



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
INŠTITUT ZA ELEKTROGOSPODARSTVO IN ELEKTROINDUSTRIJO

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE LJUBLJANA,
APRIL 2022**

Oznaka dokumenta: 222235-B-2-4

Ljubljana, maj 2022



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR
INŠTITUT ZA ELEKTROGOSPODARSTVO IN ELEKTROINDUSTRIJO

Oznaka dokumenta: 222235-B-2-4

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE LJUBLJANA,
APRIL 2022**

Ljubljana, maj 2022

Direktor:

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

Poročilo je bilo ustvarjeno z:

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

© **ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR**

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

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

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



Elektroinštitut Milan Vidmar

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

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

Naročilo: Pogodba C7560-21-210011

Odgovorna oseba: Svetlana ČERMELJ

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

Delovni nalog: 222235

Projekt: 222235-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. fiz.

Aktivnost: 222235-B-2

Naloga: 222235-B-2-4

Naslov: Analiza rezultatov meritev kakovosti zraka skladno s prej navedenimi standardni, april 2022

Oznaka dokumenta: 222235-B-2-4

Datum izdelave: maj 2022

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

Avtorji: Kris ALATIČ, dipl. inž. meh.
mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.
Branka HOFER, gim. mat.
Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. teh.
Damjan KOVAČIČ, dipl. san. inž.
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.



Elektroinštitut Milan Vidmar

POVZETEK

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

V 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 april 2022.

V merjenem obdobju rezultati meritev SO₂ na lokaciji (Tivolska - Vošnjakova 98%) 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 89%) ne 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 89%) ne 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 100%) 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 100%) 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 100%) 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 100%) 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 v merjenem obdobju ni bila presežena.

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%.



Elektroinštitut Milan Vidmar

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	7
2.5.	PODATKI O MERILNEM MESTU TIVOLSKA-VOŠNJAKOVA	9
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 – Tivolska - Vošnjakova.....	16
3.2.2.	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂ – Tivolska - Vošnjakova	19
3.2.3.	Pregled koncentracij v zraku: NO _x – Tivolska - Vošnjakova	22
3.2.4.	Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova	25
3.2.5.	Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova	28
3.2.6.	Pregled koncentracij v zraku: M&P-ksilen – Tivolska - Vošnjakova	31
3.2.7.	Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova	34
3.2.8.	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀ – Tivolska - Vošnjakova	37
3.2.9.	Pregled koncentracij v zraku: PM _{2,5} – Tivolska - Vošnjakova.....	40
3.3.	METEOROLOŠKE MERITVE	43
3.3.1.	Pregled temperature in relativne vlage v zraku – Tivolska - Vošnjakova.....	43
3.3.2.	Pregled hitrosti in smeri vetra – Tivolska - Vošnjakova	45
4.	ZAKLJUČEK	47



Elektroinštitut Milan Vidmar

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 lebdi 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 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 2021 v Mestni občini Ljubljana.

Poročilo obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnikih kakovosti zraka, merjenih onesnažil, zakonodaji, merilnem mestu in nadzoru skladnosti, ki se izvaja;
- zapise o opažanju, izvedenih servisnih in vzdrževalnih delih ter drugih posegih na merilni opremi;
- 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).



Elektroinštitut Milan Vidmar

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** (ZVO-1, Ur.l. RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO – 1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 - GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20) 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, 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 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 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 SO_2 , NO_2 , PM_{10} , O_3 in PAH.

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

Tabela 1: Vrsta onesnaževala v zunanjem zraku.

ONESNAŽEVALO IN VIRI	VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO
<p>Žveplov dioksid (SO_2) je pri sobni temperaturi plin, brez barve, ki se dobro raztaplja v vodi. Poglavitni izvor žveplovega dioksida sta izogrevanje goriv (nafte in premoga) in drugi industrijski procesi (predelava rud). Uporablja se za beljenje, dezinfekcijo in kot konzervans v hrani.</p>	<p>Kratkoročno izpostavljanje žveplovem dioksidu povzroči težave astmatikom in občutljivim ljudem predvsem v bližini industrije, ki je brez ustreznega čiščenja. Otroci v krajih z onesnaženim zrakom pogosteje zbolevajo za kašljem, bronhitisom in infekcijami globlje v dihalih, kot otroci ki žive v manj onesnaženih krajih.</p>
<p>Dušikovi oksidi (NO_2/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 gospodinjstvi 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 astmatiki. 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. Astmatiki lahko z okvaro pljuč reagirajo že po kratkotrajni izpostavljenosti.</p>
<p>Delci PM_{10} PM_{10} 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 SO_2 ali NO_2). 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>PM_{10} delci prizadenejo največ ljudi v primerjavi z drugimi onesnaževali. Zaradi njihove majhnosti lahko penetrirajo globoko v pljuča. Povečujejo umrljivost in obolevnost za boleznimi dihal in kardiovaskularnih boleznimi.</p>
<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 PM_{10}. 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 PM_{10} 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 SO_2, NO_x in NH_3, 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 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, 8/15 in 66/18) in **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17). Ti predpisi so bili sprejeti na podlagi **Zakona o varstvu okolja** (ZVO-1, Ur. l. RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO – 1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 - GZ, 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE in 158/20), ki sta v skladu z **Direktivo 2008/50/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 21. maja 2008 o kakovosti zunanjega zraka in čistejšem zraku za Evropo**. V letu 2007 je bila sprejeta tudi **Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja** (Ur. l. RS 31/07, 70/08, 61/09 in 50/13), 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, Ljubljana, Kranj, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto ter Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi. Na območju mestne občine Ljubljana je Vlada Republike Slovenije v dogovoru z lokalno skupnostjo pripravila **Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Ljubljana** (Ur. l. RS, št. 77/17). Načrti so usmerjeni v ukrepe na področju spodbujanja učinkovite rabe energije in obnovljivih virov, na izpuste cestnega motornega prometa, na druge ukrepe ter na kratkoročne ukrepe.

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

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 (µg/m ³).h, izračunan za določeno obdobje kot vsota razlik med urnimi koncentracijami, ki presegajo 80 µg/m ³ in so izmerjene med 8. in 20. uro ter vrednostjo 80 µg/m ³ urnih koncentracij

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

Tabela 3: Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za varstvo rastlin za žveplov dioksid (SO₂).

Časovni interval povprečja	Mejna vrednost (µg/m ³)	Alarmna vrednost (µg/m ³)
1 ura	350 (ne sme biti presežena več kot 24-krat v koledarskem letu)	-
3-urni interval	-	500
1 dan	125 (ne sme biti presežena več kot 3-krat v koledarskem letu)	-
Časovni interval povprečja	Kritična vrednost (µg/m ³)	Sprejemljivo preseganje (µg/m ³)
zimski čas od 1. oktobra do 31. marca	20	-
koledarsko leto	20	-

Tabela 4: Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid ter kritična vrednost za varstvo rastlin za dušikove okside (NO₂/NO_x).

Časovni interval povprečja	Mejna vrednost (µg/m ³)	Alarmna vrednost (µg/m ³)
1 ura	200 (velja za NO ₂) (ne sme biti presežena več kot 18-krat v koledarskem letu)	-
3-urni interval	-	400 (velja za NO ₂)
koledarsko leto	40 (velja za NO ₂)	-
Časovni interval povprečja	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

Tabela 5: Mejne vrednosti za delce PM₁₀.

Časovni interval povprečja	Mejna vrednost (µg/m ³)	Sprejemljivo preseganje (µg/m ³)*
PM₁₀		
1 dan	50 (ne sme biti presežena več kot 35-krat v koledarskem letu)	25
Koledarsko leto	40	10
PM_{2,5}		
Koledarsko leto	20	-

* - Za izvajanje drugega odstavka 17. člena Uredbe o kakovosti zunanjega zraka

2.4. NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

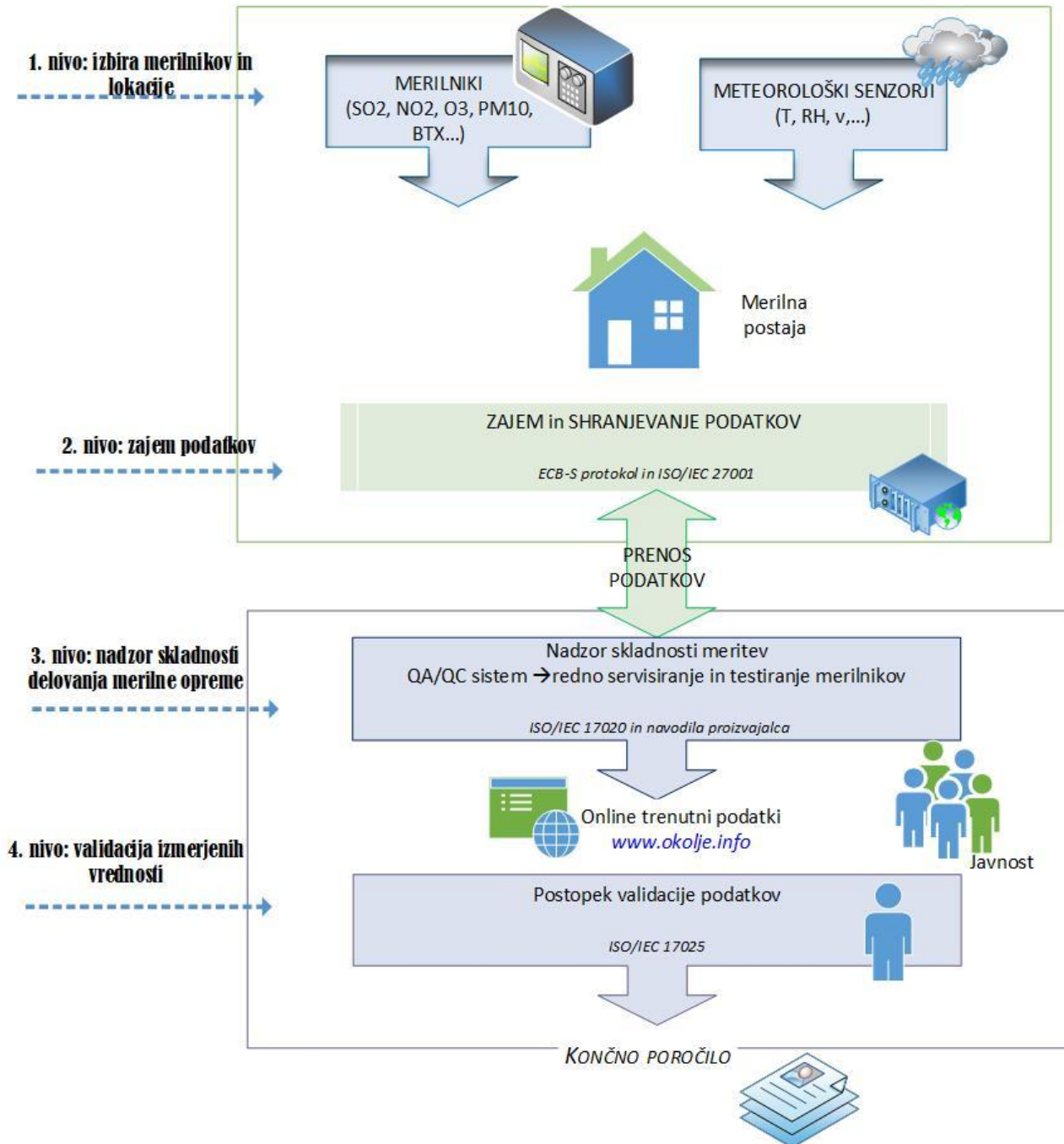
Pri vsakem izvajanju meritev kakovosti zunanjega zraka je potreben tudi ustrezen nadzor nad stanjem merilne opreme, ki je vključena v analizo in posege na njej, med katere sodijo umerjanje, vzdrževanje, servisni posegi in zamenjave potrošnega materiala. Obratovalni monitoring je ustrezne kakovosti, če:

- je skladno s Prilogo 1 **Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17) 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 **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka** (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17).

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 zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu.

2.5. PODATKI O MERILNEM MESTU TIVOLSKA-VOŠNJAKOVA

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 23 merilnih mest, v Mestni občini Ljubljana se meritve izvajajo na naslednjih lokacijah:

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

Rezultati se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO). Spodnja tabela (Tabela 8) 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 6: 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 Biotehniška	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
LJ Celovška	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-
LJ Center	✓	✓	-	✓	✓	-	✓	-	-	✓

• Merilno mesto LJ Center: 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	x/n	y/e
OMS Mestne občine Ljubljana	346 m	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-k silen	etilbenzen	O-k silen
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** (Ur. l. RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17).

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).

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 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.



Elektroinštitut Milan Vidmar

3. REZULTATI MERITEV

V tem poglavju so najprej predstavljena vzdrževalna dela in testi, ki so bili narejeni v prejšnjem mesecu na merilnikih in merilni postaji. Za vzpostavitev merilnega sistema, ki je verodostojen je spremljanje stanja in vzdrževanja merilnika nujno. S tem se namreč zadosti osnovnim kriterijem za zagotavljanje skladnosti meritev.

V nadaljevanju so za vsak merjeni parameter najprej predstavljeni podatki o izmerjenih vrednostih, nato je podana frekvenčna tabela razporeditve koncentracij, grafa urnih in dnevni 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 zunanega zraka Mestne občine Ljubljana na lokaciji avtomatske merilne postaje Vošnjakova-Tivolska. Merilno mesto ima ustrezno električno instalacijo, 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 7: Merilniki na postaji na lokaciji Vošnjakova-Tivolska.

Naziv	Proizvajalec	Model	Serijska številka	Merilno območje	Merilni princip
Merilnik SO ₂	Thermo scientific	Thermo 43i	CM08130056	0-100000 ppb	UV fluorescence
Merilnik NO ₂ /NO _x	Thermo scientific	Thermo 42i	CM08130057	0-100000 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 hrupa*	-	Merilnik Hrupa Type 4435	1831512	-	-
Merilnik vetra in temperature zraka	PAPOUCH.com	Termometer TM - RS232	0038/3807	-55 °C to 125 °C	-

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

Za pravilno delovanje merilnikov se morajo izvajati redni testni posegi in vzdrževalna dela. Vsi posegi, ki so bili narejeni v mesecu april 2022 so prikazani v spodnji tabeli.

Datum	Naziv	Komentar
08.04.2022	Ostalo	Prevzem merilnika hrupa s pripadajočo opremo na MOL-u in ogled postaje s strani ga. Anje Ilič (ZAG) zaradi primerjalnih meritev PM _{2,5}
22.04.2022	NO ₂ /NO _x	Servis merilnika zaradi blokade v delovanju v laboratoriju EIMV
25.04.2022	NO ₂ /NO _x	Naravnavanje
25.04.2022	PM ₁₀	Zaključek 40-dnevnega testa ekvivalence PM ₁₀

3.2. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ april 2022

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	0	0	0	98

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ april 2022

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	0	0	0	89

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ april 2022

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	-	-	0	100

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ do april 2022

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2022	0	0	0	96

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ do april 2022

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

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ do april 2022

		nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	meritve od	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
Tivolska - Vošnjakova	01.01.2022	-	-	21	100

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

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	5	3	5

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

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	24	27	36

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

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	39	54	64

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

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	32	24	18

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

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	1	-	1

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

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	2	-	2

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

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	1	-	1

Pregled srednjih koncentracij: etilbenzen (µg/m³) za april 2022 in pretekla leta

postaja	2020	2021	2022
Tivolska - Vošnjakova	0	-	0

3.2.1. Pregled koncentracij v zraku: SO₂ – Tivolska - Vošnjakova

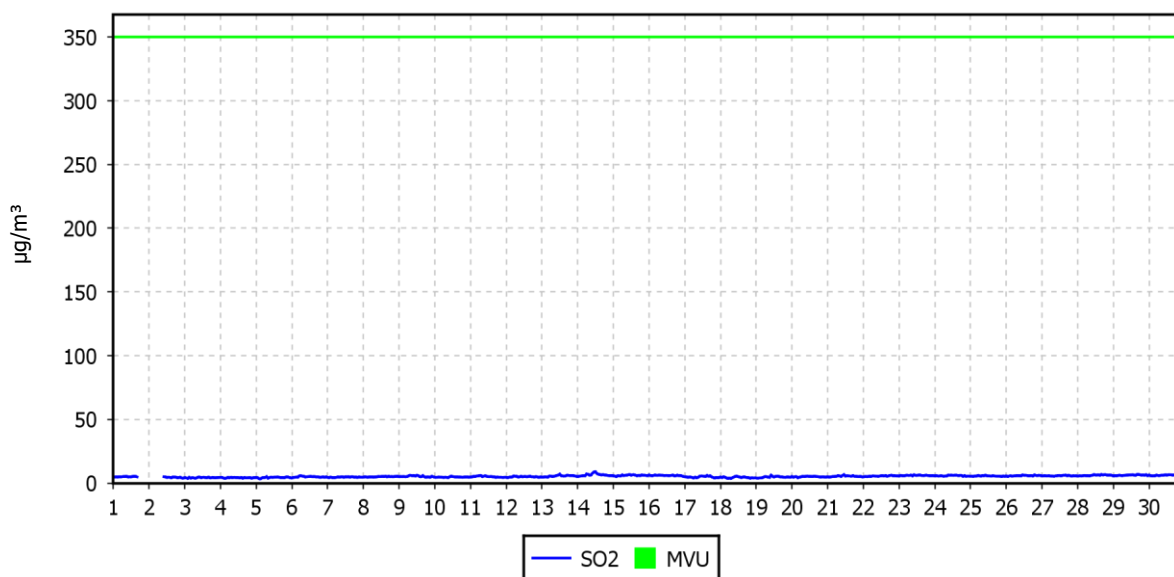
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	703	98%
Maksimalna urna koncentracija:	9 µg/m ³	14.04.2022 13:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	6 µg/m ³	14.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	4 µg/m ³	04.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	5 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:	7 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	5 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - SO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

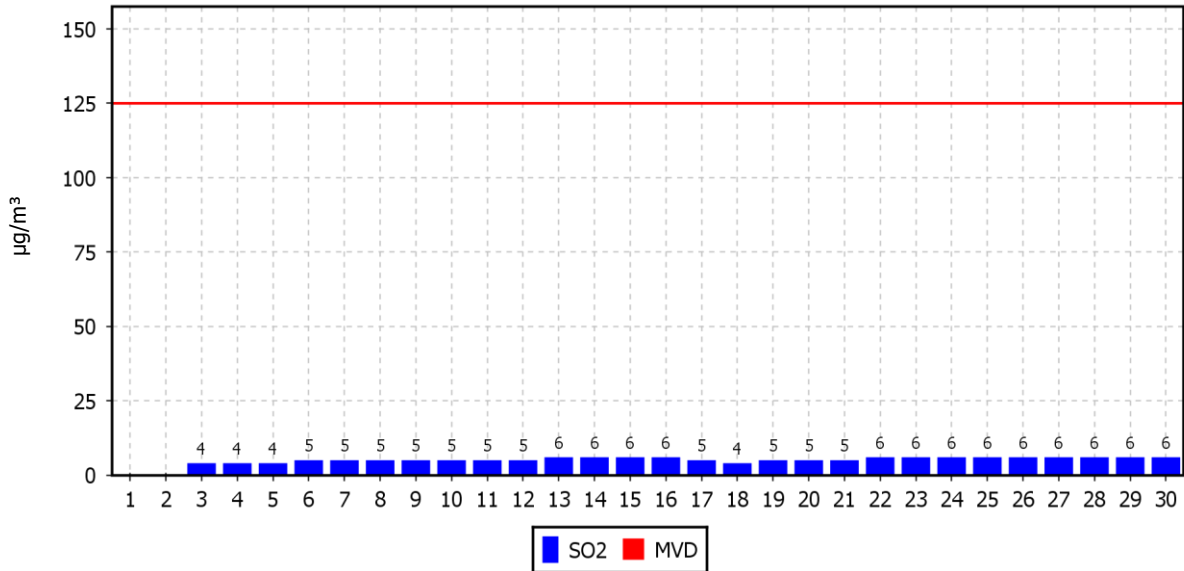
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

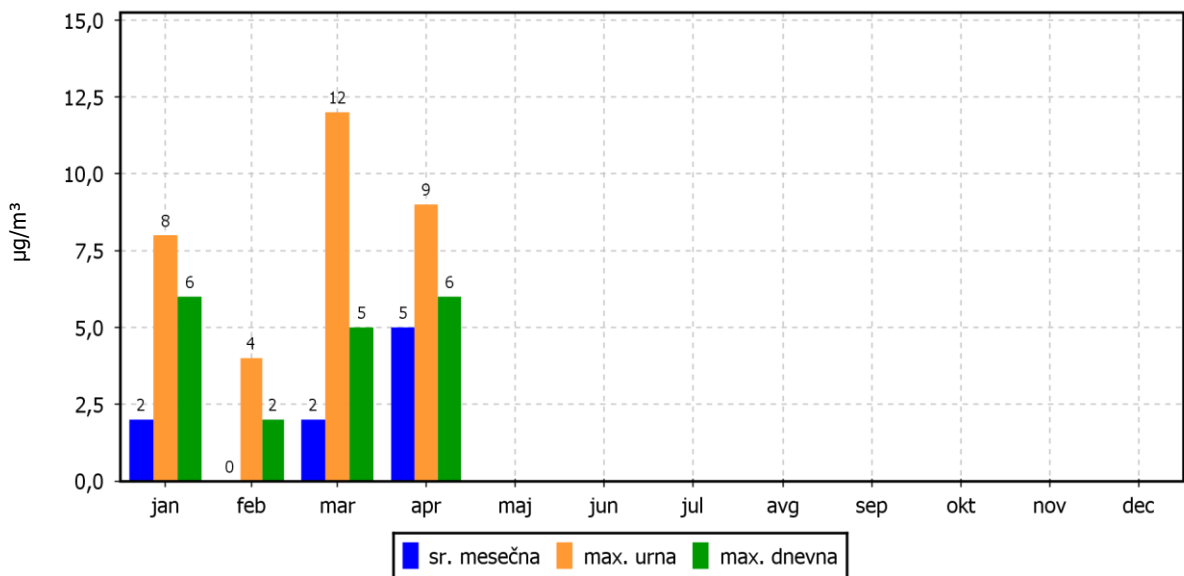
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - SO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

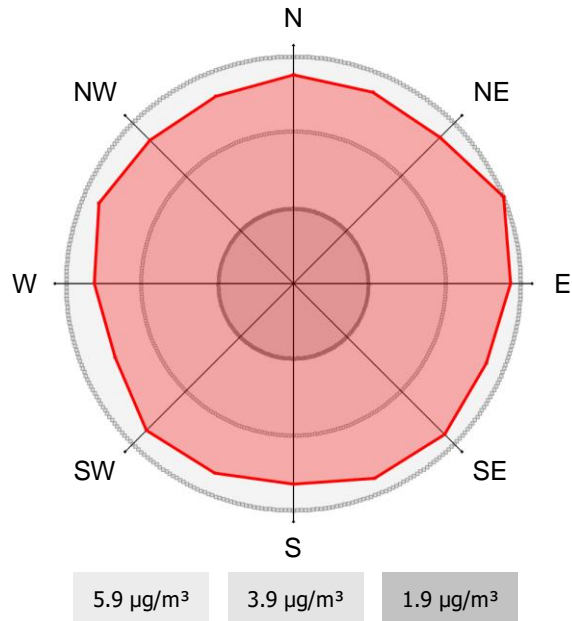
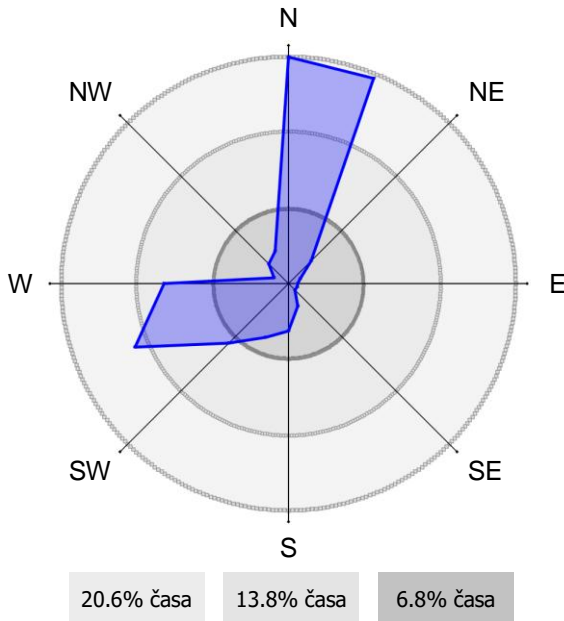
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolška - Vošnjakova)

01.04.2022 do 01.05.2022



3.2.2. Pregled koncentracij v zraku: NO₂ – Tivolska - Vošnjakova

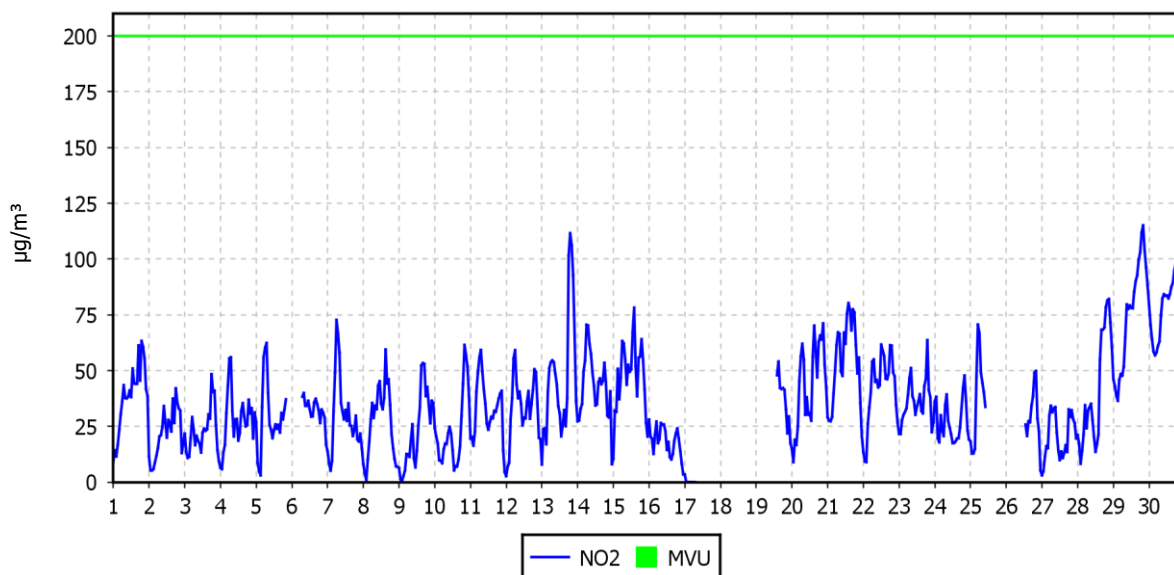
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	630	89%
Maksimalna urna koncentracija:	115 µg/m ³	29.04.2022 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	82 µg/m ³	30.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	18 µg/m ³	16.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	36 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:	97 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	32 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - NO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

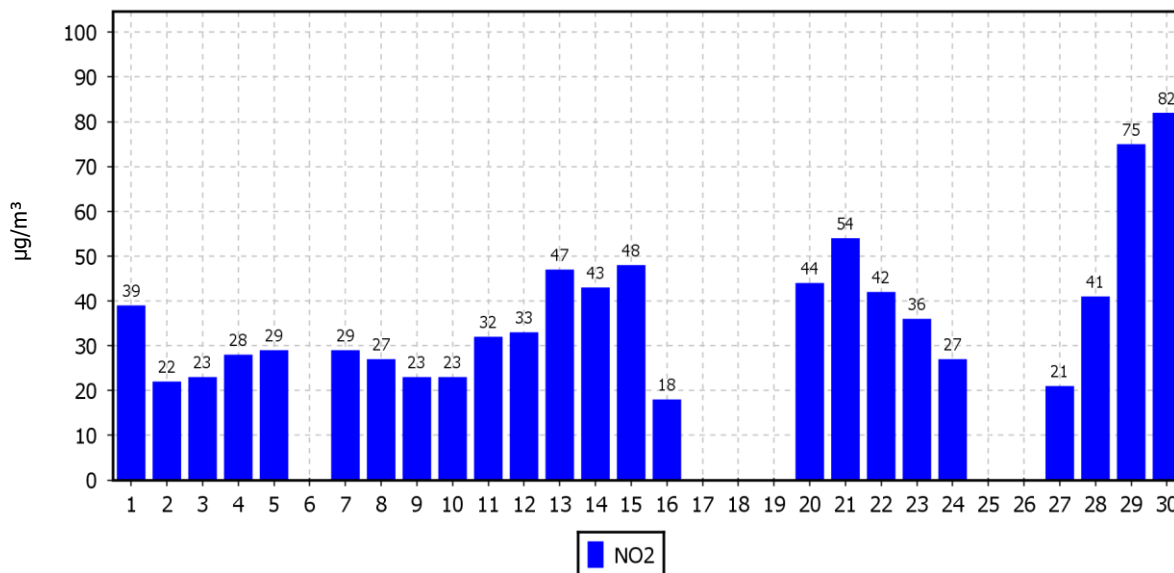
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

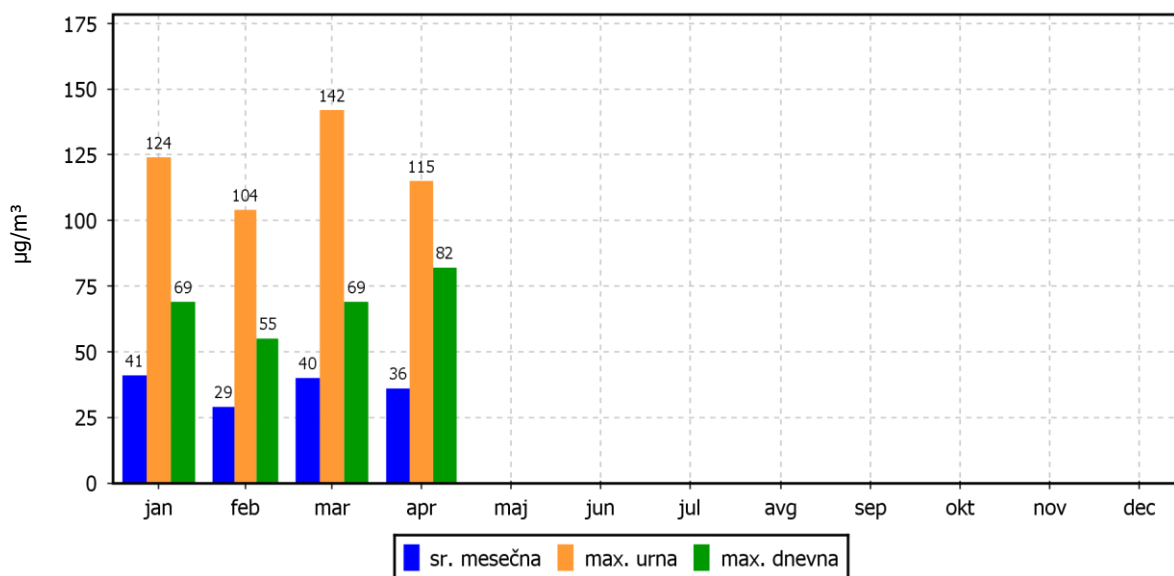
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - NO₂

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

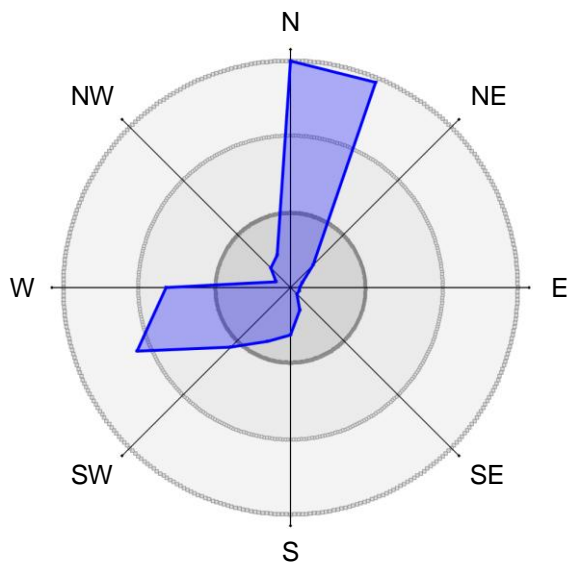
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

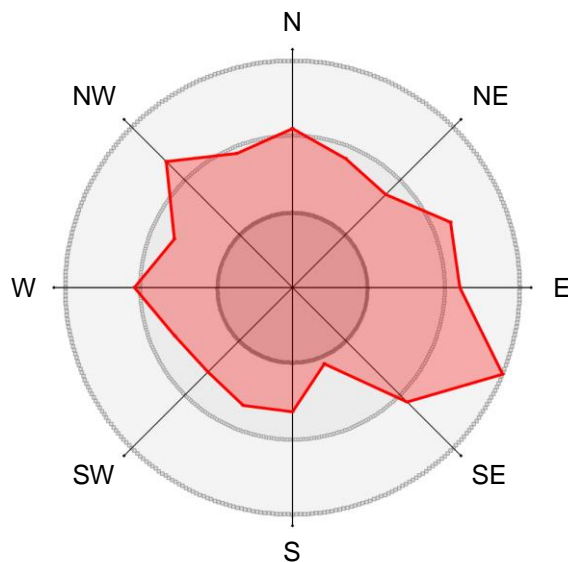
01.04.2022 do 01.05.2022



20.6% časa

13.8% časa

6.8% časa



58.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

38.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

19.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.2.3. Pregled koncentracij v zraku: NO_x – Tivolska - Vošnjakova

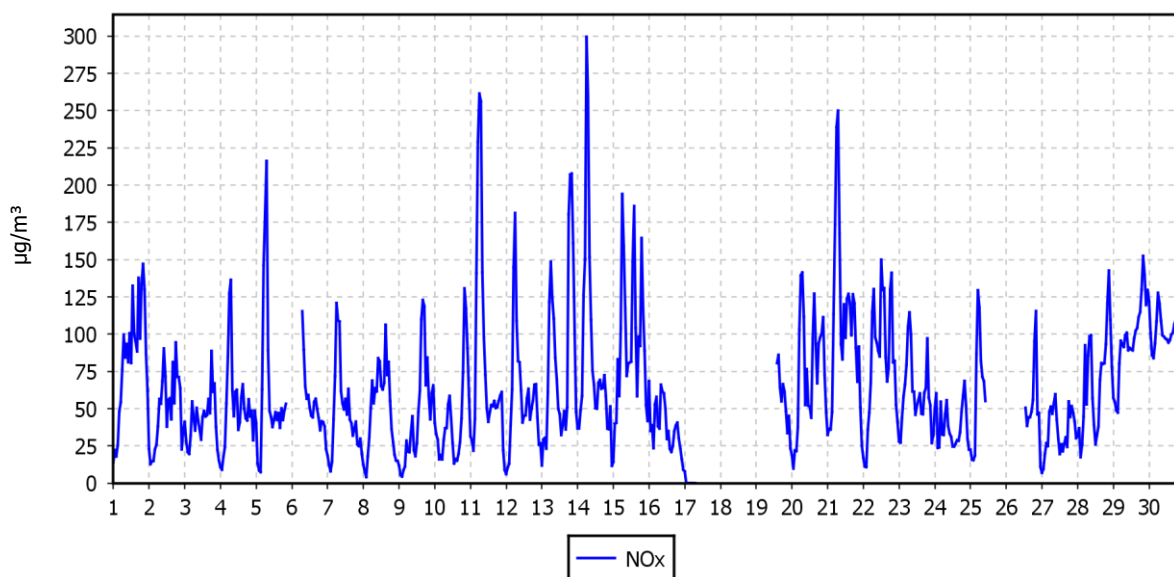
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	630	89%
Maksimalna urna koncentracija:	299 µg/m ³	14.04.2022 07:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	109 µg/m ³	30.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	35 µg/m ³	27.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	64 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	181 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	60 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

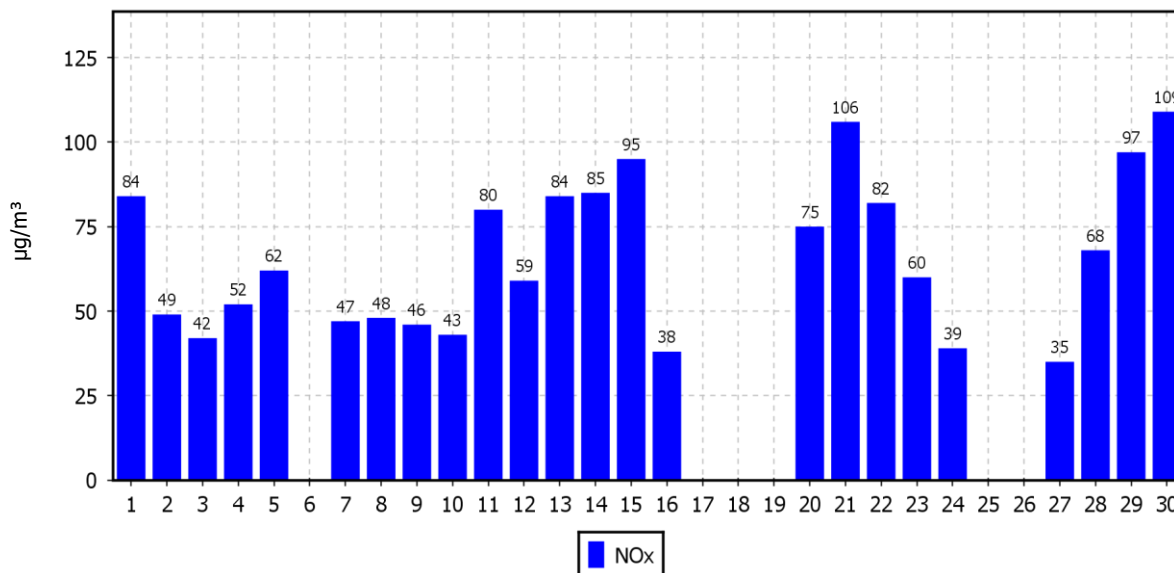
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

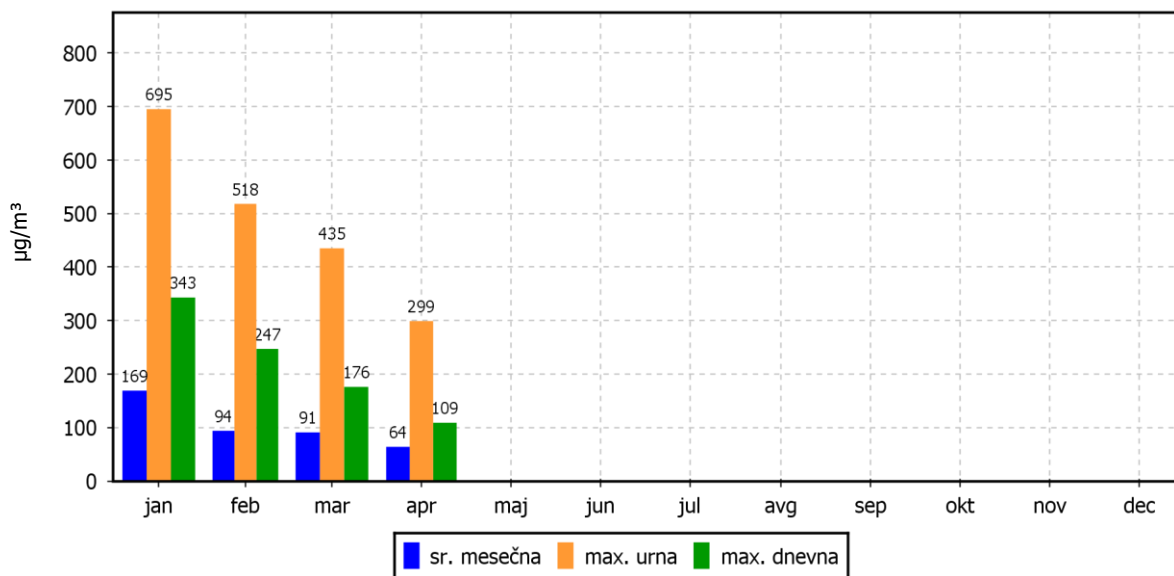
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - NO_x

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

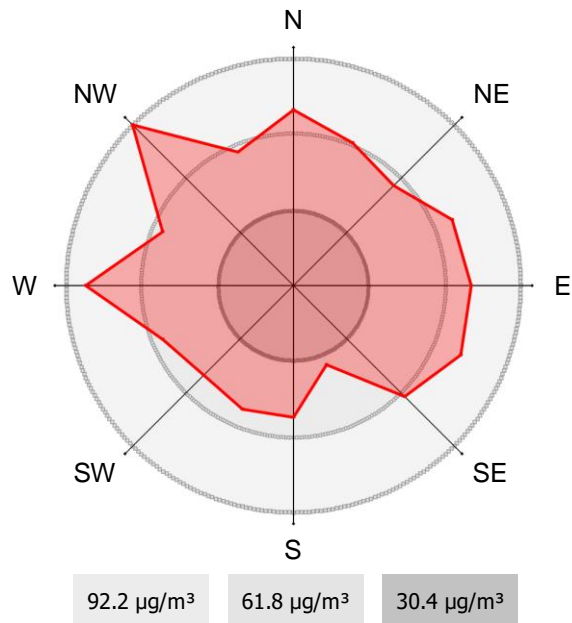
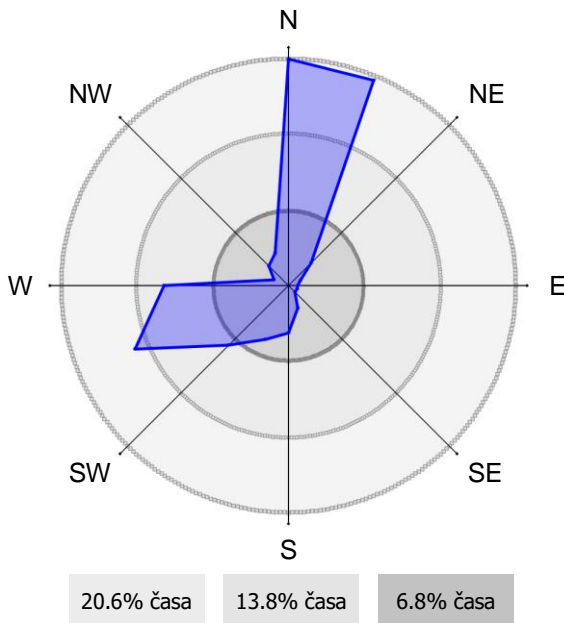
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.04.2022 do 01.05.2022



3.2.4. Pregled koncentracij v zraku: benzen – Tivolska - Vošnjakova

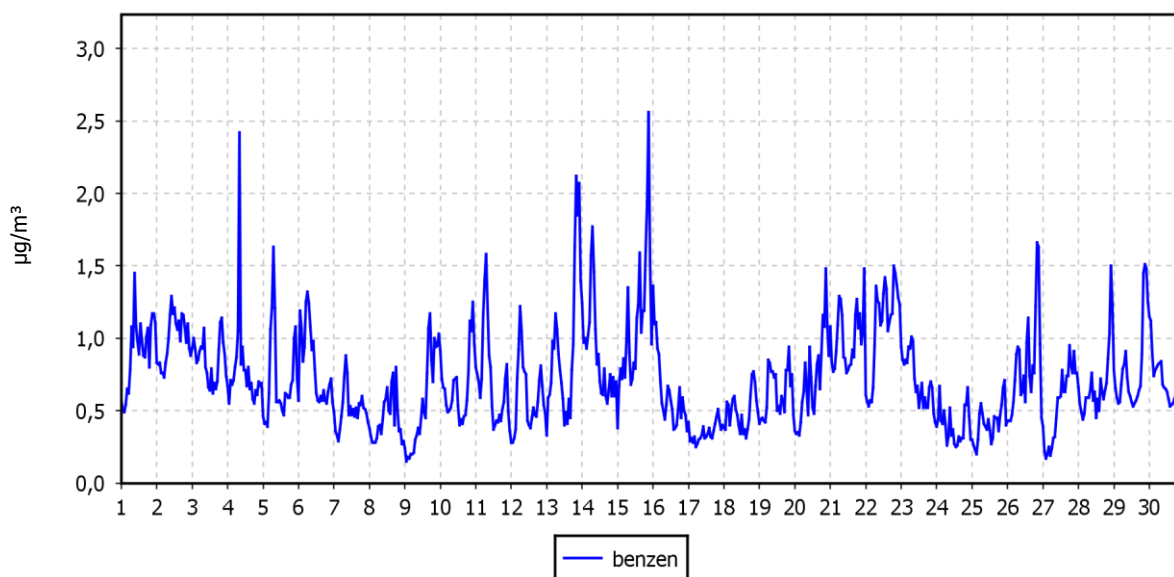
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	720	100.0%
Maksimalna urna koncentracija:	3.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30.04.2022 22:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	1.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	0.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

URNE KONCENTRACIJE - benzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

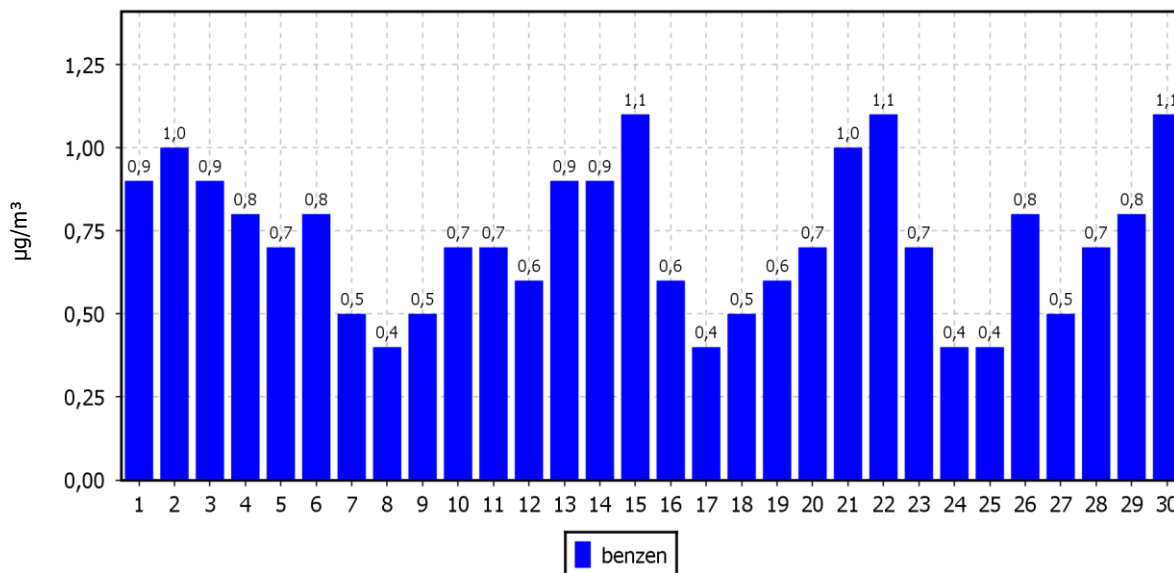
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - benzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

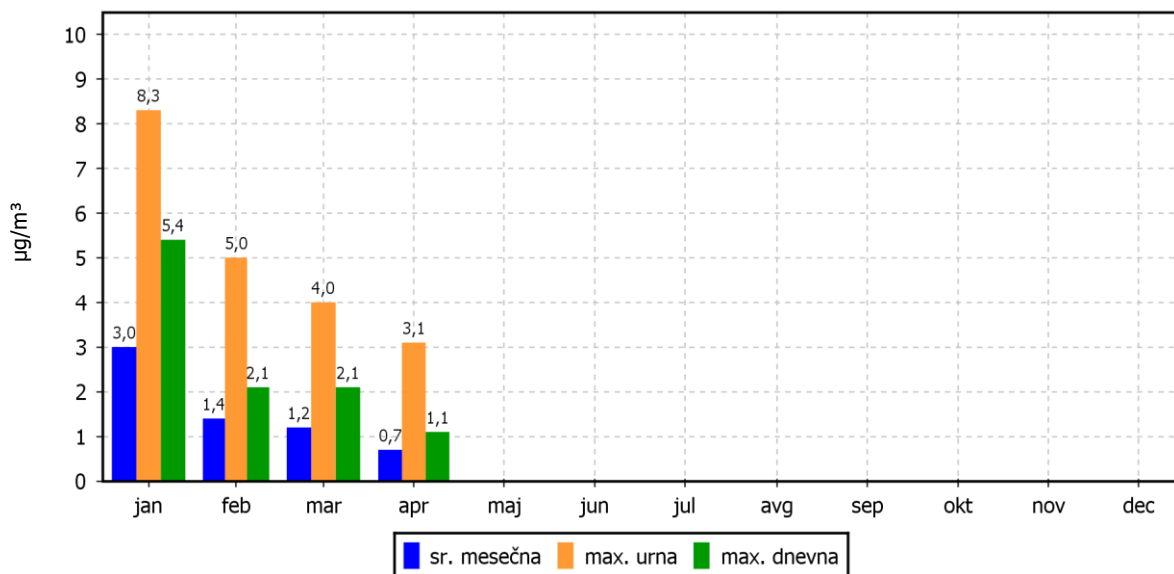
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - benzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

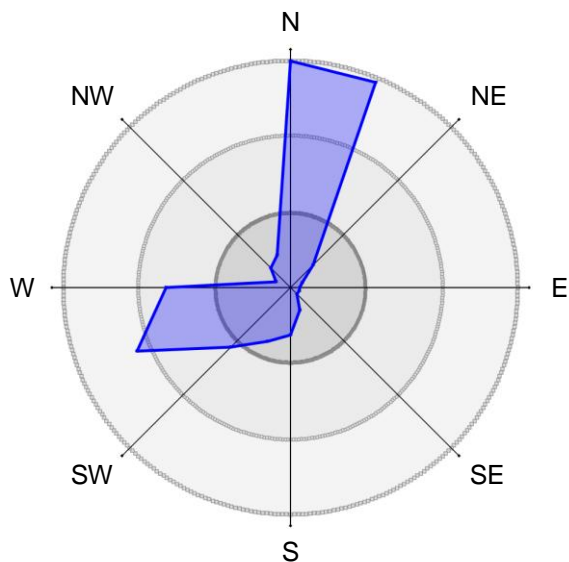
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

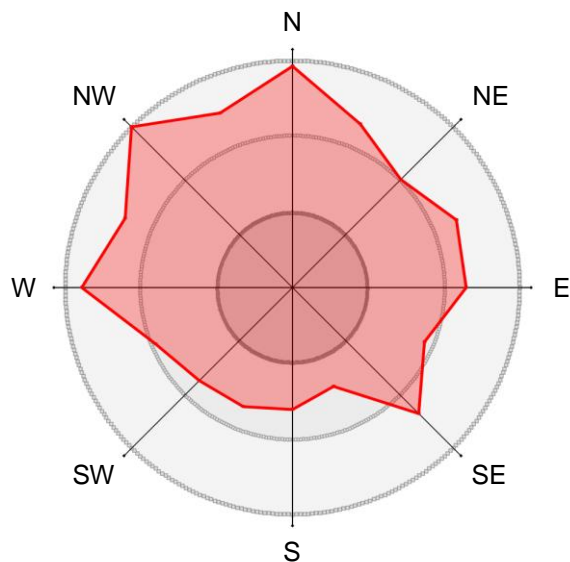
01.04.2022 do 01.05.2022



20.6% časa

13.8% časa

6.8% časa



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

0.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.2.5. Pregled koncentracij v zraku: toluen – Tivolska - Vošnjakova

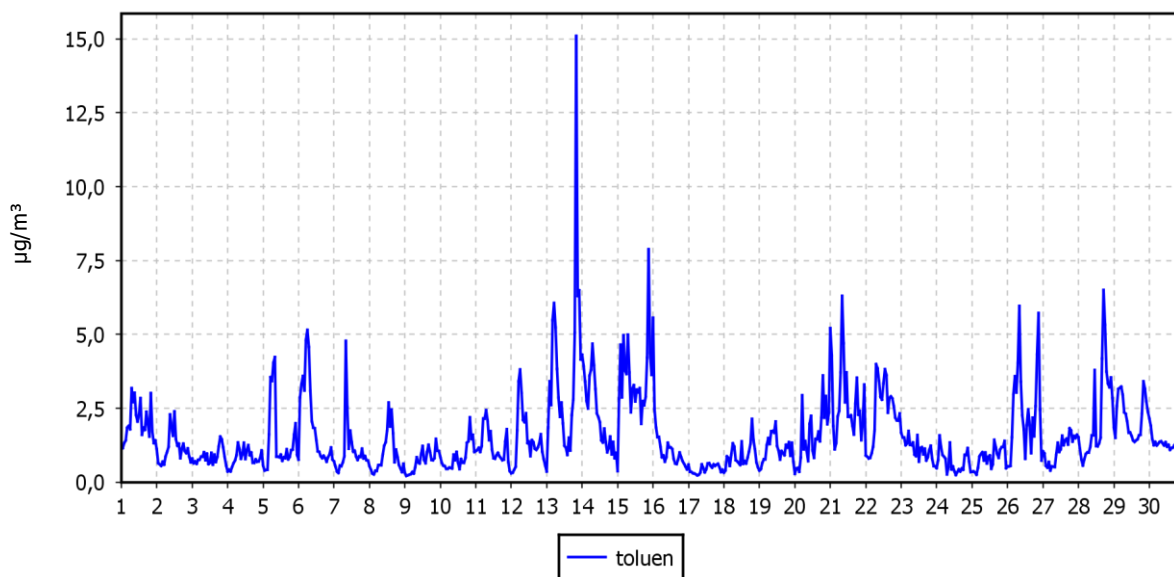
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	720	100.0%
Maksimalna urna koncentracija:	15.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.04.2022 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	3.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	13.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	0.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	1.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	5.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

URNE KONCENTRACIJE - toluen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

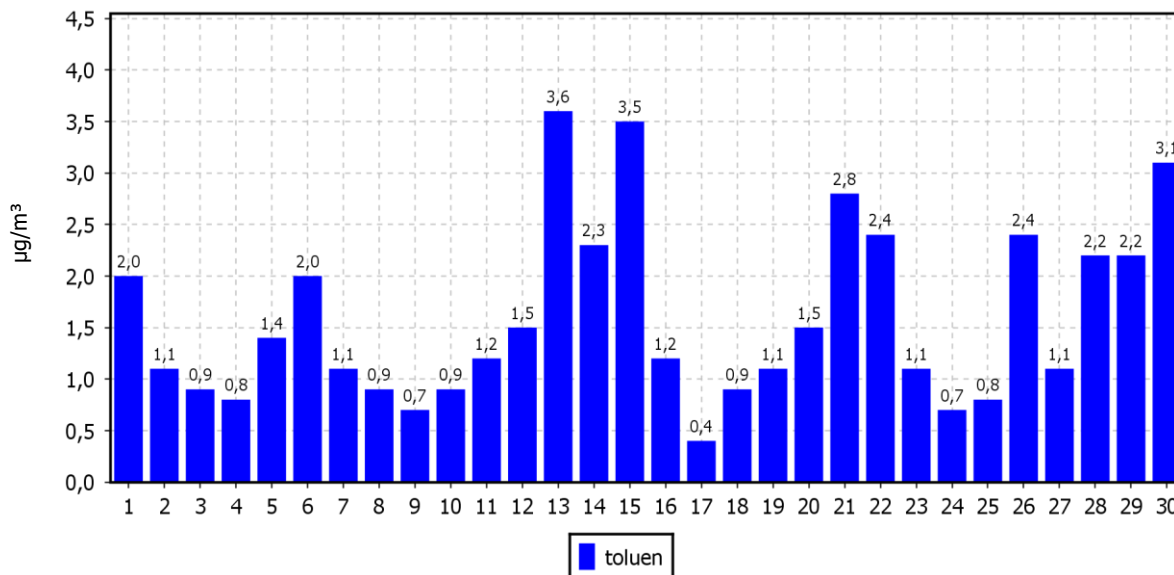
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - toluen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

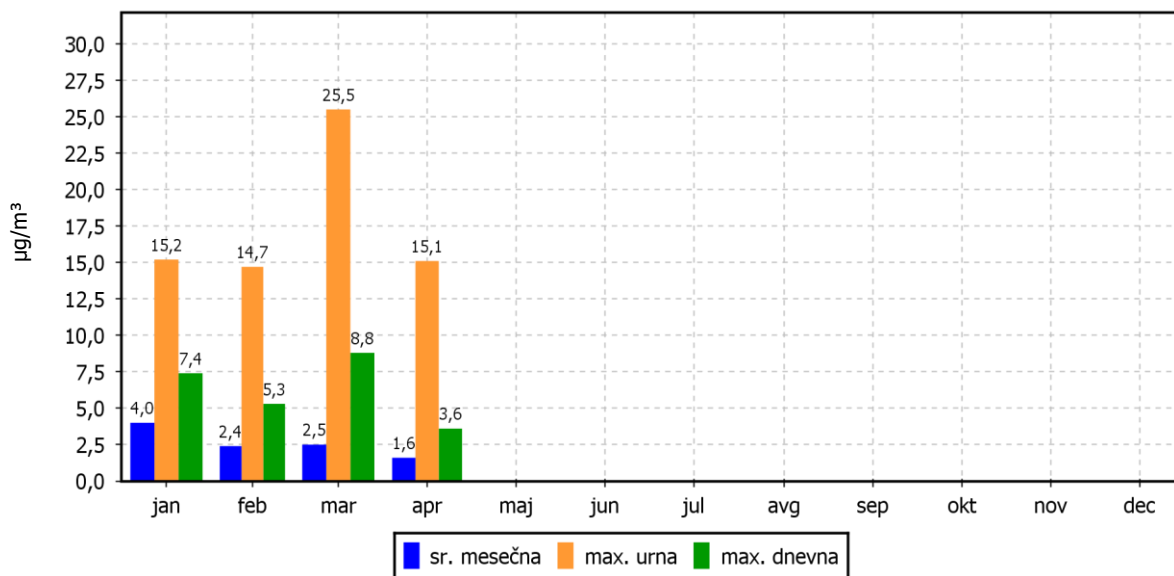
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - toluen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

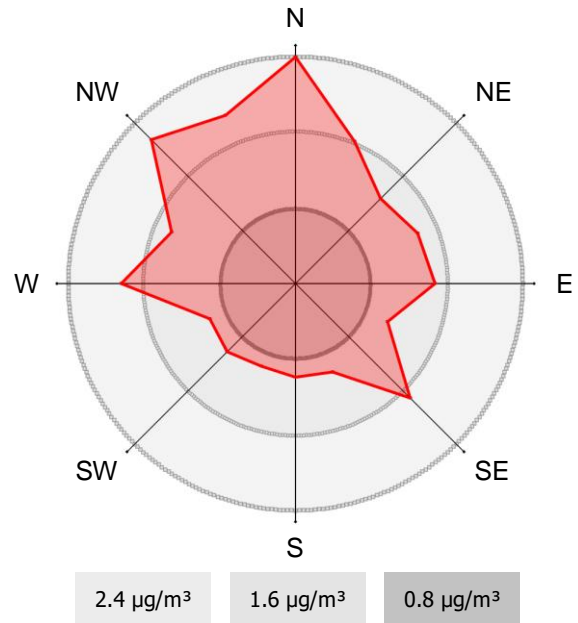
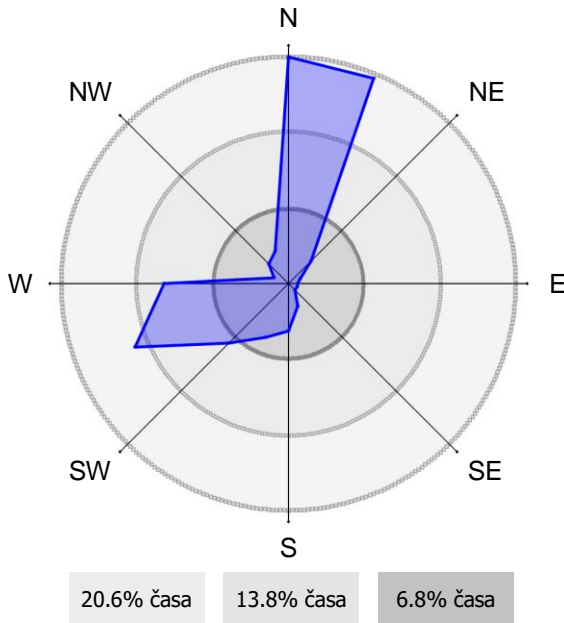
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.04.2022 do 01.05.2022



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

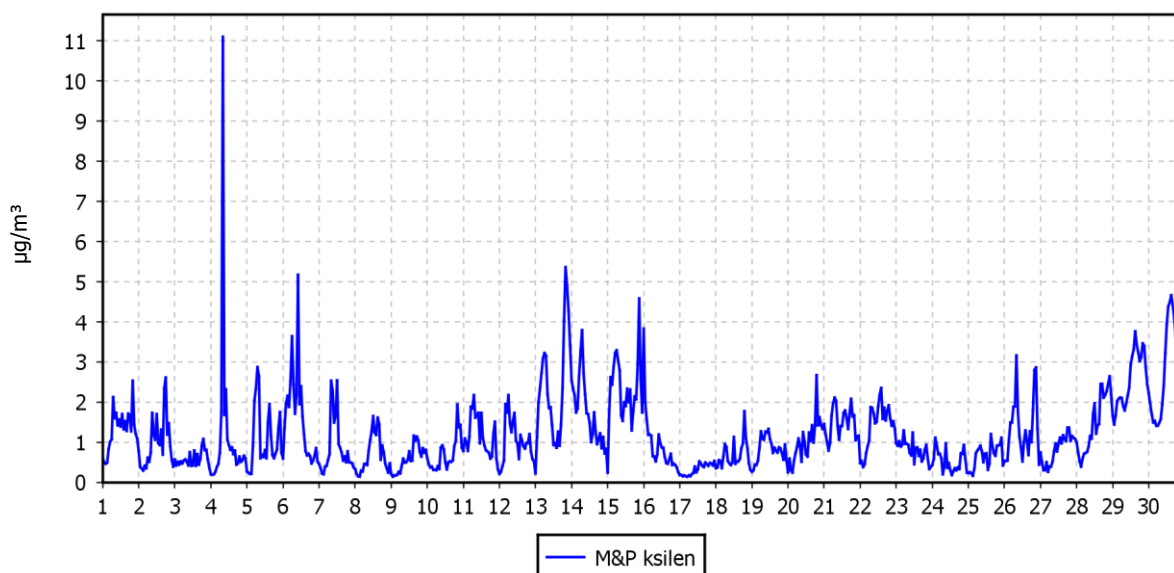
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	720	100.0%
Maksimalna urna koncentracija:	11.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	04.04.2022 09:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	3.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	0.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	1.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	4.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	1.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

URNE KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

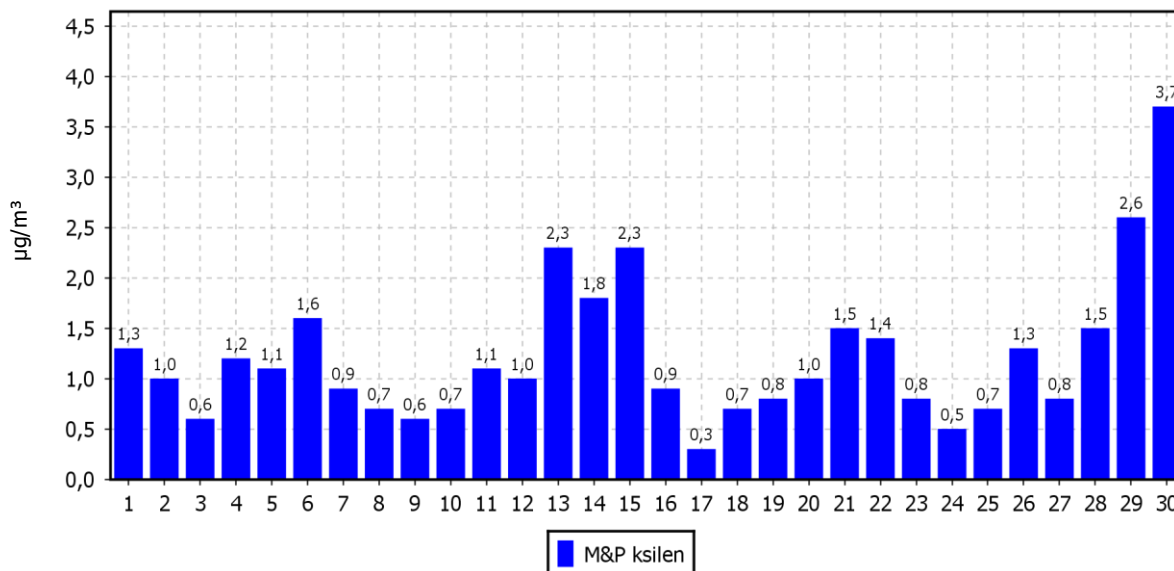
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

OMS - MOL (Tivolška - Vošnjakova)

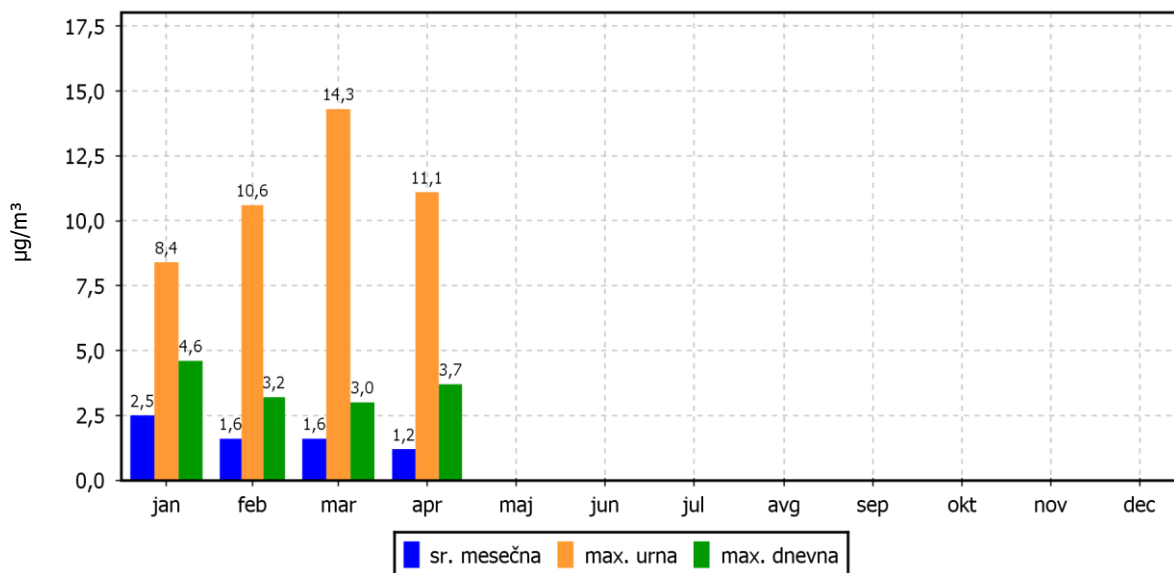
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - M&P-ksilen

OMS - MOL (Tivolška - Vošnjakova)

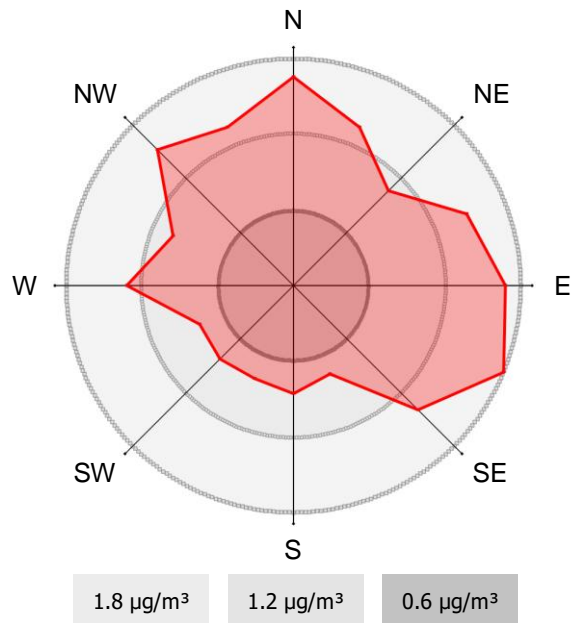
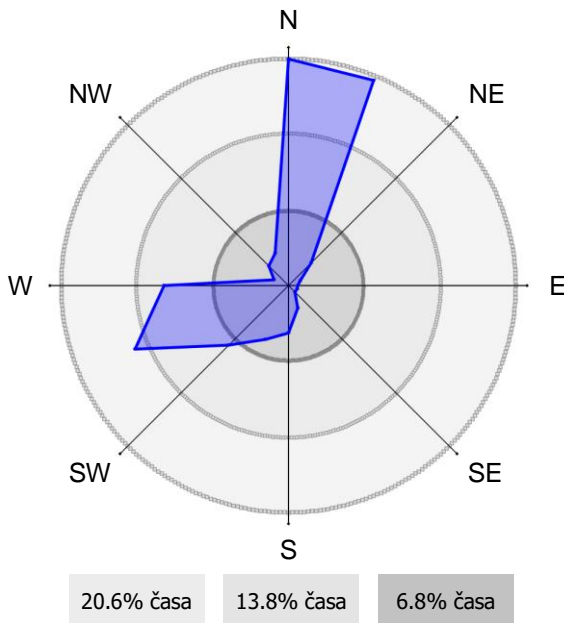
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.04.2022 do 01.05.2022



3.2.7. Pregled koncentracij v zraku: etilbenzen – Tivolska - Vošnjakova

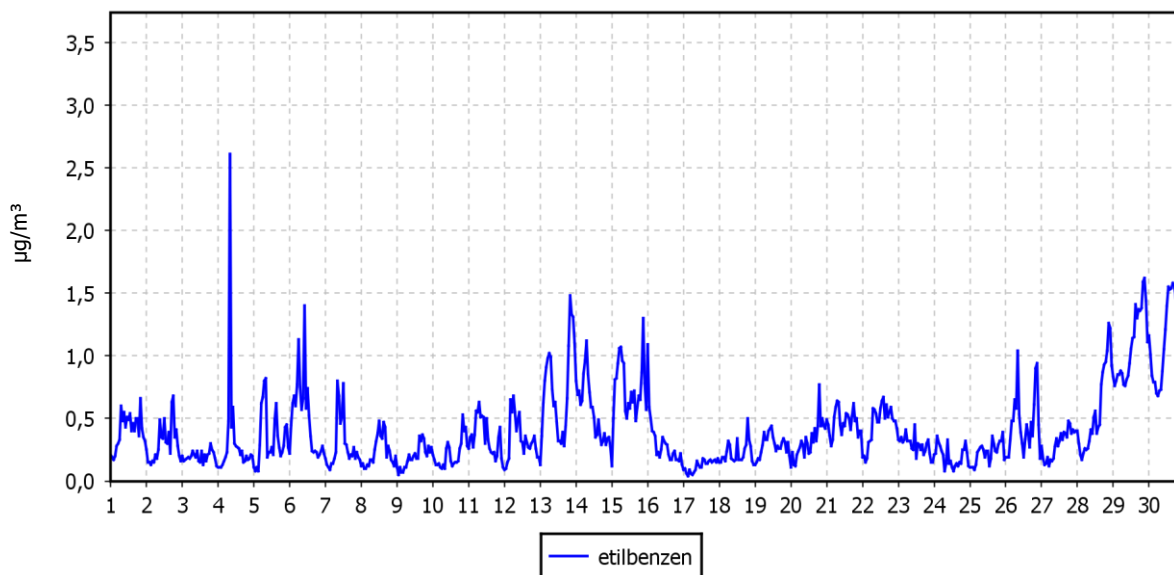
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	720	100.0%
Maksimalna urna koncentracija:	3.6 µg/m ³	30.04.2022 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	1.4 µg/m ³	30.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	0.1 µg/m ³	17.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	0.4 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 50 p.v. - urnih koncentracij:	0.3 µg/m ³	
- 98 p.v. - dnevnih koncentracij:	1.2 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

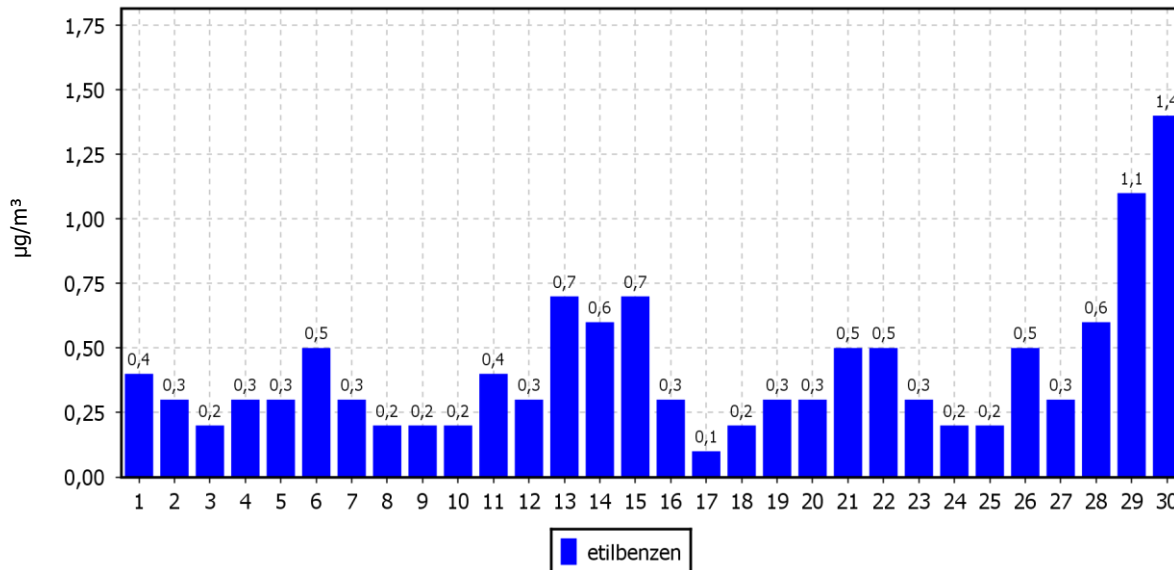
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - etilbenzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

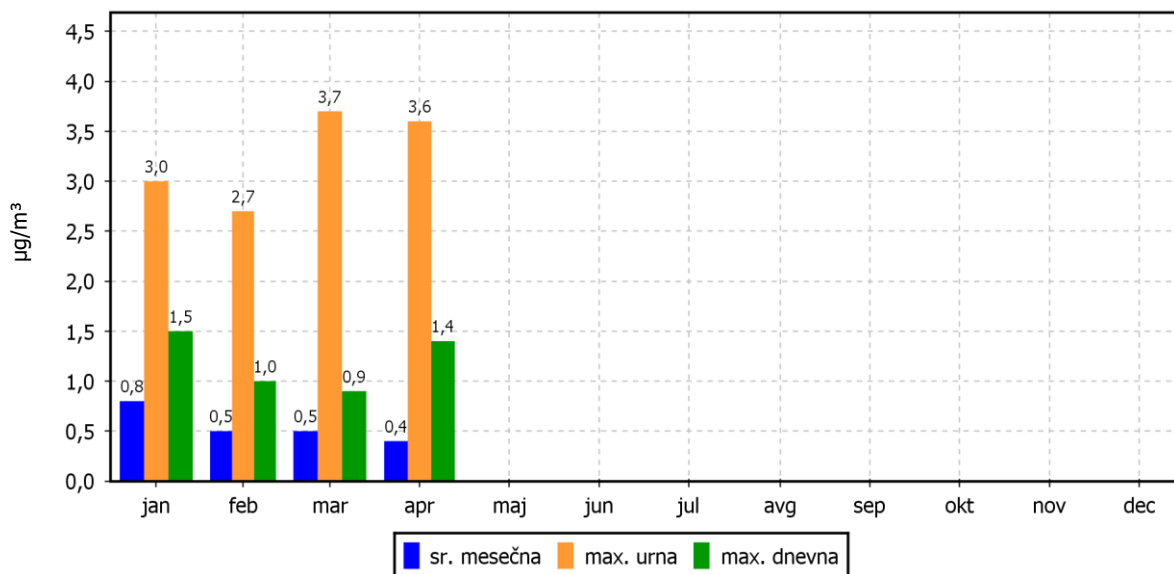
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - etilbenzen

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

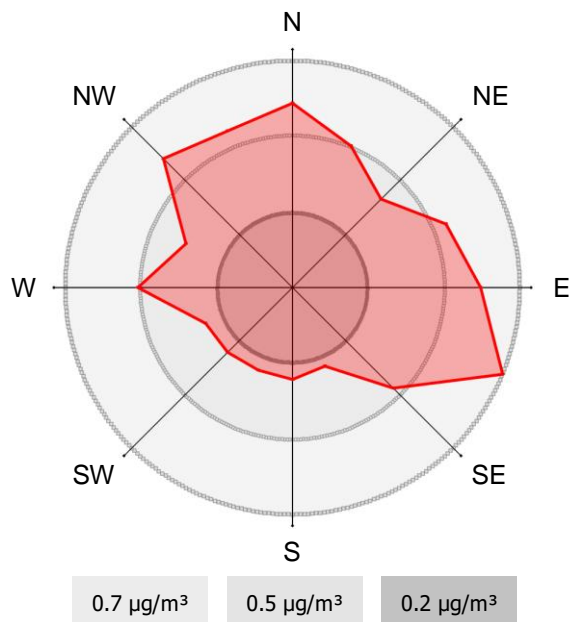
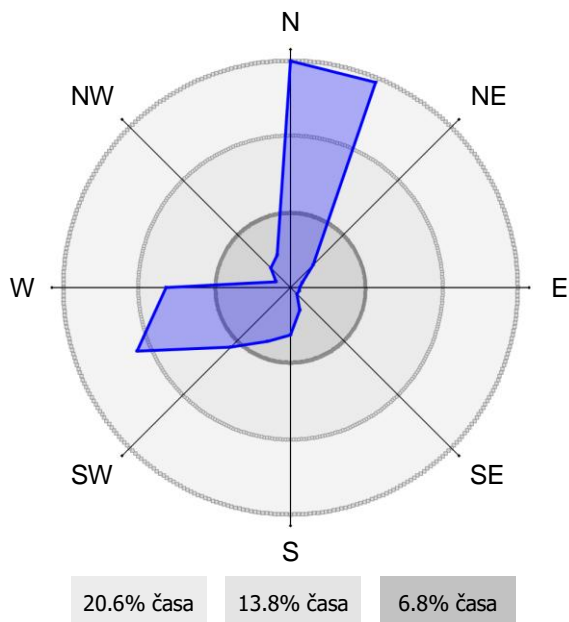
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.04.2022 do 01.05.2022



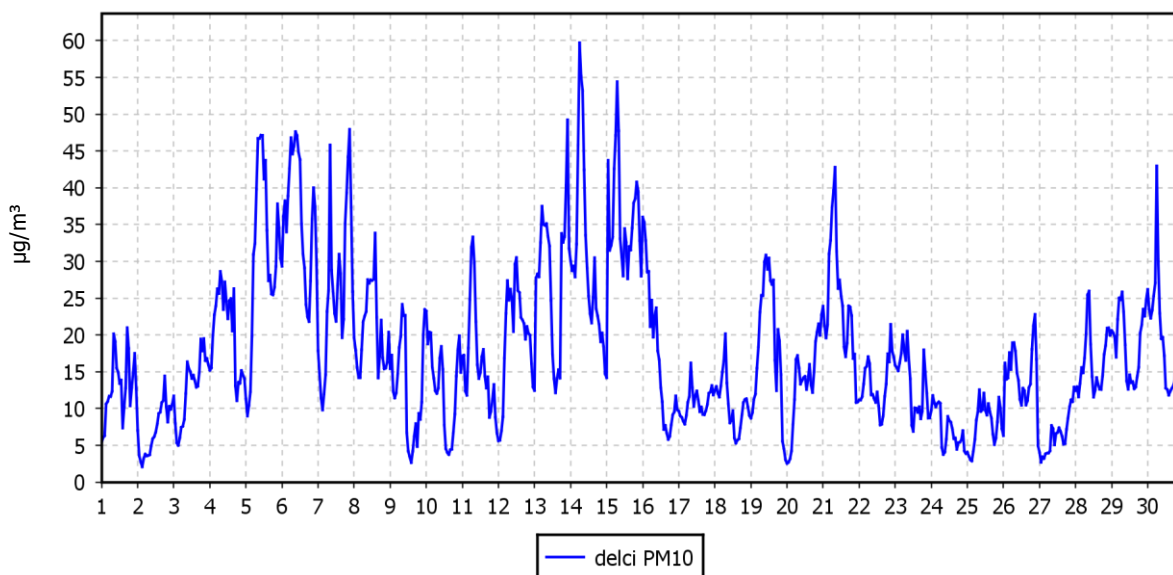
3.2.8. Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀ – Tivolska - Vošnjakova

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	720	100%
Maksimalna urna koncentracija:	61 µg/m ³	30.04.2022 23:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	36 µg/m ³	06.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	6 µg/m ³	27.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	18 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	47 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevni koncentracij:	16 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

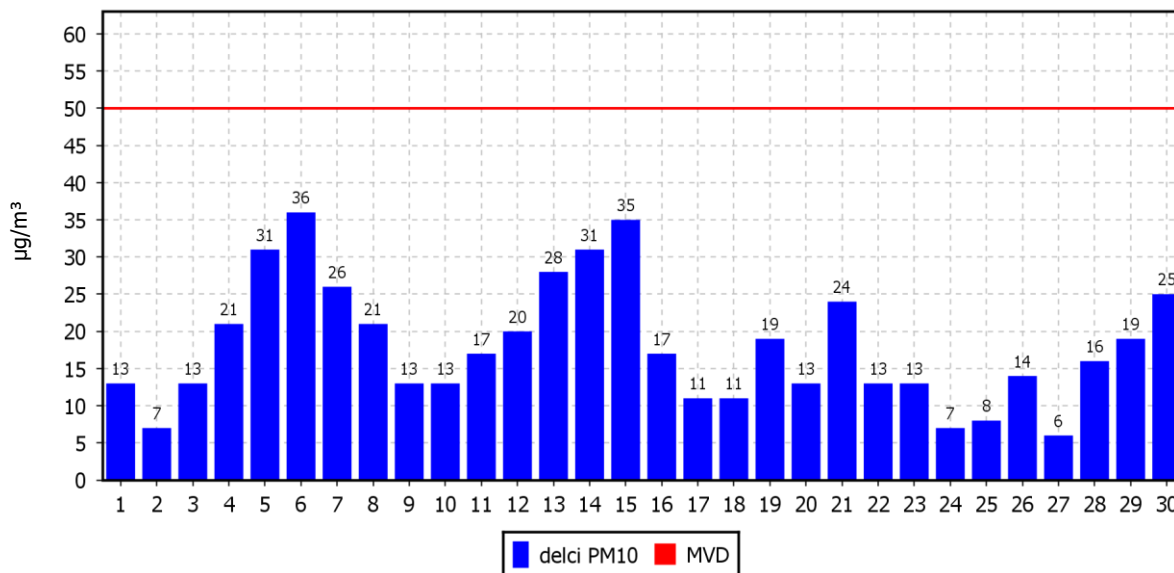
OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)
 01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

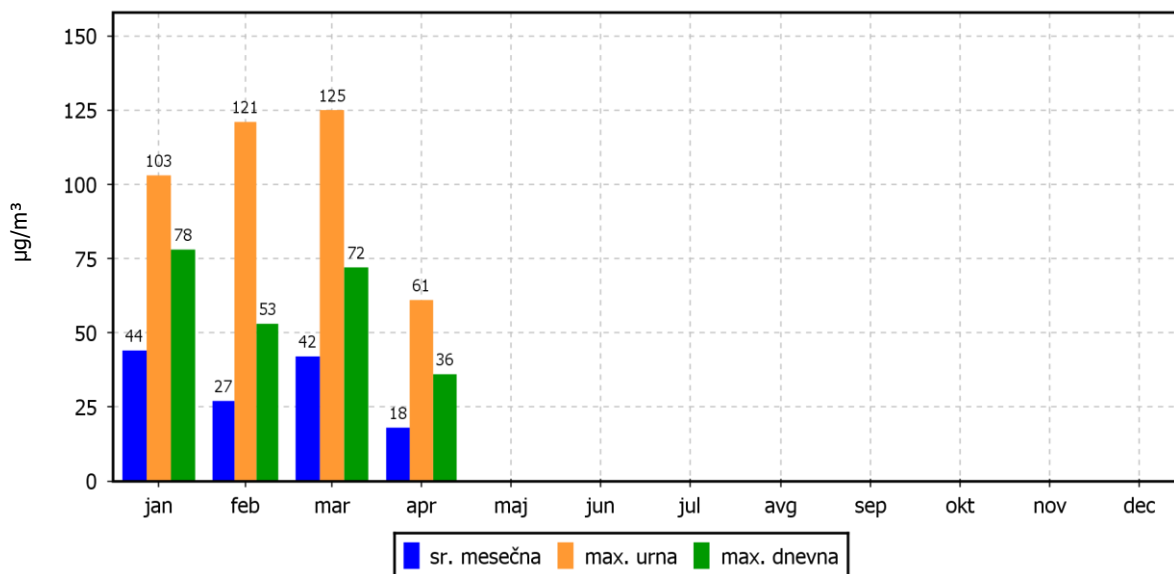
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

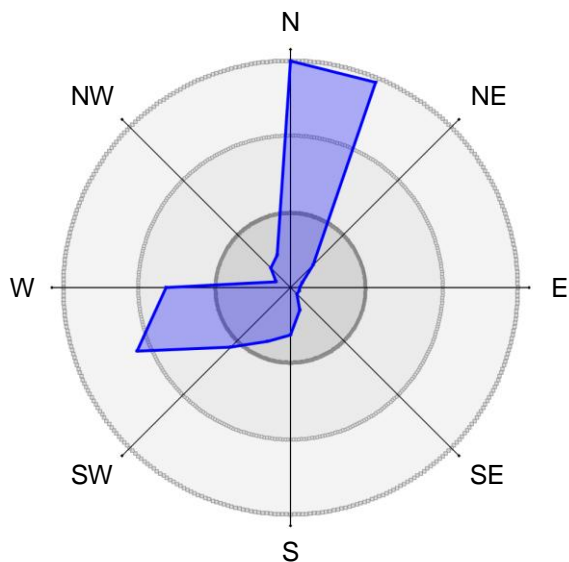
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

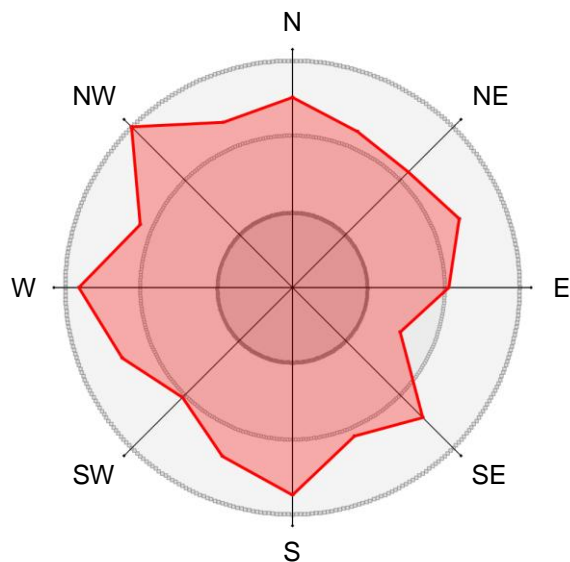
01.04.2022 do 01.05.2022



20.6% časa

13.8% časa

6.8% časa



22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

15.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

7.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.2.9. Pregled koncentracij v zraku: PM_{2,5} – Tivolska - Vošnjakova

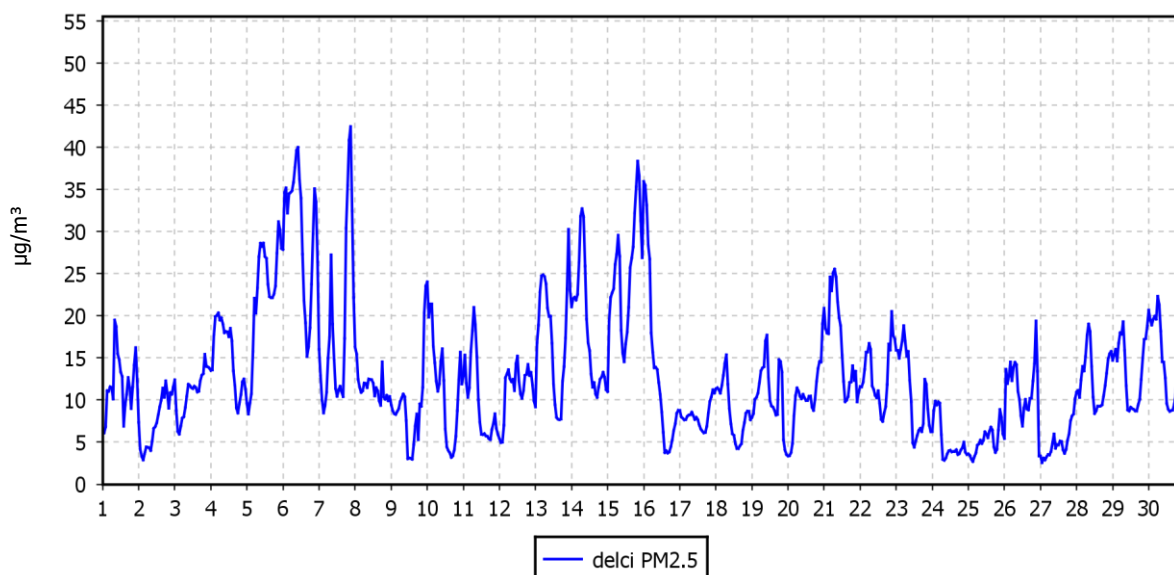
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	720	100%
Maksimalna urna koncentracija:	53 µg/m ³	30.04.2022 23:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	30 µg/m ³	06.04.2022
Minimalna dnevna koncentracija:	5 µg/m ³	27.04.2022
Srednja koncentracija v obdobju:	13 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	35 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	12 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2,5}

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

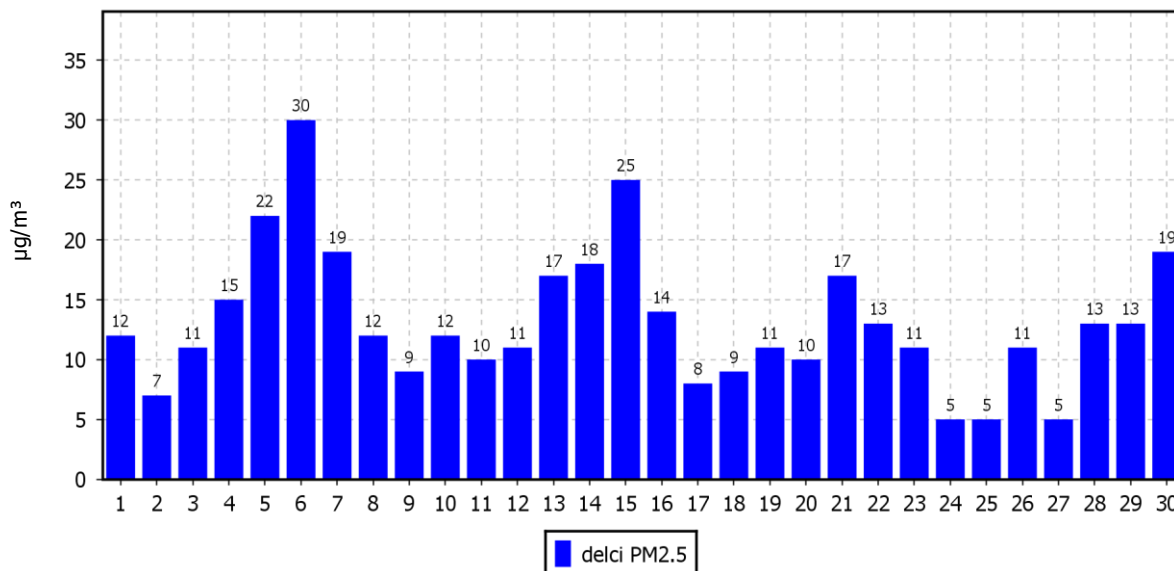
01.04.2022 do 01.05.2022



DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

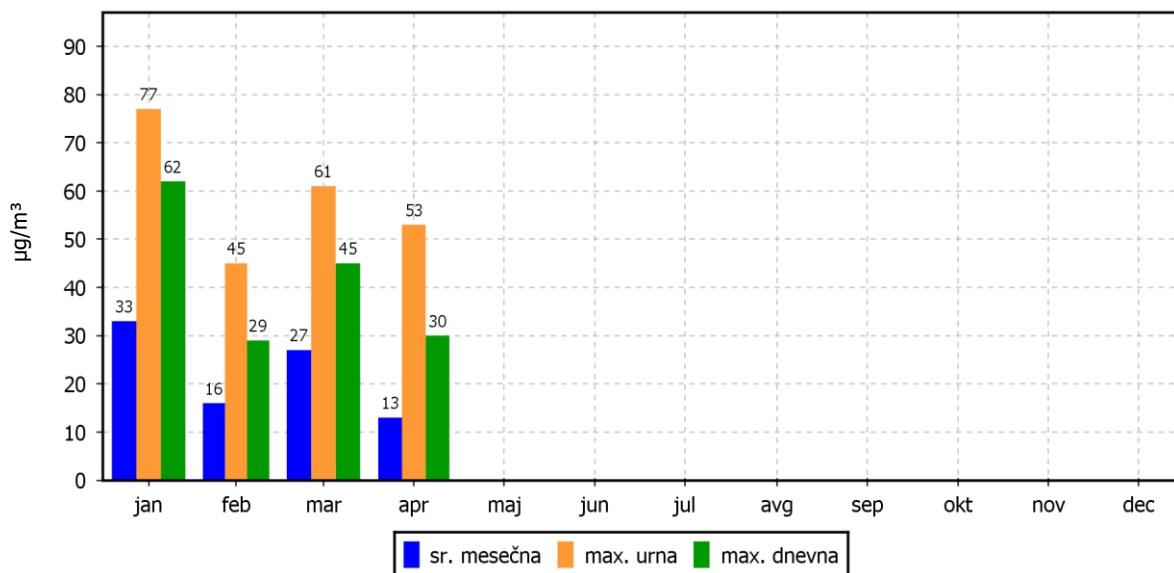
01.04.2022 do 01.05.2022



KONCENTRACIJE - delci PM_{2.5}

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

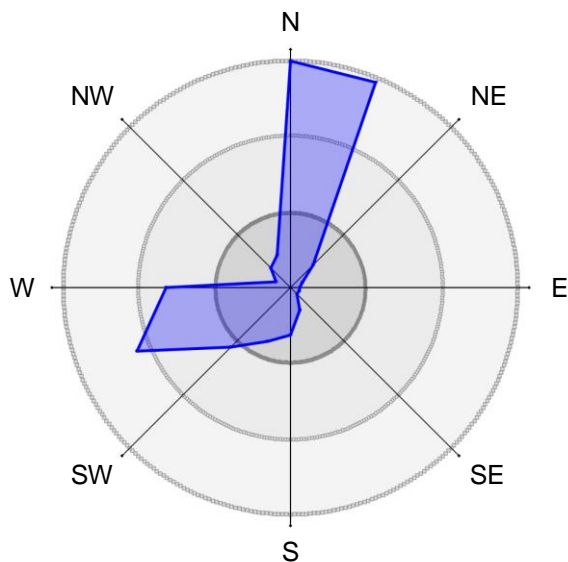
01.01.2022 do 01.01.2023



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

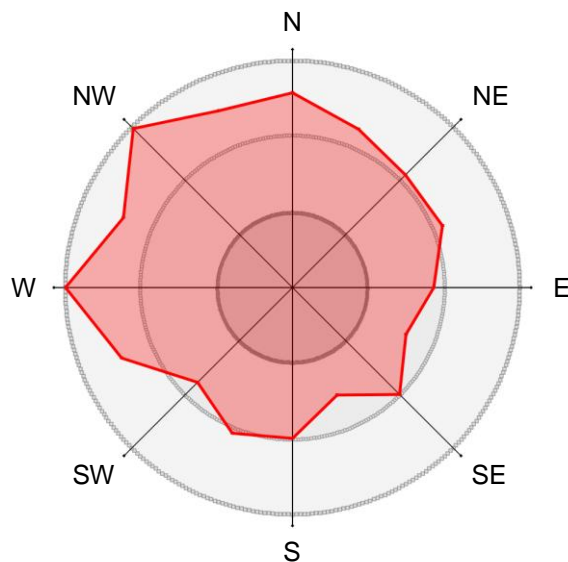
01.04.2022 do 01.05.2022



20.6% časa

13.8% časa

6.8% časa



16.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

11.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

5.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.3. METEOROLOŠKE MERITVE

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

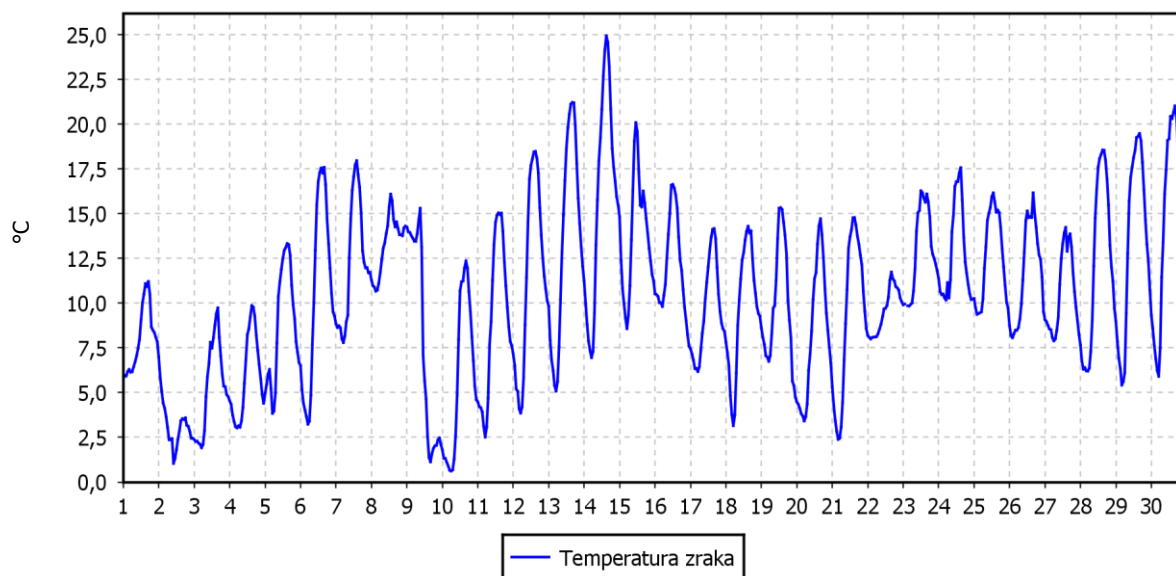
Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	719	100%	720	100%
Maksimalna urna vrednost	25 °C	14.04.2022 15:00:00	88%	16.04.2022 02:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	16 °C	14.04.2022	83%	22.04.2022
Minimalna urna vrednost	1 °C	10.04.2022 06:00:00	20%	11.04.2022 14:00:00
Minimalna dnevna vrednost	3 °C	02.04.2022	31%	17.04.2022
Srednja vrednost v obdobju	10 °C		57%	

URNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

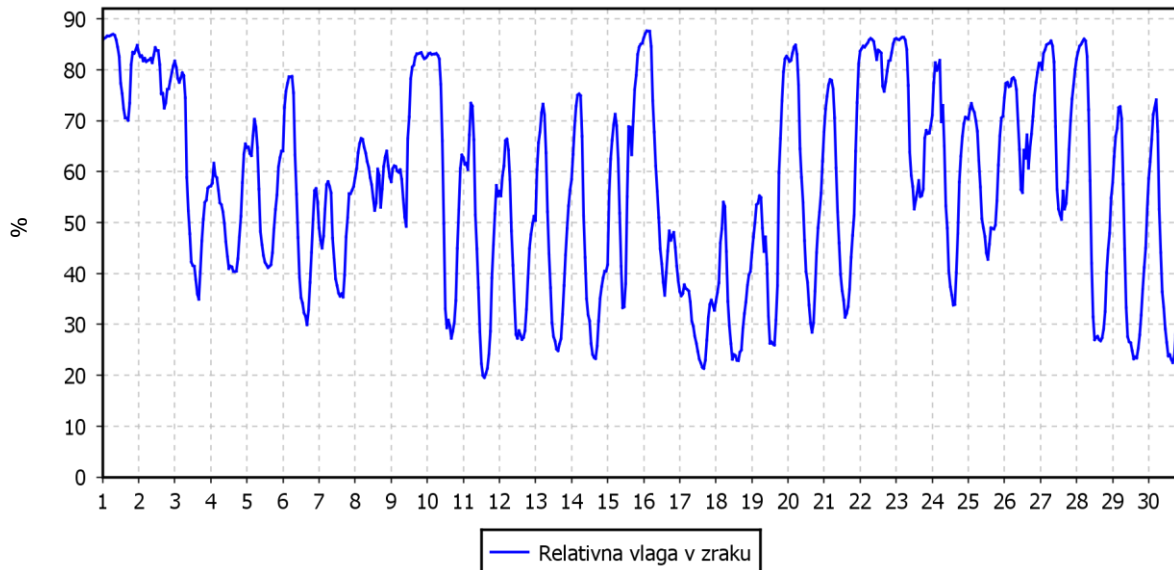
01.04.2022 do 01.05.2022



URNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

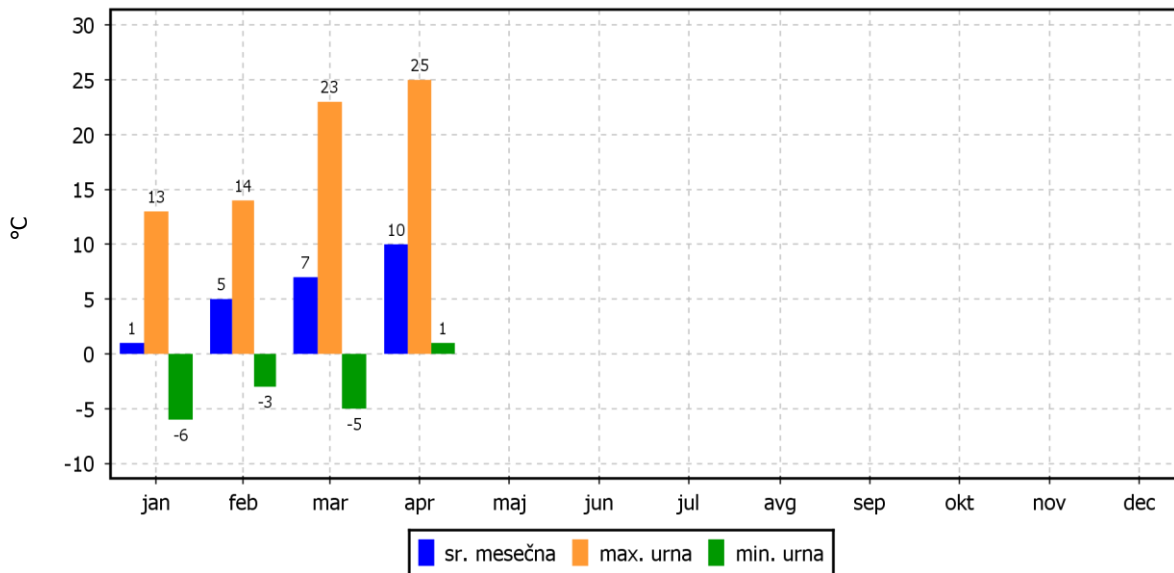
01.04.2022 do 01.05.2022



TEMPERATURA ZRAKA

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.01.2022 do 01.01.2023



3.3.2. Pregled hitrosti in smeri vetra – Tivolska - Vošnjakova

Lokacija meritev: OMS - MOL
 Postaja: Tivolska - Vošnjakova
 Obdobje meritev: 01.04.2022 do 01.05.2022

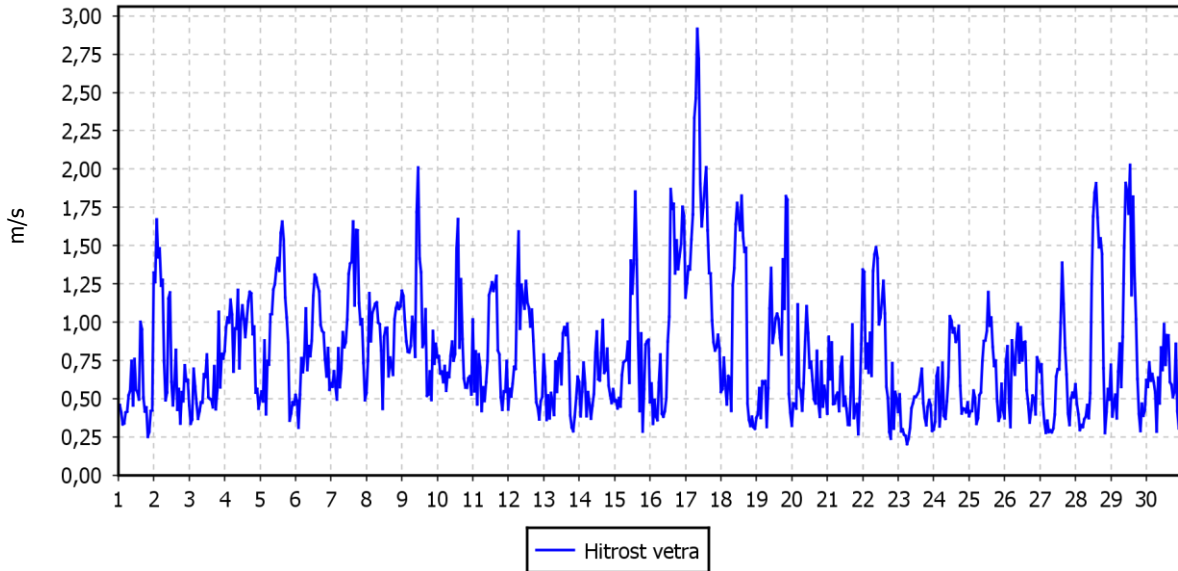
Razpoložljivih urnih podatkov:	720	100%
Maksimalna urna hitrost:	3 m/s	17.04.2022 08:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	23.04.2022 06:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	1 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

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	29	41	39	31	4	4	0	0	0	0	148	206
NNE	0	5	28	45	35	29	3	0	0	0	0	145	201
NE	0	1	7	6	5	2	0	0	0	0	0	21	29
ENE	0	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	8	11
E	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	6	8
ESE	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	8
SE	0	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	6	8
SSE	0	3	3	4	6	0	0	0	0	0	0	16	22
S	0	8	4	8	11	0	0	0	0	0	0	31	43
SSW	0	13	10	7	8	0	0	0	0	0	0	38	53
SW	0	20	12	14	9	0	0	0	0	0	0	55	76
WSW	0	41	18	24	21	4	0	0	0	0	0	108	150
W	0	36	24	17	2	2	0	0	0	0	0	81	113
WNW	0	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0	10	14
NW	0	15	2	0	0	1	0	0	0	0	0	18	25
NNW	0	15	6	2	0	0	0	0	0	0	0	23	32
SKUPAJ	0	203	168	171	129	42	7	0	0	0	0	720	1000

URNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

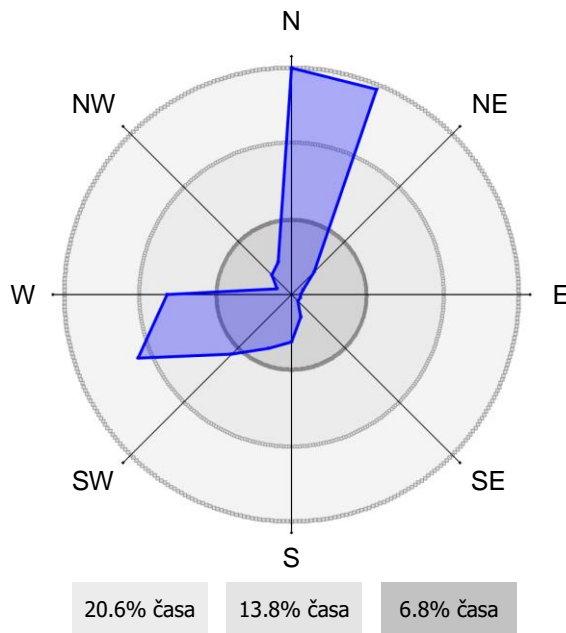
01.04.2022 do 01.05.2022



ROŽA VETROV

OMS - MOL (Tivolska - Vošnjakova)

01.04.2022 do 01.05.2022



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 april podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO₂, NO₂, PAH, PM₁₀ in PM_{2,5} ter statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov v mesecu marcu na merilni lokaciji.

V tem mesecu je bilo izmerjenih 98 % pravih rezultatov SO₂, 89 % pravih rezultatov NO₂/NO_x, in 100 % pravih rezultatov delcev PM₁₀ in PM_{2,5} ter PAH-ov.

Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost **SO₂** (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 9 µg/m³ (dne 14.04.2022 ob 13:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 6 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala 5 µg/m³. Do onesnaženja z SO₂ je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno.

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 115 µg/m³ (dne 29.04.2022 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 82 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala 36 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz jugo-vzhodne in severo-zahodne smeri.

Maksimalna urna koncentracija **benzena** je znašala 3,1 µg/m³ (dne 30.04.2022 ob 22:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,1 µg/m³. Srednja vrednost v tem mesecu je znašala 0,7 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno.

Maksimalna urna koncentracija **toluena** je znašala 15,1 µg/m³ (dne 13.04.2022 ob 21:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 3,6 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija pa je znašala 1,6 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz severne smeri.

Maksimalna urna koncentracija **M&P-ksilena** je znašala 11,1 µg/m³ (dne 04.04.2022 ob 09:00), maksimalna dnevna koncentracija pa je bila 3,7 µg/m³. Srednja mesečna koncentracija je znašala 1,2 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz severne in vzhodne smeri.

Maksimalna urna koncentracija **etilbenzena** znašala 3,6 µg/m³ (dne 30.04.2022 ob 21:00), maksimalna dnevna koncentracija je znašala 1,4 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je znašala 0,4 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo iz severne in vzhodne smeri.

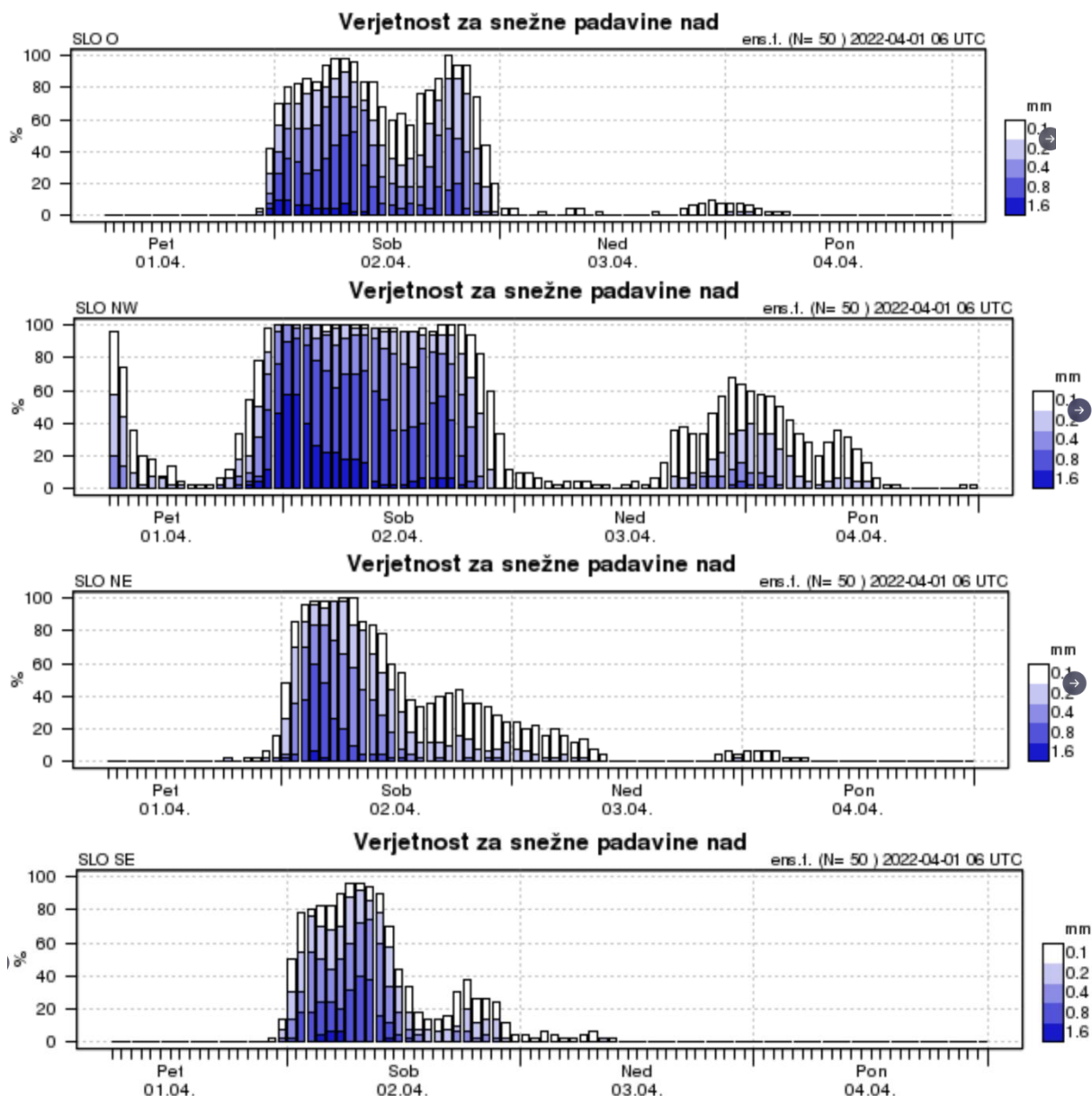
Dnevna mejna **PM₁₀** vrednost (50 µg/m³) ni bila presežena v tem mesecu. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 61 µg/m³ (dne 30.04.2022 ob 23:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 36 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 18 µg/m³. Do onesnaženja z delci PM₁₀ je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno.

Maksimalna urna koncentracija delcev **PM_{2,5}** je znašala 53 µg/m³ (dne 30.04.2022 ob 23:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 30 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa je bila 13 µg/m³. Do onesnaženja z delci PM_{2,5} je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno.

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med 3 °C (02.04.2022) in 16 °C (14.04.2022), povprečna temperatura zraka je znašala 10 °C. Veter je v tem mesecu pihal s srednjo hitrostjo 1 m/s, smer W – N.

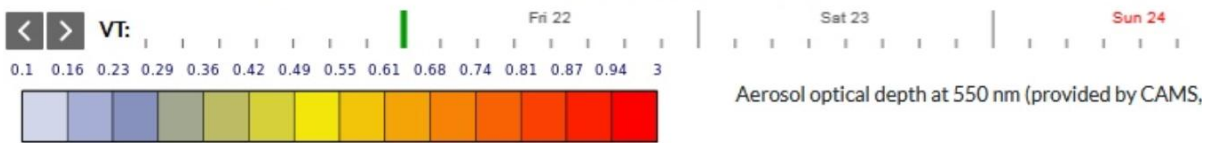
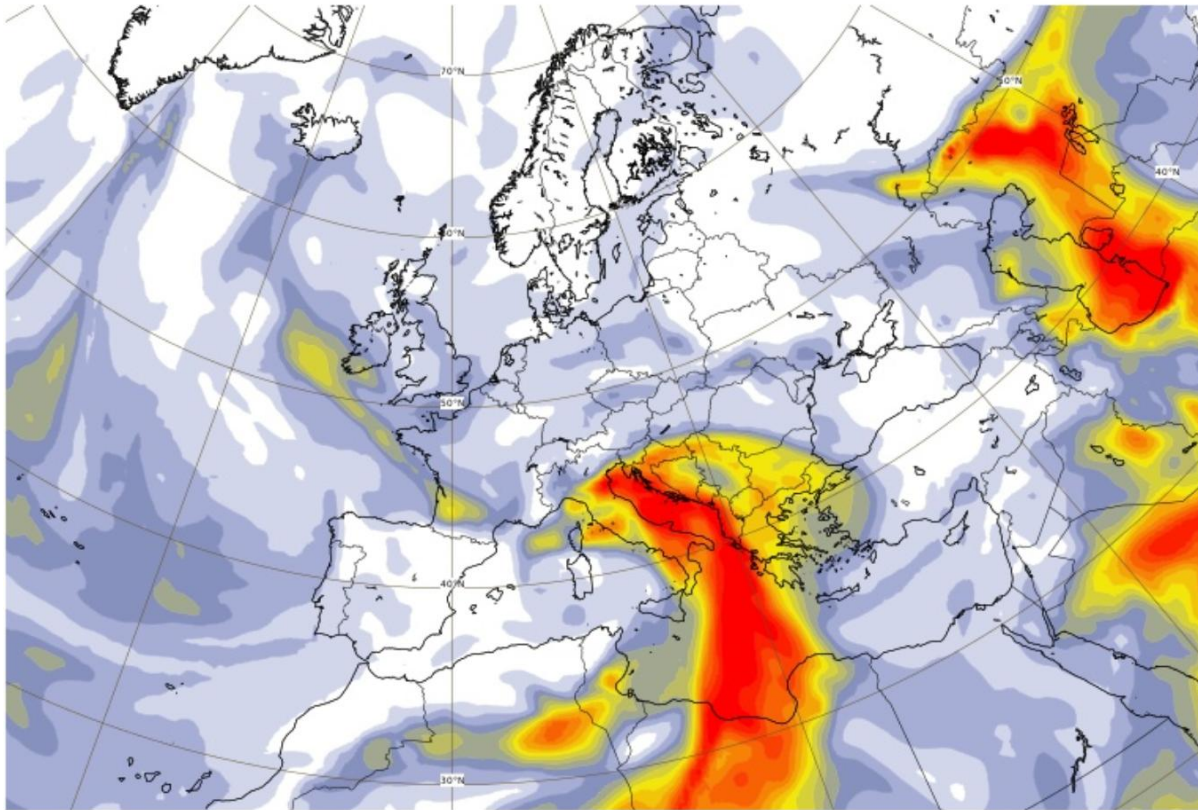
Začetek aprila je zaznamovalo oblačno vreme z občasnimi padavinami in sneženjem. Meja sneženja se je ponekod spustila vse do nižin. Na Kredarici se je snežna odeja odebelila za 70 cm. 6. aprila so v Novi vasi na Blokah določili nov državni aprilski rekord – izmerili so kar -20.6 °C. Slika 1 prikazuje grafe verjetnosti

snežnih padavin nad določenim pragom za osrednjo, SZ, SV in JV Slovenijo v mesecu aprilu (VIR: ARSO). Nato je sledil velik temperaturni obrat – 14. aprila smo prvič letos namerili temperaturo nad 25 °C (Osilnica 26.3 °C, Ljubljana 25.6 °C, Črnomelj 25.1 °C, Idrija 25.0 °C). Po 20. aprilu je hladna fronta, ki se je pomikala čez zahodno Sredozemlje, prinesla poslabšanje vremena. Krajevne padavine, tudi nevihte, so se pojavile predvsem na zahodu Slovenije, v višjih legah in ob morju je pihal okrepljen južni veter, ki je k nam znova prinesel oblak puščavskega peska. Ponovno je tudi snežilo vse do nižin. 21. aprila se je oblak puščavskega peska iznad območja Italije pomaknil nad Jadran in Balkanski polotok. Nekaj smo ga pričakali tudi pri nas – med dežjem (Slika 2).



Slika 1.

Aerosol optical depth at 550 nm (provided by CAMS, the Copernicus Atmosphere Monitoring Service)
Thursday 21 Apr, 00 UTC T+24 Valid: Friday 22 Apr, 00 UTC



Slika 2.

vir: ARSO



Elektroinštitut Milan Vidmar