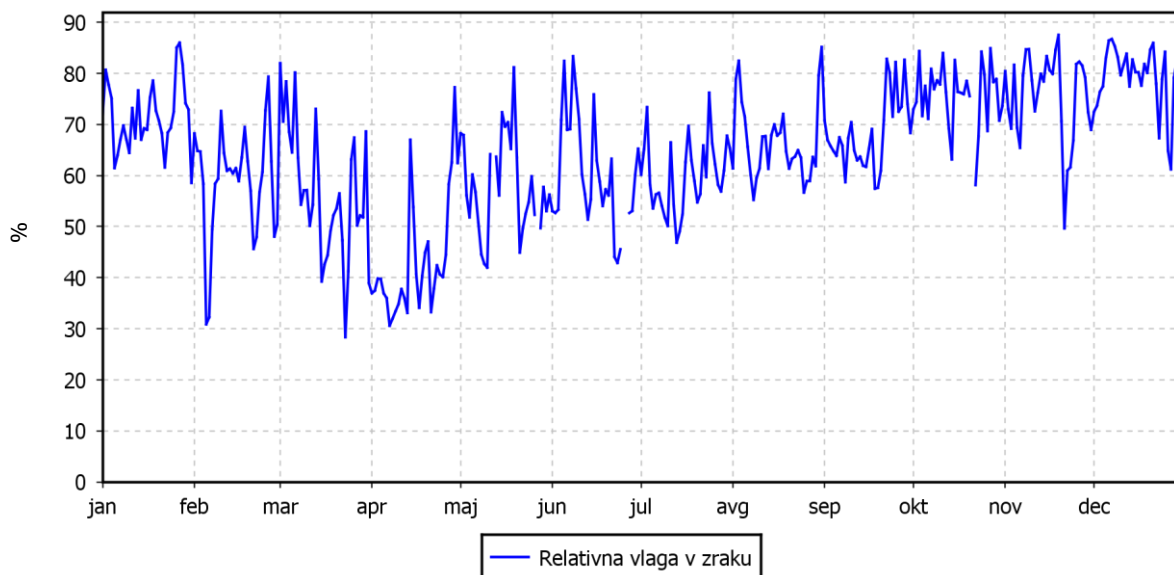
01.01.2020 do 01.01.2021



### DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

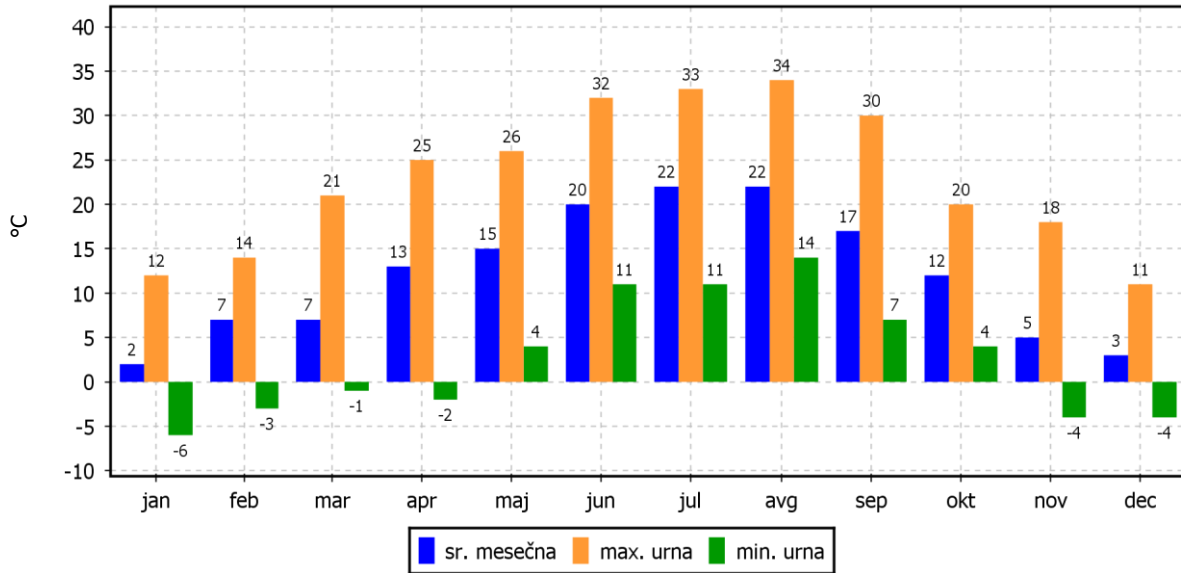
01.01.2020 do 01.01.2021



### TEMPERATURA ZRAKA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2020 do 01.01.2021



## 2.4 MERITVE HRUPA

### 2.4.1 Meritve hrupa – Tivolska - Vošnjakova

Lokacija meritev: OMS - MOL  
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova  
 Obdobje meritev: 01.01.2020 do 01.01.2021

Razpoložljivih urnih podatkov:	8622	98 %
Maksimalna urna raven:	86	04.09.2020 5:00
Minimalna urna raven:	38	06.03.2020 12:00
Maksimalna vrednost kazalca Ldvn:	79	06.08.2020
Minimalna vrednost kazalca Ldvn:	42	06.03.2020
Število primerov nad (MVK) Ldvn 60 dBA:	363	
Število primerov nad (KVK) Ldvn 69 dBA:	151	
Maksimalna vrednost kazalca Lnoč:	76	07.07.2020
Minimalna vrednost kazalca Lnoč:	52	23.09.2020
Število primerov nad (MVK) Lnoč 50 dBA:	366	
Število primerov nad (KVK) Lnoč 59 dBA:	291	

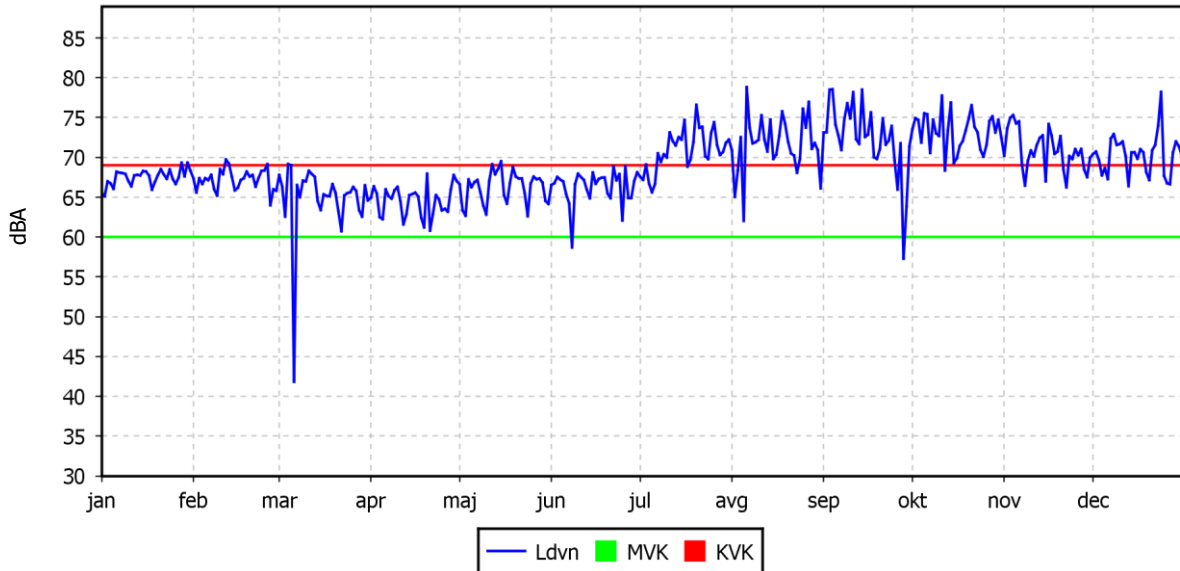
Razredi porazdelitve	Čas. interval - URA		Kazalci Ldvn		Kazalci Lnoč	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
0 do 50 dBA	195	2	1	0	0	0
50 do 55 dBA	215	2	0	0	2	1
55 do 60 dBA	1154	13	2	1	83	23
60 do 65 dBA	2221	26	41	11	236	64
65 do 70 dBA	3074	36	185	51	38	10
70 do 75 dBA	1387	16	117	32	6	2
75 do 80 dBA	315	4	20	5	1	0
80 do 85 dBA	58	1	0	0	0	0
85 do 90 dBA	3	0	0	0	0	0
90 do 130 dBA	0	0	0	0	0	0
Skupaj	8622	100	366	100	366	100



### KAZALCI Ldvn

Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

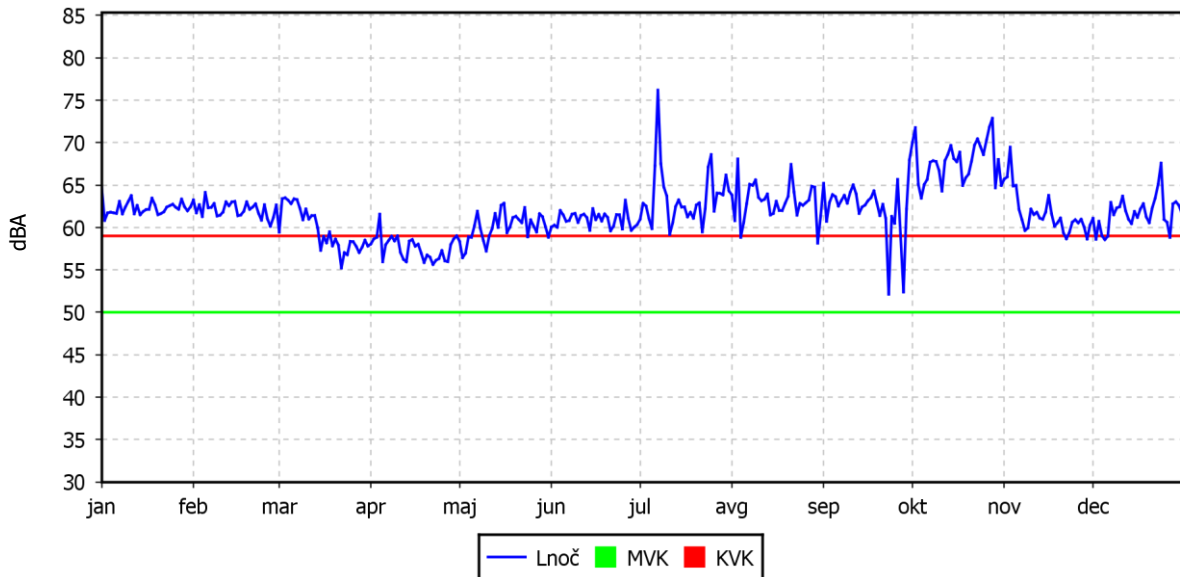
01.01.2020 do 01.01.2021



### KAZALCI Lnoč

Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

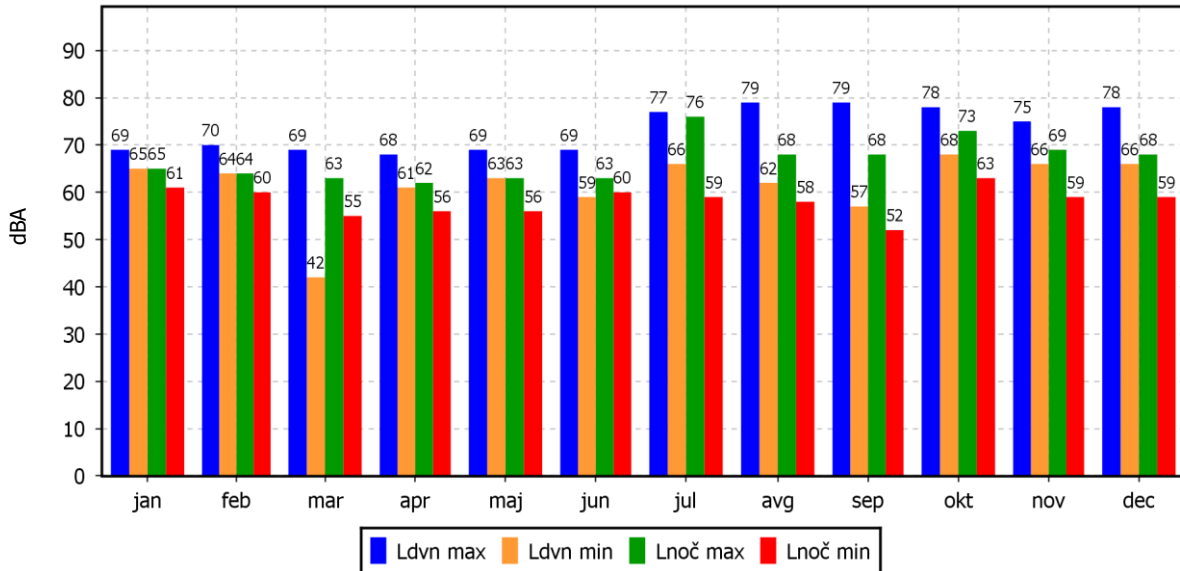
01.01.2020 do 01.01.2021



### EKSTREMI KAZALCEV Ldvn IN Lnoč

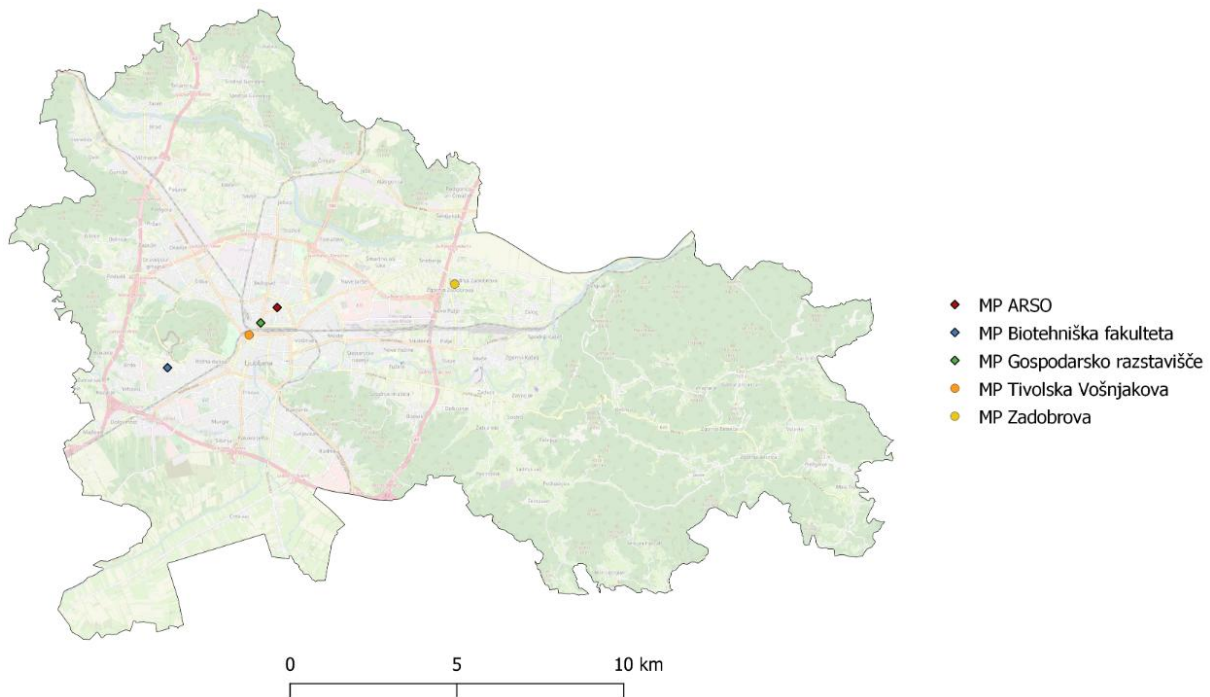
Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

01.01.2020 do 01.01.2021



### 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). Osebjem ARSO-a prav tako skrbi za izvedbo meritev in validacijo izmerjenih vrednosti. Merilno mesto Tivolska – Vošnjakova je v lasti MOL z njo pa upravlja oseboj Elektroinštituta Milan Vidmar (EIMV). Prav tako oseboj 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 5: Stalna merilna mesta v MOL.

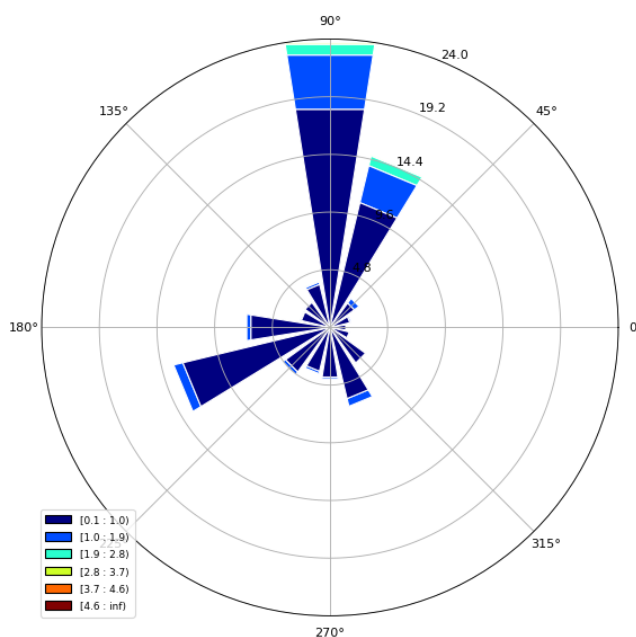
Merilna mesta so locirana pretežno v središču mesta (Bežigrad, Gospodarsko Razstavišče in Tivolska - Vošnjakova) ter na sub-urbanem območju (Biotehniška (jugo-vzhodni del mesta) in Zadobrova (severo-vzhodni del mesta)). Vetrovi v Ljubljani najpogosteje pihajo iz smeri severo-vzhod, medtem ko najmočnejši 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 Canyon<sup>1</sup>. S tem namenom je v nadaljevanju prikazana roža vetrov na lokaciji Tivolska-Vošnjakova.

Povprečna hitrost vetra v letu 2020 je bila 1,3 m/s, najvišja temperatura je znašala 34 °C in se je pojavila

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

dne 01.08.2020 ob 16:00, najnižja temperatura se je pojavila dne 07.01.2020 ob 07:00 in je znašala -6 °C. V letu 2020 je skupno padlo 1.262,2 mm dežja.



Slika 6: Roža vetrov na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova v letu 2020.

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
<b>Lj Gospodarsko</b>	ARSO	299	462271	101945	T - prometno	U -mestno	R -stanovanjsko C - poslovno	PM <sub>10</sub>
<b>Lj Biotehniška</b>	ARSO	297	459457	100591	B- ozadje	U -mestno	R -stanovanjsko	PM <sub>10</sub> in PM <sub>2,5</sub>
<b>Bežigrad</b>	ARSO	299	462673	102490	B- ozadje	U -mestno	R -stanovanjsko C - poslovno	SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , CO, benzen + meteorologija
<b>Tivolska – Vošnjakova</b>	EIMV	300	461919	101581	T - prometno	U -mestno	R -stanovanjsko C - poslovno	SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> + meteorologija
<b>Zadobrova</b>	EIMV	280	468131	103114	I - industrijsko	S – predmestno	R – stanovanjsko A – kmetijsko	SO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> /NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> + meteorologija

### 3.1 ANALIZA PM<sub>10</sub> V OBDOBJU MED 2015-2019 V MOL

Analiza meritev prašnih delcev je pokazala, da so si iz leta v letu povprečne vrednosti precej podobne oziroma je izkazan malenkostni padec le-teh. Večji padec pa je opazen na grafu preseganj dovoljenega števila mejnih vrednosti. Najuspešnejše leto je bilo 2019, ko je bilo zgolj 37 preseganj 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 okolje<sup>2</sup> pripisane meteorološkemu pogoju v letu 2019.

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.

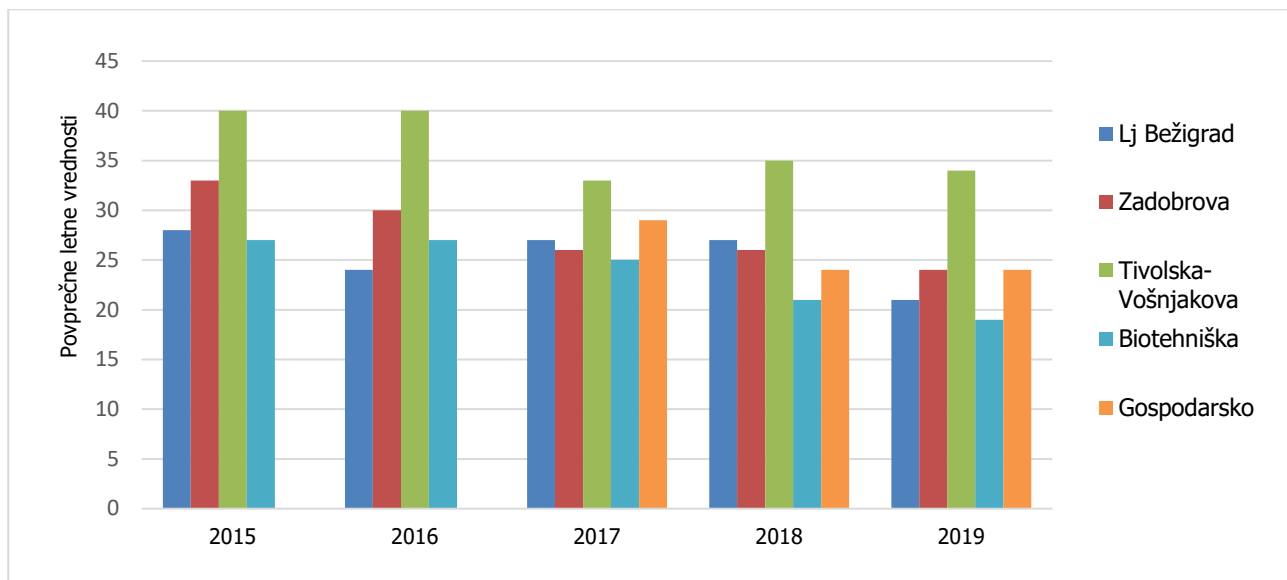
Spodnja tabela prikazuje povprečna in maksimalna preseganja ter število dovoljenih preseganj mejnih dnevni vrednosti na stalnih merilnih mestih v Ljubljani. Podatki so povzeti iz Letnega poročila o kakovosti zraka Agencije Republike Slovenije za okolje<sup>5</sup>.

Uradne vrednosti PM<sub>10</sub> za leto 2020 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne.

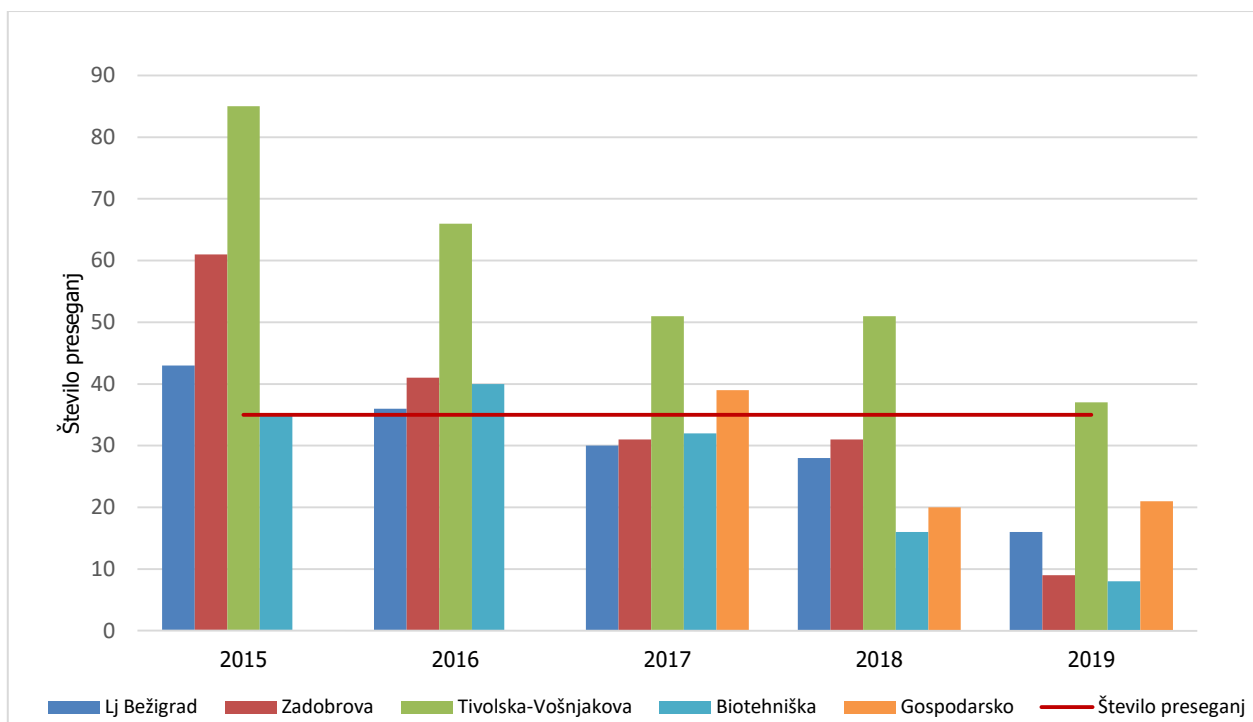
		2015	2016	2017	2018	2019
<b>Povprečna vrednost</b>	Bežigrad	28	24	27	27	21
	Tivolska-Vošnjakova	40	40	33	35	34 <sup>3</sup>
	Biotehniška	27	27	25	21	19
	Gospodarsko	/	/	29	24	24
	Zadobrova	33	30	26	26	24
<b>Maksimalna vrednost</b>	Lj Bežigrad	114	122	124	103	113
	Tivolska-Vošnjakova	107	125	152	133	153 <sup>2</sup>
	Biotehniška	117	115	126	90	103
	Gospodarsko	/	/	152	102	116
	Zadobrova	115	130	160	160	116
<b>Število Preseganj mejne dnevne vrednosti</b>	Lj Bežigrad	43	36	30	28	16
	Tivolska-Vošnjakova	85	66	51	51	37 <sup>2</sup>
	Biotehniška	35	40	32	16	8
	Gospodarsko	/	/	39	20	21
	Zadobrova	61	41	31	31	9

<sup>2</sup> [https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%20in%20publikacije/porocilo\\_2019\\_za\\_splet.pdf](https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%20in%20publikacije/porocilo_2019_za_splet.pdf). Dostop: 22.03.2021

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



Graf 1: PM<sub>10</sub> na merilnih mestih v Ljubljani.



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

Letni trend emisij PM<sub>10</sub> 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 μm<sup>4</sup>. 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 oziroma oplaščanja s dežnimi kapljicami, ki so v obliki megli.

### 3.2 ANALIZA NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> V OBDOBJU MED 2015-2019 V MOL

Pregled vrednosti NO<sub>2</sub> na stalnih merilnih mestih v Ljubljani:

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

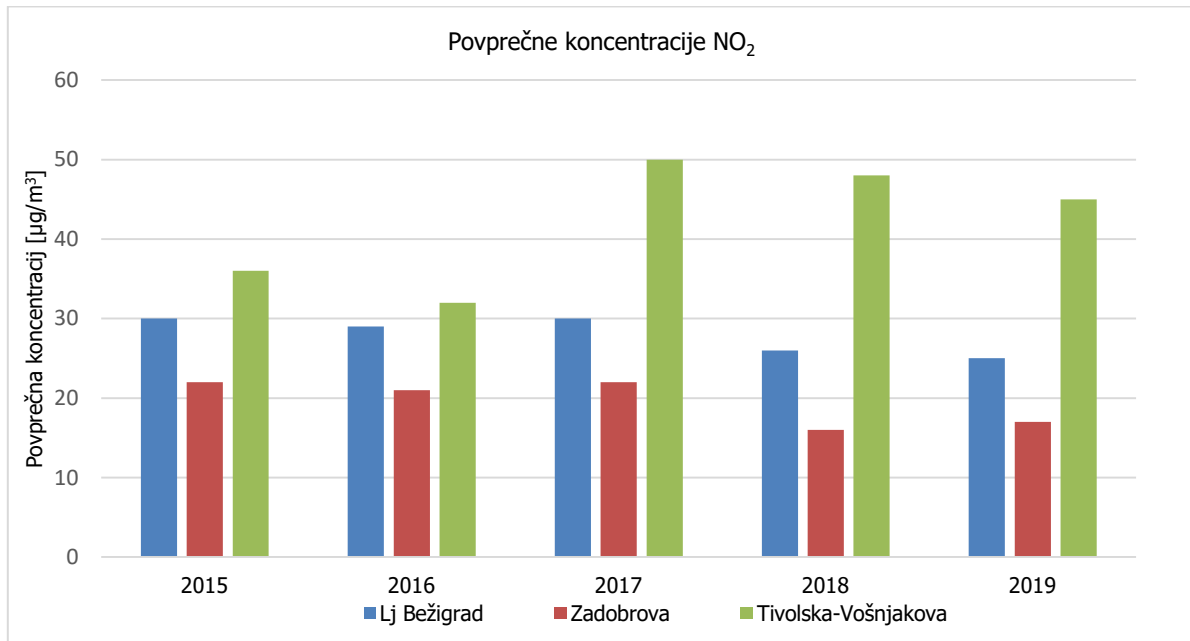
Meritve dušikovih oksidov se v Ljubljani izkazujejo na merilnem mestu Bežigrad, Tivolska-Vošnjakova in Zadobrova. Na merilnih mestih Zadobrova in Bežigrad je opazen manjši negativen trend koncentracij tekom obdobja med letom 2015 in 2019, medtem ko je na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova opazen dvig 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 NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> za leto 2020 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne.

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

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

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



Graf 3: Pregled povprečnih vrednosti koncentracij NO<sub>2</sub> na stalnih merilnih v Ljubljani.

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<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> 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 največje<sup>7</sup>.

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



## 4. ANALIZA IN REZULTATI NA MESEČNEM NIVOJU

### • Januar

Na lokaciji Tivolska – Vošnjakova je bila nizka obremenitev z SO<sub>2</sub>, medtem ko so bile nekoliko višje obremenitve s koncentracijami NO<sub>2</sub> oz. NO<sub>x</sub>. Obremenitev z delci PM<sub>10</sub> so bile primerne zimskemu obdobju, izmerjenih je bilo več kot 20 prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Povišane koncentracije s prašnimi delci so bile opažene tudi na drugih merilnih mestih v Sloveniji. Onesnaženje je v večini prišlo iz zahoda. Temperatura zraka je tekom meseca počasi naraščala. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med -6 °C (07.01.2020) in 12 °C (31.01.2020), povprečna temperatura pa je bila 2°C. Močnejšega vetra v januarju ni bilo najpogosteje pa je pihal iz smeri N in W.

### • Februar

Obremenitev z SO<sub>2</sub> je bila nizka, medtem ko je bila obremenitev z NO<sub>2</sub> oz. NO<sub>x</sub> nekoliko višja. Dnevna mejna vrednosti PM<sub>10</sub> je bila presežena 2-krat. Višje koncentracije so lahko posledica odsotnosti padavin in ostalih meteoroloških pogojev za pojav inverzije. Onesnaženje je v večini prišlo iz zahodne smeri. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med -3 °C (08.02.2020) in 14 °C (14.02.2020), povprečna temperatura pa je bila 7 °C. Močnejšega veter v februarju pihal s smeri N in WSW.

### • Marec

Obremenitev z SO<sub>2</sub> je bila razmeroma nizka in pričakovana. Izmerjene koncentracije SO<sub>2</sub> so bile prevladujoče iz jugo-vzhoda, Onesnaženje z NO<sub>2</sub> je bilo največje iz severo-zahoda. Merilnik BTX je v marcu bil demontiral in prepeljan na servis v Nemčijo.

Temperatura zraka je tekom meseca počasi naraščala, pri čemer je povprečna temperatura znašala 13 °C. Močnejšega veter v tem mesecu ni bilo. Najpogosteje pa je veter pihal iz smeri NNE in WSW.

Dne 13.03.2020 so se v Sloveniji začeli sprejemati ukrepi v zvezi s zaustavitvijo pandemije virusa COVID-19, tega dne so zaprli javne ustanove (šole) in javno življenje, počasi pa se je začelo vse ustavljati, saj je večina ljudi ostajalo doma, delo pa se je organiziralo od doma. Od tega dne naprej je opazen padec emisij NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, ki je posledica prometa. Dne 30.03.2020 so pogoje še zaostri s prepovedjo gibanja med občinami z izjemo nujnih poti, kot je prihod/odhod na delovno mesto.

### • April

Urna mejna vrednosti SO<sub>2</sub> in NO<sub>2</sub> nista bili preseženi. Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je bilo pretežno z jugo-zahodne smeri, z NO<sub>2</sub> pa z severo-zahodne smeri. Zaradi pandemije virusa COVID-19 je opazen padec emisij NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, ki je posledica prometa. Obremenitev z delci PM<sub>10</sub> je bila primerljiva s prejšnjim mesecem in ni bilo izmerjenih prekoračitev dnevne mejne vrednosti. April je bil toplejši mesec kot normalno. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 4 °C (01.04.2020) in 17 °C (19.04.2020). Padavine so bile izrazito skromne. Ob ohladitvi dne 14.04.2020 je ponekod snežinke prineslo do nižin, vendar je sneg hitro skopnel. Močnejšega veter v tem mesecu ni bilo, dne 20.04.2020 je veter pihal s hitrostjo 3 m/s. Najpogosteje pa je veter pihal iz smeri NNE in WSW.

Ukrepi ob pandemiji virusa COVID-19 so še trajali.

### • Maj

Urna mejna vrednosti SO<sub>2</sub> in NO<sub>2</sub> nista bili preseženi. Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je bilo pretežno z jugo-zahodne smeri, prav tako z NO<sub>2</sub>. Zaradi pandemije virusa COVID-19 je opazen padec emisij NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, ki je posledica prometa. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 4 °C (07.05.2020) in 26 °C (23.05.2020), povprečna temperatura pa je bila 15 °C. Močnejšega veter v tem mesecu ni bilo, dne 14.05.2020 je veter pihal s hitrostjo 3 m/s. Najpogosteje pa je veter pihal iz smeri NNE in SSE.

Ukrepi ob pandemiji virusa COVID-19 so še trajali.

- **Junij**

Urna mejna vrednosti SO<sub>2</sub> in NO<sub>2</sub> nista bili preseženi. Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je bilo pretežno z vzhodne smeri, prav tako z NO<sub>2</sub>. Zaradi pandemije virusa COVID-19 je opazen padec emisij NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>, ki je posledica prometa. Onesnaženje z delci PM<sub>10</sub> je bilo največje iz zahoda. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 1°C (11.06.2020) in 3°C (28.06.2020), povprečna temperatura je bila 2°C. Močnejšega veter v tem mesecu ni bilo. Najpogosteje pa je veter pihal iz smeri N in SSE.

S 01.06.2020 smo kot prvi v Evropi preklicali epidemijo virusa COVID-19, vendar so določeni ukrepi še trajali.

- **Julij**

Urna mejna vrednosti SO<sub>2</sub> in NO<sub>2</sub> nista bili preseženi. Do onesnaženja z SO<sub>2</sub> je prišlo iz vseh smeri, največje je bilo iz juga, do onesnaženja z NO<sub>2</sub> pa je največ prišlo z jugo-zahoda. Še zmeraj je bil opazen padec emisij NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub> kot posledica zmanjšane prometa ob pandemiji virusa COVID-19. Onesnaženje z delci PM<sub>10</sub> je bilo največje iz zahoda. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 11 °C (14.07.2020) in 33 °C (28.07.2020). Močnejšega veter v tem mesecu pihal dne 06.07.2020 s hitrostjo 3 m/s. V tem mesecu je znašala količina padavin 160.1 mm, število dni z nevihto je bilo 5.

S 01.06.2020 smo kot prvi v Evropi preklicali epidemijo virusa COVID-19, vendar so določeni ukrepi še trajali.

- **Avgust**

Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je prišlo enakomerno z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri WNW. Onesnaženje z NO<sub>2</sub> je bilo največje iz jugo-vzhoda. Največji deleži so iz smeri S in SSE. Obremenitev z delci PM<sub>10</sub> je bilo značilno za poletno obdobje. Dnevna mejna PM<sub>10</sub> vrednost (50 µg/m<sup>3</sup>) ni bila presežena. Onesnaženje pa je prišlo večinoma iz zahodne smeri. Poletna suša in vročina sta bili v avgustu zelo izraziti. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 14 °C (31.08.2020) in 34 °C (01.08.2020). Najpogosteje je veter pihal iz smeri N. V tem mesecu toče ni bilo, 6 dni je bilo deževnih. Več dežja se je pojavilo v začetku meseca (03.08., 04.08., 05.08.2020), dne 17.08.2020 in dne 31.08.2020. Skupna količina padavin je znašala 82.4 mm.

S 01.06.2020 smo kot prvi v Evropi preklicali epidemijo virusa COVID-19, vendar so določeni ukrepi še trajali.

- **September**

Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je septembra prišlo enakomerno z vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri WNW. Onesnaženje z NO<sub>2</sub> je bilo največje iz južne smeri. Obremenitev z delci PM<sub>10</sub> je bilo značilno za konec poletja. Dnevna mejna PM<sub>10</sub> vrednost (50 µg/m<sup>3</sup>) ni bila presežena. Do onesnaženja je prišlo enakomerno z vseh smeri. Temperatura zunanjšega zraka se je gibala med 7 °C (30.09.2020) in 30 °C (05.09.2020). Najpogosteje je veter pihal iz smeri N. V tem mesecu toče ni bilo.

S 01.06.2020 smo kot prvi v Evropi preklicali epidemijo virusa COVID-19, vendar so določeni ukrepi še trajali.

- **Oktober**

Onesnaženje z SO<sub>2</sub> in NO<sub>2</sub> so bile precej podobne prejšnjemu mesecu. Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je septembra prišlo enakomerno z vseh smeri, prav tako z NO<sub>2</sub>. Izmerjene vrednosti prašnih delcev so bile tudi v oktobru nekoliko višje, kar je povezano z lokalno meteorologijo. Skupna količina padavin je znašala 202.6 mm.

Dne 18.10.2020 smo v državi ponovno razglasili epidemijo virusa COVID-19 in sprejeli podobne ukrepe kot

marca 2020, na primer omejitev gibanja na statistične regije in občine, zaprtje vseh javnih ustanov in zavodov ter izvajanje šolanja in dela na daljavo. Vsi ti ukrepi so vplivali na koncentracije onesnaževal ta mesec.

- **November**

Onesnaženje z SO<sub>2</sub> in NO<sub>2</sub> so bile precej podobne prejšnjemu mesecu. Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je septembra prišlo enakomerno z vseh smeri, prav tako z NO<sub>2</sub>. Tudi do onesnaženja s prašnimi delci je prišlo z vseh smeri enakomerno, največji deleži so bili s smeri WNW, W in WSW. Temperatura zunanjega zraka se je gibala med -1 °C (25.11.2020) in 13 °C (03.11.2020). Najpogosteje je veter pihal iz smeri N. Padavine so se pojavile zgolj dne 17.11.2020, v skupini količini 43 mm.

Ukrepi ob pandemiji virusa COVID-19 so še trajali.

- **December**

Onesnaženje z SO<sub>2</sub> je bilo podobno kot vse pretekle mesece nizko in je v večini prišlo iz zahodne smeri, prav tako je do onesnaženja z NO<sub>2</sub> je večinoma prišlo zahodne smeri. Temperatura se je gibala med -1 °C (01.12.2020) in 10 °C (24.12.2020). Najpogosteje je veter pihal iz smeri N. Padavine so se pojavile v skupni količini 183,2 mm, dva dni sta bila nevihtna, en dan se je pojavila tudi toča.

Ukrepi ob pandemiji virusa COVID-19 so še trajali.



Elektroinštitut Milan Vidmar

## 5. ZAKLJUČEK

V letu 2020 je bilo na merilnem mestu OMS Tivolska - Vošnjakova izmerjenih 85% meritev PM<sub>10</sub>, 97% meritev SO<sub>2</sub>, 84% meritev PAH in 97% meritev NO<sub>2</sub>/NO<sub>x</sub>. Iz niza meritev je razvidno, da je bilo v letu 2020 presežena dnevna mejna vrednost za PM<sub>10</sub> 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<sub>2</sub> je znašala 35 µg/m<sup>3</sup>, zakonodajna mejna vrednost je 40 µg/m<sup>3</sup>. 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