



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

POROČILO O MERITVAH KAKOVOSTI ZRAKA AMP AGENCIJI REPUBLIKE SLOVENIJE ZA OKOLJE

leto 2019

218264-C.5-2

Ljubljana, FEBRUAR 2020



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

Št. poročila: 218264-C.5-2

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

leto 2019

Ljubljana, AVGUST 2020

Direktor:

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

Meritve kakovosti zunanjega zraka in meteoroloških parametrov so bile opravljene z Okoljskim merilnim sistemom Mestne občine Ljubljana je izvajal Elektroinštitut Milan Vidmar. Obdelave podatkov, postopki zagotavljanja skladnosti in poročilo so bili izdelani na Elektroinštitutu Milan Vidmar v Ljubljani.

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2020

Vse pravice pridržane. Nobenega dela dokumenta se brez poprejšnjega pisnega dovoljenja avtorja ne sme ponatisniti, razmnoževati, shranjevati v sistemu za shranjevanje podatkov ali prenašati v kakršnikoli obliki ali s kakršnimikoli sredstvi. Objavljanje rezultatov dovoljeno le z navedbo vira.

PODATKI O POROČILU:

Naročnik:	Mestna občina Ljubljana, Oddelek za varstvo okolja Zarnikova 3, Ljubljana
Št. okvirnega sporazuma:	Okvirni sporazum 2018 -2021
Odgovorna oseba naročnika:	Andrej PILTAVER, univ. dipl. inž. el.
Št. delovnega naloga:	218 264
Št. poročila:	218264-C.5-2
Naslov poročila:	Poročilo o meritvah kakovosti zraka AMP Agenciji Republike Slovenije za okolje
Izvajalec:	Elektroinštitut Milan Vidmar Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo Hajdrihova 2, 1000 LJUBLJANA
Poročilo izdelal-i:	Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol. Kris ALATIČ, inž. meh.
Datum izdelave:	AVGUST 2020
Seznam prejemnikov poročila:	MOL, Oddelek za varstvo okolja 1 x elektronska verzija https://www.gtd-eimv.si 1 x tiskana verzija

Vodja oddelka:

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



KAZALO VSEBINE

1.	UVOD.....	1
1.1	DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA.....	3
1.2	OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA IN NJIHOV VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO	4
1.3	ZAKONODAJA	5
1.4	PODATKI O MERILNI POSTAJI MOL	5
1.4.1	Meritve kakovosti zunanje zraka.....	6
1.4.2	Meteorologija in hrup	8
1.4.3	Nadzor skladnosti meritev	8
2.	REZULTATI MERITEV	11
2.1	VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI	11
2.2	IZREDEN DOGODEK NA MERILNEM MESTU MOL – jesen 2019	13
2.3	PRIKAZ REZULTATOV MERITEV	16
2.3.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂	18
2.3.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂	20
2.3.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x – Tivolska - Vošnjakova.....	22
2.3.4	Pregled koncentracij v zraku: PAH.....	24
2.3.5	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀	32
2.3.6	Pregled koncentracij v zraku: PM _{2,5}	34
2.4	Meteorološke meritve	36
2.4.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova.....	36
2.5	Meritve Hrupa.....	39
2.5.1	Meritve hrupa – Tivolska - Vošnjakova	39
3.	TREnd meritev V MESTNI OBČINI LJUBLJANA	43
3.1	Analiza PM ₁₀ v obdobju med 2015-2019 v MOL.....	44
3.2	Analiza NO ₂ /NO _x v obdobju med 2015-2019 v MOL.....	46
4.	ZAKLJUČEK	49



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 2019 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.

Zaradi izjemnega dogodka na merilni postaji je v jesen 2019, natančneje med 11.10.2019 in 4.12.2019 je v tem obdobju nastal izpad meritev. Posledično se rezultati letnega niza meritev upoštevajo kot informativni, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate 90%.

V letu 2019 je bilo na merilnem mestu izmerjenih 86% meritev PM₁₀, 85% meritev SO₂, 84% meritev PAH in 81% meritev NO₂/NO_x. Iz niza meritev je razvidno, da je bilo v letu 2019 presežena dnevna mejna vrednost za PM₁₀ 37-krat, medtem ko je zakonodajno dovoljeno število preseganj na letnem nivoju 35-krat. V primerjavi z letom prej pa se je število dnevnih preseganj zmanjšalo za 14. Srednja letna vrednost NO₂ je bila 45 µg/m³, medtem ko je zakonodajna mejna vrednost 40 µg/m³. Pri tem je potrebno opozoriti, da je merilna postaja 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. 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, količina padavin in vlažnost ter upoštevanje reliefne razgibanosti površja. Lokalna meteorologija je odvisna tudi od reliefne raznolikosti v okolju, saj le-ta vpliva predvsem na gibanje zračnih mas. V primeru ugodnih meteoroloških razmer lahko emisije potujejo na dolge razdalje in tako vplivajo na večje območje.



Slika 1: Elementi, ki vplivajo na kakovost 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 izogrevanju 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 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 zbolejajo 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, izogrevanja 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 (O₃).</p>
<p>Policiklični aromatski ogljikovodik (PAH) so ogljikovodiki - organske spojine, ki vsebujejo samo ogljik in vodik - sestavljeni so iz večih aromatskih obročev (organski obroči, v katerih se elektroni delokalizirajo).</p>	
<p>1. Benzen (C₆H₆) je pri sobni temperaturi hlapna organska spojina brez barve, ki se nahaja v naftnih derivatih. Pomemben vir pa je tudi petrokemična industrija in različni procesi izogrevanja.</p>	<p>Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi.</p>
<p>2. Toluen (C₆H₆CH₃) je derivat benzena. Je bistra, v vodi netopna tekočina z značilnim aromatskim vonjem ter se uporablja v industriji za sintezo drugih spojin.</p>	<p>Ima akutne in kronične učinke na centralni živčni sistem. Povzroči lahko tudi počasnejši razvoj človeškega telesa in ima vplive na razmnoževanje.</p> <p>Spada v skupino onesnaževal, ki povzročajo nastanek smoga.</p>
<p>3. Meta & Para ksilen; Orto ksilen Ksilen ima tri izomere dimetilbenzena. Izomere razlikujemo z označb orto, meta in para, ki določajo, na kateri C-atom (benzenovega obroča) 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>
<p>4. Etilbenzen 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 PM₁₀ 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 SO₂ ali NO₂). Glavni vir je izgorevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci.</p>	<p>PM₁₀ 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 bolezni. Črni ogljik, ki je najmanjši del prašnih delcev, vpliva na spremembo podnebja. Sekundarni PM vsebujejo sulfat, nitrat in amonij, tvorjen iz SO₂, NO_x in NH₃, ki so glavni nosilci zakisljevanja in evτροφikacije.</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 zunanjega 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 zunanjega zraka (Ur. l. RS št. 9/11 in 8/15)* in *Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega 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 zunanjega zraka med drugim predpisuje zahteve v zvezi z ocenjevanjem kakovosti zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanjega zraka.

Za doseganje skladnosti z mejnimi vrednostmi za delce PM₁₀ je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi pripravila Načrte za kakovost zunanjega 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.

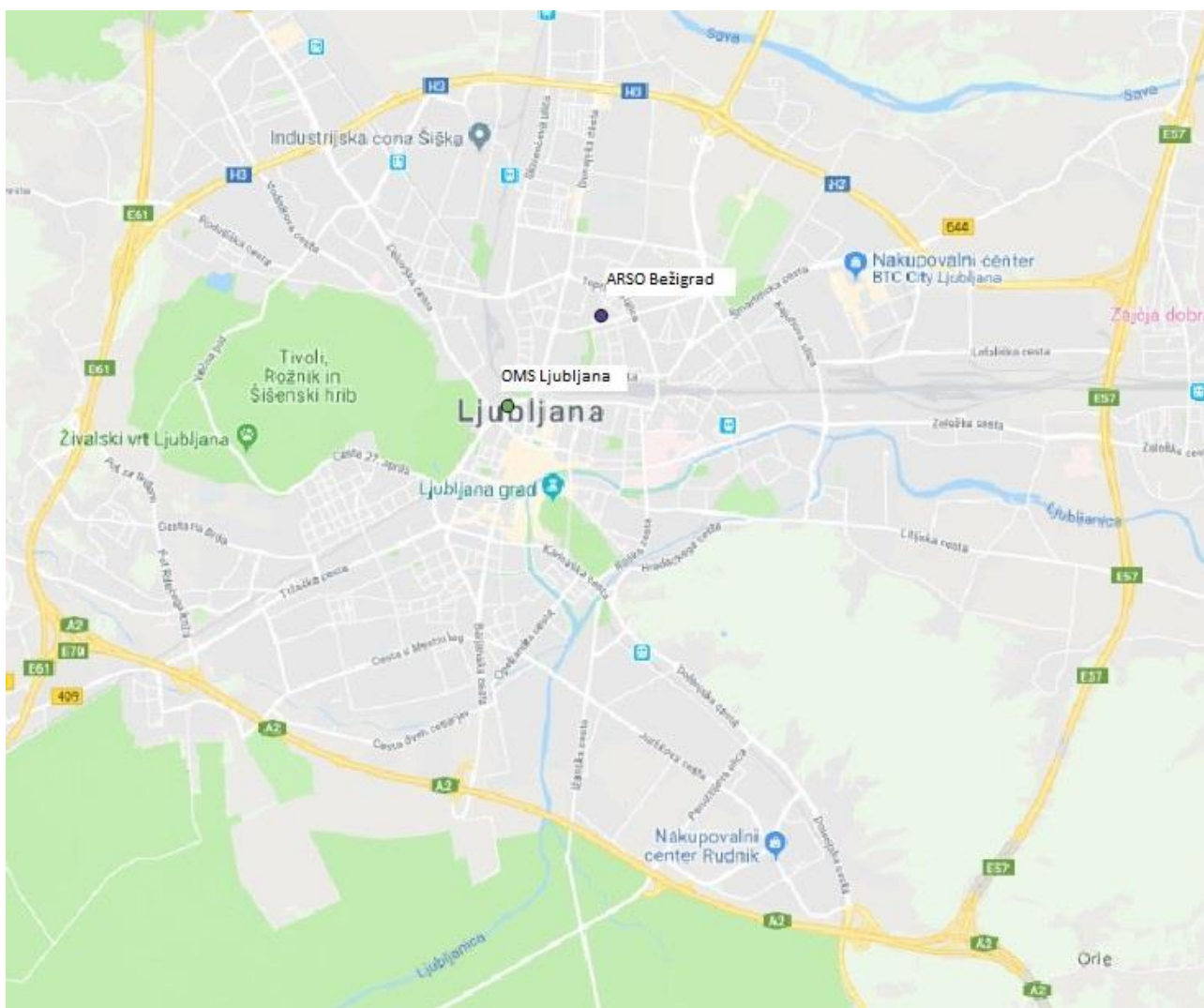
1.4 PODATKI O MERILNI POSTAJI MOL

Na merilnem mestu Tivolska – Vošnjakova se poleg meritev kakovosti zraka izvajajo tudi meritve meteoroloških parametrov. Analizatorji kakovosti zunanjega zraka so nameščeni v kontejnerju, ki je opremljen s klimatsko napravo in komunikacijsko opremo. Zaradi zahteve po ugotavljanju skladnosti smo v merilnem mestu Tivolska – Vošnjakova v času upravljanja imeli nameščen sistem za zajem podatkov, ki zagotavlja ustrezen nadzor nad izmerjenimi vrednostmi in pogoje za skladnost delovanja opreme, kakor to zahteva standard EN ISO/IEC 17025.

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)

Poleg merilnega mesta na lokaciji Tivolska – Vošnjakova pa 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 2019

	Analizator NO ₂ /NO _x	Analizator SO ₂	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 PM₁₀ v letu 2019

	Referenčni gravimetrični merilnik PM ₁₀	Gravimetrični ferkvenci merilnik PM ₁₀
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 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 fluorescenca.
- 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	Benzen	Toluen	M&P ksilen	Etilbenzen	O-ksilen
AMP Tivolska – Vošnjakova	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

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 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)* in *Uredba o mejnih vrednostih kazalcev hrupa v okolju (Uradni list RS, št. 105/05 s spremembami)*. 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:

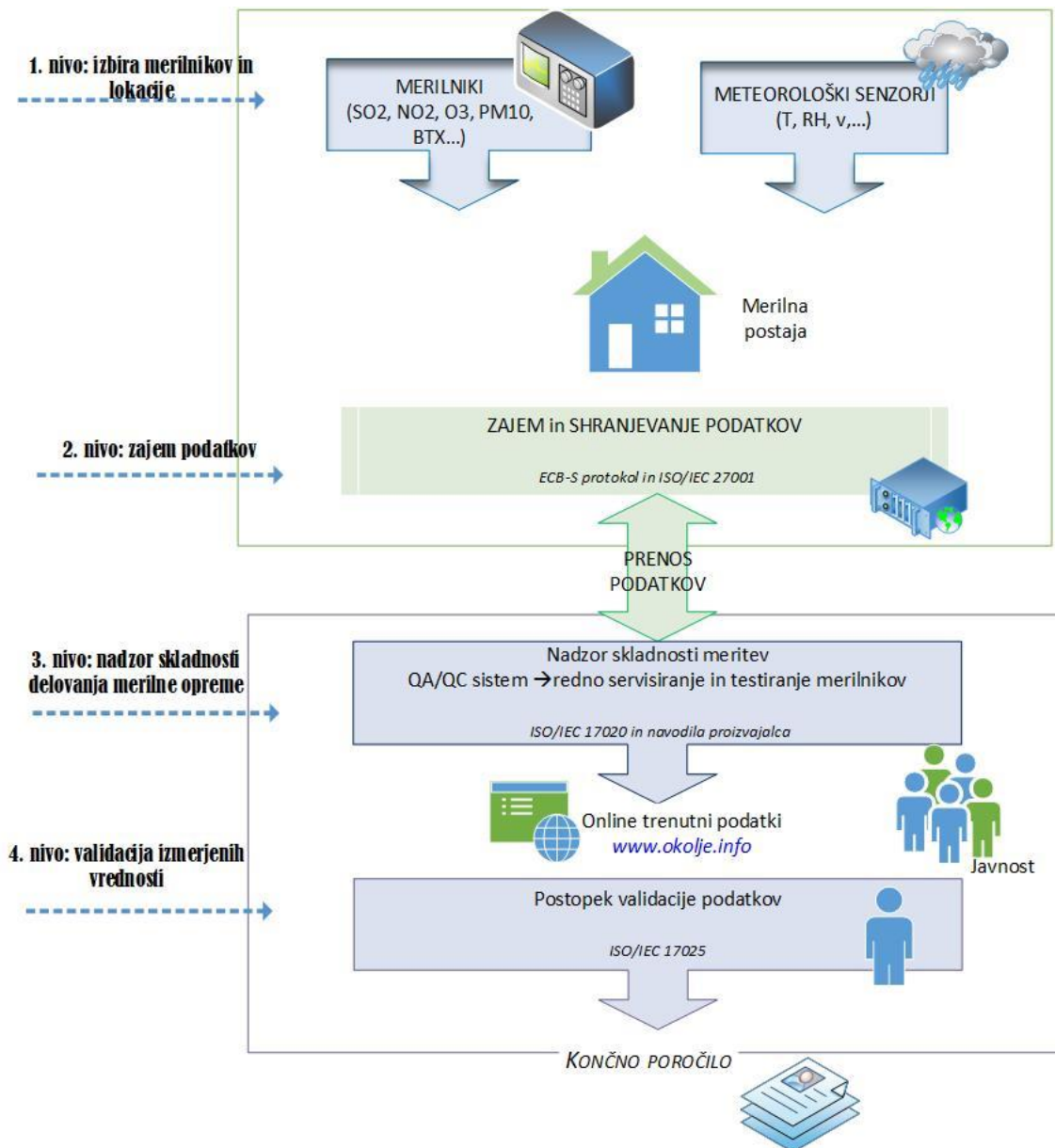
1. nivo: izbira analizatorjev, ki ustrezajo zahtevam referenčnih metod za merjenje koncentracij onesnažil v zunanjem zraku,
2. nivo: izbira lokacije AMP, ustreznost sistema vzorčenja, sistema za zajem podatkov, pogojev okolja, program rednih pregledov in vzdrževanja,
3. nivo: nadzor skladnosti delovanja 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 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 12341:20A4 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 2019 prikazani v spodnji tabeli.

Datum	Naziv	Komentar
27.02.2019	Router	Potrebno je bilo zamenjati SIM kartico. Odstranjena št.: 031 602 622 je bila zamenjana z novo št.: 051 390 622 (1303 3177 0548); PIN: 8788; PUK: 27295653.
30.03.2019	Ostalo	Opaženo neustrezno delovanje senzorja za notranjo temperaturo in relativno vlago v postaji.
2.04.2019	Ostalo	Namestitev novega merilnika notranje temperature
26.04.2019	Ostalo	Promocijsko snemanje za OOK.
12.05.2019	Radiator	Izklop stenskega radiatorja.
30.05.2019	Čiščenje klimatske naprave	Čiščenje filtrov klime na stenski enoti.
30.05.2019	Klimatska naprava	Zaradi zaznane povišane temperature v postaji je bilo potrebno prenestaviti nastavitve klime.
19.07.2019	Ostalo	Zamenjava akumulatorja za alarm (Varovanje Valina - Andrej Struna).
22.08.2019	Ostalo	Servis klime (Vrtačič Renato) zaradi kapljanja kondenza iz notranje enote.
12.10.2019	Ostalo	Kontrola postaje. Opažen izpad el. energije.
14.10.2019	Ostalo	Ugotavljanje vzroka izpada el. napajanja postaje 11.10. ob 8 uri.
15.10.2019	Ostalo	Vzpostavitev el. napajanja s strani Javne razsvetljave. Prekinitev je bila zaradi poškodbe pri izvajanju gradbenih del v okolici postaje. Ponoven vklop fit stikala zaradi izpada. Izključena varovalka za alarm.
16.10.2019	Ostalo	Ponovna vzpostavitev meritev po izpadu elektrike. Prevezava vseh merilnikov na UPS (varovalka št. 5).
17.10.2019	Ostalo	Varovanje Valina (g. Stane Purkat) obveščen o nedelovanju alarma zaradi težav z elektriko. Stanje el. števca: 87272 kWh. Prevezava ventilatorja na UPS in ponoven vklop. Ponoven vklop klime. Varovalka št. 3.
18.10.2019	Čiščenje notranjosti postaje	

22.10.2019	Klimatska naprava	Popravilo klime Vrtačič. Ugotovljeno je bilo, da je potrebna nova klima.
26.11.2019	Klimatska naprava	Montaža nove klime (Vrtačič).
04.12.2019	Klimatska naprava	Prenastavitev nastavitve klimatske naprave.

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 2019. 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>05.2019 – vzpostavitev 40 – dnevne (22.5 – 5.8) testa ekvivalence meritev PM2.5.</p> <p>19.06.2019 - Vzdrževanje kasete za prazne filtre</p> <p>26.06.2019 - meritev debeline lamel na črpalki, 15,5 mm</p> <p>14.10.2019 – Merilnik ne deluje od prekinitve el. napajanja. Stik na napajanje.</p> <p>18.11.2019 - Opravljen servis na elektroniki: okvara napetostnih regulatorjev 7812, 7806 in LM2940CT. Prišlo je tudi do preboja na sekvenčnem regulatorju električne črpalke Siemens. Okvara na ploščatem varistor S20K270</p> <p>Vsaki 14 dni – menjava filtrov za zajem vzorcev in čiščenje glave merilnika.</p>
Fidas 200	Palas Fidas 200	MOL PALAS 9383	<p>11.02.2019 – Na osnovi primerjalnih meritev z Lecklom za obdobje november 2018 - januar 2019 določen nov faktor za PM10: $x=0,878y+7,877$. Datoteka: Test for Equivalence_Leckel-Palas (OMS MOL november 2018 - januar 2019).xls.</p> <p>10.05.2019 – Na osnovi primerjalnih meritev z Lecklom za obdobje februar - april 2019 je določen nov faktor za PM10: $x=1,041y + 4,351$. Datoteka: Test for Equivalence_Leckel-Palas (OMS MOL - februar-april 2019).xls..</p> <p>28.06.2019 – Zaradi potrebe po LAN vhodu, izklopljen LAN priključek.</p> <p>5.08.2019 – Test ekvivalence PM2,5 od 23.maja do 4. avgusta 2019. Datoteka obdelave: Test for Equivalence_Leckel-Palas PM2,5 (OMS MOL - maj-avgust 2019). Nov faktor: $x=0,989y+3,354$.</p> <p>11.09.2019 – Čiščenje merilnika</p> <p>16.09.2019 – Naravnavanje po servisnem posegu</p> <p>7.10.2019 - Test ekvivalence PM10 od 6.avgusta do 7. oktobra 2019. Datoteka obdelave: Test for Equivalence_Leckel-Palas PM2,5 (OMS MOL - avgust-oktober 2019). Nov faktor: $x=0,906y+7,588$.</p>
CM08130057	Thermo 42i NO ₂ /NO _x	CM08130057	<p>4.02.2019 - Menjava filtra</p> <p>19.02.2019 – Naravnavanje in nastavitve parametrov merilnika.</p> <p>26.06.2019 – Menjava filtra, čiščenje merilne komore, merilnih in vzorčevalnih vodov, kapilar...</p> <p>28.06.2019 – Demontaža zaradi prenizkega pretoka in previsokega tlaka. Montaža nadomestnega merilnika Horiba #6154</p> <p>12.08.2019 – servis merilnika v laboratoriju OOK. Zaradi napake OZONATOR FLOW, opravljen servisni poseg čiščenja kapilar 0.008 in 0.015-inch. Vstavljena permeacijska cevka. Naravnavanje analizatorja pred montažno na lokacijo. Pregled učinkovitost konverterja, naravnavanje in nastavitve parametrov merilnika.</p> <p>9.9.2019 - Montaža merilnika na lokacijo Tivolska po opravljenem servisu.</p> <p>11.9.2019 - Namestitev komore aktivno oglje/purafil za interni ZERO.</p> <p>8.10.2019 - Naravnavanje in nastavitve parametrov merilnika. Menjava filtra.</p> <p>21.10.2019 - Kontrola Zero je OK. Kontrola Span preko permeacijske cevke: NO=+1,6%; NOx=+2,1%.</p> <p>4.12.2019 – Naravnavanje, sprememba SPAN konstante, nastavitve parametrov merilnika, linearnost.</p> <p>19.12.2019 – izredno naravnavanje zaradi prenizkega SPAN-a</p>
159699	Thermo 43i SO2	CM08130056	<p>04.01.2019 - Demontaža zaradi okvare (ni pretoka). Merilnik v lab. OOK.</p> <p>17.01.2019 - Menjava črpalke (PM23483-86), prilagoditev nosilca pumpe, premestitev in lotanje konektorja iz stare črpalke na novo.</p> <p>22.01.2019 – Naravnavanje, linearnost, menjava filtra</p> <p>4.02.2019 - Montaža nazaj na OMS po servisu na OOK in menjava filtra.</p> <p>19.02.2019 – Naravnavanje merilnika.</p> <p>26.06.2019 - Menjava filtra in čiščenje merilne komore, PMT, ohišja žarnice,</p>

			<p>leče, merilnih in vzorčevalnih vodov... 28.06.2019 - Naravnavanje merilnika. 18.07.2019 - Vstavitev nove permeacijske cevke 5.08.2019 – Vklon avtokalibracij 11.9.2019 – menjava filtra 8.10.2019 - menjava filtra, naravnavanje in nastavitvev parametrov. 17.10.2019 – fina nastavitvev ZERO 21.10.2019 - Kontrola Zero je OK. Kontrola Span preko permeacijske cevke = - 3,1%. 4.12.2019 – naravnavanje, nastavitvev SPAN, linearnost, nastavitvev parametrov merilnika</p>
6160	Merilnik BTX	6160	<p>26.02.2019 – Reset merilnika zaradi blokade 28.03.2019 - Daljinski reset merilnika zaradi blokade. 1.4.2019 - Reset merilnika zaradi blokade 26.06.2019 – Menjava filtra za mikroprah 12.09.2019 – Menjava cevke za prekoncentracijo, menjava filtra za plin 13.09.2019 – večji servisni poseg v laboratoriju EIMV (Clean the lamp, FID, the diaphragm, Menjava filtra ventilatorja, Replace microdust filter) 26.09.2019 – reset merilnika 14.10.2019 - Merilnik ne deluje od prekinitve el. napajanja. Stik na napajanju. Merilnik demontiran in odpeljan na popravilo v laboratorij. 16.10.2019 - Demontaža analizatorja zaradi nedelovanja (težave z napetostjo na merilni postaji). 21.10.2019 - Izvedel se je pregled analizatorja. Težava je bila na 12V in 5V napajalniku. Po popravilu napajalnika analizator deluje in je v fazi testiranja. 22.10.2019 - Po opravljenem servisu in testu, montaža analizatorja na merilno postajo.</p>
116582	Merilnik Hrupa Type 4435	166582 - MOL	Brez posebnosti, merilnik je v letu 2019 dobro deloval.
6130	Računalnik	6130	Brez posebnosti, računalnik je v letu 2019 dobro deloval.
6140	AMES - Meta	6140	Brez posebnosti, AMES je v letu 2019 dobro deloval.
6849	Koncentrator	6849	Brez posebnosti, koncentrator je v letu 2019 dobro deloval.

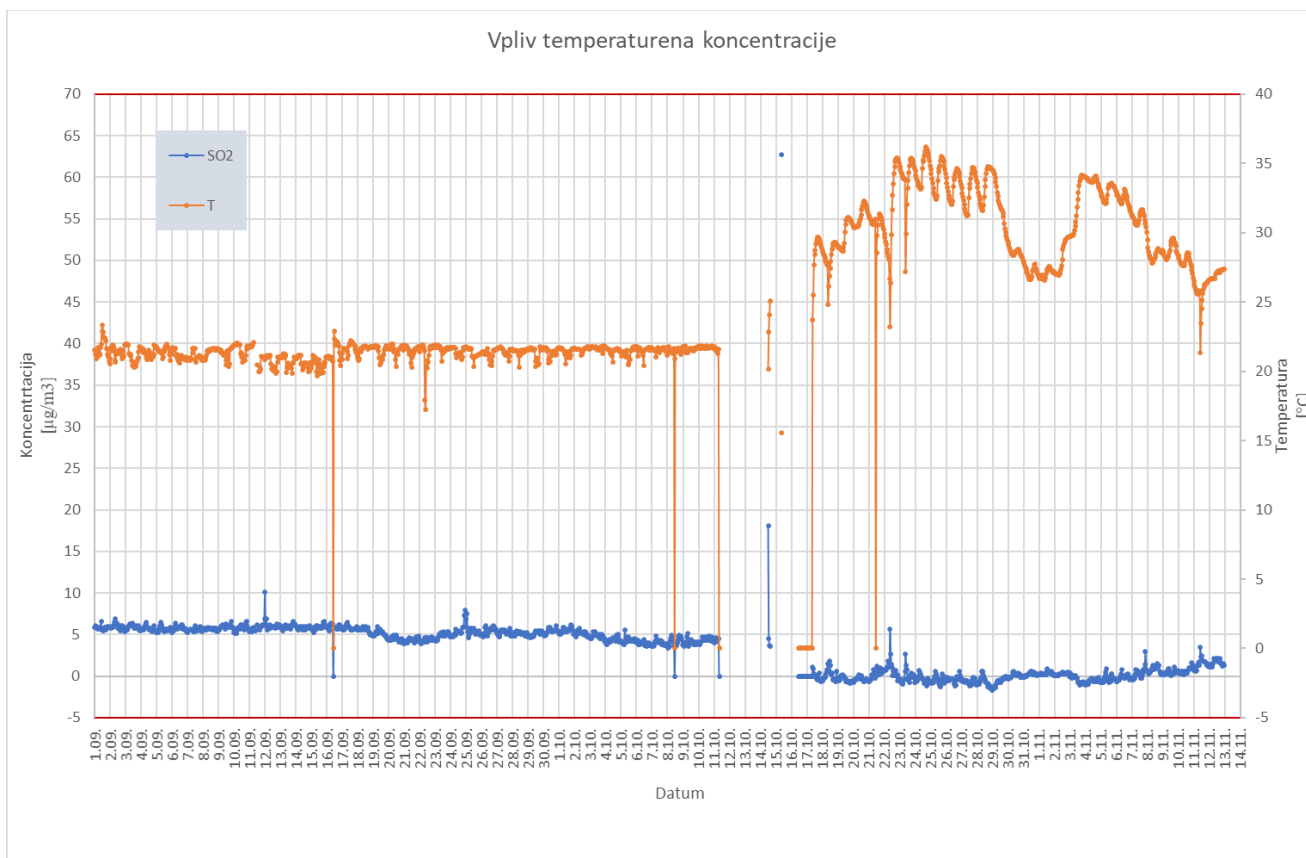
2.2 IZREDEN DOGODEK NA MERILNEM MESTU MOL – JESEN 2019

V bližini merilne postaje so od julija ter do oktobra potekala zunanja dela. Slike dogajanja so priložene tudi mesečnemu poročilu za mesec julij 2019 (št. 218264-C-4-12).

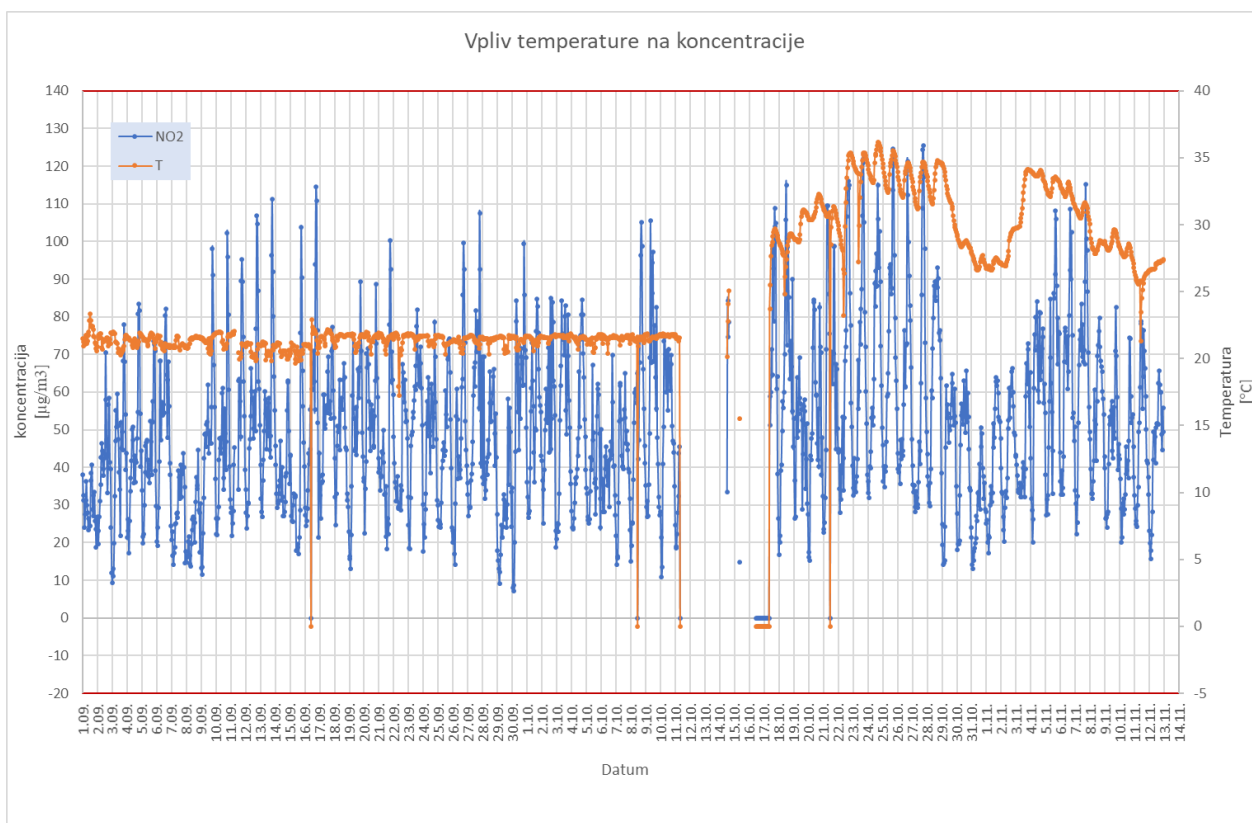
V petek 11. oktobra 2019 se je na merilnem sistemu OMS zgodila izredna situacija. V dopoldanskem času je prišlo do izpada električne energije preko trifaznega napajanja na merilni postaji. V soboto ob 14:00 je bil s strani EIMV opravljen hitri pregled postaje, kjer je bil ugotovljen izpad električne energije. V ponedeljek dopoldan je bil v prisotnosti predstavnika mestne občine Ljubljane, EIMV in Javne razsvetljave opravljen ogled postaje. Ugotovljeno je bilo, da je bil ničelni vodnik merilne postaje priključen na fazni vodnik. Še istega dne je bila s strani upravljalca električnega omrežja, Javne razsvetljave d.d., opravljena priključitev ničelnega vodnika.

Zaradi visoke skupne izhodne napetosti je prišlo do okvare klimatske naprave, ki zagotavlja stabilne referenčne pogoje za pravilno delovanje merilne opreme.

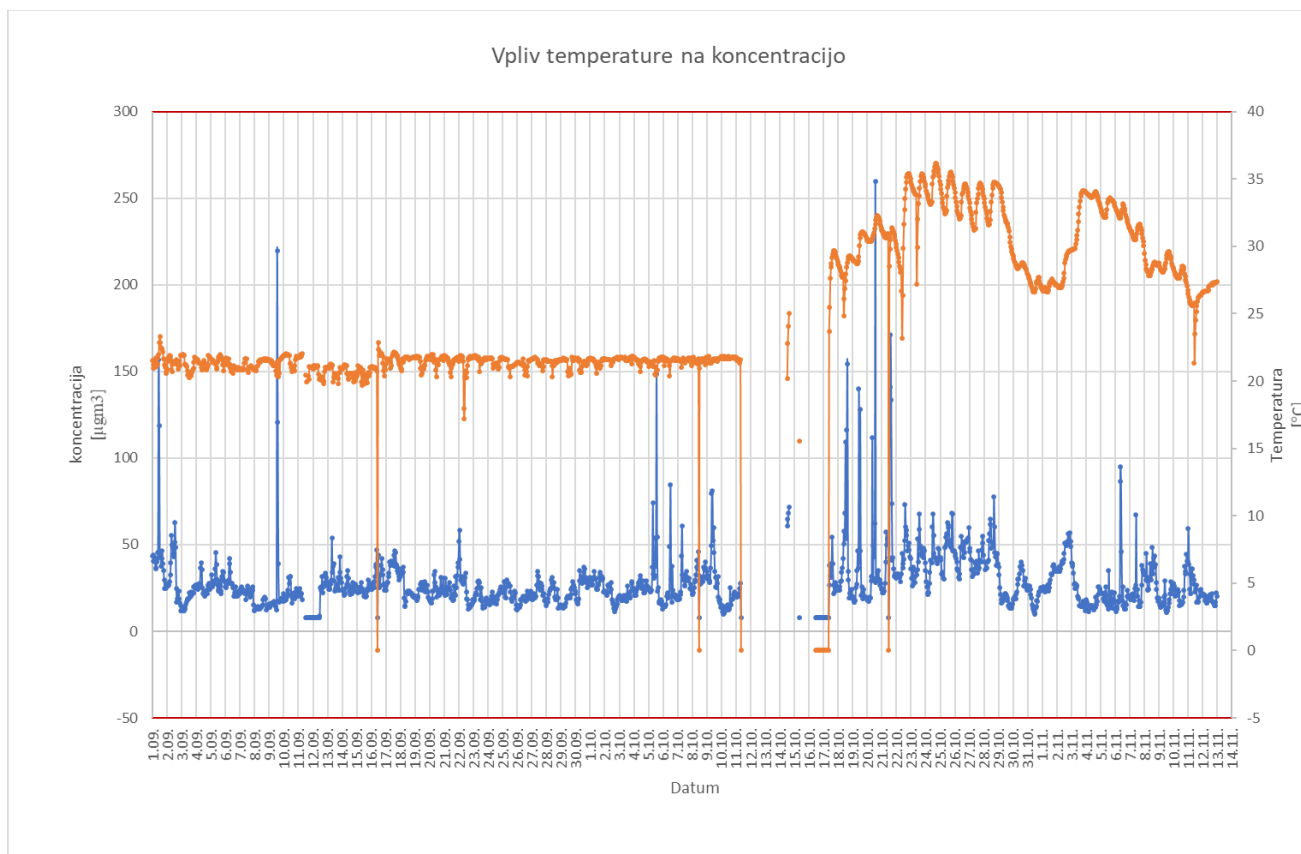
Meritve koncentracij NO₂/NO_x in SO₂ so bile vzpostavljene dne 17.10. Kljub temu, da so bile meritve koncentracij vzpostavljene in so merilniki pravilno delovali pa se je pri analizi vpliva temperature v postaji na izmerjene koncentracije opazilo, da ima le-ta velik vpliv na izmerjene vrednosti, kar izkazujejo tudi spodnji grafi (slika 1, 2 in 3). V času delovanja klimatske naprave oziroma v obdobju med 1.10 in 11.10 so bile izmerjene vrednosti stabilnejše v primerjavi z obdobjem med 16.10 in 14.11, kjer je bila temperatura postaje višja zaradi notranjih dobitkov merilnikov. Zaradi nestabilnosti delovanja merilne opreme v obdobju nedelovanja klimatske naprave, izmerjene vrednosti v tem času niso upoštevane v statistiki podatkov. Nova klimatska naprava je bila na postaji montirana dne 26.11.2019 ob 12:00 od takrat naprej so meritve BTX in PM₁₀ upoštevane kot pravilno izmerjene. Njihove vrednosti za 4 dni oziroma 15% podatkov v mesecu novembru prikazujejo tudi spodnji grafi in analiza podatkov. Dne 4.12 se je izvedlo preverjanje delovanja merilne opreme, kjer je bilo zaznано preveliko odstopanje od referenčnih vrednosti za merilnika SO₂ in NO₂/NO_x, posledično so bile vrednosti SO₂ in NO₂/NO_x za obdobje od 26.11 do 4.12 izločene iz analize podatkov.



Slika 4: Prikaz vpliva temperature na koncentracije SO₂ v zunanjem zraku.



Slika 5: Prikaz vpliva temperature na koncentracije NO₂ v zunanjem zraku.



Slika 6: Prikaz vpliva temperature na koncentracije PM₁₀ v zunanem zraku.

2.3 PRIKAZ REZULTATOV MERITEV

V poročilu so za leto 2019 podani rezultati urnih in dnevnih 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 2019 na tej lokaciji. Vse leto je na lokaciji merilnega mesta Tivolska - Vošnjakova izmerjena največja obremenitev z delci PM₁₀. Izmerjene koncentracije SO₂ so relativno nizke. Prav tako nakazuje na relativno-nizke koncentracije tudi izmerjene vrednosti PAH in NO_x/NO₂, kljub temu da so vrednosti informativne narave. Večina izmerjenih koncentracij je najpogosteje prišla iz zahodne smeri.

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ do januar 2019

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2019	0	0	0	85

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ do januar 2019

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2019	0	0	-	81

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ do januar 2019

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2019	-	-	37	86

Pregled srednjih koncentracij: SO₂ (µg/m³) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	2	1	5

Pregled srednjih koncentracij: NO₂ (µg/m³) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	50	-	45

Pregled srednjih koncentracij: NO_x (µg/m³) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	111	-	107

Pregled srednjih koncentracij: delci PM₁₀ (µg/m³) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	33	35	34

Pregled srednjih koncentracij: benzen (µg/m³) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	3	-	2

Pregled srednjih koncentracij: toluen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	4	-	4

Pregled srednjih koncentracij: M & P ksilen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	4	-	3

Pregled srednjih koncentracij: etilbenzen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	0	-	0

Pregled srednjih koncentracij: O-ksilen ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) za leto 2019 in pretekla leta

postaja	2017	2018	2019
Tivolska - Vošnjakova	0	-	0

2.3.1 Pregled koncentracij v zraku: SO₂

V letu 2019 je izmerjeno 85% 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 20 µg/m³, dne 28.01.2019 ob 3:00, medtem ko je maksimalna dnevna koncentracija znašala 16 µg/m³, dne 28.1.2019. Maksimalne urne koncentracije so se pojavile v januarju in februarju. Srednja letna koncentracija je znašala 5 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je zelo nizek. Največji vri SO₂ v bližini so industrijski predeli Ljubljane in termoelektrarne. 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 povprečenja	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 povprečenja	kritična vrednost (µg/m ³)	sprejemljivo preseganje (µg/m ³)	
zimski čas od 1. oktobra do 31. marca	20	-	-
koledarsko leto	20	-	-

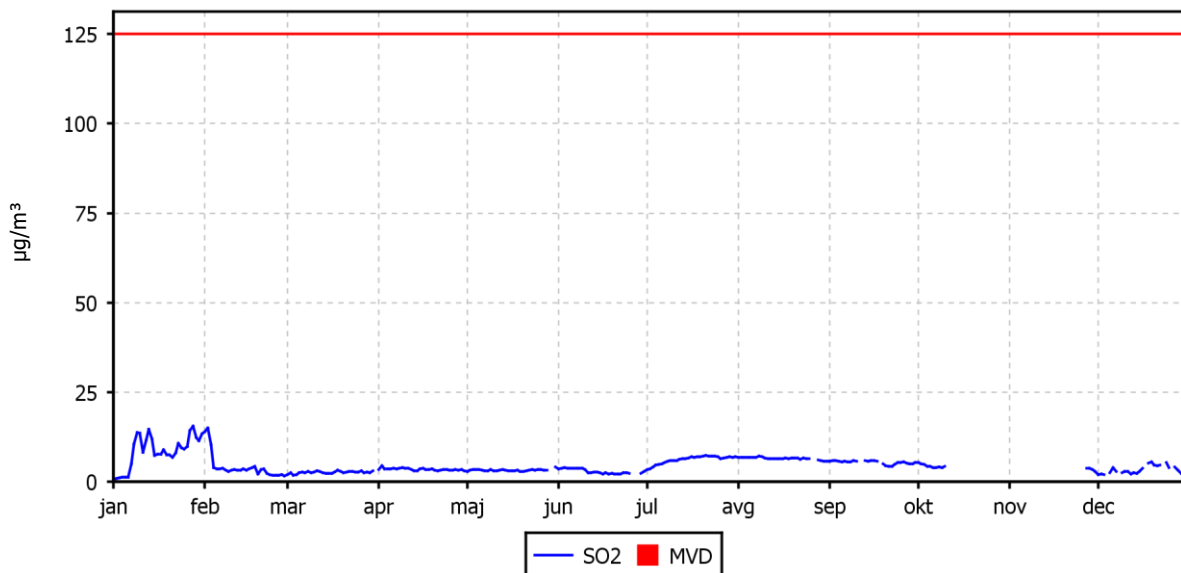
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

Razpoložljivih urnih podatkov:	7353	85%
Maksimalna urna koncentracija:	20 µg/m ³	28.01.2019 03:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	16 µg/m ³	28.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	1 µg/m ³	01.01.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	5 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.18 - 1.4.19):	3 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 75 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 50 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 500 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 99.7 p.v. - urnih koncentracij:	17 µg/m ³	
- 99.2 p.v. - dnevnih koncentracij:	15 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

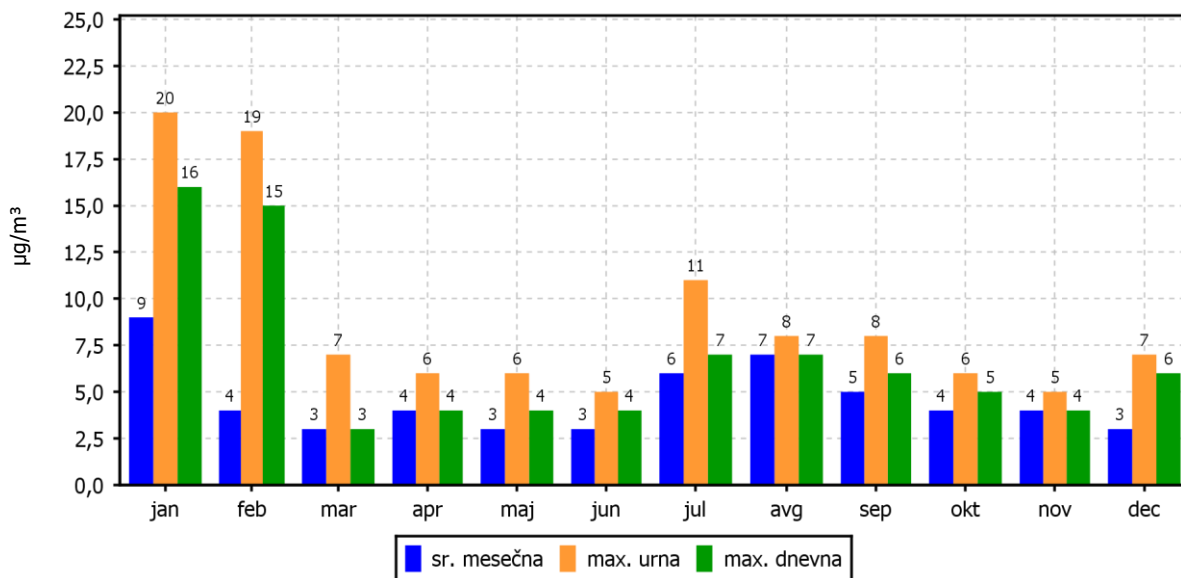
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - SO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



2.3.2 Pregled koncentracij v zraku: NO₂

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 81% 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 151 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija 88 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 45 µg/m³ in je presegla letno dovoljeno mejno vrednost. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je srednji.

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

časovni interval povprečenja	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 povprečenja	kritična vrednost (µg/m ³)	sprejemljivo preseganje (µg/m ³)	
koledarsko leto	30 (velja za NO _x)	-	-

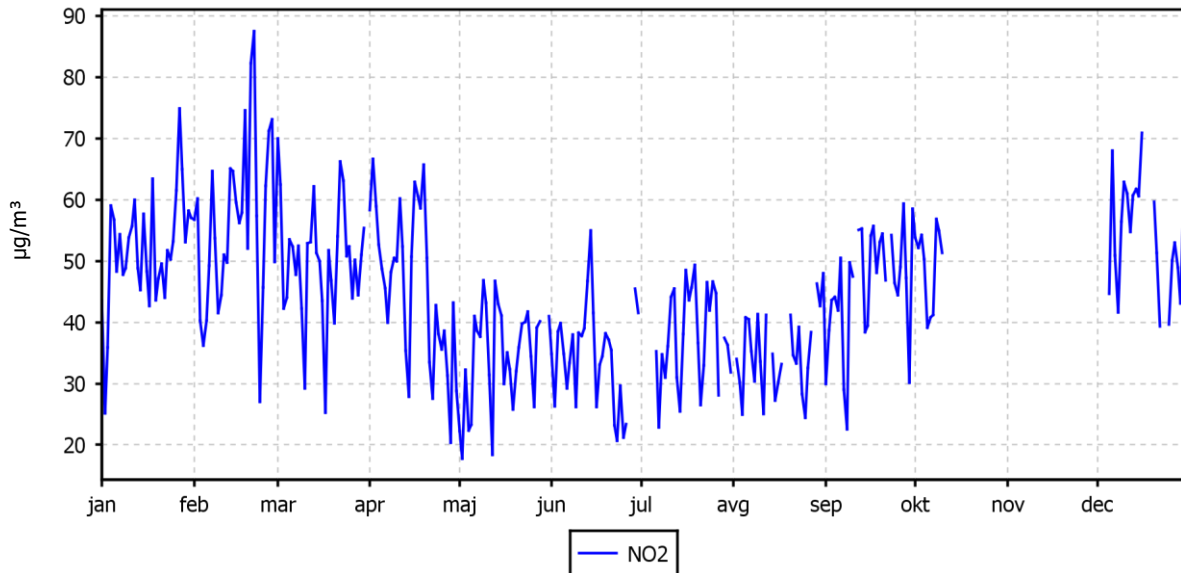
Opomba: Od leta 2010, vključno z njim, za dušikov dioksid ni sprejemljivega preseganja

Razpoložljivih urnih podatkov:	6878	81%
Maksimalna urna koncentracija:	151 µg/m ³	20.02.2019 19:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	88 µg/m ³	21.02.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	18 µg/m ³	02.05.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	45 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:	95 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	84 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

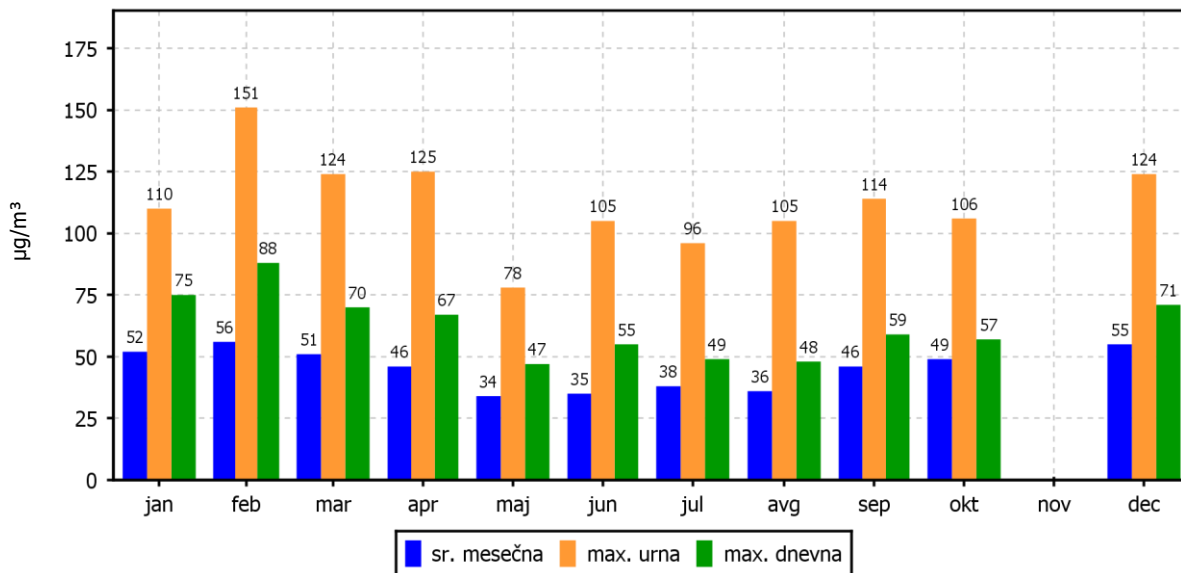
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - NO₂

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



2.3.3 Pregled koncentracij v zraku: NO_x – Tivolska - Vošnjakova

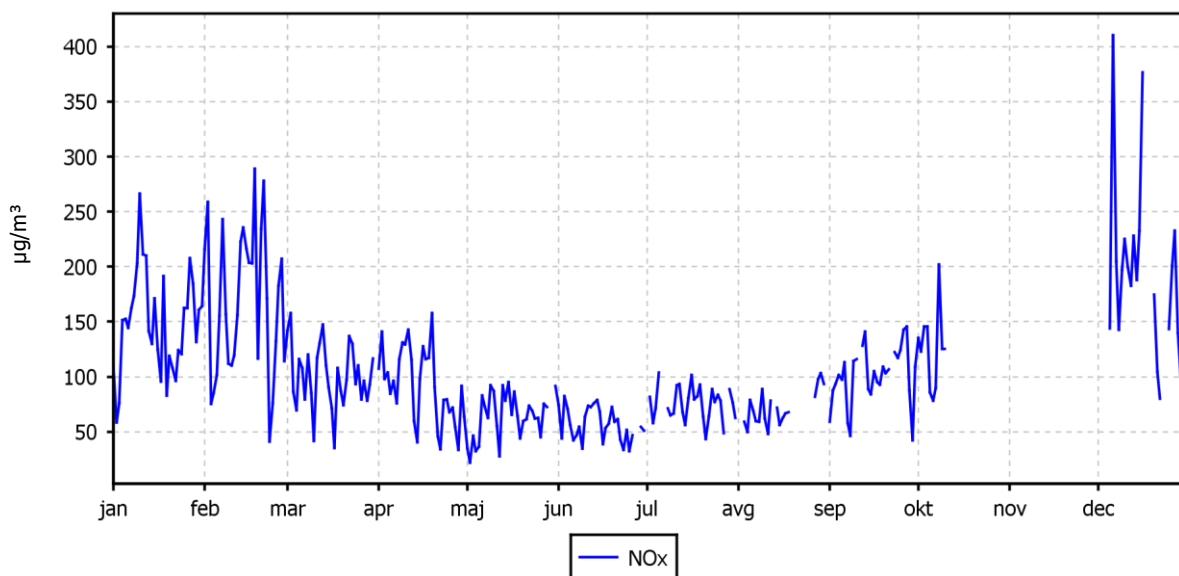
Iz grafov je mogoče opaziti, da so se dnevne koncentracije gibale med 22 in 410 µg/m³.

Razpoložljivih urnih podatkov:	6843	81%
Maksimalna urna koncentracija:	854 µg/m ³	16.12.2019 08:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	410 µg/m ³	06.12.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	22 µg/m ³	02.05.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	107 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.18 - 1.4.19):	141 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	374 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	391 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

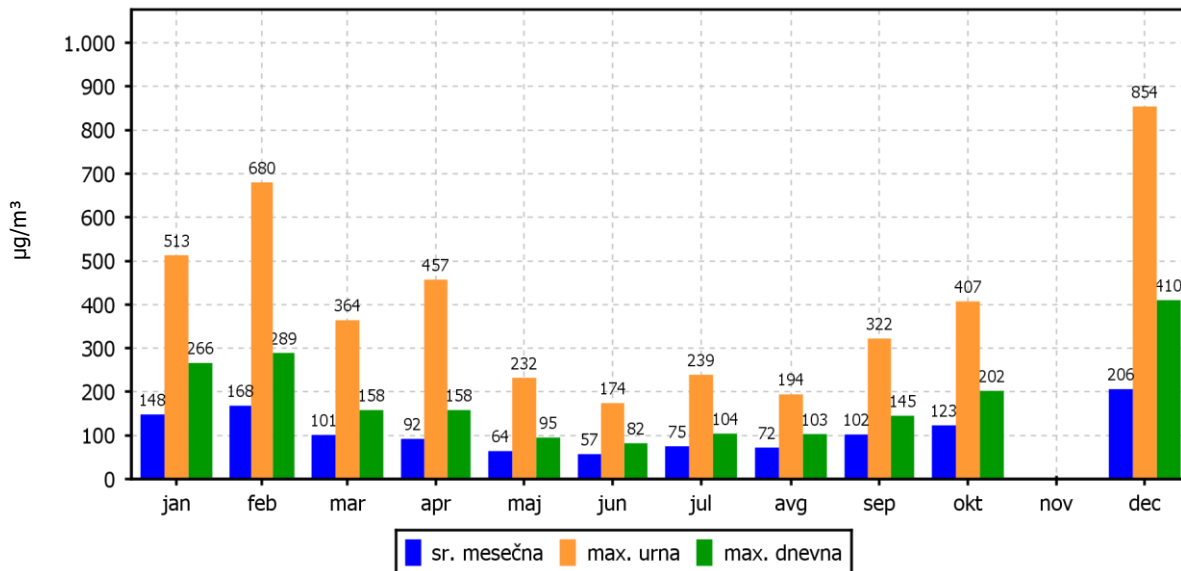
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



2.3.4 Pregled koncentracij v zraku: PAH

- BENZEN**

Letna mejna vrednost benzene ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija benzene je znašala $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in se je pojavile 27.1.2019, maksimalna dnevna koncentracija pa $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja koncentracija v merjenem obdobju pa je znašala $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Večje koncentracije so se pojavile v januarju in februarju.

Mejne vrednosti za benzen :

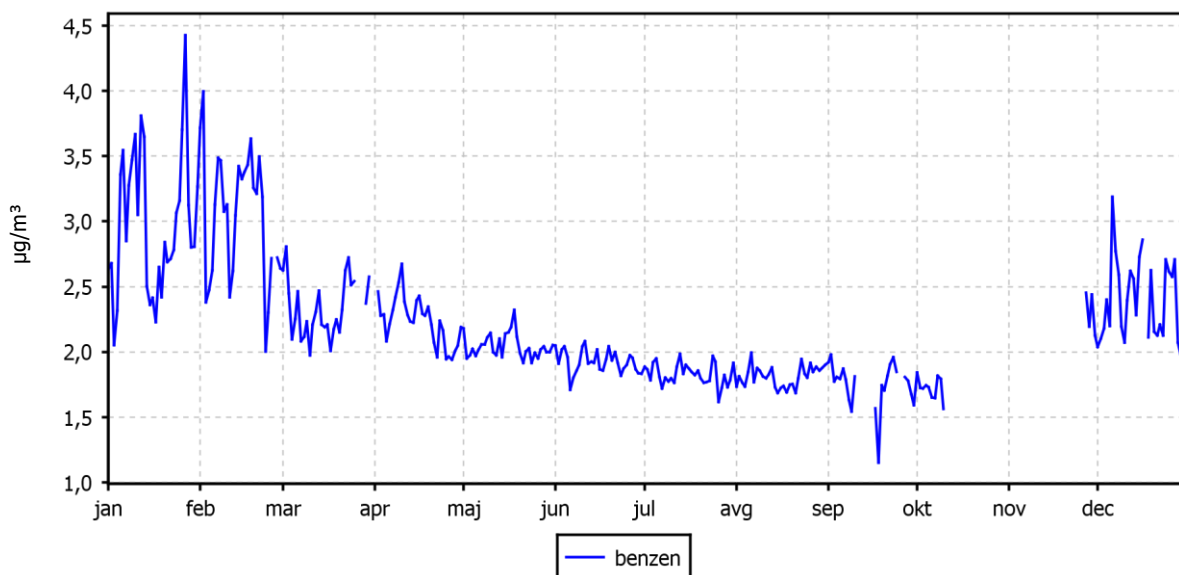
časovni interval povprečenja	mejna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Priporočila po WHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Koledarsko leto	5	Je karcinogen, zato ga WHO v ozračju odsvetuje

Razpoložljivih urnih podatkov:	7351	84%
Maksimalna urna koncentracija:	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	27.01.2019 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	$4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	27.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	$1 \mu\text{g}/\text{m}^3$	18.09.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	$4 \mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	$2 \mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

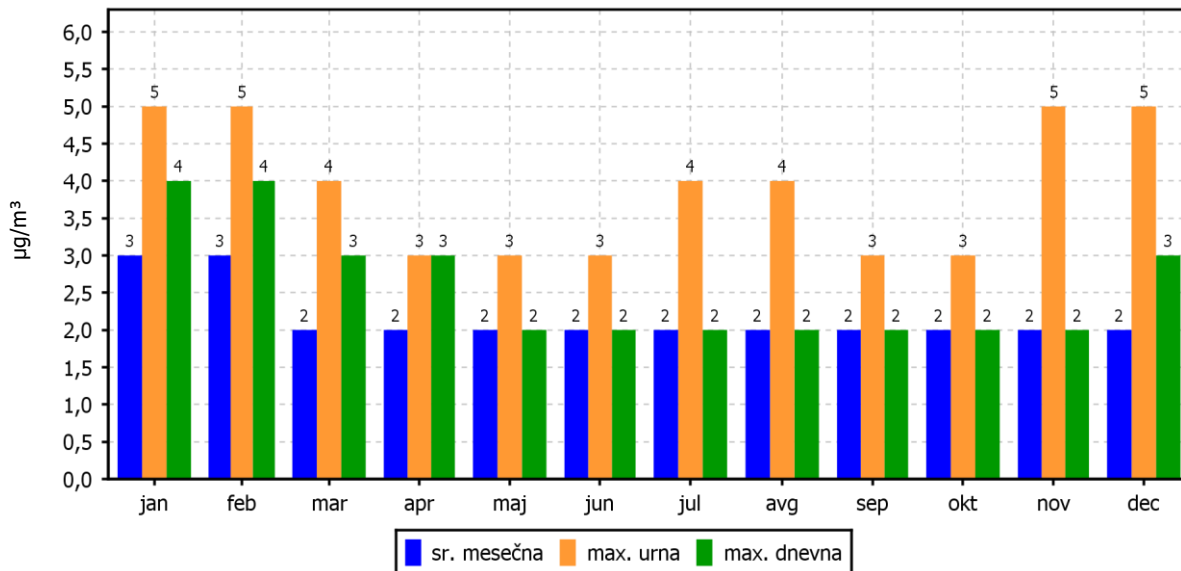
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - benzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



• TOLUEN

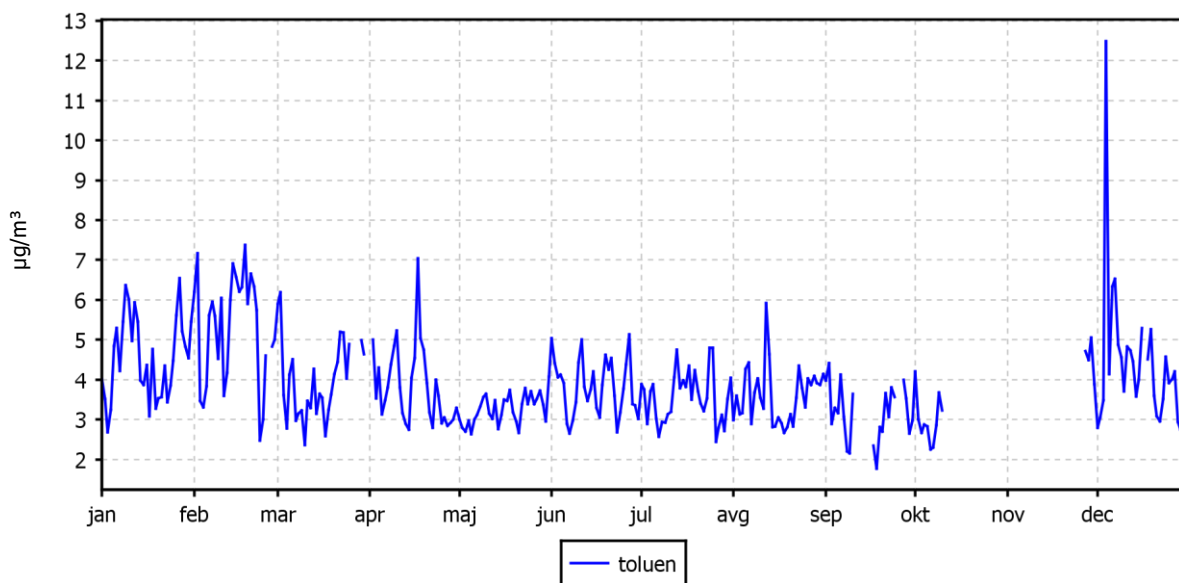
Koncentracije toluena so se v merjenem obdobju gibale med 2 in 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja koncentracija pa je bila 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najvišja vrednost se je pojavila 4.12 ob 12:00, kar je najverjetneje uporaba topila v bližini merilnega mesta.

Razpoložljivih urnih podatkov:	7351	84%
Maksimalna urna koncentracija:	145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	04.12.2019 12:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	04.12.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18.09.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

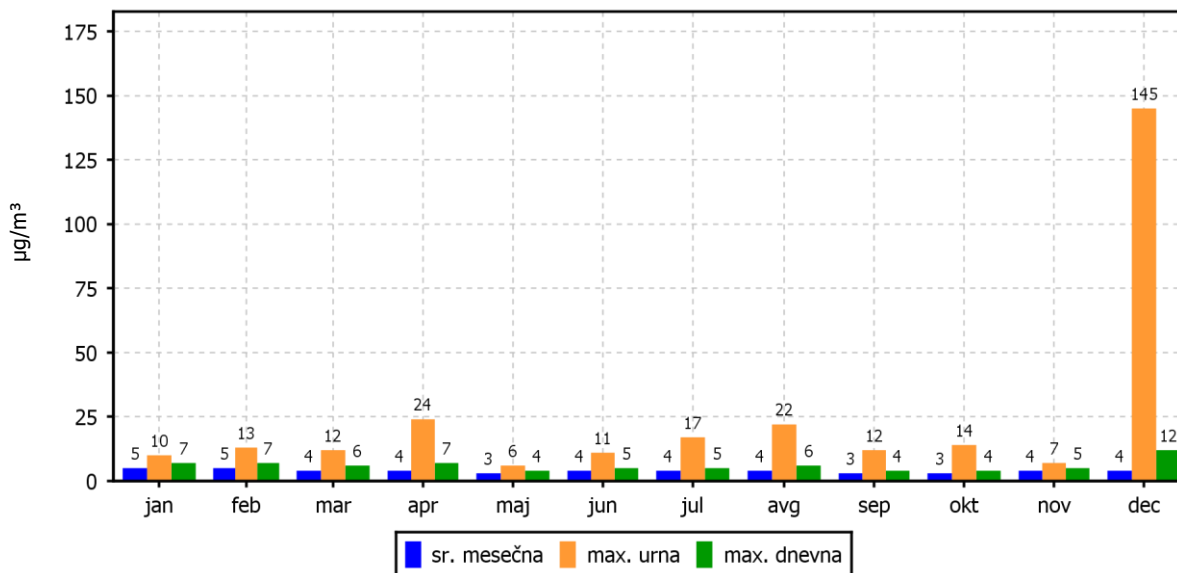
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - toluen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



• M & P KSILEN

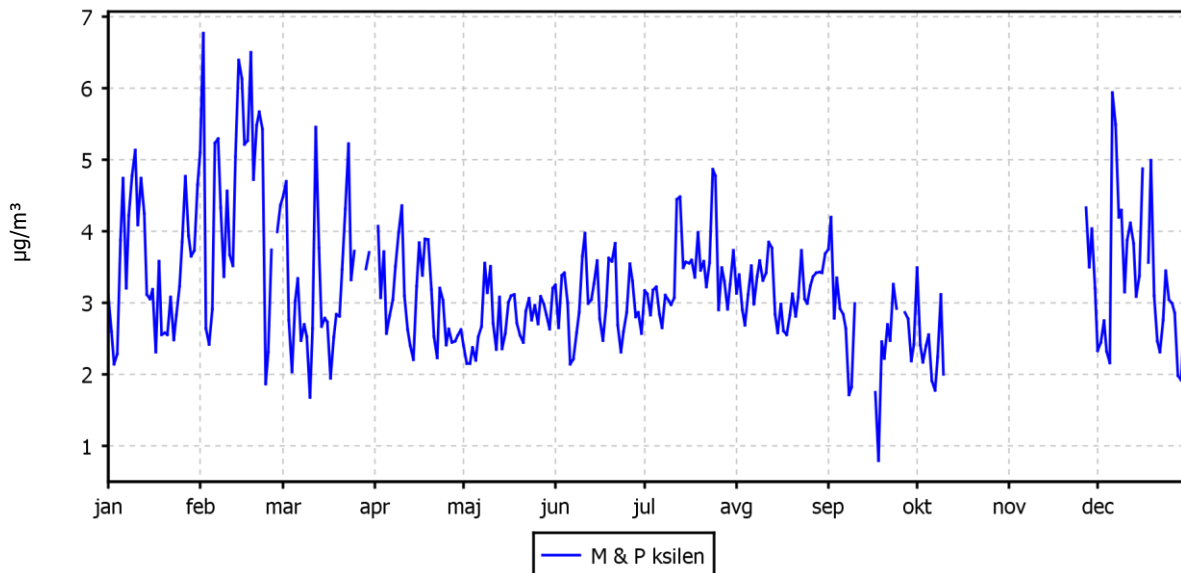
Koncentracije meta in para ksilena so se v merjenem obdobju gibale med 1 in 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Srednja koncentracija pa je bila 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najvišja vrednost se je pojavila 12.03 ob 17:00, kar je najverjetneje uporaba topila v bližini merilnega mesta.

Razpoložljivih urnih podatkov:	7351	84%
Maksimalna urna koncentracija:	32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12.03.2019 17:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	02.02.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18.09.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - M & P ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

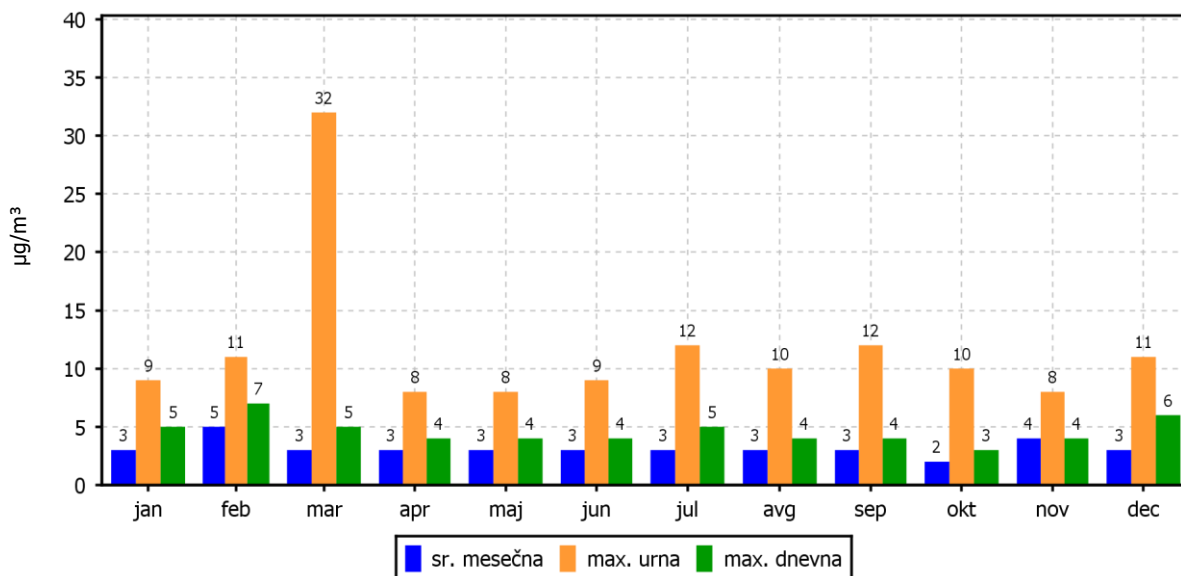
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - M & P ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



• **ETILBENZEN**

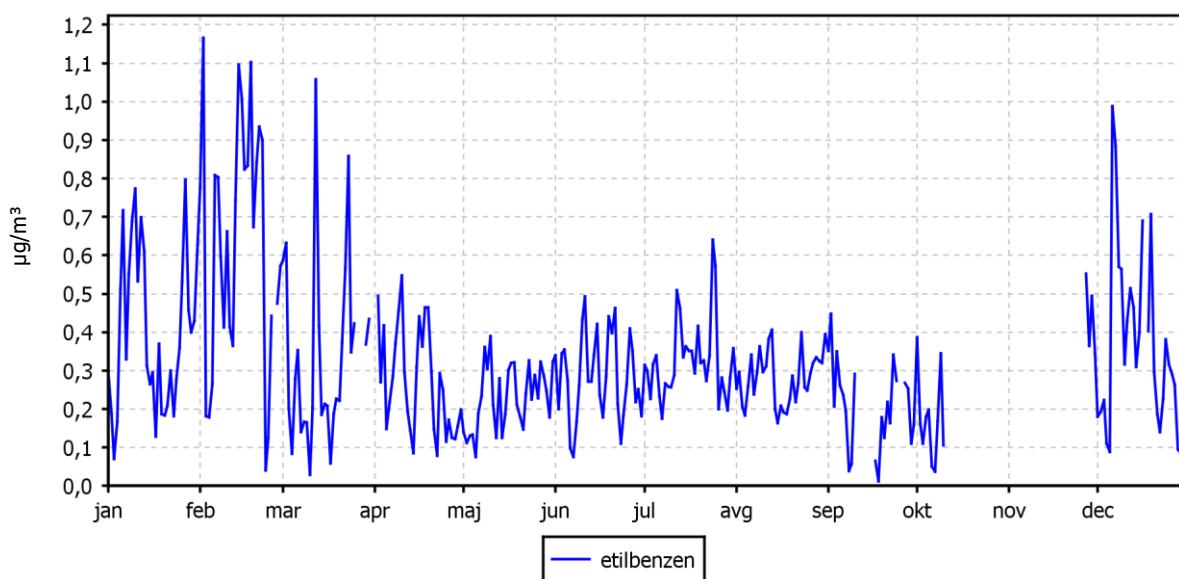
Koncentracije etilbenzena so se v merjenem obdobju gibale med 1 in 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. S. Najvišja vrednost se je pojavila tako kot M&P ksilen in ksilen pojavila 12.03 ob 17:00, kar je najverjetneje uporaba topila v bližini merilnega mesta.

Razpoložljivih urnih podatkov:	7351	84%
Maksimalna urna koncentracija:	11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12.03.2019 17:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	02.02.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18.09.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

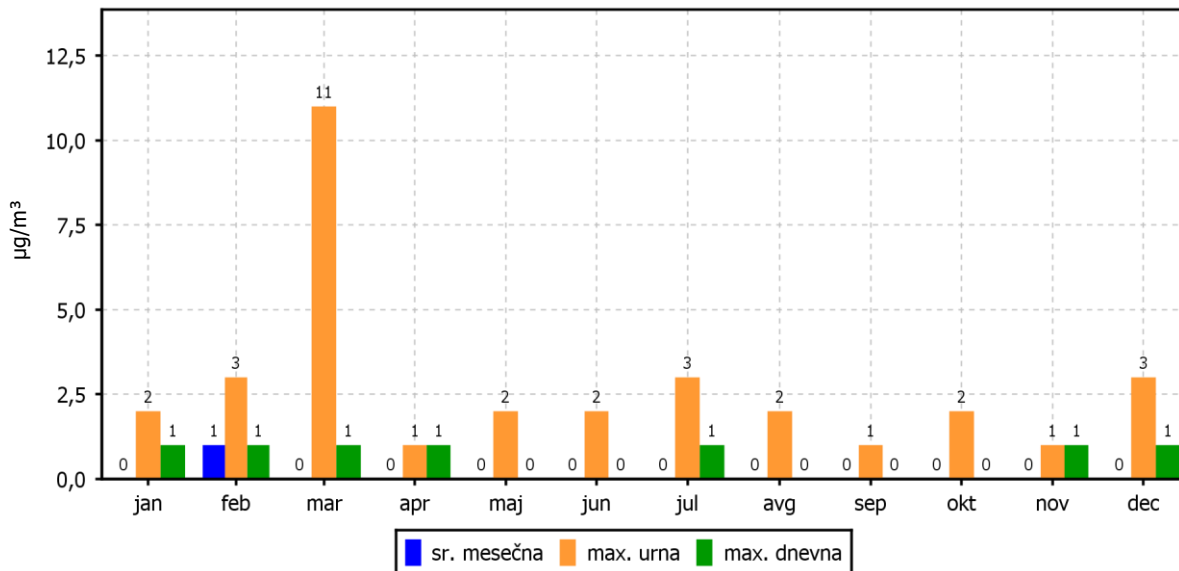
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - etilbenzen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



• KSILEN

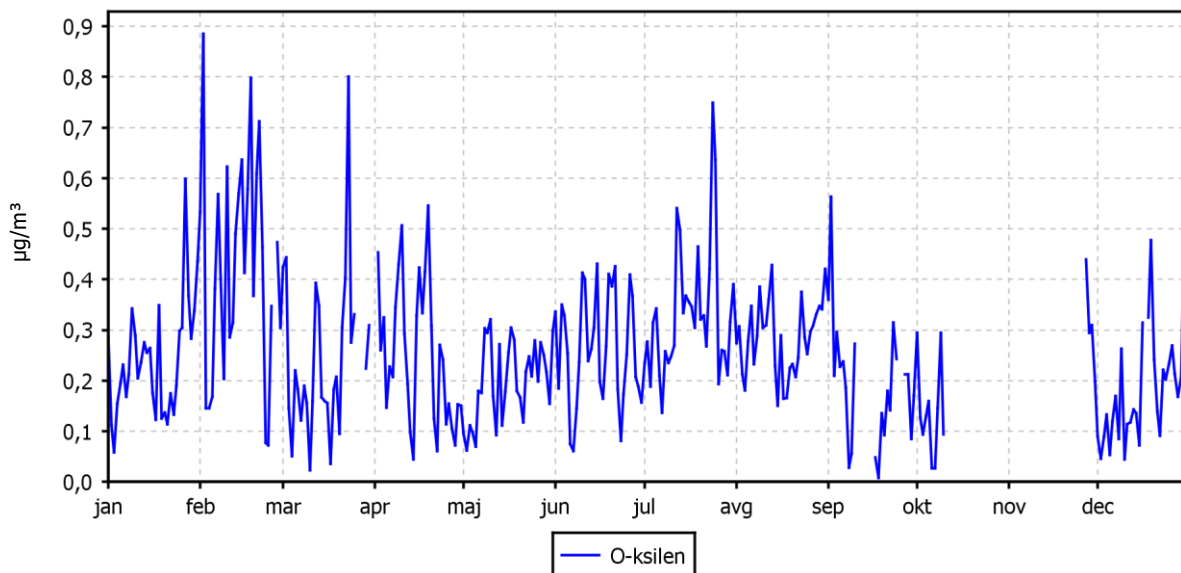
Koncentracije ksilena so se v merjenem obdobju gibale med 1 in 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Najvišja vrednost se je pojavila dne 24.03 ob 0:00.

Razpoložljivih urnih podatkov:	7351	84%
Maksimalna urna koncentracija:	8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	24.03.2019 00:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	02.02.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18.09.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

DNEVNE KONCENTRACIJE - O-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

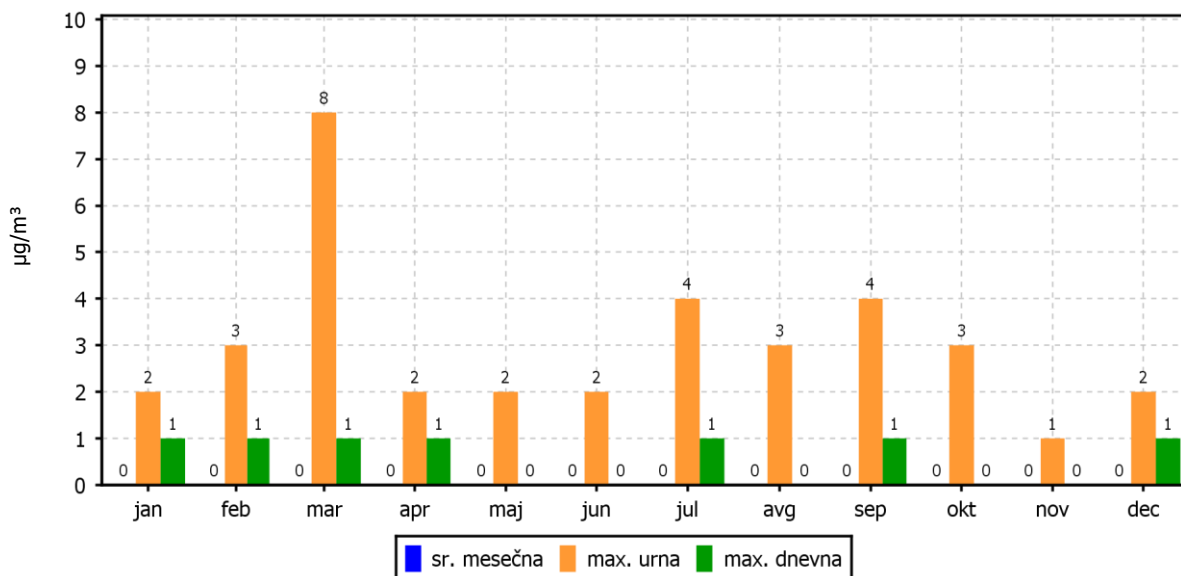
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - O-ksilen

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



2.3.5 Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀

V merjenem obdobju je bilo izmerjenih 86% pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena zgolj 37-krat, medtem ko je bila v letu 2018 in v letu 2017 dnevna mejna vrednost presežena 51-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 1993 µg/m³, dne 31.8.2019 ob 13:00. Vir tako visoke koncentracije je bil zelo kratkotrajen in lokalni, prav tako so se v tem času v bližini merilnega mesta izvajala gradbena dela. Maksimalna dnevna koncentracija je bila 153 µg/m³, dne 27.01, kar je posledica vpliva meteorologije v drugi polovici januarja in začetku februarja. Srednja letna koncentracija je znašala 34 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je srednji. 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:

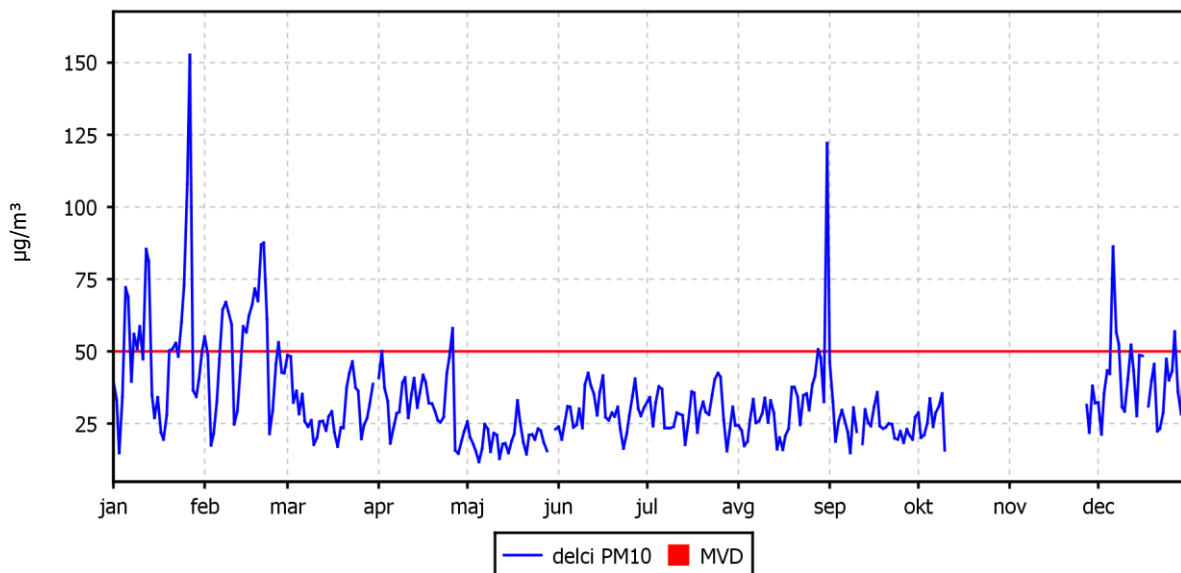
časovni interval povprečenja	mejna vrednost (µg/m ³)	Priporočila po WHO (µg/m ³)
1 dan	50 (ne sme biti presežena več kot 35-krat v koledarskem letu)	50
Koledarsko leto	40	20

Razpoložljivih urnih podatkov:	7559	86%
Maksimalna urna koncentracija:	1993 µg/m ³	31.08.2019 13:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	153 µg/m ³	27.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	12 µg/m ³	05.05.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	34 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	37	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	58 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	86 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

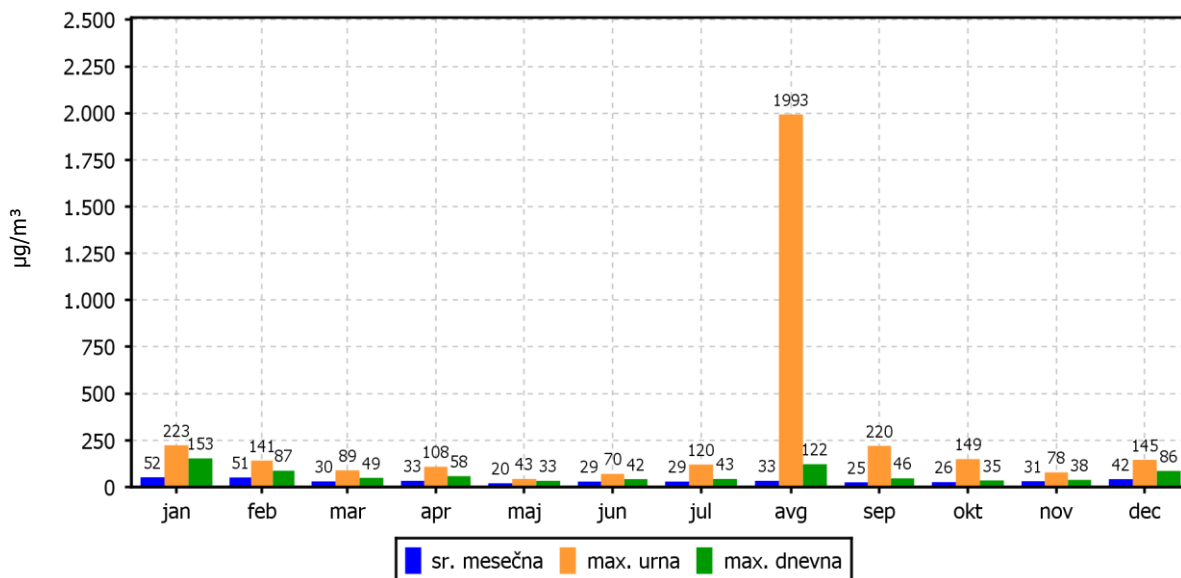
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



2.3.6 Pregled koncentracij v zraku: PM_{2.5}

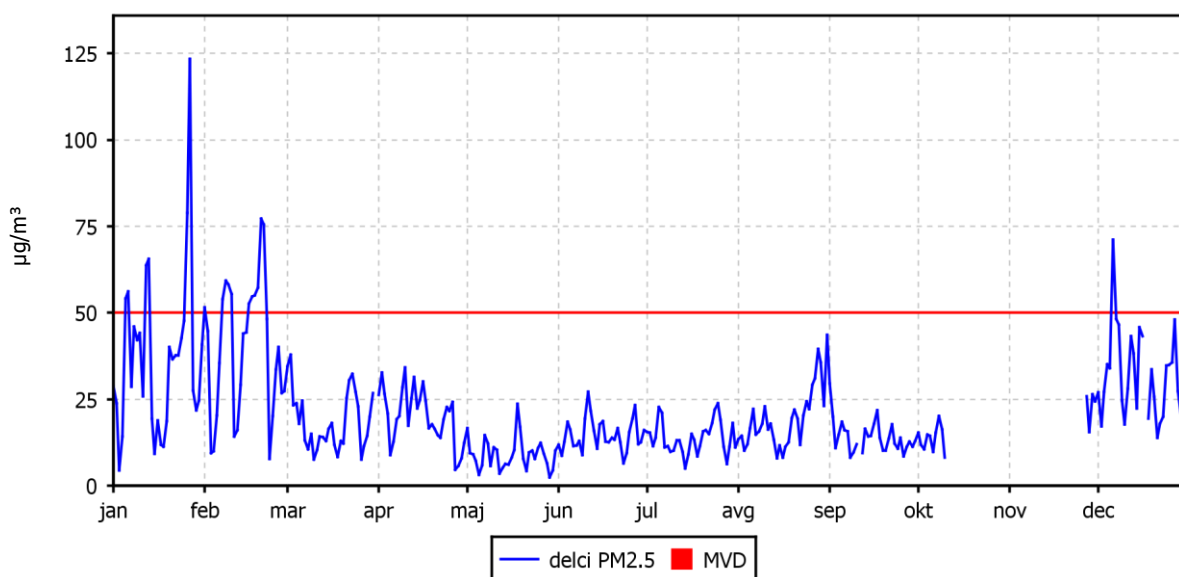
Z majem 2018 so se na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova vzpostavile tudi meritve prašnih delcev z velikosti premera 2.5 µm. Koncentracije PM_{2.5} imajo podoben trend kot koncentracije PM₁₀, opazne so manjše koncentracije v poletnih mesecih ter višje v zimskih mesecih. Maksimalna urna koncentracija delcev PM_{2.5} je znašala 380 µg/m³, na isti dan kot maksimalna koncentracija PM₁₀, torej 31.08.2019 ob 13:00. Maksimalna dnevna koncentracija je bila 123 µg/m³ prav tako na dan 27.01. Srednja letna koncentracija v merjenem obdobju je znašala 22 µg/m³. Priloga 3 *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS št. 9/11 in 8/15)* podaja mejne vrednosti ciljnega zmanjševanja izpostavljenosti na ozemlju republike Slovenije za PM_{2.5}. Ta vrednost je podana kot povprečna letna vrednost 20 µg/m³ do leta 2020, po letu 2020 pa je ta vrednost 20 µg/m³. V letu 2019 mejna vrednost za PM_{2.5} na lokaciji Tivolska-Verovškova ni bila presežena. 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 2019 so se najvišje koncentracije pojavile v januarju, februarju in decembru.

Razpoložljivih urnih podatkov:	7584	87%
Maksimalna urna koncentracija:	380 µg/m ³	31.08.2019 13:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	123 µg/m ³	27.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m ³	29.05.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	22 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	19	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	44 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	66 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

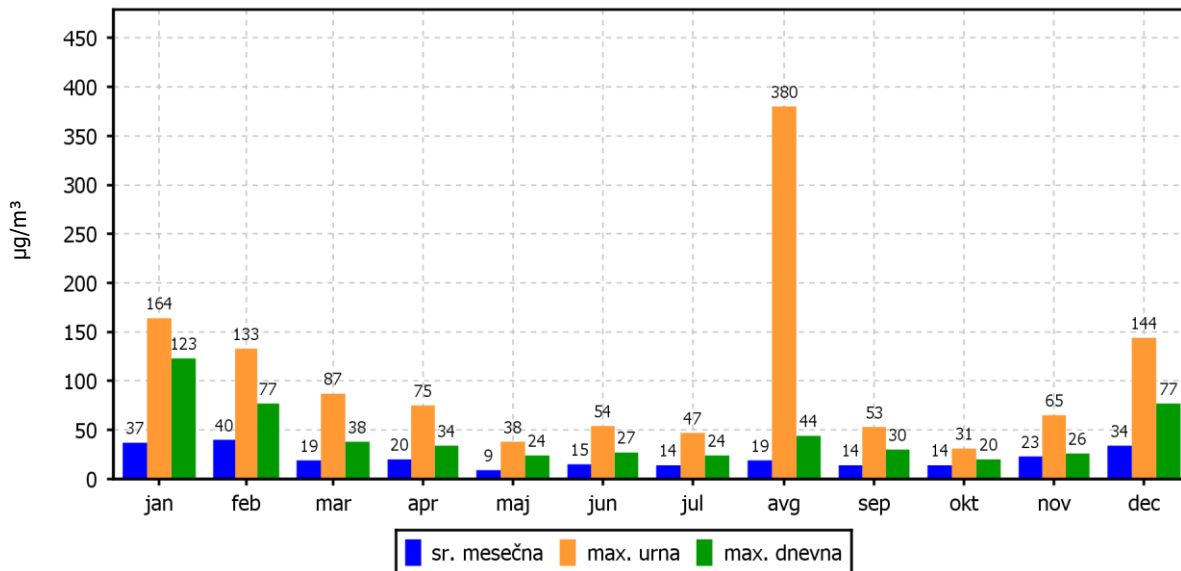
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - delci PM2.5

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



2.4 METEOROLOŠKE MERITVE

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

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8533	97%	8554	98%
Maksimalna urna vrednost	37 °C	27.06.2019 15:00:00	89%	23.10.2019 07:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	29 °C	27.06.2019	87%	02.02.2019
Minimalna urna vrednost	-8 °C	26.01.2019 05:00:00	17%	23.02.2019 15:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-4 °C	26.01.2019	26%	23.02.2019
Srednja vrednost v obdobju	12 °C		66%	

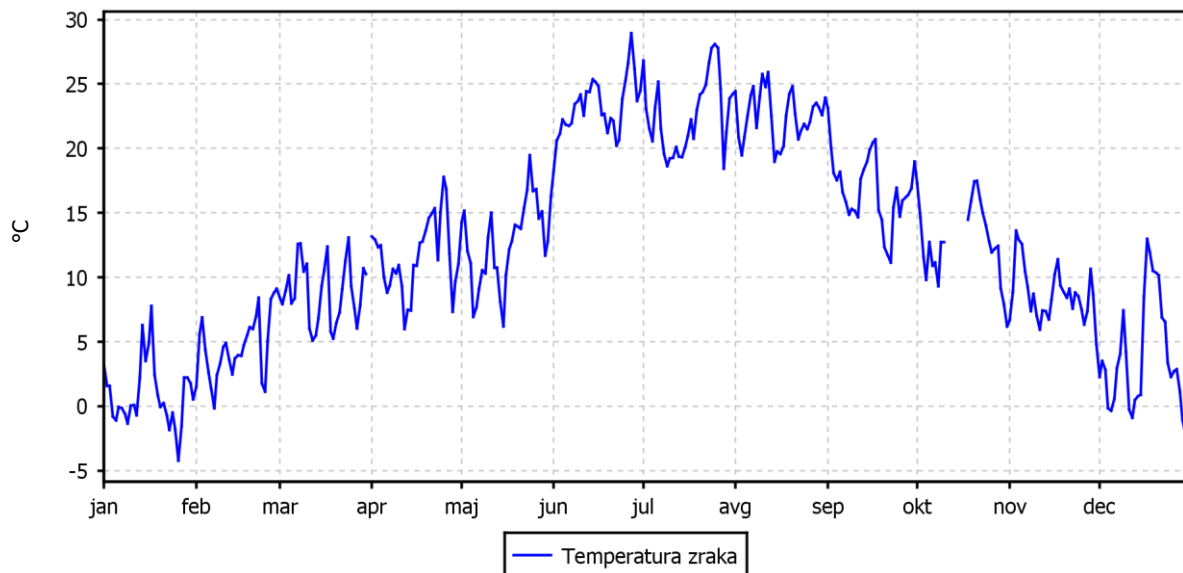
TEMPERATURA	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
-50.0 do 0.0 °C	599	7	22	6
0.0 do 3.0 °C	731	9	30	8
3.0 do 6.0 °C	748	9	27	8
6.0 do 9.0 °C	1151	13	52	15
9.0 do 12.0 °C	1129	13	51	14
12.0 do 15.0 °C	947	11	42	12
15.0 do 18.0 °C	844	10	30	8
18.0 do 21.0 °C	897	11	34	10
21.0 do 24.0 °C	601	7	38	11
24.0 do 27.0 °C	411	5	27	8
27.0 do 30.0 °C	301	4	4	1
30.0 do 50.0 °C	174	2	0	0
Skupaj	8533	100	357	100

REL. VLAŽNOST	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
0.0 do 20.0 %	22	0	0	0
20.0 do 30.0 %	231	3	1	0
30.0 do 40.0 %	652	8	6	2
40.0 do 50.0 %	850	10	29	8
50.0 do 60.0 %	1077	13	82	23
60.0 do 70.0 %	1475	17	96	27
70.0 do 80.0 %	1882	22	93	26
80.0 do 90.0 %	2365	28	50	14
90.0 do 100.0 %	0	0	0	0
Skupaj	8554	100	357	100

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

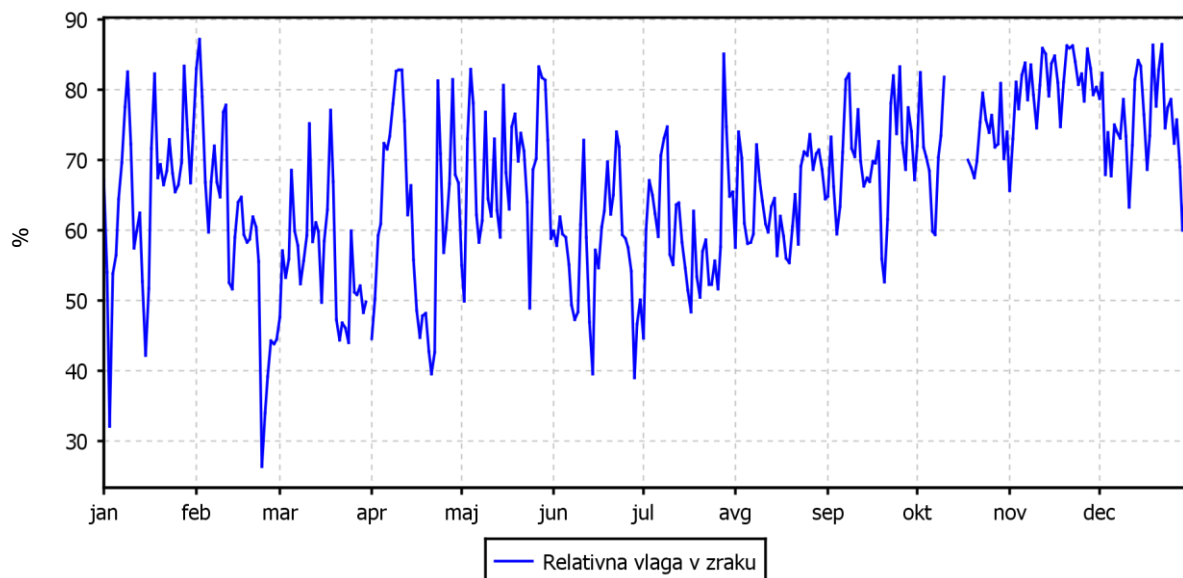
01.01.2019 do 01.01.2020



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

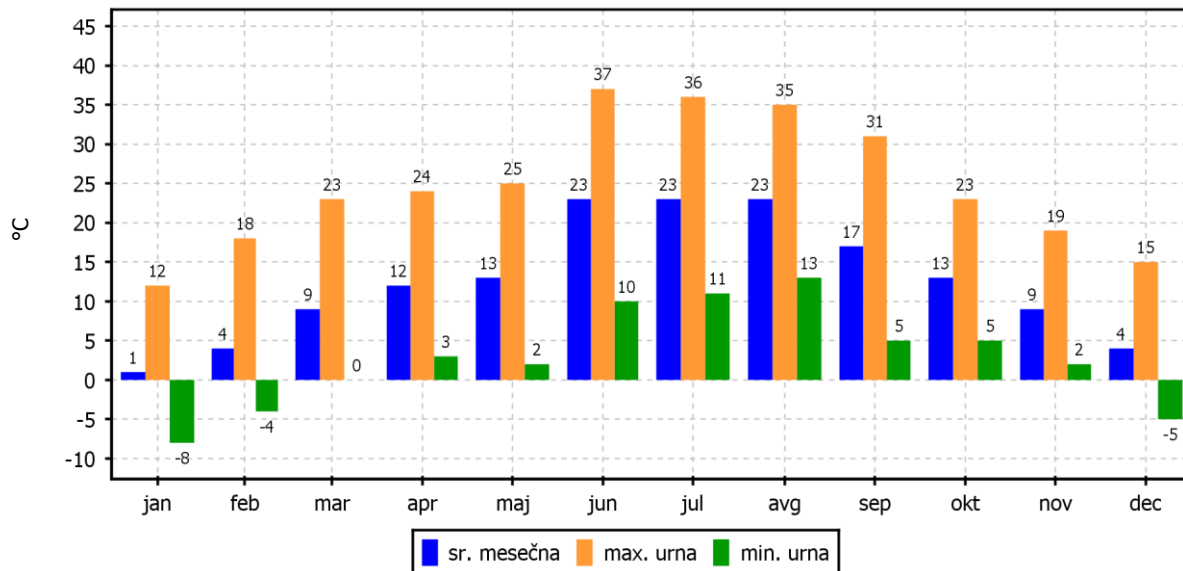
01.01.2019 do 01.01.2020



TEMPERATURA ZRAKA

Mestna občina Ljubljana (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2019 do 01.01.2020



2.5 MERITVE HRUPA

2.5.1 Meritve hrupa – Tivolska - Vošnjakova

Lokacija meritev: OMS - MOL
Postaja: Tivolska - Vošnjakova
Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

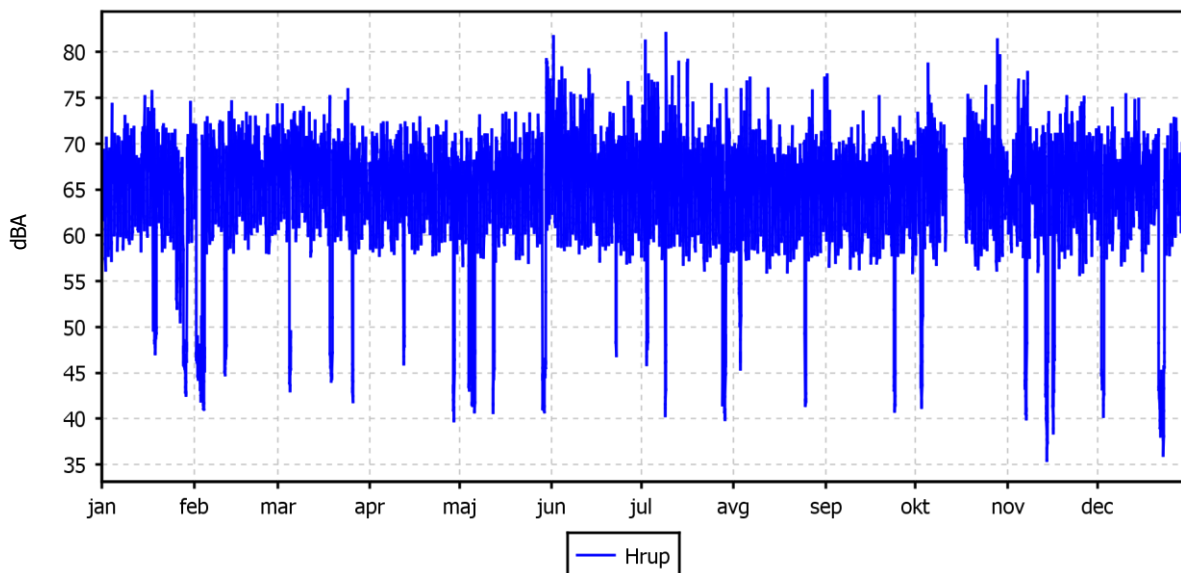
Razpoložljivih urnih podatkov:	8554	98 %
Maksimalna urna raven:	82	09.07.2019 9:00
Minimalna urna raven:	35	14.11.2019 3:00
Maksimalna vrednost kazalca Ldvn:	76	30.05.2019
Minimalna vrednost kazalca Ldvn:	42	22.12.2019
Število primerov nad (MVK) Ldvn 60 dBA:	352	
Število primerov nad (KVK) Ldvn 69 dBA:	80	
Maksimalna vrednost kazalca Lnoč:	74	30.05.2019
Minimalna vrednost kazalca Lnoč:	39	22.12.2019
Število primerov nad (MVK) Lnoč 50 dBA:	357	
Število primerov nad (KVK) Lnoč 59 dBA:	346	

Razredi porazdelitve	Čas. interval - URA		Kazalci Ldvn		Kazalci Lnoč	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
0 do 50 dBA	453	5	4	1	3	1
50 do 55 dBA	34	0	2	1	0	0
55 do 60 dBA	633	7	3	1	14	4
60 do 65 dBA	2056	24	10	3	322	89
65 do 70 dBA	4481	52	282	78	20	6
70 do 75 dBA	813	10	58	16	1	0
75 do 80 dBA	80	1	2	1	0	0
80 do 85 dBA	4	0	0	0	0	0
85 do 90 dBA	0	0	0	0	0	0
90 do 130 dBA	0	0	0	0	0	0
Skupaj	8554	100	361	100	360	100

URNE VREDNOSTI

Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

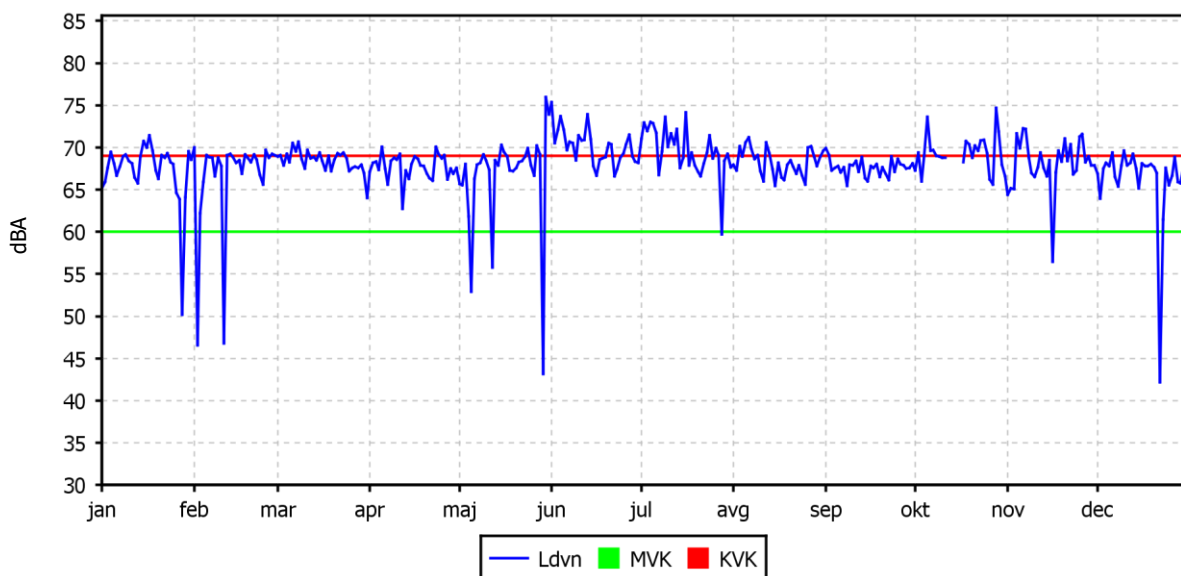
01.01.2019 do 01.01.2020



KAZALCI Ldvn

Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

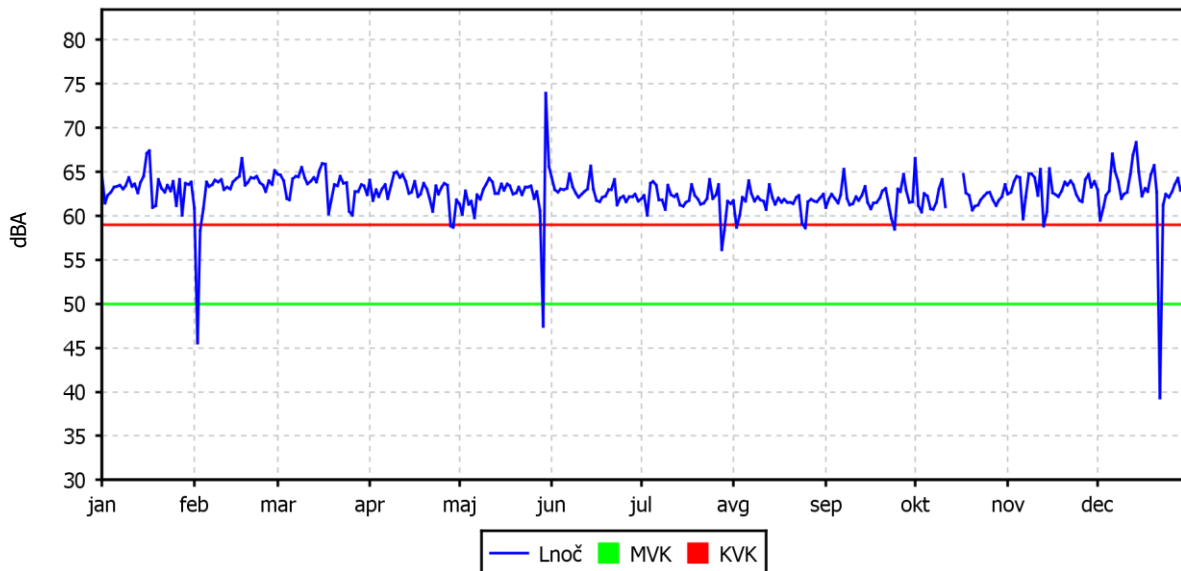
01.01.2019 do 01.01.2020



KAZALCI Lnoč

Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

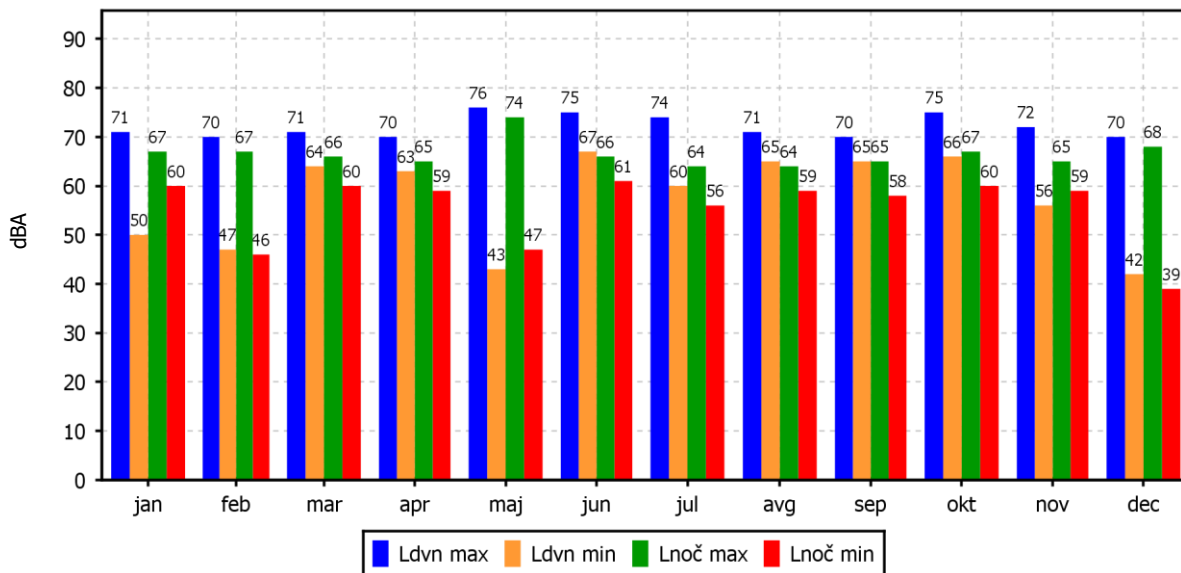
01.01.2019 do 01.01.2020



EKSTREMI KAZALCEV Ldvn IN Lnoč

Mestna občina Ljubljana (MOL-OMS)

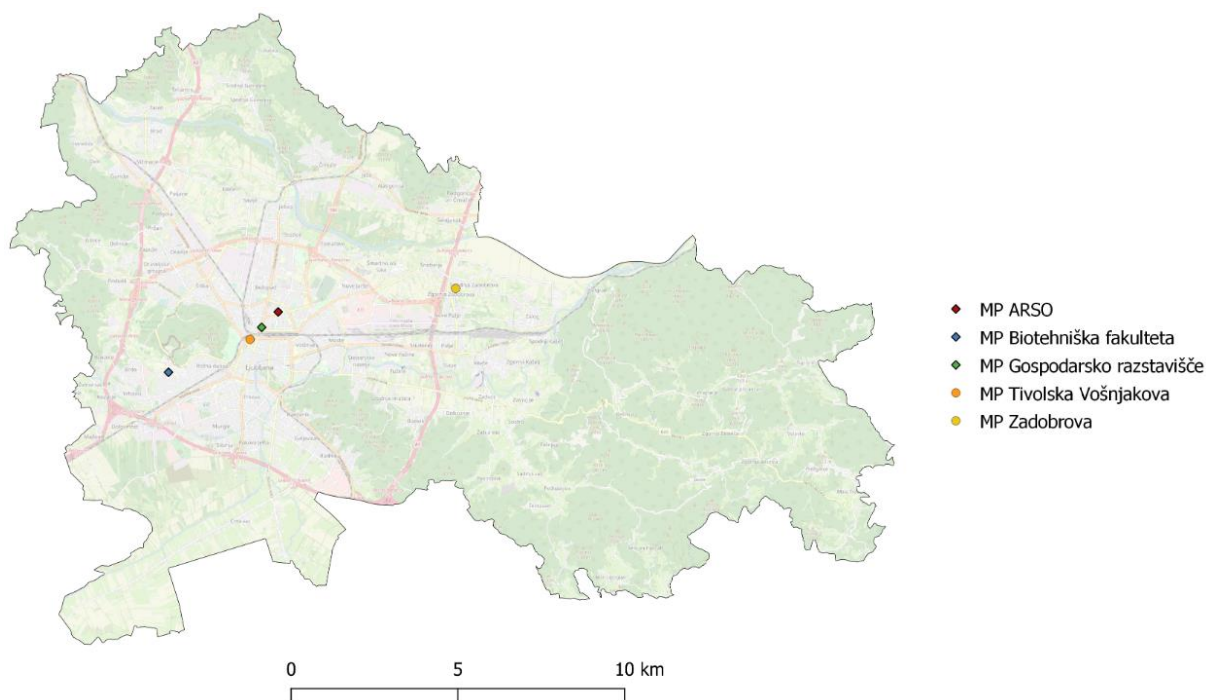
01.01.2019 do 01.01.2020





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 osebje Elektroinštituta Milan Vidmar (EIMV). Prav tako osebje 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



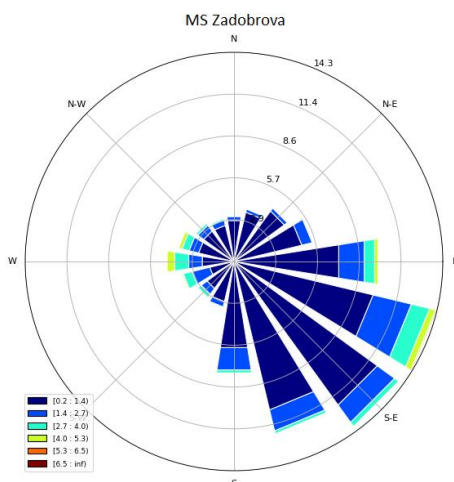
Stalna merilna mesta v MOL.

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 Zadobrova.

Povprečna hitrost vetra v letu 2019 je bila 1 m/s, medtem ko je bila najmočnejša hitrost vetra v tem obdobju 7 m/s, dne 23.2. ob 2:00.

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



Roža vetrov na merilnem mestu Zadobrova v letu 2019.

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}
Bežigrad	ARSO	299	462673	102490	B- ozadje	U -mestno	R -stanovanjsko C - poslovno	SO ₂ , 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
Zadobrova	EIMV	280	468131	103114	I - industrijsko	S – predmestno	R – stanovanjsko A – kmetijsko	SO ₂ , O ₃ , NO ₂ /NO _x , PM ₁₀ + meteorologija

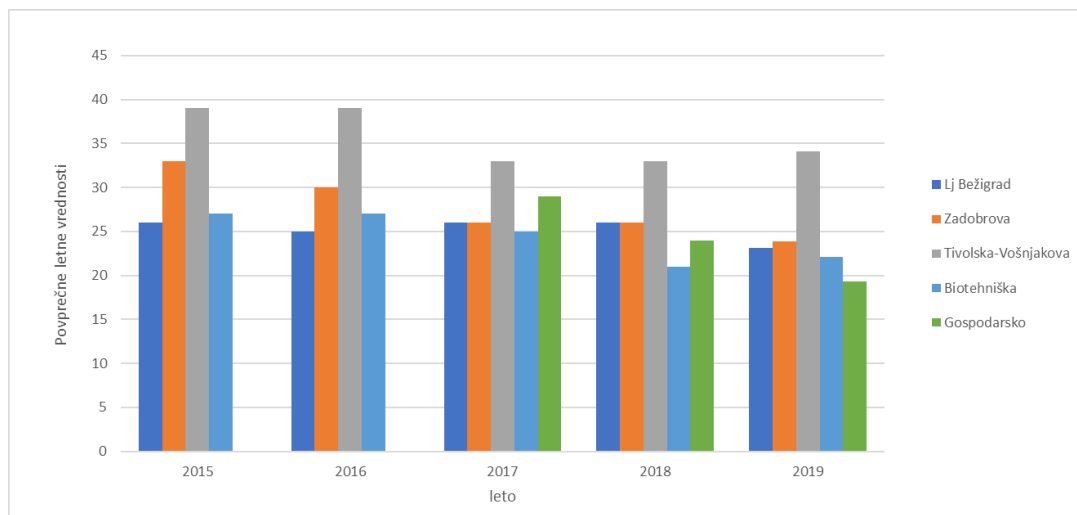
3.1 ANALIZA PM₁₀ V OBDOBJU MED 2015-2019 V MOL

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 39 preseganj na lokaciji Tivolska-Vošnjakova, medtem ko jih na ostalih merilnih mestih ni bilo.

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.

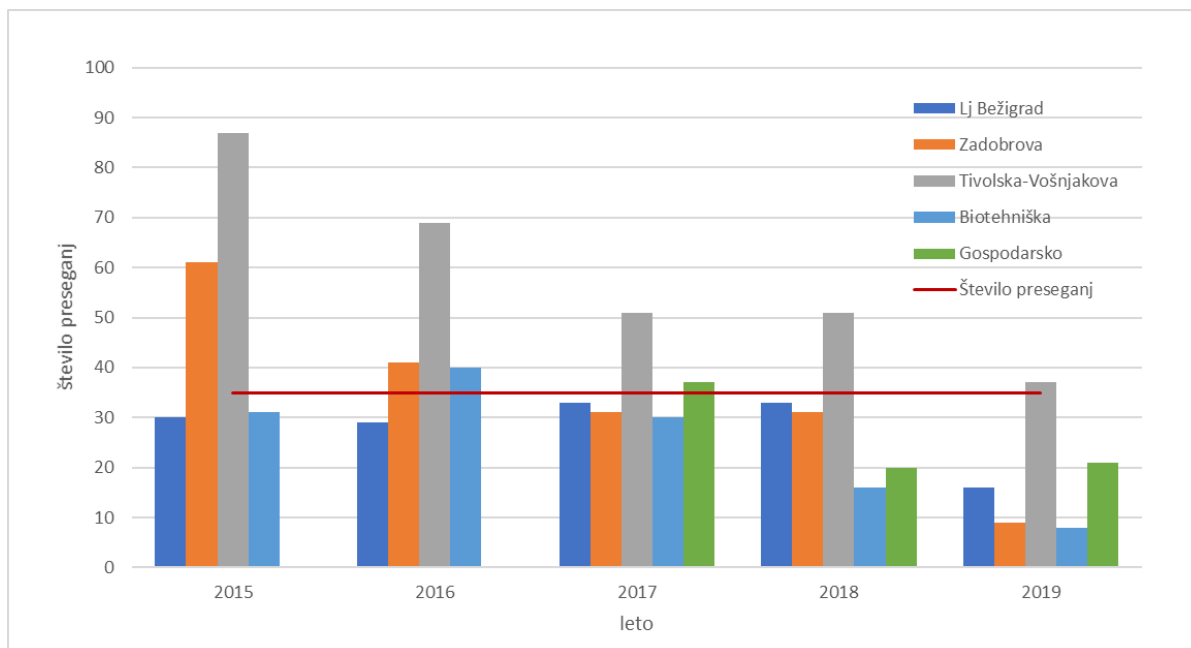
Pregled povprečnih, minimalnih in maksimalnih ter števila dovoljenih preseganj mejnih dnevni vrednosti na stalnih merilnih mestih v Ljubljani:

		2015	2016	2017	2018	2019
Povprečna vrednost	Lj Bežigrad	26	25	26	26	23
	Tivolska-Vošnjakova	39	39	33	33	34 ²
	Biotehniška	27	27	25	21	22
	Gospodarsko	/	/	29	24	19
	Zadobrova	33	30	26	26	24
Min vrednost	Lj Bežigrad	2	5	2	2	4
	Tivolska-Vošnjakova	5	10	5	5	12 ²
	Biotehniška	6	6	5	2	4
	Gospodarsko	/	/	4	5	3
	Zadobrova	7	5	4	4	5
Max vrednost	Lj Bežigrad	286	99	129	129	100
	Tivolska-Vošnjakova	107	125	152	152	153 ²
	Biotehniška	117	115	126	88	82
	Gospodarsko	/	/	152	90	103
	Zadobrova	115	130	160	160	116
Število Preseganj mejne dnevne vrednosti	Lj Bežigrad	30	29	33	33	16
	Tivolska-Vošnjakova	87	69	51	51	37 ²
	Biotehniška	31	40	30	16	8
	Gospodarsko	/	/	37	20	21
	Zadobrova	61	41	31	31	9



Pregled povprečnih letnih vrednosti PM₁₀ na merilnih mestih v Ljubljani.

² Vrednosti na lokaciji Tivolska-Vošnjakova so informativne narave, razpoložljivost podatkov je bila 86%, kljub temu pa podatki zajemajo zimsko obdobje, ko so emisije najvišje.



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 μm³. 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 oplasčanja s dežnimi kapljicami, ki so v obliki megli.

3.2 ANALIZA NO₂/NO_x V OBDOBJU MED 2015-2019 V MOL

Pregled vrednosti NO₂ na stalnih merilnih mestih v Ljubljani:

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

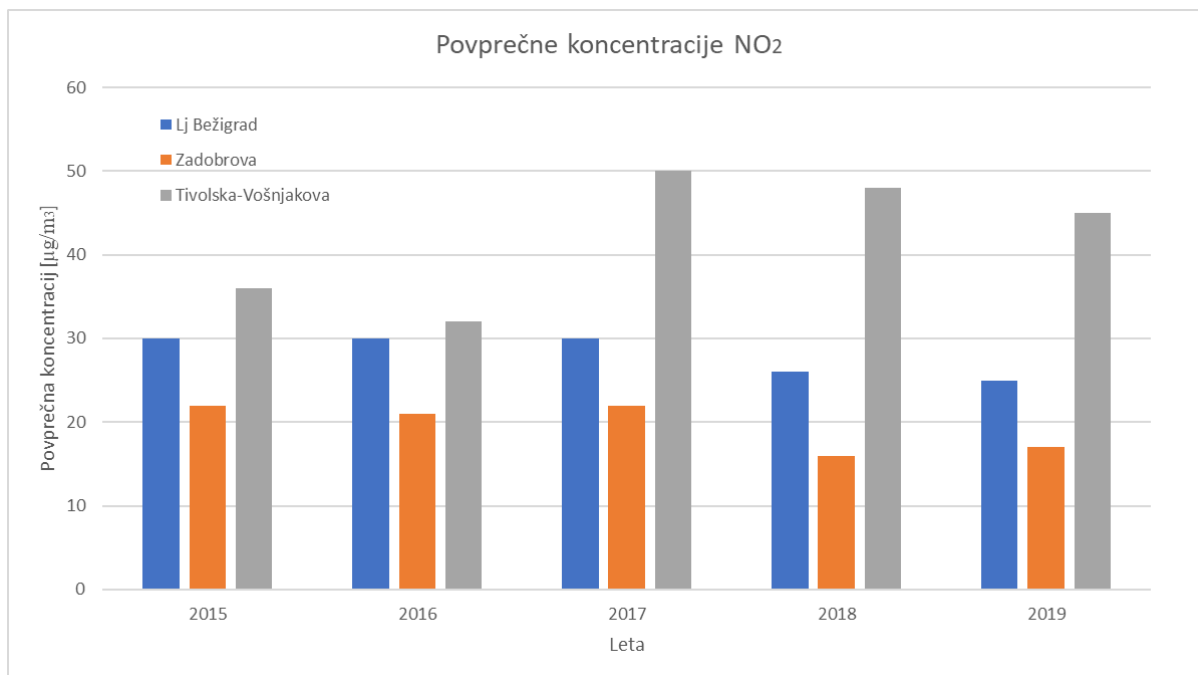
Meritve dušikovih oksidov se v Ljubljani izkazujejo na merilnem mestu Bežigrad, Tivolska-Vošnjakova in Zadobrova. Na merilnih mestih Zadobrova in Bežigrad je opazen manjši negativen trend koncentracij tekom obdobja med letom 2015 in 2019, medtem ko je na merilnem mestu Tivolska-Vošnjakova opazen dvig koncentracij. Glede na to, da je merilno mesto locirano na prometni lokaciji je pozitiven trend lahko posledica

³ Seinfeld J H. and Pandis S. N., *Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change*, Wiley, 2016.

⁴ Vrednosti so informativne narave, razpoložljivost podatkov je bila 63%, kljub temu pa podatki zajemajo zimsko obdobje, ko so emisije najvišje.

⁵ Vrednosti so informativne narave, razpoložljivost podatkov je bila 81%, kljub temu pa podatki zajemajo zimsko obdobje, ko so emisije najvišje.

spreminjajočega oziroma povečanega voznega parka v Ljubljani.



Pregled povprečnih vrednosti koncentracij NO₂ 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 NO₂/NO_x so posledično tudi koncentracije dušikovih oksidov na merilnih mestih ob večjih prometnicah najvišje. Med njimi pa izstopajo merilniki lociranih ob pomembnejših križiščih, kjer vožnja ni enakomerna in stalna, vendar se vozila konstantno ustavljajo in speljujejo. V takih pogojih je dokazano, da so koncentracije dušikovih oksidov največje⁶.

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



4. ZAKLJUČEK

Zaradi izjemnega dogodka na merilni postaji je v jesen 2019, natančneje med 11.10.2019 in 4.12.2019, je v tem obdobju nastal izpad meritev. Posledično se rezultati letnega niza meritev upoštevajo kot informativni, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate 90%.

V letu 2019 je bilo na merilnem mestu izmerjenih 86% meritev PM₁₀, 85% meritev SO₂, 84% meritev PAH in 81% meritev NO₂/NO_x. Iz niza meritev je razvidno, da je bilo preseženo dovoljeno število preseganj dnevnih mejnih vrednosti meritev PM₁₀ 37-krat od zakonodajno dovoljenih 35-krat. V primerjavi z letom prej pa se je število dnevnih preseganj zmanjšalo za 14-krat. Srednja letna vrednost NO₂ je bila 45 µg/m³, zakonodajna mejna vrednost pa je 40 µg/m³. Pri tem je potrebno 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.