

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE LJUBLJANA,
FEBRUAR 2023**

Oznaka dokumenta: 223226-B-2-2

Ljubljana, marec 2023

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE LJUBLJANA,
FEBRUAR 2023**

Oznaka dokumenta: 223226-B-2-2

Ljubljana, marec 2023

Direktor:

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



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

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

W www.eimv.si

Oddelek za okolje

© Elektroinštitut Milan Vidmar, 2023

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

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

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

Naročilo: Pogodba: C7560-21-210011

Odgovorna oseba: Svetlana ČERMELJ

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

Delovni nalog: 223226

Projekt: 223226-B: Monitoring kakovosti zunanjega zraka, meteoroloških parametrov in meritev hrupa z merilno opremo naročnika

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

Aktivnost: 223226-B-2

Naloga: 223226-B-2-2

Naslov: Analiza rezultatov meritev kakovosti zraka skladno s prej navedenimi standardni, februar 2023

Oznaka dokumenta: 223226-B-2-2

Datum izdelave: marec 2023

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

Avtorji: Kris ALATIČ, dipl. inž. meh.
Branka HOFER, gim. mat.
Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.
Erik MARČENKO, dipl. inž. str.
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.
Marko PATERNOSTER, inž. el. energ.
mag. Rudi VONČINA, univ. dipl. inž. el.

Vodja oddelka:

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

Poročilo je bilo ustvarjeno z:

- Microsoft Office Word 2007, Microsoft Corporation,
- Microsoft Office Excel 2007, Microsoft Corporation,
- Okoljski informacijski sistem, OOK Reporter, verzija: v3.0 b20220218, Elektroinštitut Milan Vidmar.

POVZETEK

Onesnaženost zraka ima lahko pomembne vplive na zdravje ljudi. Povišane ravni PM delcev in ostalih onesnaževalcev, kot so žveplov dioksid (SO₂) ali dušikovi oksidi (NO_x), se v splošnem pojavljajo predvsem pozimi, ko se prometu, ki je pomemben vir onesnaženosti zraka, priključijo še dodatni viri onesnaženosti – mala kurišča in neugodni klimatski pogoji.

V nadaljevanju predstavljenem poročilu so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanega zraka z Okoljskim merilnim sistemom (OMS) Mestne občine Ljubljana (MOL) na merilnem mestu križišče Tivolske ceste in Vošnjakove ulice.

Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanega zraka, ki jih izvaja Elektroinštitut Milan Vidmar (EIMV): koncentracije SO₂, NO₂/NO_x, PAH, delcev PM₁₀ in PM_{2,5} ter meteorološke meritve. Meritve se nanašajo na februar 2023.

V merjenem obdobju rezultati meritev SO₂ na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 93 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %. Urna mejna vrednost v merjenem obdobju ni bila presežena. Dnevna mejna vrednost v merjenem obdobju ni bila presežena.

V merjenem obdobju rezultati meritev NO₂ na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 97 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %. Urna mejna vrednost v merjenem obdobju ni bila presežena.

V merjenem obdobju rezultati meritev NO_x na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 97 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

V merjenem obdobju rezultati meritev benzen na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 98 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

V merjenem obdobju rezultati meritev toluen na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 98 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

V merjenem obdobju rezultati meritev M&P-ksilen na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 98 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

V merjenem obdobju rezultati meritev etilbenzen na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 98 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

V merjenem obdobju rezultati meritev delcev PM₁₀ na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 100 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %. Dnevna mejna vrednost je bila v merjenem obdobju presežena 11 krat.

V merjenem obdobju rezultati meritev delcev PM_{2,5} na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 100 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

KAZALO VSEBINE

1.	UVOD	1
2.	DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA V mol	3
2.1	LOKALNI DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA	3
2.2	POVZETEK POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA VPLIVA	4
2.3	ZAKONODAJA	5
2.4	Nadzor skladnosti meritev	8
2.5	PODATKI O MERILNEM MESTU OMS MOL	10
3.	REZULTATI MERITEV	13
3.1	VZDRŽEVALNA DELA IN POSEGI	13
3.2	MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA	14
3.2.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂	16
3.2.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂	19
3.2.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x	22
3.2.4	Pregled koncentracij v zraku: benzen	25
3.2.5	Pregled koncentracij v zraku: toluen	28
3.2.6	Pregled koncentracij v zraku: M&P-ksilen	31
3.2.7	Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen	34
3.2.8	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀	37
3.2.9	Pregled koncentracij v zraku: PM _{2,5}	40
3.3	Meteorološke meritve	43
3.3.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku	43
3.3.2	Pregled hitrosti in smeri vetra	46
4.	ZAKLJUČEK	49

1. UVOD

Zrak je zmes plinov, ki nas obdaja. Naravno ravnotežje plinov v zraku je takšno, da v zraku količinsko prevladujeta dušik (78 %) in kisik (21 %), preostalo pa so vsi ostali plini, med njimi tudi žveplov dioksid in ozon. Danes najbolj znanega ogljikovega dioksida je le nekje 0,035 %. Poleg zraka se v ozračju nahaja vodna para in različne snovi, ki lebdijo v zraku imenovani, aerosoli.

Okolje lahko absorbira in razgradi naravne spojine, stežka pa razgradi umetne snovi in kemikalije, zato morajo biti njihovi izpusti čim bolj nadzirani in tudi omejeni. Te snovi vplivajo na počutje in zdravje ljudi kakor tudi na ostalo živo in neživo naravo. Zato so bili tudi vzpostavljeni priporočljivi standardi za kakovost zraka. Z njimi so opredeljene količine onesnaževal v zraku pri katerih ne nastaja tveganje za pojav škodljivega vpliva.

V Republiki Sloveniji je zaradi podnebnih značilnosti in razgibanosti tal še posebej pomembno ustrezno spremljanje kakovosti zraka. Razredčevanje snovi iz izpustov v kotlinah in dolinah je lahko v določenih primerih šibko, zato se lahko krajevno pojavljajo povišane koncentracije snovi oziroma čezmerno onesnažen zrak. Ravno zato je pomembno vzpostaviti nadzorni sistemi kakovosti zraka. Tega poleg osnovne državne mreže predstavljajo še industrijske mreže kakovosti zunanjega zraka in lokalne mreže kakovosti zunanjega zraka.

Poročilo je namenjen mesečnemu prikazu spremljanja in analize rezultatov merilnega sistema Mestne občine Ljubljana (MOL) na merilnem mestu, ki je locirano na križišču Tivolske ceste in Vošnjakove ulice ter spremljanju kakovosti zunanjega zraka v letu 2023 v Mestni občini Ljubljana.

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;
- testiranje merilnikov;
- rezultate meritev kakovosti zraka;
- komentar in povzetek rezultatov meritev kakovosti zraka;
- analizo koncentracij parametrov v zunanjem zraku na območju Mestne občine Ljubljana.

Sprotne vrednosti posameznih koncentracij v zunanjem zraku in vrednosti meteoroloških parametrov so dostopne tudi na spletni strani: <http://www.okolje.info/> (Mestna občina Ljubljana).

2. DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA V MOL

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

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

S sprejetjem **Zakona o varstvu okolja** (Uradni list RS, št. 44/22 – ZVO-2) 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.

2.1 LOKALNI DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

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 onesnaževala potujejo na dolge razdalje in tako vplivajo na večje območje.



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

2.2 POVZETEK POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA VPLIVA

V Sloveniji je predvsem izpostavljen problem onesnaženosti s koncentracijami prašnih delcev, ki so predvsem posledica industrijskih procesov, lokalnih izpustov malih kurilnih naprav za ogrevanje in pripravo tople sanitarne vode v gospodinjstvu in emisij iz prometa. Kratkotrajna in dolgotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam onesnaževala 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 žveplov dioksid (SO₂), dušikovi oksidi (NO₂), prašni delci (PM₁₀ in PM_{2,5}), ozon (O₃) in policiklični aromatski ogljikovidi (PAH).

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

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku.

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

<p>4. Etilbenzen Glavni vir je naftna industrija in uporaba nafte. Je zelo hlapna spojina in se jo v večini pričakuje v zraku.</p>	<p>Meja toksičnosti etilbenzena je zelo nizka. V človeku se nalaga v maščobi in se izloča z urinom.</p>
<p>5. Benzen (C₆H₆) je pri sobni temperaturi hlapna organska spojina brez barve, ki se nahaja v naftnih derivatih. Pomemben vir pa je tudi petrokemična industrija in različni procesi izogrevanja.</p>	<p>Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi.</p>
<p>Delci PM₁₀ PM₁₀ so grobi delci z aerodinamičnim premerom med 2,5 µm in 10 µm. Sestavljeni so iz različnih organskih in anorganskih snovi, pretežno pa iz žvepla, nitrata, amonijaka, črnega ogljika, mineralov in vode. Lahko so primarnega ali sekundarnega izvora (tvorijo se pri kemijski reakciji drugih škodljivih snovi v zraku, kot SO₂ ali NO₂). Glavni vir je izogrevanje 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 majhnosti lahko penetrirajo globoko v pljuča. Povečujejo umrljivost in obolevnost za boleznimi dihal in kardiovaskularnih bolezni.</p>
<p>Delci PM_{2,5} PM_{2,5} so drobni delci z aerodinamičnim premerom med 1 µm in 2,5 µm. Za PM_{2,5} veljajo enake karakteristike kot za delce PM₁₀. Razlika med njimi je v glavnem v zadržanosti v atmosferi, saj se Večji delci se zadržujejo v atmosferi nekaj ur, medtem ko lahko manjši delci ostanejo v atmosferi več tednov in se navadno »sperejo« iz atmosfere šele s padavinami.</p>	<p>Prav tako kot PM₁₀ vplivajo na zdravje ljudi, predvsem velik vpliv imajo na razvoj pljučnih boleznih, razvoju astme ali bronhitisa. Črni ogljik, ki je najmanjši del prašnih delcev, vpliva na spremembo podnebja. Sekundarni PM vsebujejo sulfat, nitrat in amonij, tvorjen iz SO₂, NO_x in NH₃, ki so glavni nosilci zakisljevanja in evtrofikacije.</p>

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

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

Za doseganje skladnosti z mejnimi vrednostmi za delce PM₁₀ je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi pripravila Načrte za kakovost zunanega zraka za mestne občine Celje, Ljubljana, Kranj, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto ter Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi. Na območju mestne občine

Ljubljana je Vlada Republike Slovenije v dogovoru z lokalno skupnostjo pripravila **Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Ljubljana** (Ur. l. RS, št. 77/17 in 203/21). Načrti so usmerjeni v ukrepe na področju spodbujanja učinkovite rabe energije in obnovljivih virov, na izpuste cestnega motornega prometa, na druge ukrepe ter na kratkoročne ukrepe.

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

Tabela 2: Legenda uporabljenih kratic zakonsko predpisanih koncentracij v poročilu.

Kratica	Pomen
MVU	urna mejna vrednost
MVD	dnevna mejna vrednost
AV	alarmna vrednost
OV	opozorilna vrednost
VZL	ciljna vrednost za varovanje zdravja ljudi
AOT40	parameter izražen v $(\mu\text{g}/\text{m}^3)\cdot\text{h}$, izračunan za določeno obdobje kot vsota razlik med urnimi koncentracijami, ki presegajo $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in so izmerjene med 8. in 20. uro ter vrednostjo $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ urnih koncentracij

Predpisane mejne vrednosti za **posamezne snovi v zraku** so:

Tabela 3: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za žveplov dioksid (SO_2) in smernice WHO.

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alarmna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	WHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1 ura	Zdravje	350 (ne sme biti presežena več kot 24-krat v koledarskem letu)	-	
3-urni interval	Zdravje	-	500	
1 dan	Zdravje	125 (ne sme biti presežena več kot 3-krat v koledarskem letu)	-	20
Čas merjenja		Kritična vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sprejemljivo preseganje ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
zimski čas od 1. oktobra do 31. marca	Vegetacija	20	-	
koledarsko leto	Vegetacija	20	-	

Tabela 4: Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična za dušikove okside (NO_2/NO_x) in smernice WHO.

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alarmna vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	WHO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1 ura	Zdravje	200 (velja za NO_2) (ne sme biti presežena več kot 18-krat v koledarskem letu)	-	200
3-urni interval	Zdravje	-	400 (velja za NO_2)	
koledarsko leto	Zdravje	40 (velja za NO_2)	-	40
Čas merjenja		Kritična vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sprejemljivo preseganje ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
koledarsko leto	Vegetacija	30 (velja za NO_x)	-	

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

Tabela 5: Mejne vrednosti za delce PM₁₀.

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

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

Tabela 6: Mejne vrednosti za delce PM_{2,5}.

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

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

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

2.4 NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

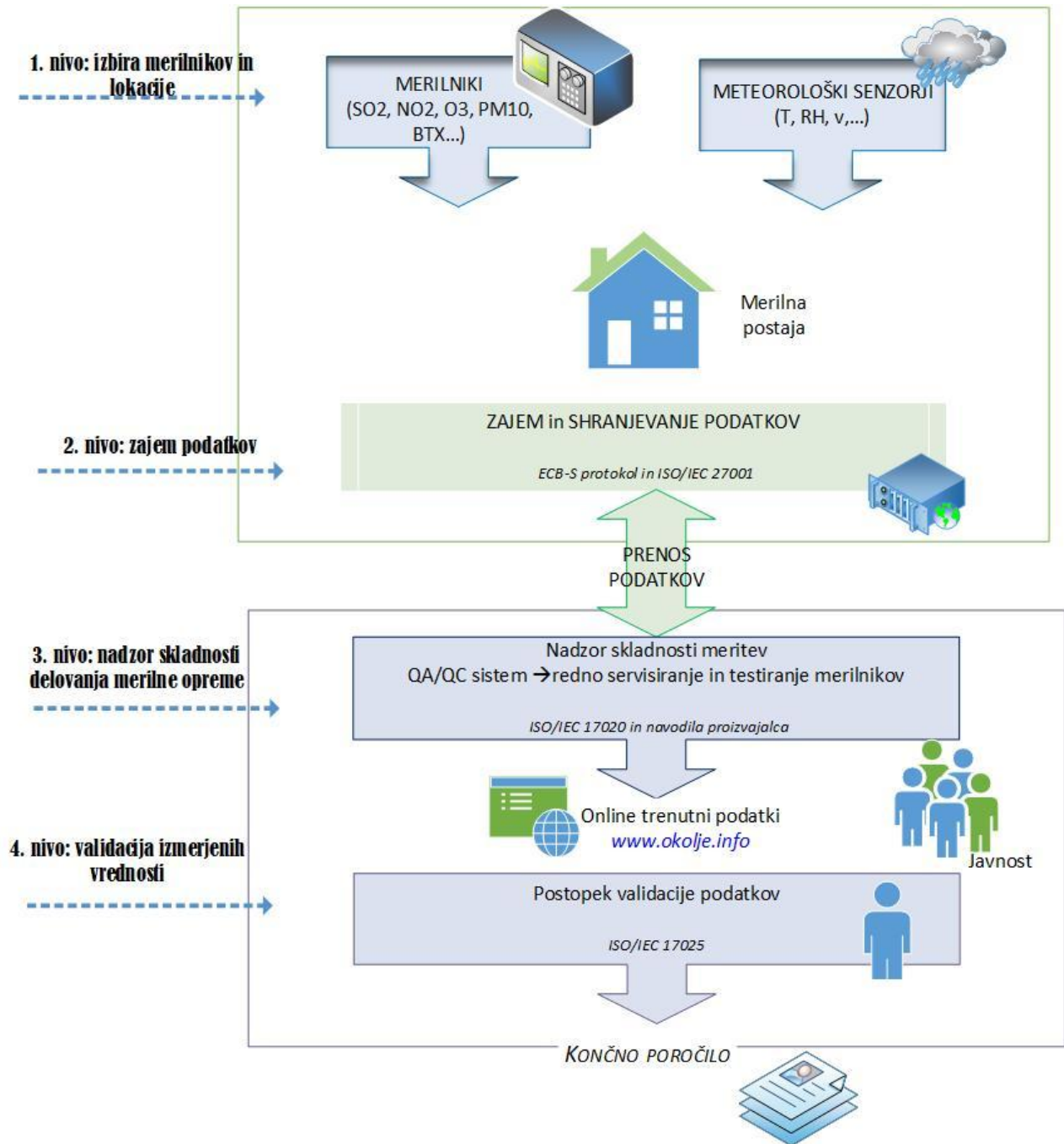
Pri vsakem izvajanju meritev kakovosti zunanjega zraka je potreben tudi ustrezen nadzor nad stanjem merilne opreme, ki je vključena v analizo in posege na njej, med katere sodijo umerjanje, vzdrževanje, servisni posegi in zamenjave potrošnega materiala. Obratovalni monitoring je ustrezne kakovosti, če:

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

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

Nadzor skladnosti meritev je zasnovan 4 nivojsko:

- prvi nivo: izbira analizatorjev, ki ustrezajo zahtevam referenčnih metod za merjenje koncentracij onesnažil v zunanjem zraku;
- drugi nivo: izbira lokacije AMP, ustreznost sistema vzorčenja, sistema za zajem podatkov, pogojev okolja, program rednih pregledov in vzdrževanja;
- tretji nivo: nadzor skladnosti delovanja merilne opreme, linearnosti, negotovosti meritev, izpolnjevanja zahtev glede razpoložljivosti meritev;
- četrti nivo: validacija izmerjenih vrednosti, ocena merilne negotovosti, statistična analiza izmerjenih vrednosti, nadzor odstopanja od predpisanih mej.



Slika 2: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanega zraka v okoljskem informacijskem sistemu.

2.5 PODATKI O MERILNEM MESTU OMS MOL

Sistematične meritve ravni onesnaženosti zunanjega zraka na stalnih merilnih mestih so se v Republiki Sloveniji začele v sredini 70. let prejšnjega stoletja (ARSO, letno poročilo 2020¹). Danes državno merilno mrežno (DMKZ) tvori 27 merilnih mest, v Mestni občini Ljubljana se meritve izvajajo na naslednjih lokacijah:

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

Rezultati se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO). Spodnja tabela (Tabela 9) prikazuje meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v MOL, v nadaljevanje pa je bolj podrobno predstavljena lokacija Ljubljana Center: Tivolska – Vošnjakova.

Tabela 9: Vsa merilna mesta v Mestni občini Ljubljana.

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

• Merilno mesto LJ Center: OMS MOL (Tivolska – Vošnjakova)

Monitoring kakovosti zunanjega zraka se na območju Mestne občine Ljubljana izvaja že od konca 60. let prejšnjega stoletja. Sedanji monitoring se izvaja na merilnem mestu križišča Vošnjakove ulice in Tivolske ceste z Okoljskim merilnim sistemom Mestne občine Ljubljana (OMS MOL). Merilni sistem upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar, Hajdrihova ulica 2, Ljubljana. Postopke za izvajanje meritev in QA/QC postopke je prav tako predpisal Elektroinštitut Milan Vidmar, ki izdeluje tudi končno obdelavo rezultatov meritev in potrdi njihovo veljavnost.

Na merilnem mestu se poleg meritev kakovosti zraka izvajajo tudi meritve meteoroloških parametrov. Analizatorji kakovosti zunanjega zraka so nameščeni v merilni postaji, ki je opremljena s klimatsko napravo in komunikacijsko opremo. Z namenom ugotavljanja skladnosti je na merilnem mestu Tivolska – Vošnjakova v času upravljanja nameščen sistem za zajem podatkov, ki zagotavlja ustrezen nadzor nad izmerjenimi vrednostmi in pogoje za skladnost delovanja opreme, kakor to zahteva standard EN ISO/IEC 17025.

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

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

¹ https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Letno_Porocilo_2020_Final.pdf

² D96 - Državni koordinatni sistem

Slika 3 prikazuje merilno mesto Tivolska – Vošnjakova (mikro lokacija).



Slika 3: Lokacija AMP Tivolska - Vošnjakova (Vir: Google Earth, QGIS, 2022)

Pri **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; SIST EN 14212:2012/AC:2014: Standardna metoda za določanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco;
- SIST EN 14211:2012: Standardna metoda za določevanje koncentracije dušikovega dioksida in dušikovega monoksida s kemiluminiscenco;
- SIST EN 12341:2014: Standardna gravimetrijska metoda za določevanje masne koncentracije frakcije lebdečih delcev PM₁₀ ali PM_{2,5};
- 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 ₂	NO ₂ /NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	benzen	toluen	M&P-ksilen	etilbenzen	O-ksilen
OMS Mestne občine Ljubljana	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	-

Ustreznost meritev kakovosti zunanjega 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 zunanjega zraka** (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15, 5/17 in 44/22 – ZVO-2).

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.

Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatski merilni postaji:

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

Meritve meteoroloških parametrov se izvajajo po naslednjih merilnih principih:

- Merjenje smeri in hitrosti vetra je izvedeno z ultrazvočnim anemometrom. Merilnik meri vrednosti trodimenzionalnega vektorja hitrosti vetra. Vektor se določa na podlagi meritve časa preleta zvoka na treh ustrezno postavljenih poteh. Sistem na ta način združuje meritve hitrosti in smeri vetra brez mehansko vrtljivih senzorjev.
- Merjenje temperature zraka je izvedeno z uporovnim termometrom.
- Merjenje relativne vlažnosti zraka je izvedeno s kapacitivnim dajalnikom, ki s pomočjo elektronskega vezja linearizira in ojača spremembe vlage v zraku ter jih pretvori v ustrezen analogen električni izhodni signal.

3. REZULTATI MERITEV

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

3.1 VZDRŽEVALNA DELA IN POSEGI

Meritve onesnaženosti zraka in hrupa so opravljene z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanlega zraka Mestne občine Ljubljana na lokaciji avtomatske merilne postaje Vošnjakova-Tivolska. Merilno mesto ima ustrezno električno inštalacijo, je klimatizirano in opremljeno s komunikacijsko opremo, ki omogoča stalno povezavo avtomatskih postaj z internim informacijskim sistemom.

Merilna postaja je v upravljanju EIMV. Zagotavljanje skladnosti meritev se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Tehnični podatki merilnikov, ki so locirani na merilnem mestu so opisani v nadaljevanju.

Tabela 10: Merilniki na postaji na lokaciji Vošnjakova-Tivolska.

Naziv	Proizvajalec	Model	Serijska številka	Merilno območje	Merilni princip
Merilnik SO₂	Thermo scientific	Thermo 43i	CM08130056	0-100000 ppb	UV flourescenca
Merilnik NO₂/NO_x	Horiba	APNA-370	BK5XBGGG	0-1000 ppb	Kemiluminiscenca
Merilnik prašnih delcev	Palas	Palas Fidas 200	9383	0-100000 ppb	Spektrometrija
	Sven Leckel	Leckel SEQ47/50	Leckel SEQ47/50	min. 1 h – max. 168 h per filter	Masna gravimetrija
Merilnik BTX	Chromatotech	Analizator BTX Chromatotech	23390621	Benzen: 3.25 to 3,250 µg/m ³ = 0 – 1,000	Plinska kromatografija
Merilnik hrupa*	-	-	-	-	-
Meteorologija (veter)	VAISALA	WXT 520	-	Hitrost vetra: 0 - 60 m/s Smer vetra: 0 - 360° Temperatura: -52 - +60 °C Relativna vlažnost: 0 - 100 %RH Zračni tlak: 600 - 1100 hPa	Hitrost in smer vetra: ultrazvočna meritev PTU senzor

*Lastnik je MOL, ki tudi hrani vse podatke o merilniku.

3.2 MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ februar 2023

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

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ februar 2023

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

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ februar 2023

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	-	-	11	100

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ do februar 2023

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2023	0	0	0	96

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ do februar 2023

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2023	0	0	0	95

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ do februar 2023

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2023	-	-	13	100

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	2	0	2

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	34	29	49

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	87	94	115

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	40	27	45

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	1	2

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	2	3

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	2	2

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

postaja	2021	2022	2023
Tivolska - Vošnjakova	-	0	1

3.2.1 Pregled koncentracij v zraku: SO₂

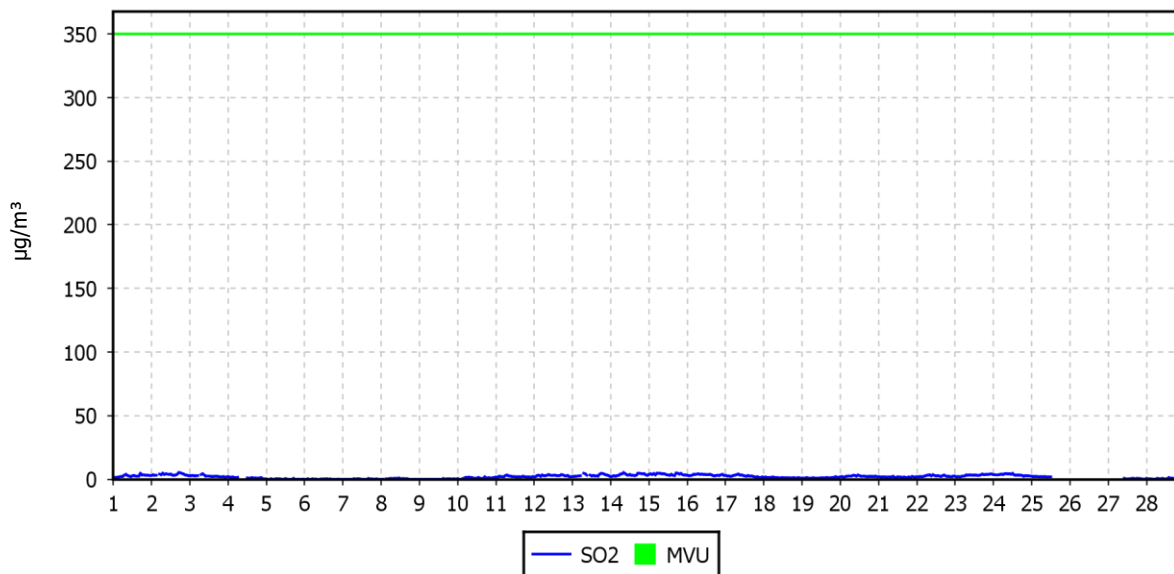
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	615	93%
Maksimalna urna koncentracija:	5 µg/m ³	14.02.2023 09:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	4 µg/m ³	15.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	09.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	2 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 500 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	5 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	2 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - SO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

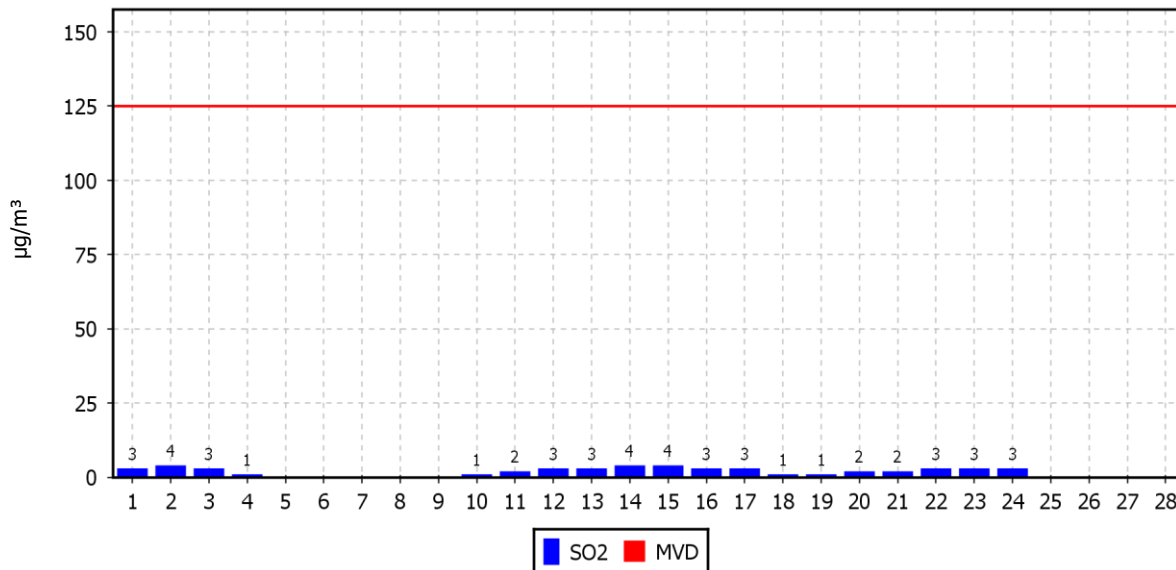
01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

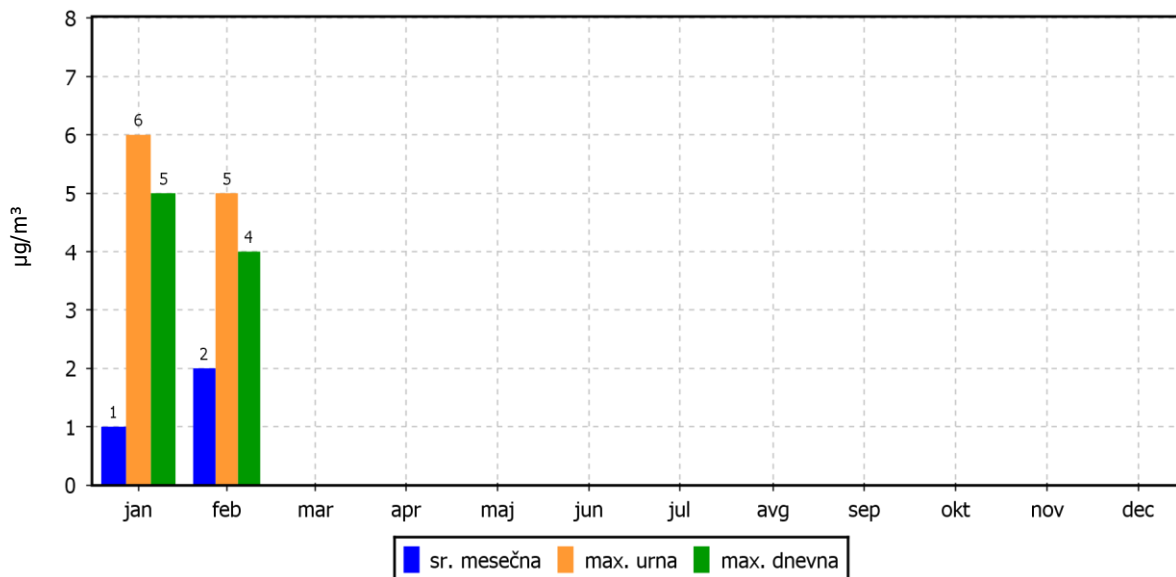
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - SO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

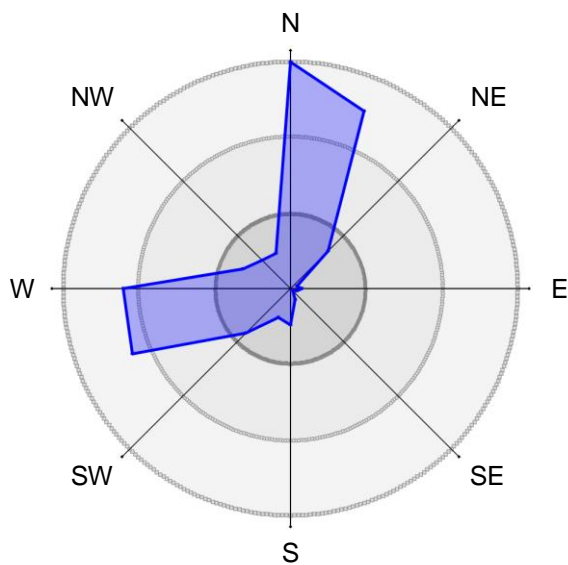
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

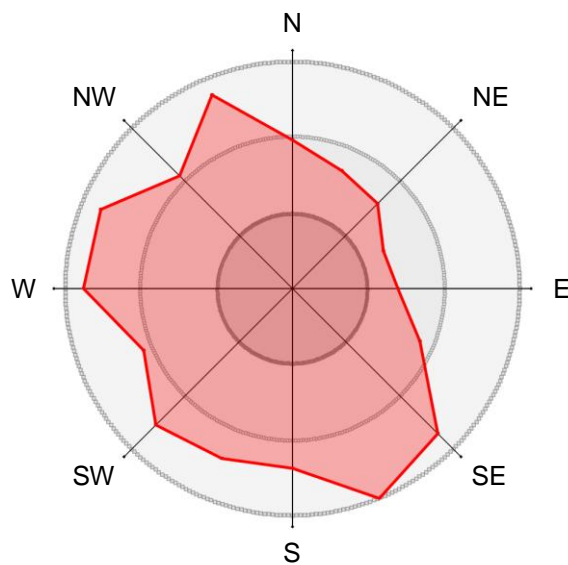
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



2.7 µg/m³

1.8 µg/m³

0.9 µg/m³

3.2.2 Pregled koncentracij v zraku: NO₂

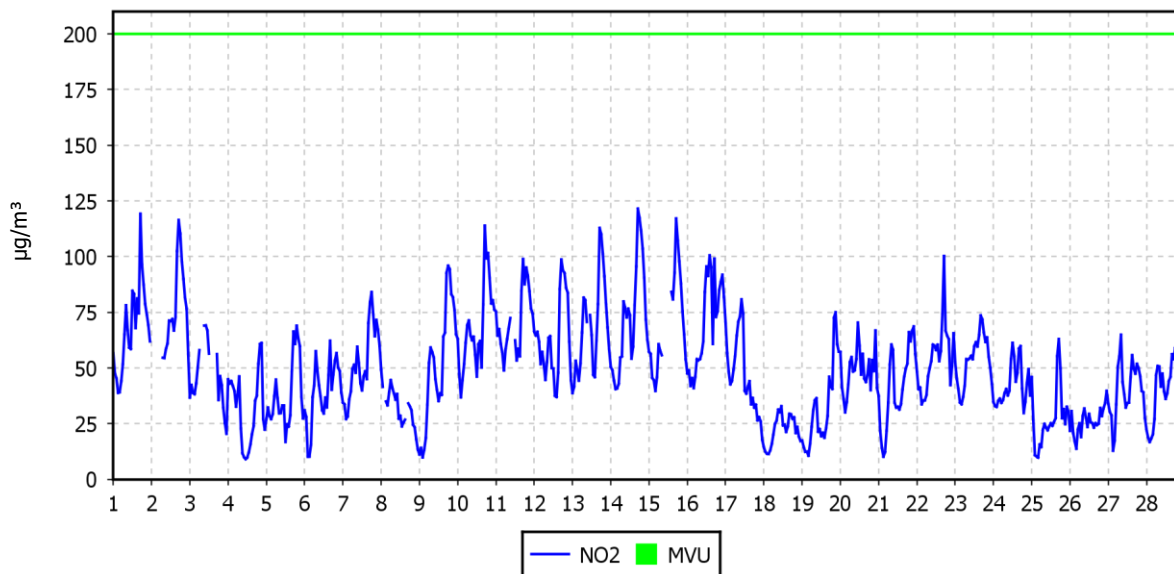
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	649	97%
Maksimalna urna koncentracija:	122 µg/m ³	14.02.2023 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	72 µg/m ³	14.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	22 µg/m ³	18.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	49 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 200 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 400 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	102 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	46 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - NO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

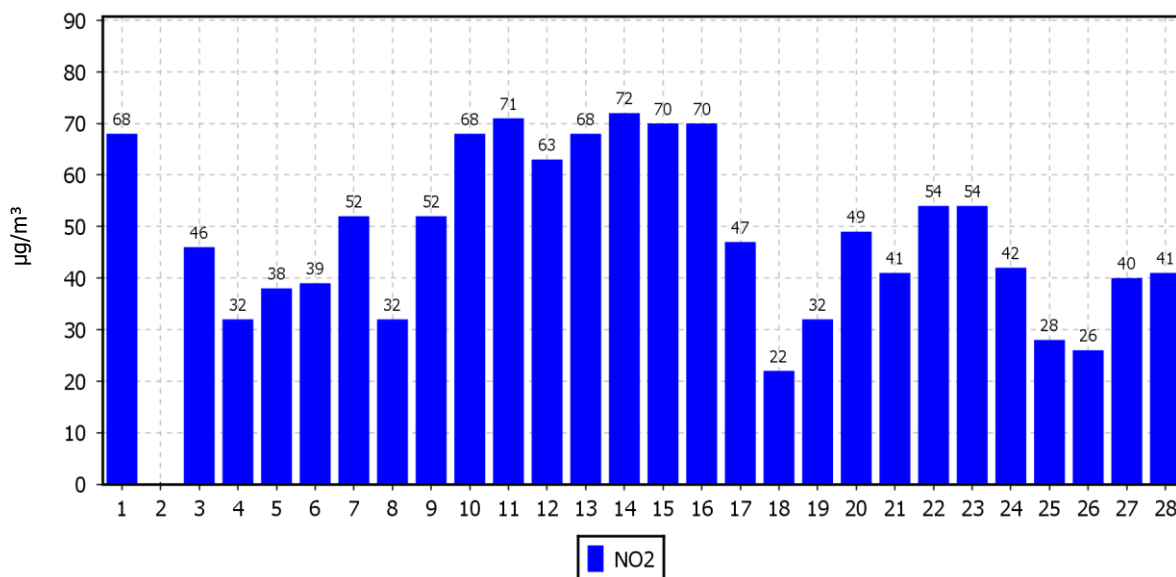
01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

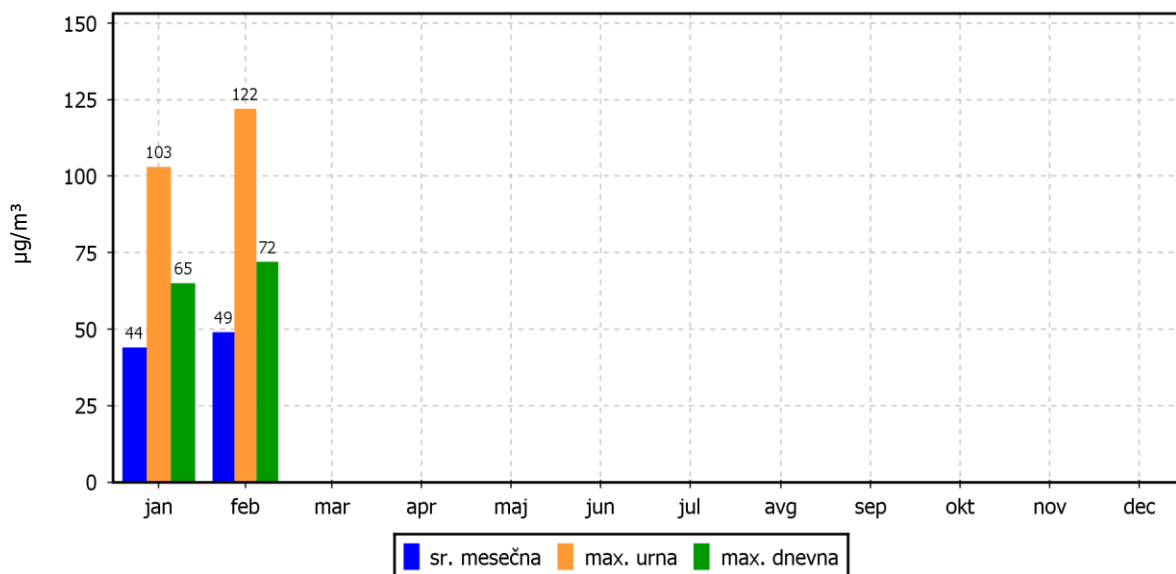
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - NO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

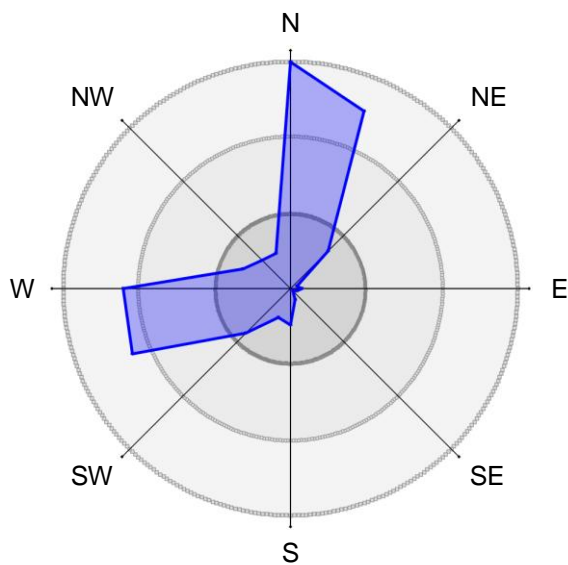
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

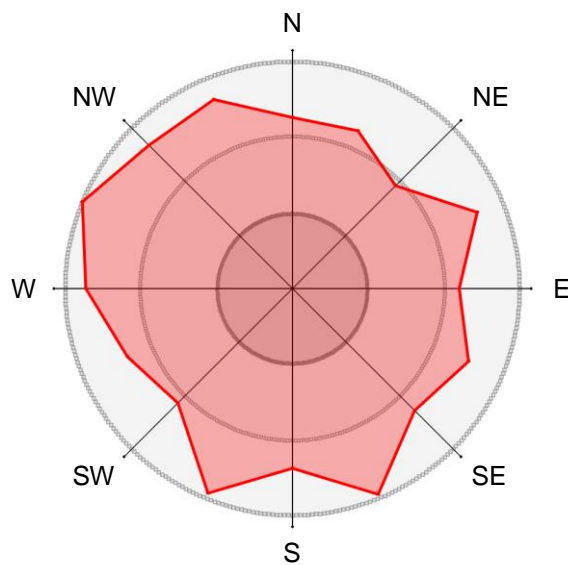
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



61.1 µg/m³

40.9 µg/m³

20.2 µg/m³

3.2.3 Pregled koncentracij v zraku: NO_x

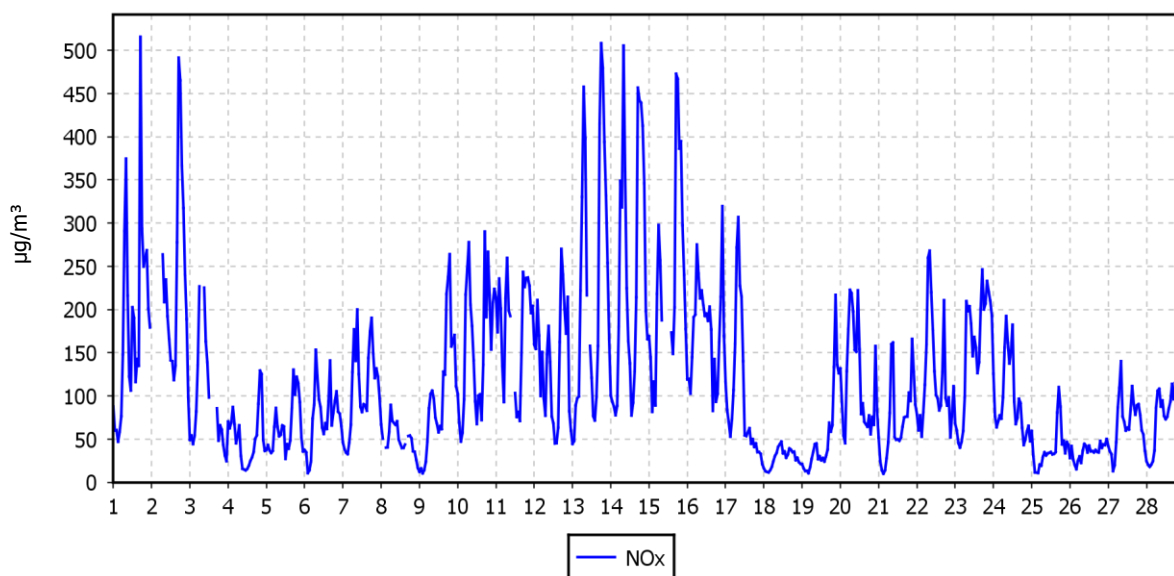
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	649	97%
Maksimalna urna koncentracija:	516 µg/m ³	01.02.2023 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	238 µg/m ³	15.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	28 µg/m ³	18.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	115 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	413 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	97 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

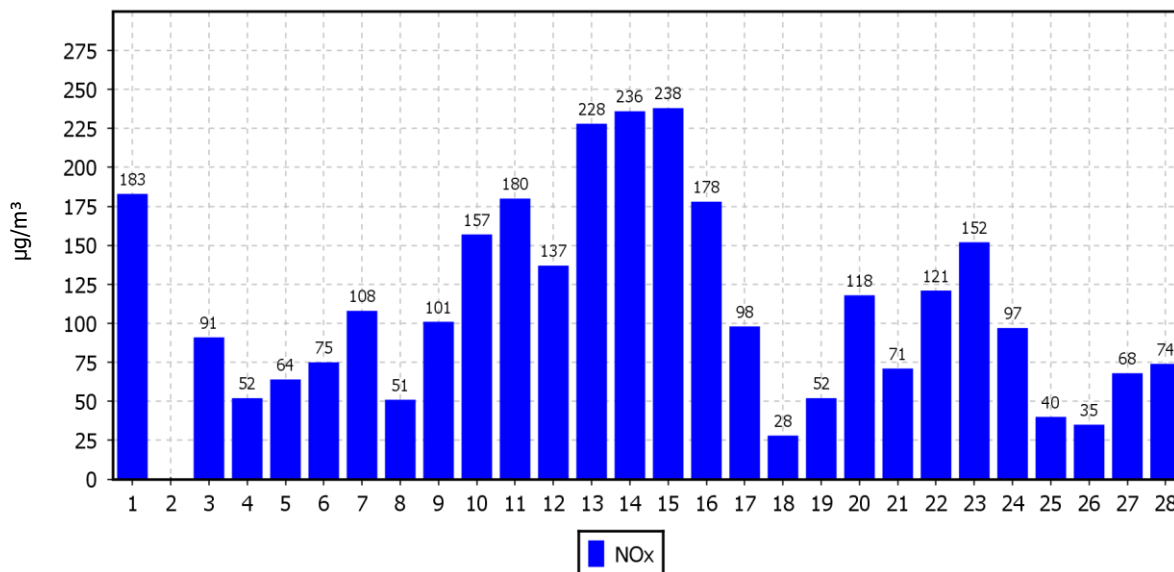
01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

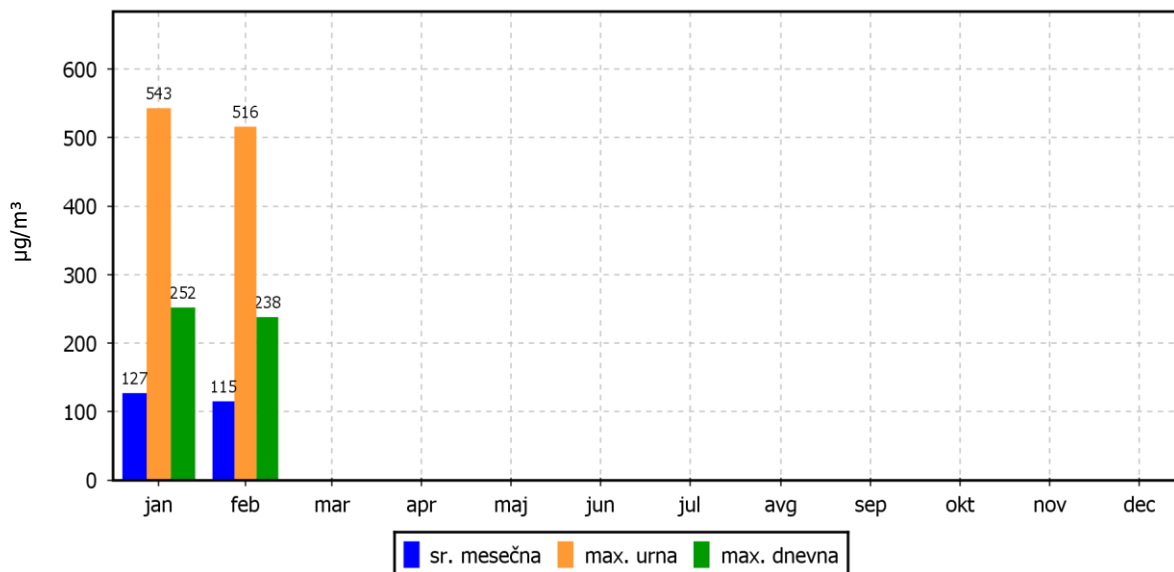
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

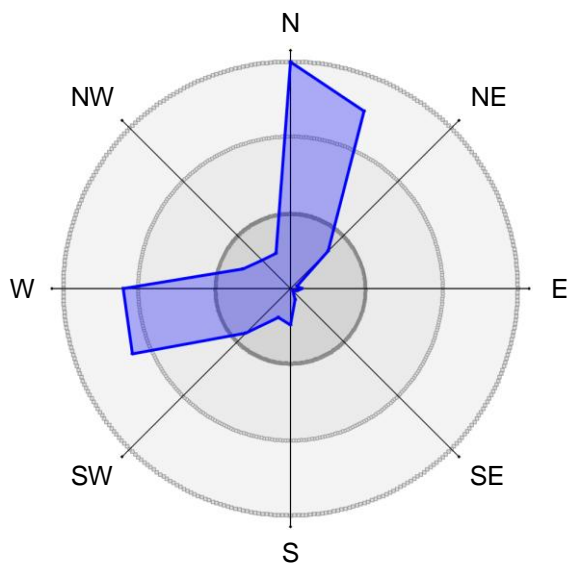
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

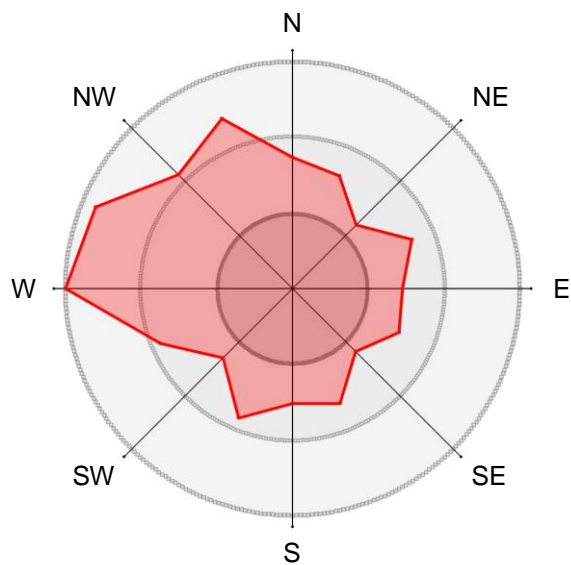
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



176.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

118.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

58.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

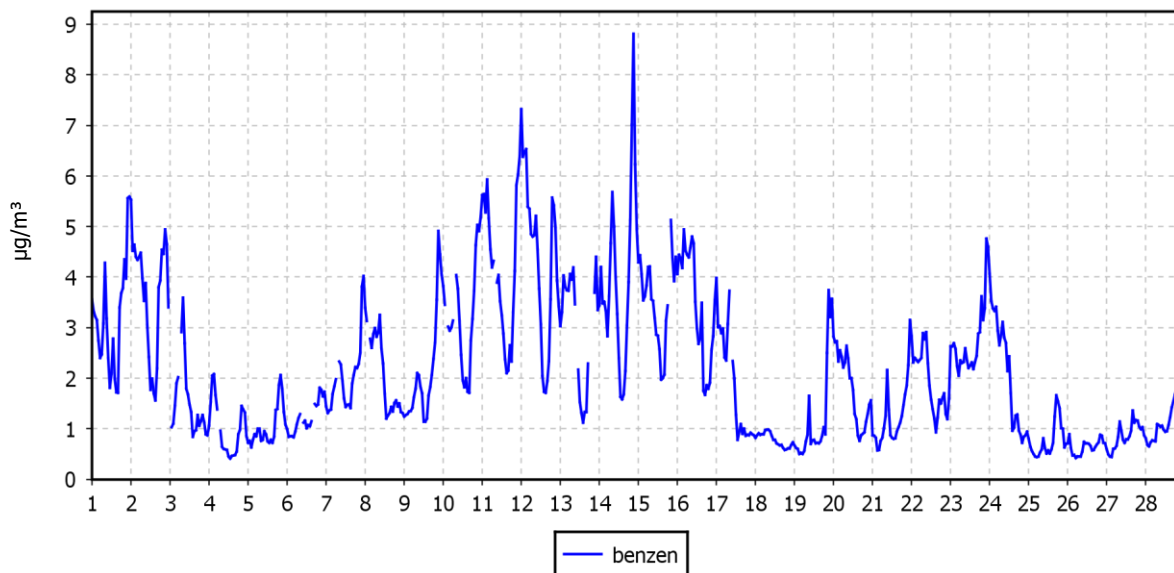
3.2.4 Pregled koncentracij v zraku: benzen

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	657	98%
Maksimalna urna koncentracija:	8.8 µg/m ³	14.02.2023 22:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	4.4 µg/m ³	12.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0.6 µg/m ³	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	2.2 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	5.6 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	1.9 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - benzen

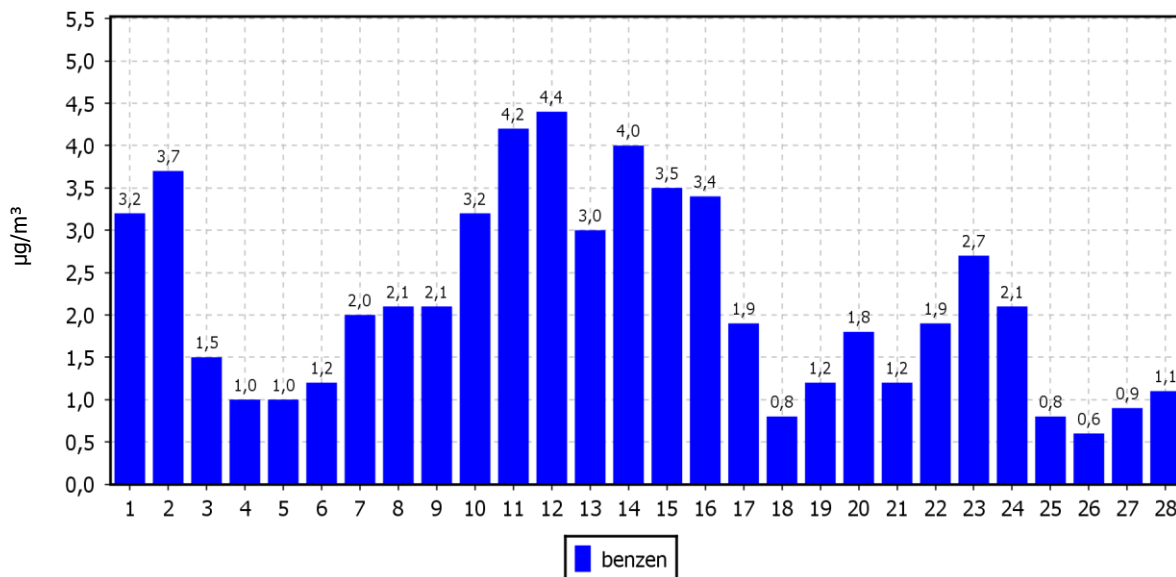
OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)
 01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - benzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

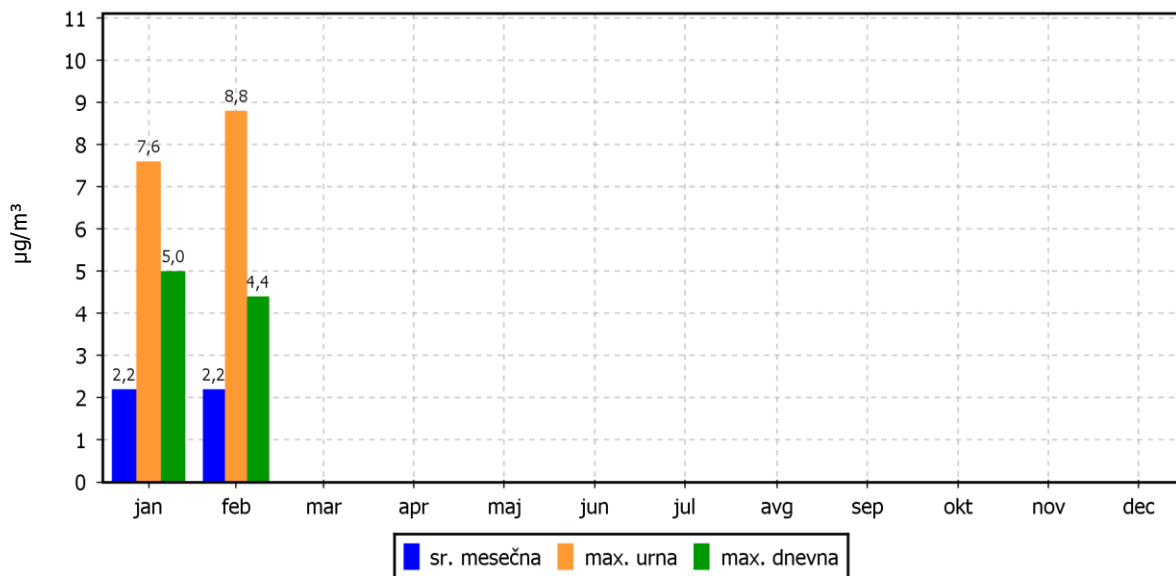
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - benzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

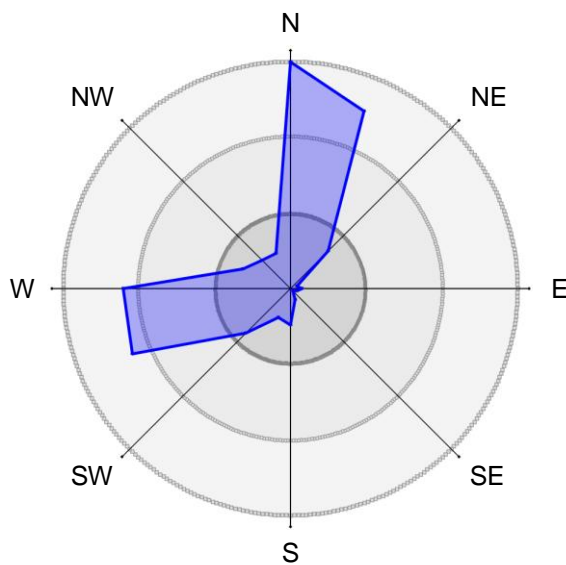
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

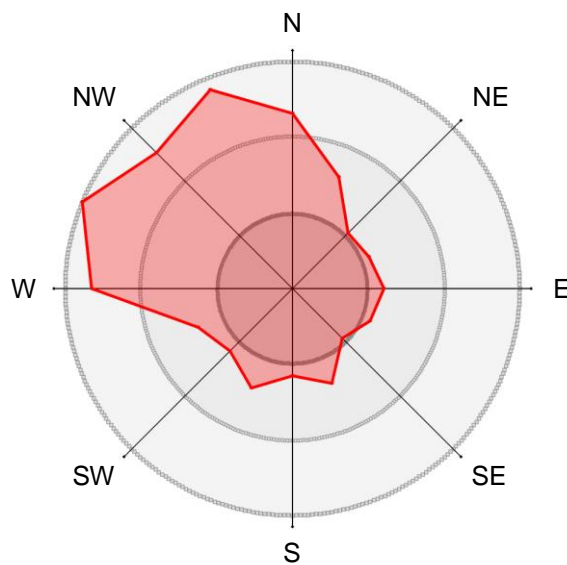
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



3.4 µg/m³

2.3 µg/m³

1.1 µg/m³

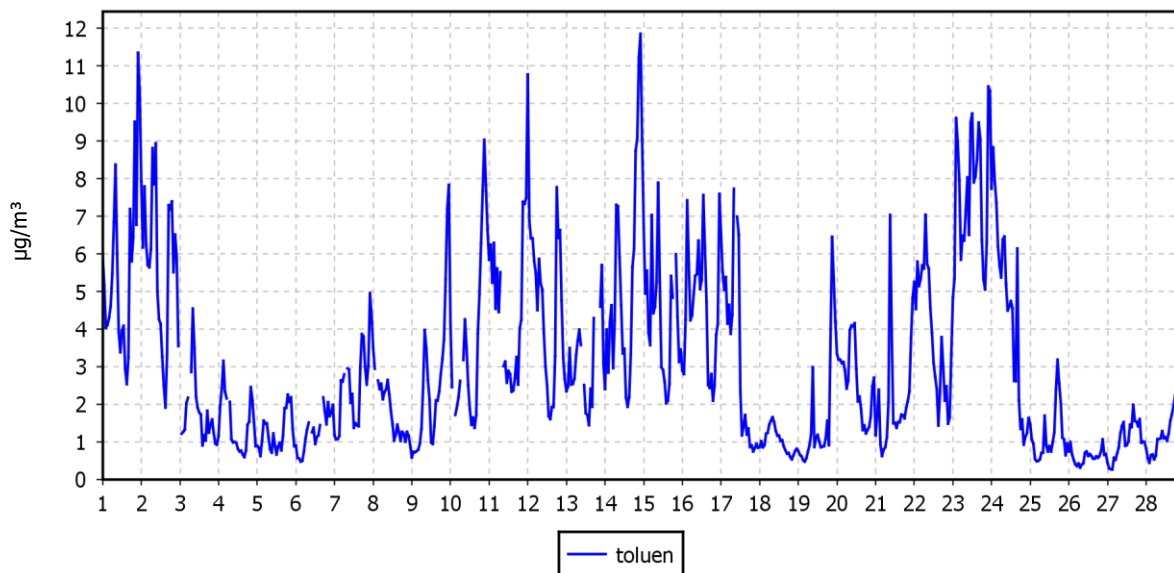
3.2.5 Pregled koncentracij v zraku: toluen

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	657	98%
Maksimalna urna koncentracija:	11.9 µg/m ³	14.02.2023 23:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	7.6 µg/m ³	23.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0.6 µg/m ³	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	3.0 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	9.1 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	2.5 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - toluen

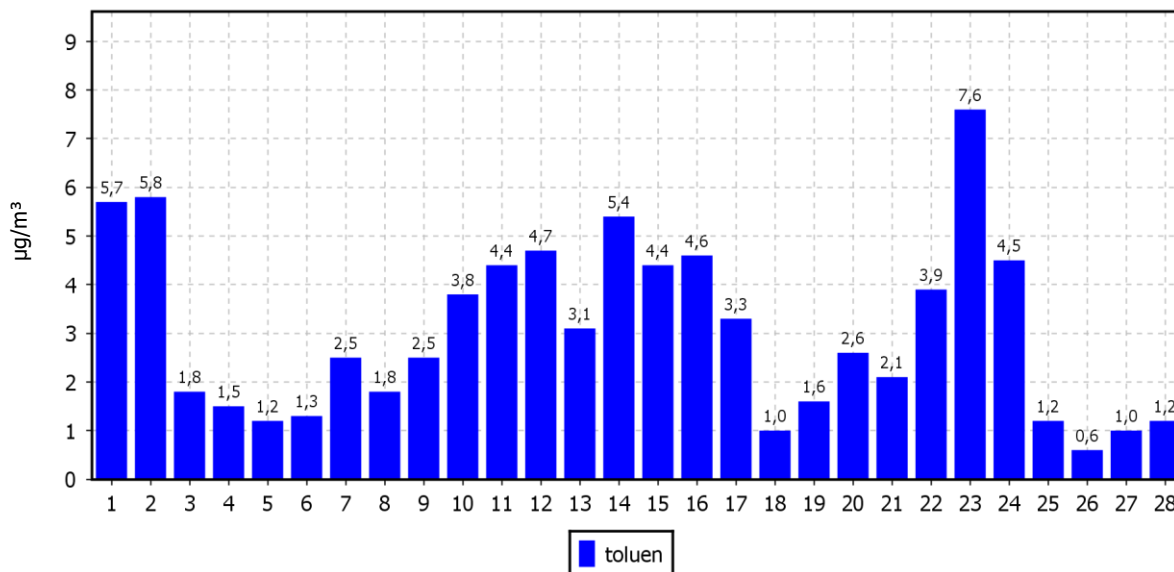
OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)
 01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - toluen

OMS - MOL (Tivolška - Vošnjakova)

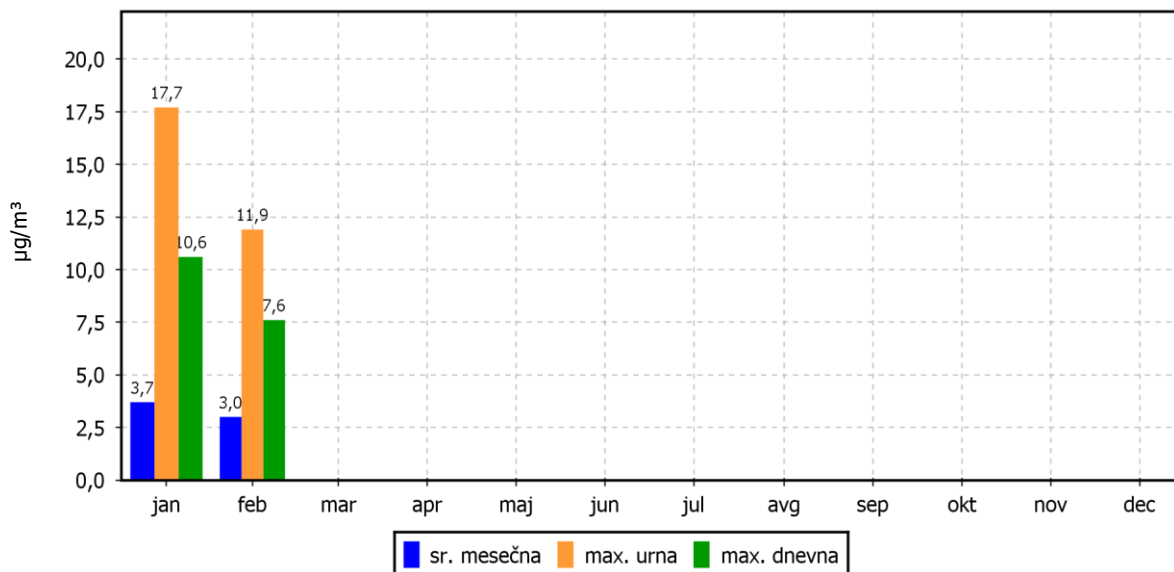
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - toluen

OMS - MOL (Tivolška - Vošnjakova)

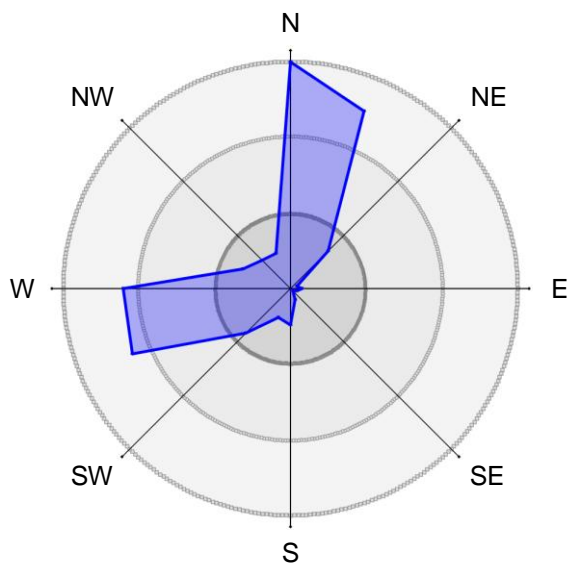
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

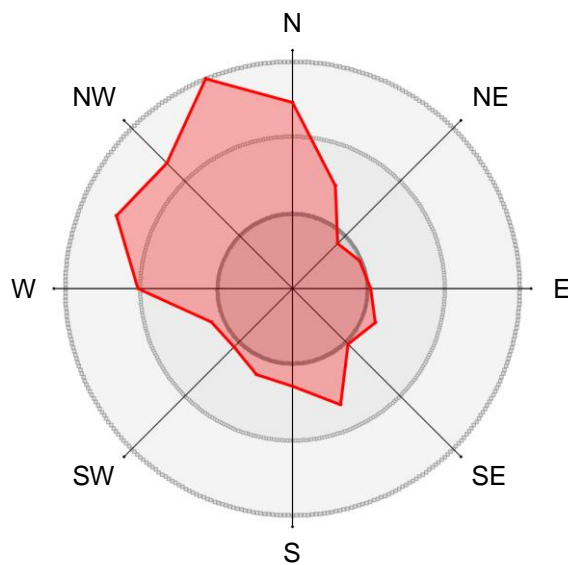
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



5.1 µg/m³

3.4 µg/m³

1.7 µg/m³

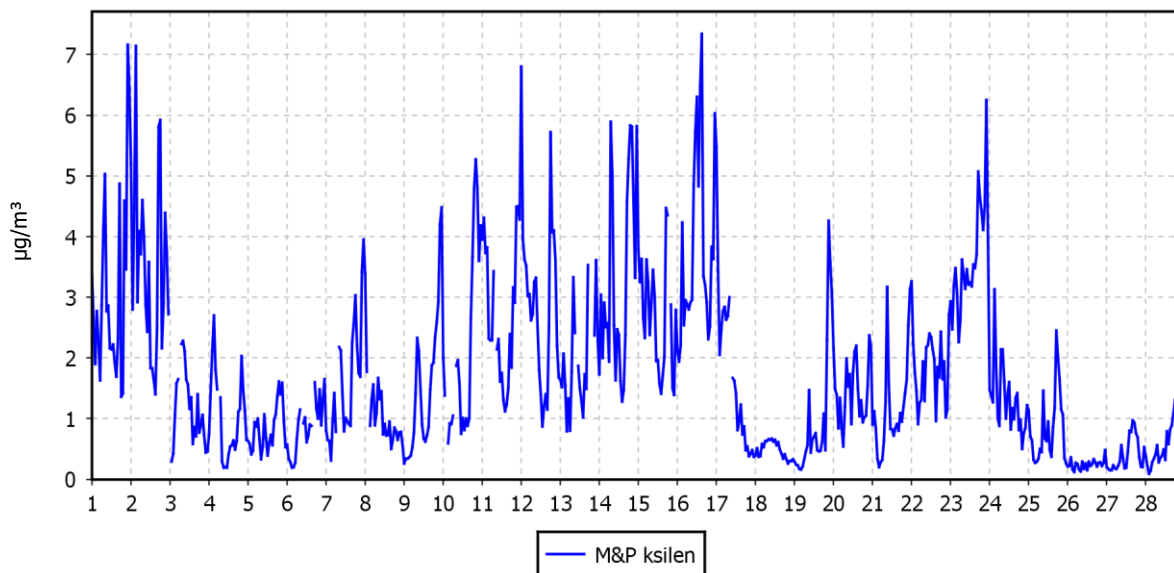
3.2.6 Pregled koncentracij v zraku: M&P-ksilen

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	657	98%
Maksimalna urna koncentracija:	7.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.02.2023 16:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	3.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	1.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	5.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

URNE KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

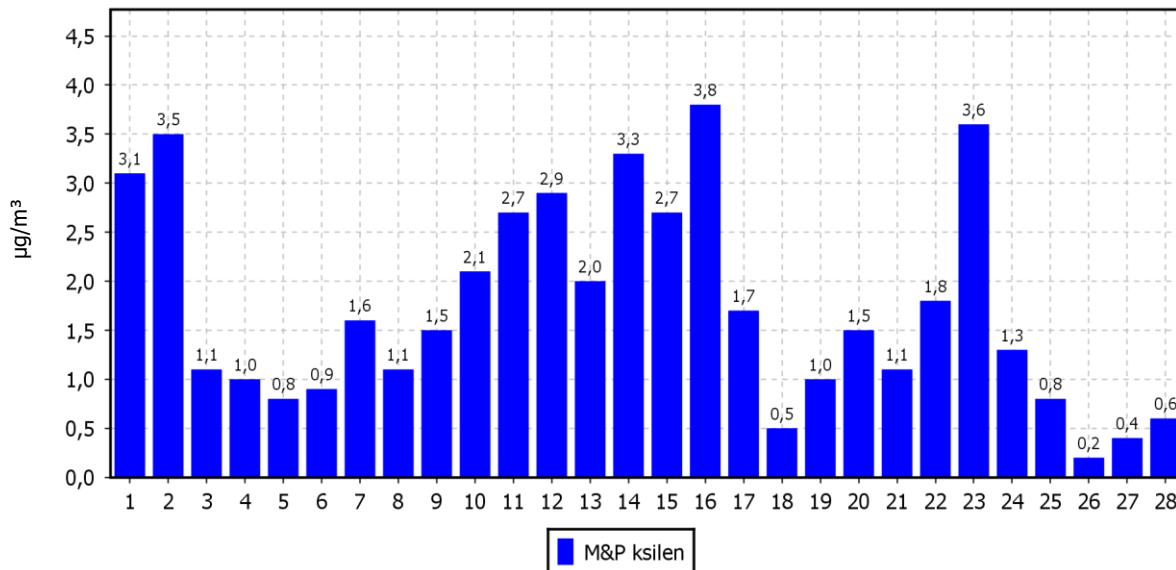
OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)
 01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

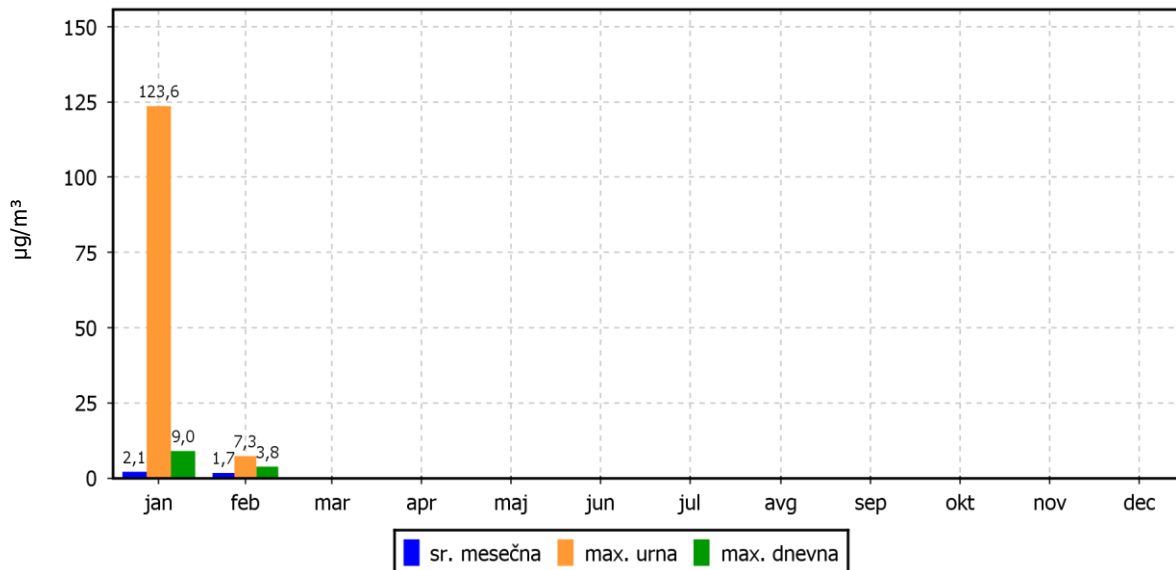
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

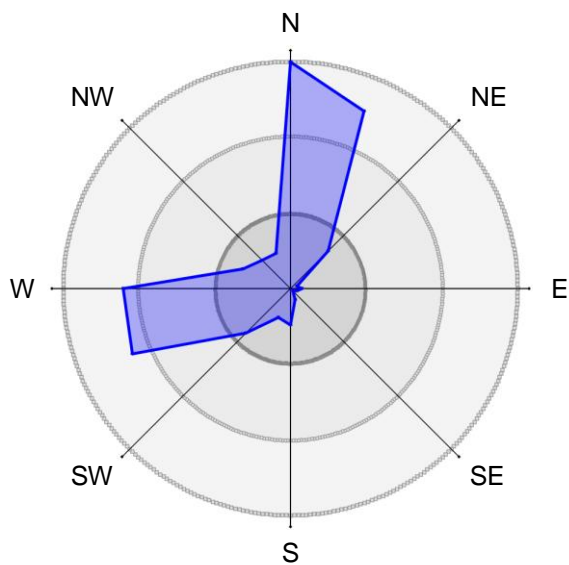
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

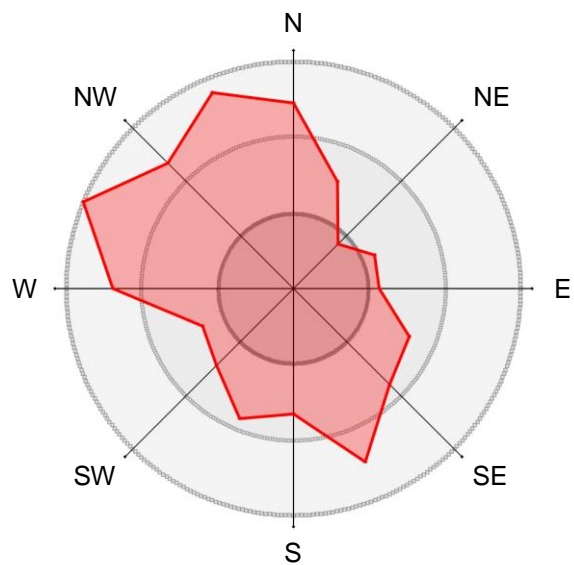
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



2.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

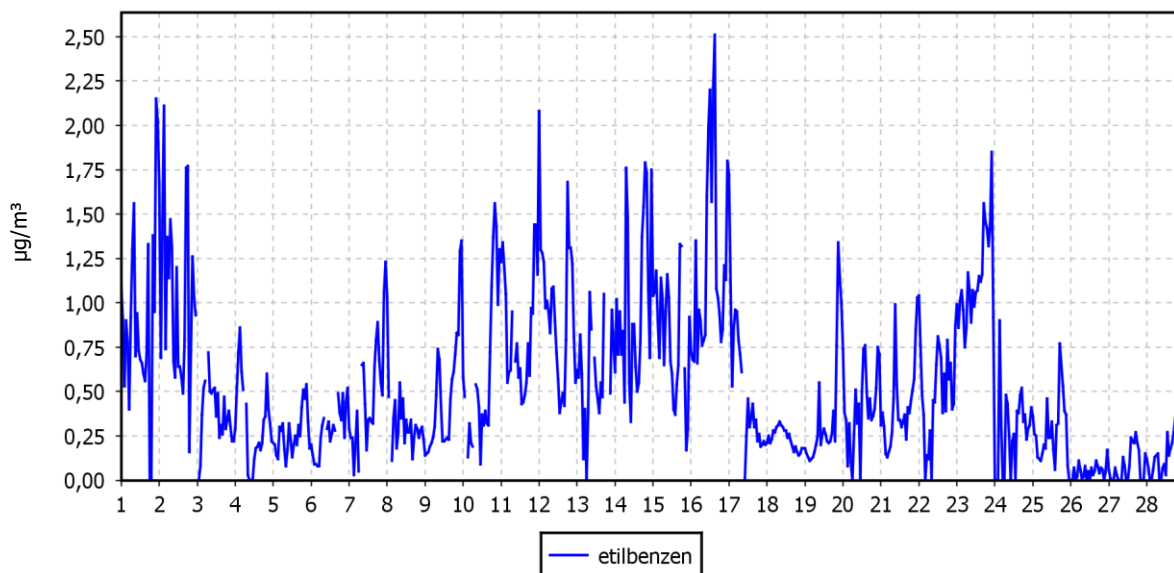
3.2.7 Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	657	98%
Maksimalna urna koncentracija:	2.5 µg/m ³	16.02.2023 16:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	1.2 µg/m ³	16.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	0.0 µg/m ³	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	0.5 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 50 p.v. - urnih koncentracij:	0.4 µg/m ³	
- 98 p.v. - dnevnih koncentracij:	1.2 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

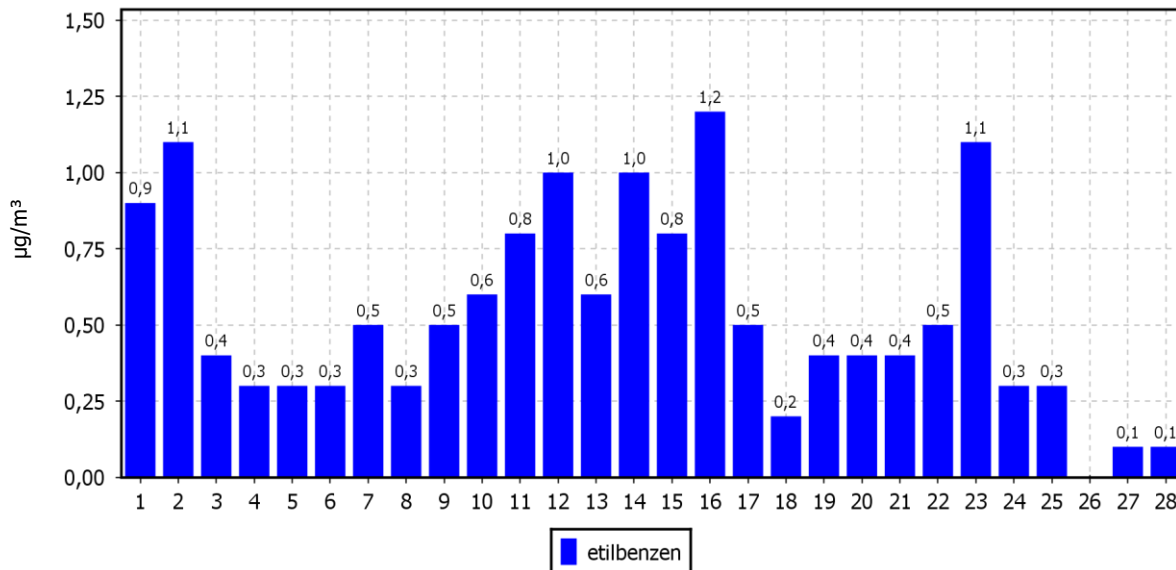
OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)
 01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

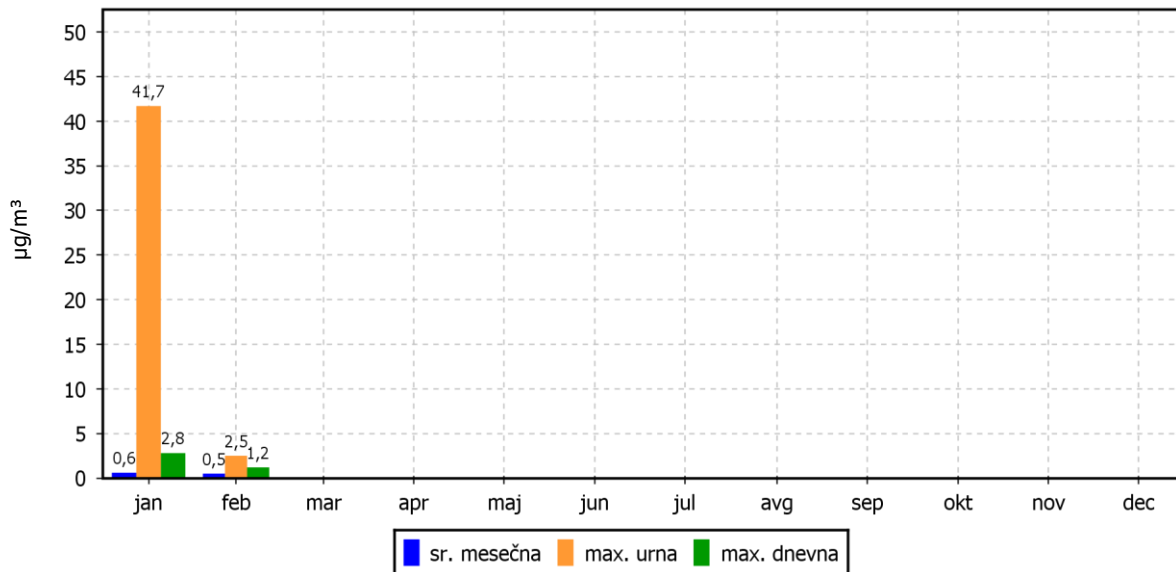
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - etilbenzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

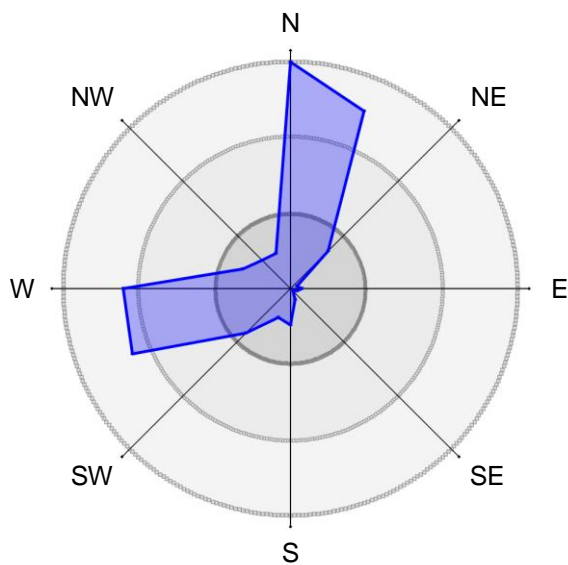
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

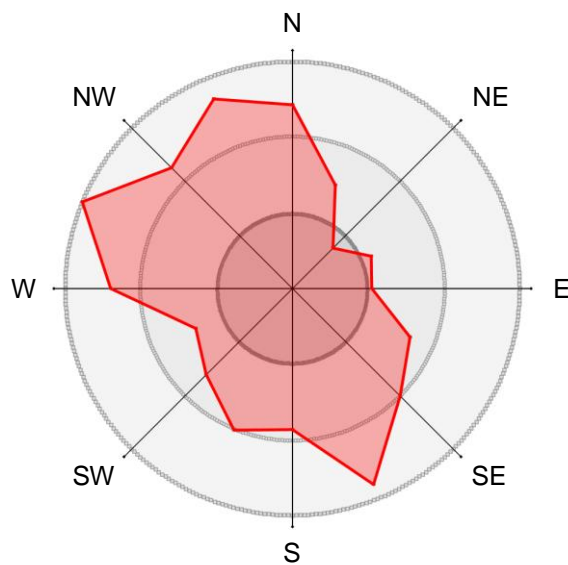
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



0.8 µg/m³

0.6 µg/m³

0.3 µg/m³

3.2.8 Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀

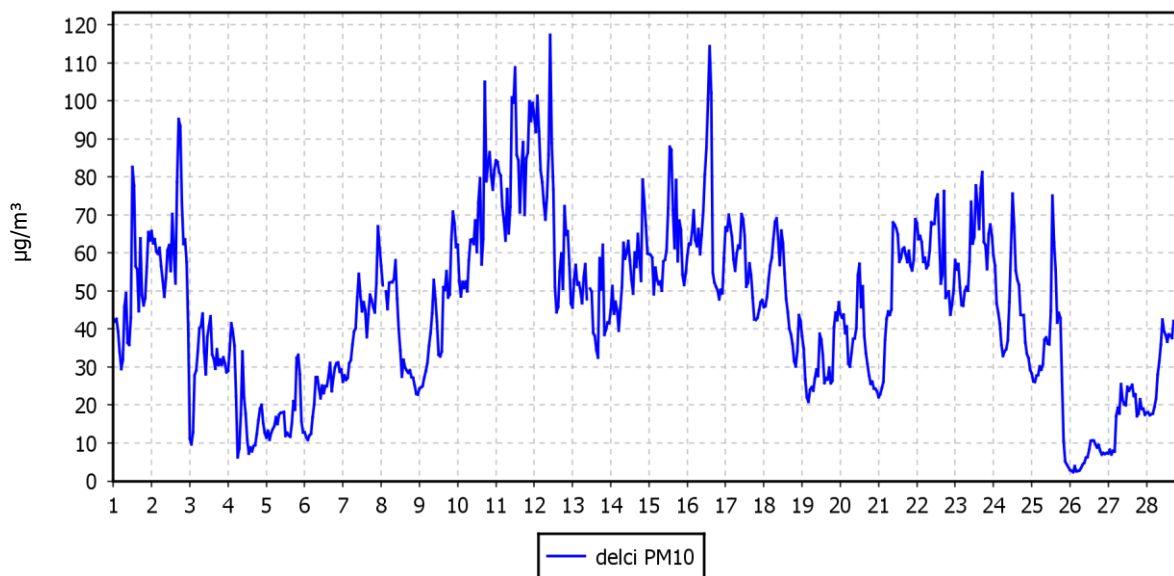
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	670	100%
Maksimalna urna koncentracija:	117 µg/m ³	12.02.2023 11:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	84 µg/m ³	11.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	6 µg/m ³	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	45 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	11	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	94 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	46 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

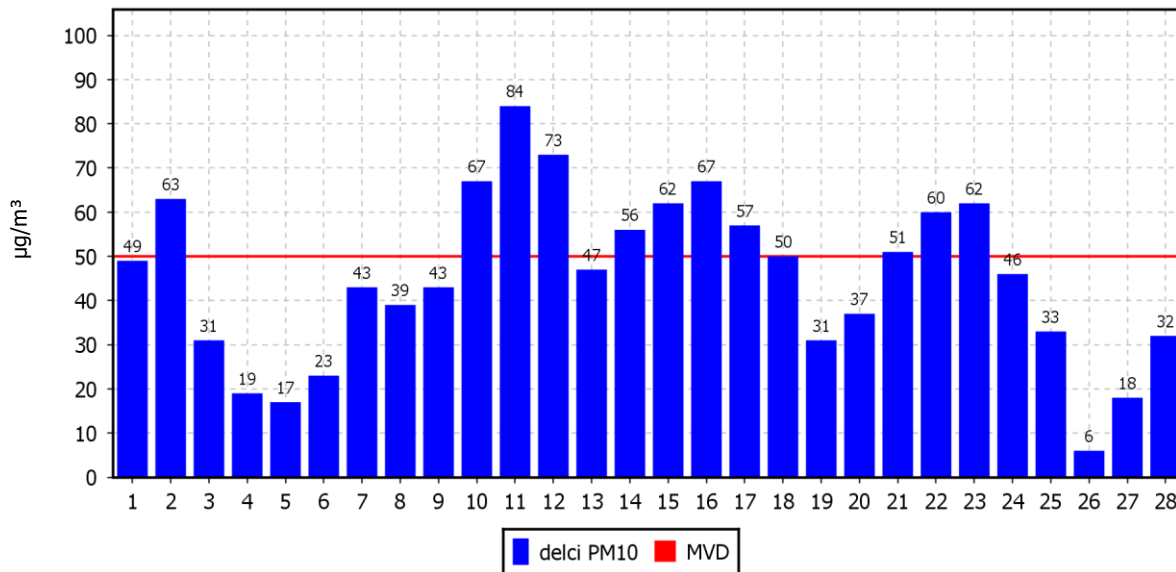
01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

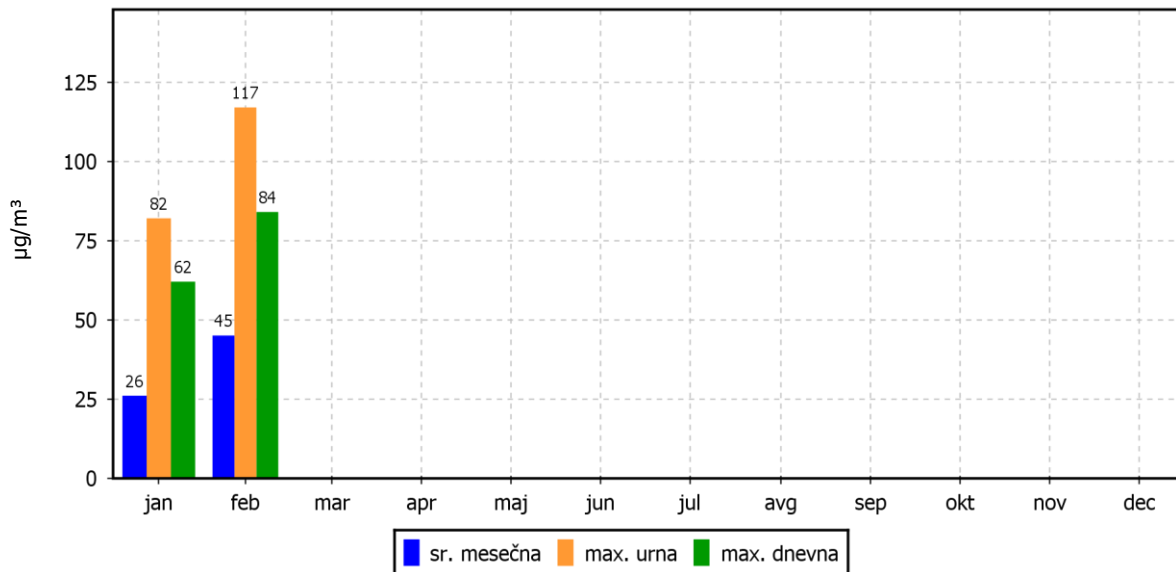
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

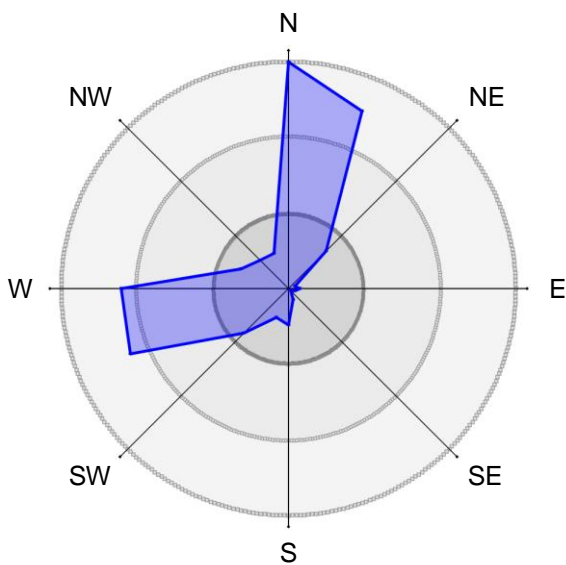
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

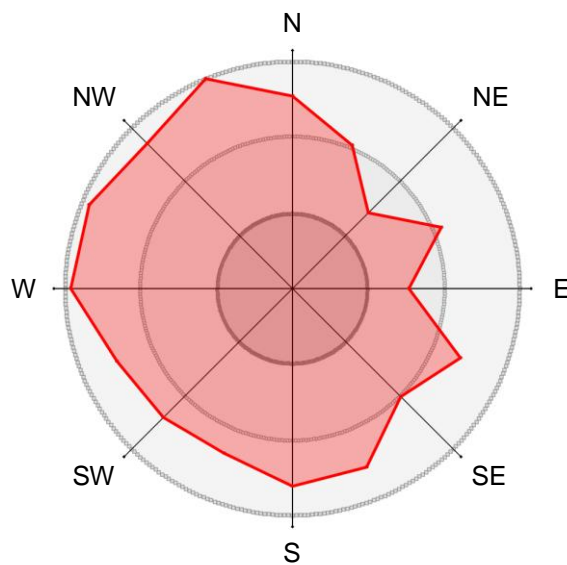
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



54.9 µg/m³

36.8 µg/m³

18.1 µg/m³

3.2.9 Pregled koncentracij v zraku: PM_{2,5}

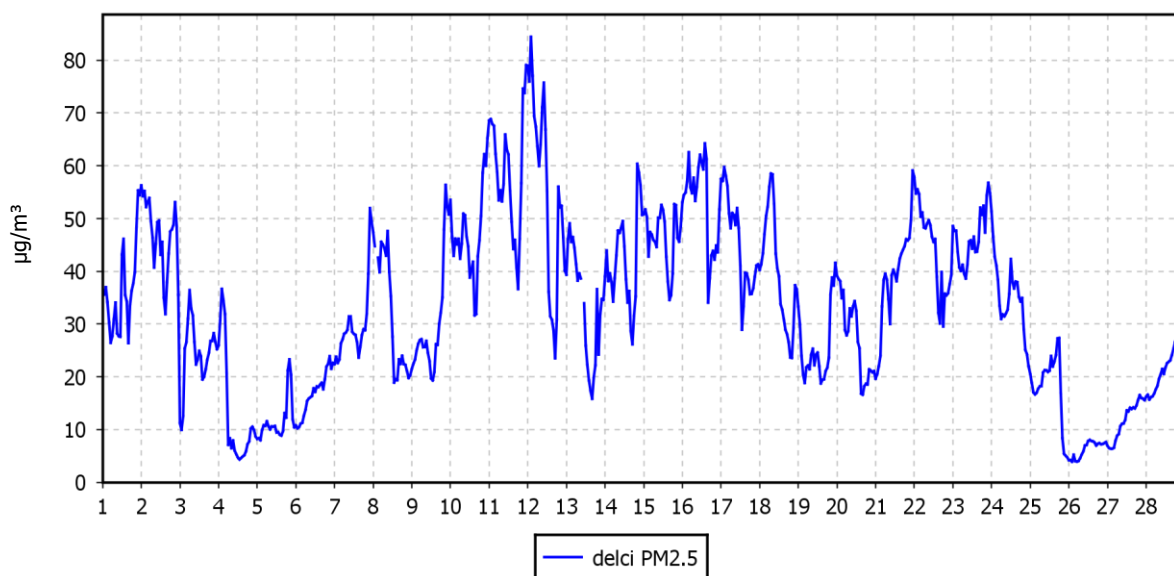
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

Razpoložljivih urnih podatkov:	670	100%
Maksimalna urna koncentracija:	84 µg/m ³	12.02.2023 03:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	59 µg/m ³	11.02.2023
Minimalna dnevna koncentracija:	6 µg/m ³	26.02.2023
Srednja koncentracija v obdobju:	33 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	68 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	33 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2,5}

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

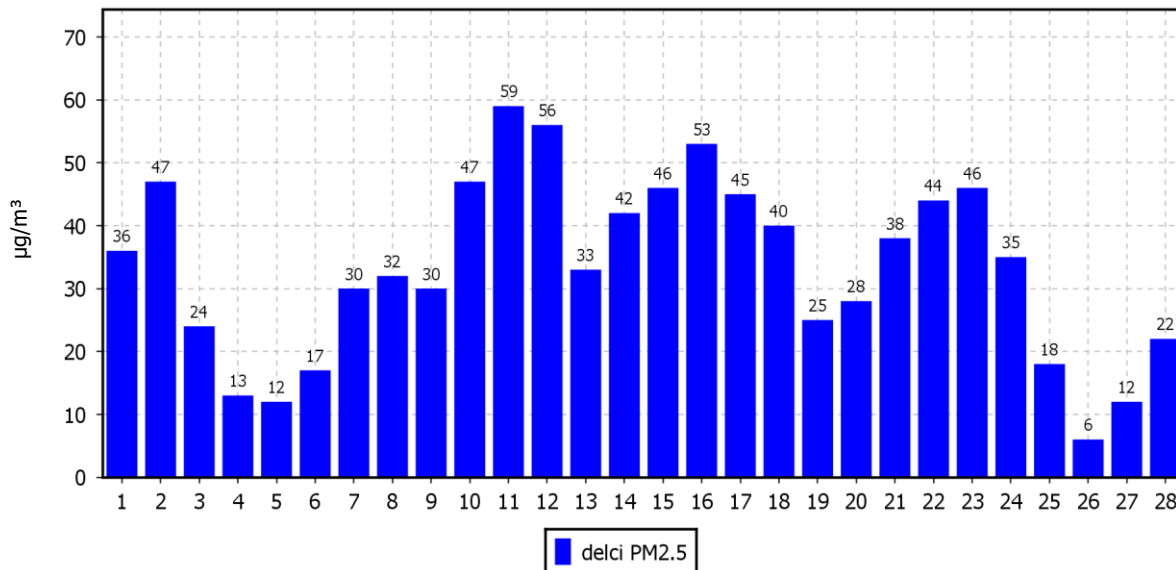
01.02.2023 do 01.03.2023



DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

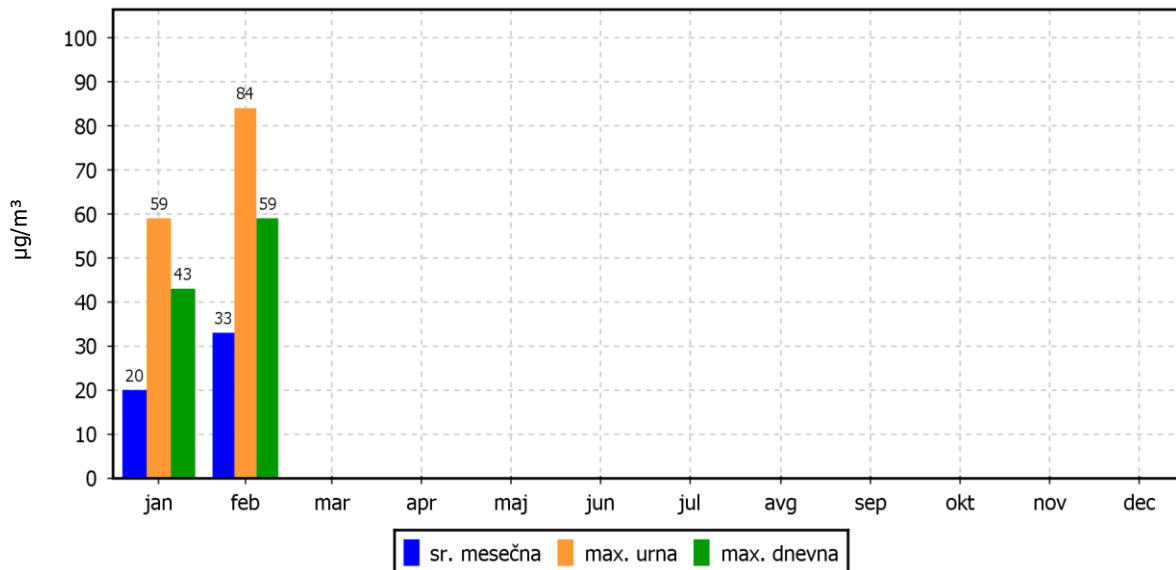
01.02.2023 do 01.03.2023



KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

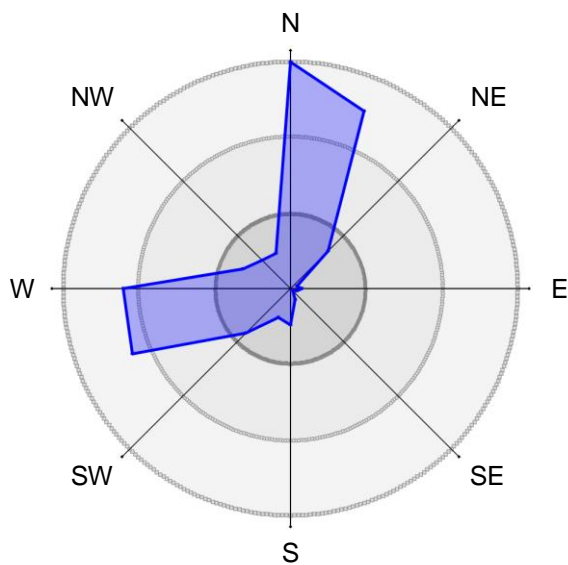
01.01.2023 do 01.01.2024



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

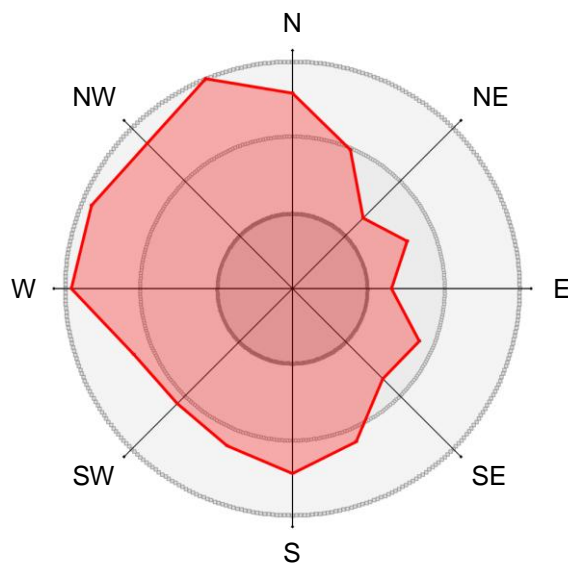
01.02.2023 do 01.03.2023



20.4% časa

13.7% časa

6.7% časa



42.0 µg/m³

28.2 µg/m³

13.9 µg/m³

3.3 METEOROLOŠKE MERITVE

3.3.1 Pregled temperature in relativne vlage v zraku

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	666	99%	670	100%
Maksimalna urna vrednost	15 °C	22.02.2023 16:00:00	87%	24.02.2023 09:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	10 °C	25.02.2023	76%	24.02.2023
Minimalna urna vrednost	-7 °C	10.02.2023 07:00:00	22%	04.02.2023 10:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-3 °C	07.02.2023	44%	04.02.2023
Srednja vrednost v obdobju	3 °C		62%	

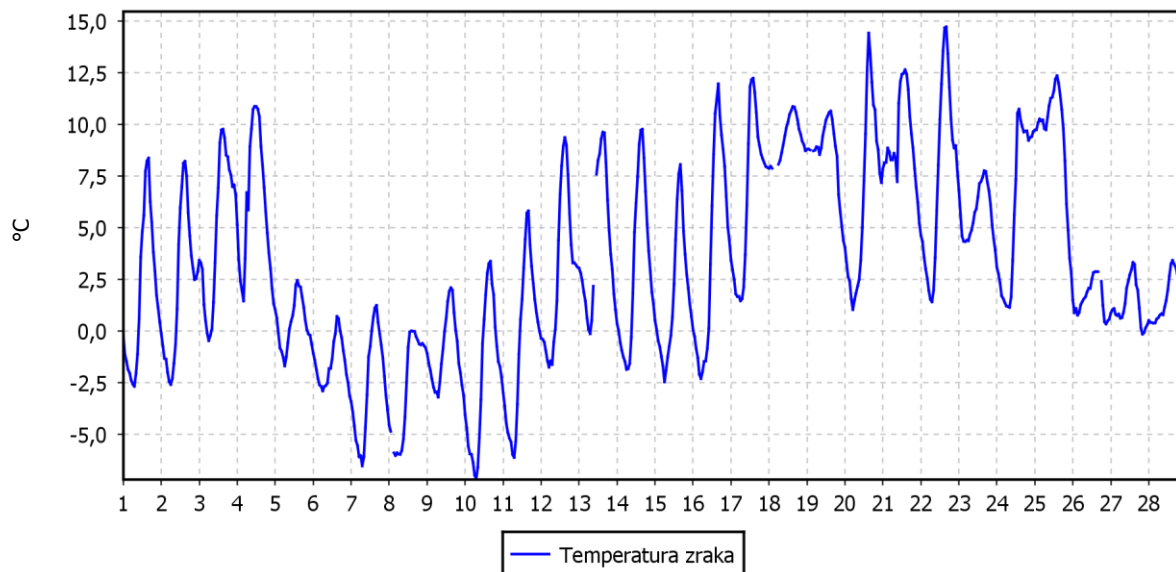
TEMPERATURA	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
-50.0 do 0.0 °C	179	27	6	21
0.0 do 3.0 °C	183	27	9	32
3.0 do 6.0 °C	91	14	5	18
6.0 do 9.0 °C	105	16	5	18
9.0 do 12.0 °C	90	14	3	11
12.0 do 15.0 °C	18	3	0	0
15.0 do 18.0 °C	0	0	0	0
18.0 do 21.0 °C	0	0	0	0
21.0 do 24.0 °C	0	0	0	0
24.0 do 27.0 °C	0	0	0	0
27.0 do 30.0 °C	0	0	0	0
30.0 do 50.0 °C	0	0	0	0
Skupaj	666	100	28	100

REL. VLAŽNOST	Čas. interval - URA		Čas. interval - DAN	
	št. primerov	delež - %	št. primerov	delež - %
0.0 do 20.0 %	0	0	0	0
20.0 do 30.0 %	8	1	0	0
30.0 do 40.0 %	11	2	0	0
40.0 do 50.0 %	96	14	3	11
50.0 do 60.0 %	161	24	8	29
60.0 do 70.0 %	193	29	12	43
70.0 do 80.0 %	150	22	5	18
80.0 do 90.0 %	51	8	0	0
90.0 do 100.0 %	0	0	0	0
Skupaj	670	100	28	100

URNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

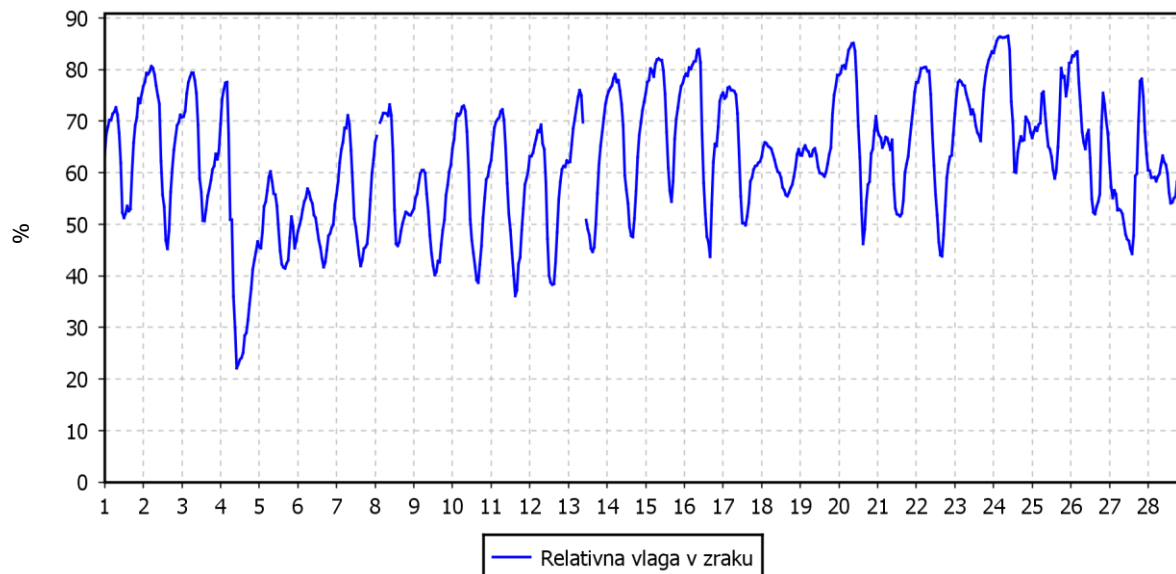
01.02.2023 do 01.03.2023



URNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

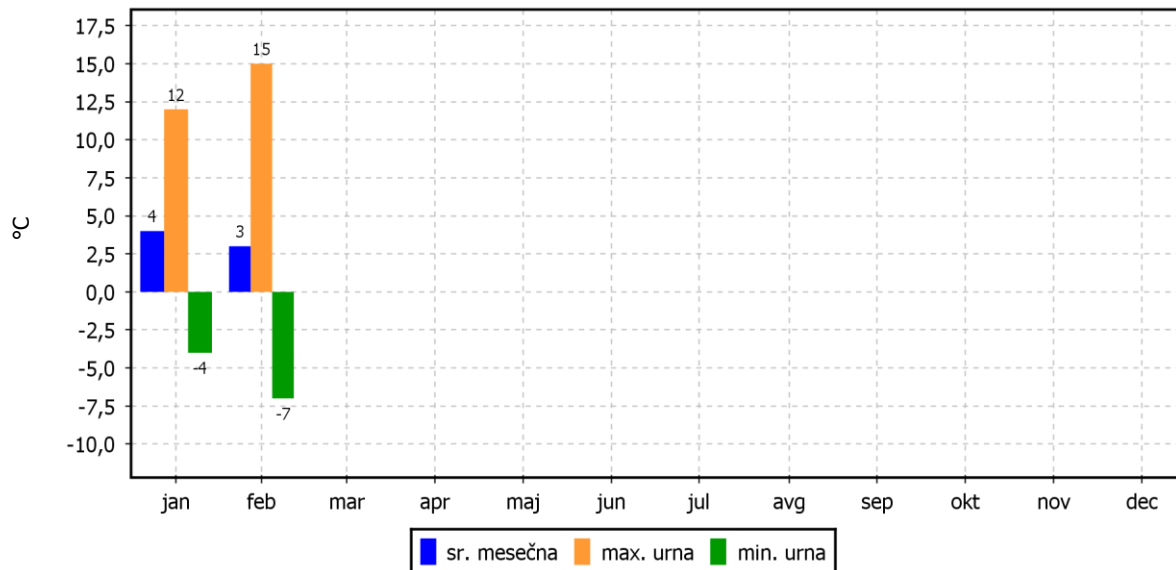
01.02.2023 do 01.03.2023



TEMPERATURA ZRAKA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2023 do 01.01.2024



3.3.2 Pregled hitrosti in smeri vetra

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.02.2023 do 01.03.2023

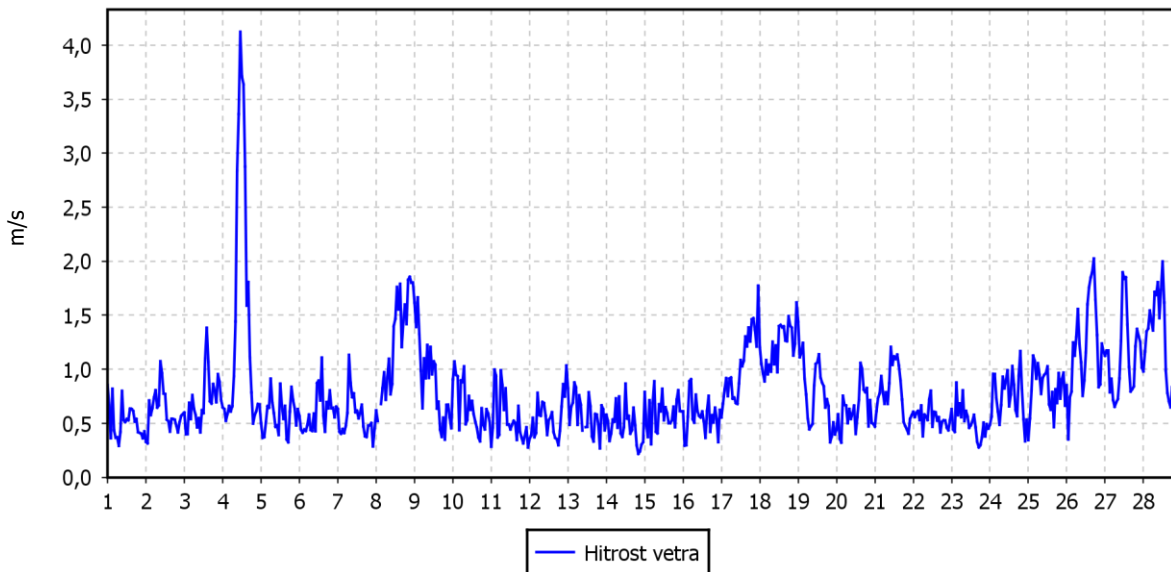
Razpoložljivih urnih podatkov:	670	100%
Maksimalna urna hitrost:	4 m/s	04.02.2023 11:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	14.02.2023 20:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	1 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

Od (m/s)	0.1	0.2	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	vsota	delež
Do vklj. (m/s)	0.2	0.5	0.7	1.0	1.5	2.0	3.0	5.0	7.0	10.0	∞		
	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	frek.	‰
N	0	28	57	32	7	7	2	4	0	0	0	137	204
NNE	0	7	27	35	31	15	1	0	0	0	0	116	173
NE	0	2	8	9	7	6	0	0	0	0	0	32	48
ENE	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	6
E	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	7	10
ESE	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4	6
SE	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
SSE	0	1	4	1	1	0	0	0	0	0	0	7	10
S	0	6	7	4	5	0	0	0	0	0	0	22	33
SSW	0	7	9	2	1	0	0	0	0	0	0	19	28
SW	0	7	8	15	8	0	0	0	0	0	0	38	57
WSW	0	28	32	15	27	1	0	0	0	0	0	103	154
W	0	18	37	32	13	1	0	0	0	0	0	101	151
WNW	0	23	8	0	0	0	0	0	0	0	0	31	46
NW	0	15	8	1	0	0	0	0	0	0	0	24	36
NNW	0	17	5	1	0	0	0	0	0	0	0	23	34
SKUPAJ	0	160	219	154	100	30	3	4	0	0	0	670	1000

URNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

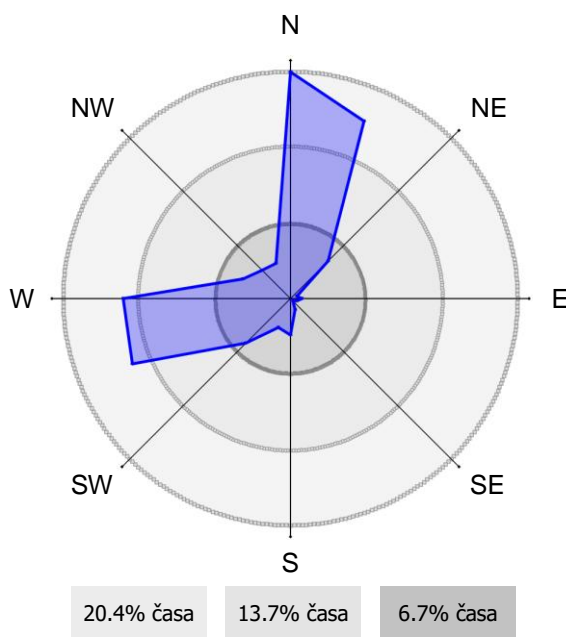
01.02.2023 do 01.03.2023



ROŽA VETROV

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.02.2023 do 01.03.2023



4. ZAKLJUČEK

Meritve onesnaženosti zraka in meteoroloških parametrov so bile opravljene z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Mestne občine (MO) Ljubljana na lokaciji križišča Tivolske ceste in Vošnjakove ulice. Merilna lokacija je v upravljanju strokovnega osebja EIMV. Postopke za izvajanje meritev in QA/QC postopke je predpisal EIMV. Izdelal je tudi obdelavo rezultatov meritev in potrdil njihovo veljavnost.

V poročilu so za **mesec februar** podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO₂, NO₂/NO_x, policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH), PM₁₀ in PM_{2.5} ter statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov na merilni lokaciji.

V tem mesecu je bilo izmerjenih 93 % razpoložljivih podatkov SO₂, 97 % razpoložljivih podatkov NO₂/NO_x, 98 % PAH in 100 % razpoložljivih podatkov PM₁₀ ter PM_{2.5}.

SO₂

Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 5 µg/m³ (dne 14.02.2023 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila 4 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je znašala 2 µg/m³. Največji deleži onesnaženja z SO₂ so bili iz zahodne smeri.

NO₂

Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija NO₂ je znašala 122 µg/m³ (dne 14.02.2023 ob 18:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 72 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 49 µg/m³. Do onesnaženja z NO₂ je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno.

Benzen

Maksimalna urna koncentracija **benzena** je znašala 8,8 µg/m³ (dne 14.02.2023 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 4,4 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 2,2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NNW.

Toluen

Maksimalna urna koncentracija **toluena** je znašala 11,9 µg/m³ (dne 14.02.2023 ob 23:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 7,6 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 3,0 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NNW.

M&P-ksilen

Maksimalna urna koncentracija **M&P-ksilena** je znašala 7,3 µg/m³ (dne 16.02.2023 ob 16:00), maksimalna dnevna koncentracija je bila 3,8 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 1,7 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW.

Etilbenzen

Maksimalna urna koncentracija **etilbenzena** znašala 2,5 µg/m³ (dne 16.02.2023 ob 16:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,2 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je bila 0,5 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri W in NW.

PM₁₀

Dnevna mejna **PM₁₀** vrednost (50 µg/m³) je bila v tem mesecu presežena 11-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 117 µg/m³ (dne 12.02.2023 ob 11:00), maksimalna dnevna

koncentracija je bila $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, srednja mesečna koncentracija pa je znašala $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz zahodne smeri.

PM_{2,5}

Maksimalna urna koncentracija delcev **PM_{2,5}** je znašala $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (dne 12.02.2023 ob 03:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, srednja mesečna koncentracija pa je bila $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz zahodne smeri.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med $-3 \text{ }^\circ\text{C}$ (07.02.2023) in $10 \text{ }^\circ\text{C}$ (25.02.2023), povprečna temperatura zraka je tako znašala $3 \text{ }^\circ\text{C}$. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s , smer W – N.

Jutra v začetku meseca februarja so bila izrazito hladna (npr. 1. februar: Nova vas na Blokah $-17,2 \text{ }^\circ\text{C}$, Babno polje $-16,8 \text{ }^\circ\text{C}$, Jezersko $-12,4 \text{ }^\circ\text{C}$, Kočevje $-11,0 \text{ }^\circ\text{C}$, Rateče $-10,6 \text{ }^\circ\text{C}$), prav tako je v začetku meseca pihal močan veter (močnejši sunki so bili izmerjeni npr. 4. februar: Ljubljana-Bežigrad 76 km/h , Trojane-Limovec 94 km/h , Krajinski park Goričko 75 km/h , Letališče Jožeta Pučnika 71 km/h , Kredarica 165 km/h , Krvavec 117 km/h). Agencija Republike Slovenije (ARSO) je dne 10. februarja, 15. februarja in 22. februarja izdala opozorilo za možne povečane vrednosti prašnih delcev (PM₁₀) v zraku, predvsem zjutraj in zvečer, kot posledica mirnega in mrzlega vremena. Druga polovica meseca je bila zaznamovala z neznačilno visokimi temperaturami za ta mesec (npr. 14. februar: Škocjan $18,5 \text{ }^\circ\text{C}$, Ilirska Bistrica $16,8 \text{ }^\circ\text{C}$, Bilje $15,4 \text{ }^\circ\text{C}$).

(vir: ARSO)