

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE CELJE – AMP GAJI,
JANUAR 2024**

Oznaka dokumenta: 224232-IMI-R-1

Ljubljana, februar 2024

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE CELJE – AMP GAJI,
JANUAR 2024**

Oznaka dokumenta: 224232-IMI-R-1

Ljubljana, februar 2024

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, 2024

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. Vsebinska 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 CELJE,
Oddelek za okolje in prostor ter komunalno
Trg celjskih knezov 9, 3000 CELJE

Projekt: Izvajanje monitoringa kakovosti zraka z občinsko avtomatsko merilno postajo Gaji
za obdobje od 2021 - 2024

Naročilo: Pogodba: 1099 - 2020

Odgovorna oseba: Nina MAŠAT STRLE, univ. dipl. inž. biol.

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

Delovni nalog: 224232

Projekt: 224232-IMI: Izvajanje monitoringa kakovosti zraka

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

Aktivnost: 224232-IMI-R

Naloga: 224232-IMI-R-1

Naslov: Rezultati meritev okoljskega merilnega sistema mestne občine Celje - AMP Gaji, januar 2024

Oznaka dokumenta: 224232-IMI-R-1

Datum izdelave: 1. februar 2024

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.

Besedilo 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 (NO₂/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 poročilu so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanjega zraka na lokaciji AMP Gaji.

Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka: koncentracije SO₂, NO₂/NO_x in meteorološke meritve. Meritve se nanašajo na januar 2024.

V merjenem obdobju rezultati meritev SO₂ na lokaciji (AMP Gaji 100 %) 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 (AMP Gaji 100 %) 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 (AMP Gaji 100 %) sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

KAZALO VSEBINE

1. UVOD	1
2. VPOGLED V SISTEM MERITEV V MESTNI OBČINI CELJE	3
2.1. LOKALNI DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA.....	3
2.2. OPIS VPLIVA POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA	4
2.3. ZAKONODAJA.....	5
2.4. NADZOR SKLADNOSTI MERITEV	6
2.5. PODATKI O AVTOMATSKI MERILNI POSTAJI	8
3. REZULTATI MERITEV	11
3.1. VZDRŽEVALNA DELA IN POSEGI	11
3.2. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA.....	12
3.2.1. Pregled koncentracij v zraku: SO ₂	13
3.2.2. Pregled koncentracij v zraku: NO ₂	16
3.2.3. Pregled koncentracij v zraku: NO _x	19
3.3. METEOROLOŠKE MERITVE.....	22
3.3.1. Pregled temperature in relativne vlage v zraku	22
3.3.2. Pregled hitrosti in smeri vetra.....	24
4. ZAKLJUČEK	27
5. PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM₁₀ V SLOVENSКИH MESTIH – JANUAR 2024	29

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, težka 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.

Onesnaženost zunanjega zraka se definira kot obstoj onesnažil v ozračju v količinah, ki negativno vplivajo na zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in podnebje (EEA, 2019). 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.

V nadaljevanju prikazano poročilo je namenjen mesečnemu prikazu spremljanja in analize rezultatov na AMP Gaji v Mestni občini Celje in obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnih kakovosti zraka, merjenih onesnaževalcev, 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;
- dodatno analizo koncentracij v zunanjem zraku z delci PM₁₀ na območju AMP Gaji v primerjavi s koncentracijami na drugih merilnih mestih v Sloveniji.

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

2. VPOGLED V SISTEM MERITEV V MESTNI OBČINI CELJE

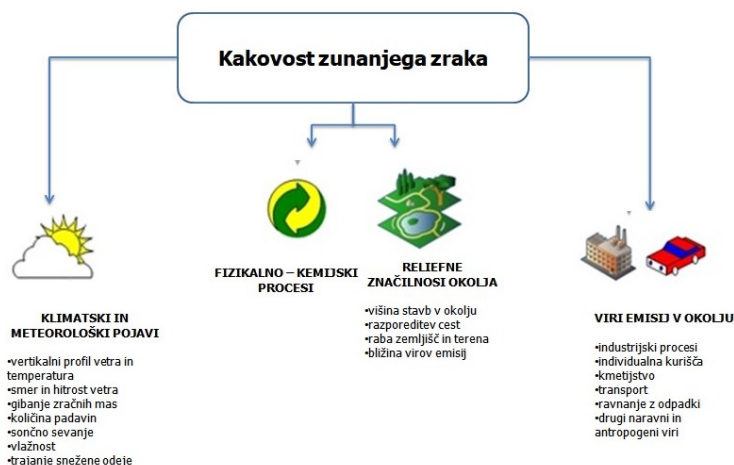
Emisije so lahko primarnega izvora in so emitirane v atmosfero direktno iz vira, lahko pa se pod določenimi pogoji tvorijo v ozračju, torej so sekundarnega izvora. Učinkovita ukrepanja na področju zmanjšanja vpliva onesnaženja zahtevajo dobro razumevanje virov emisij, njihov transport in obnašanje v 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 in 18/23 – ZDU-10) 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 AMP Gaji..

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 onesnažil v zunanjem zraku, zato je za celovit vpogled na stanje kakovosti zunanjega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov, kot so vertikalni profil vetra in temperature, smer in hitrost vetra, 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. OPIS VPLIVA POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA

V Republiki 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 SO₂, NO₂, PM₁₀, O₃ in PAH.

Spodnja tabela prikazuje posamezna onesnaževala, ki so obravnavana v tem poročilu in njihov izvor ter vpliv na zdravje ljudi in 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 živijo 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 najbolj strupen dušikov oksid, so na udaru predvsem kronični bronhitiki in astmatiki. V ranljivih skupinah pride pri vdihovanju dušikovega dioksida do pojave kašlja, bronhitisa, oslabilve imunskega sistema (večja verjetnost okužb), povečanja alergijskih reakcij ter do večje stopnje obolevnosti. Astmatiki lahko z okvaro pljuč reagirajo že po kratkotrajni izpostavljenosti.</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** (Uradni list RS, št. 9/11, 8/15, 66/18 in 44/22 – ZVO-2) in **Pravilniku o ocenjevanju kakovosti zunanjega 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 in 18/23 – ZDU-10), 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** (Uradni list RS, št. 31/07, 70/08, 61/09, 50/13, 44/22 – ZVO-2 in 48/22), ki povzročiteljem obremenitve zunanjega zraka med drugim predpisuje zahteve v zvezi z ocenjevanjem kakovosti zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanjega zraka.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), 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 (SO₂) in smernice WHO.

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost (µg/m ³)	Alarmna vrednost (µg/m ³)	WHO (µg/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 (µg/m ³)	Sprejemljivo preseganje (µg/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 (NO₂/NO_x) in smernice WHO.

Čas merjenja	Cilj	Mejna vrednost (µg/m ³)	Alarmna vrednost (µg/m ³)	WHO (µg/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 (µg/m ³)	Sprejemljivo preseganje (µg/m ³)	
koledarsko leto	Vegetacija	30 (velja za NO _x)	-	

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

2.4. NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

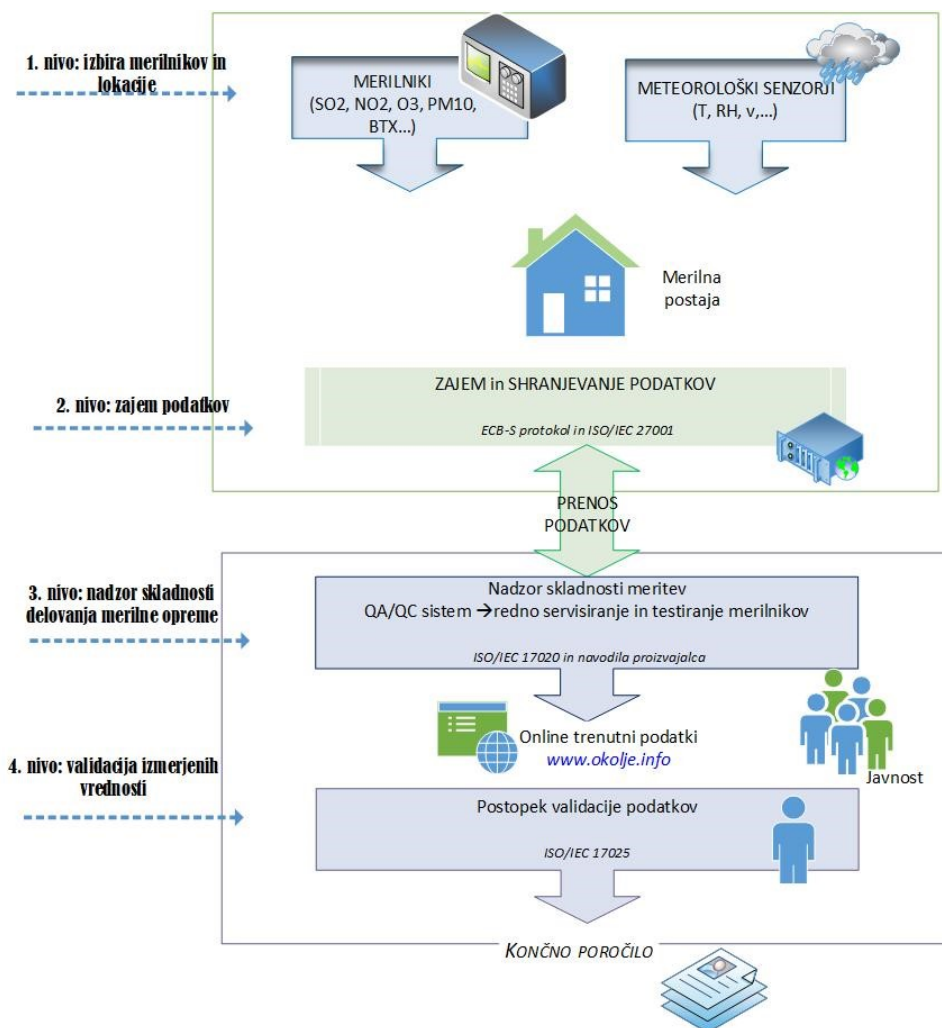
Pri vsakem izvajanju meritev kakovosti zunanje zraka je potreben tudi ustrezen nadzor nad stanjem merilne opreme, ki je vključena v analizo in posege na njej, med katere sodijo umerjanje, vzdrževanje, servisni posegi in zamenjave potrošnega materiala. Obratovalni monitoring je ustrezne kakovosti, če:

- je skladno s Prilogo 1 **Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanje 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 zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu.

2.5. PODATKI O AVTOMATSKI MERILNI POSTAJI

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, trenutno se v Mestni občini Celje se meritve izvajajo na naslednjih lokacijah:

- CE bolnica (meritve izvaja ARSO);
- CE Mariborska (meritve izvaja ARSO);
- CE Ljubljanska (meritve izvaja ARSO)
- CE Gaji (meritve izvaja EIMV);

Rezultati se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO). Spodnja tabela (Tabela 5) prikazuje meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v Mestni občini Celje, v nadaljevanje pa je bolj podrobno predstavljena lokacija Celje Gaji.

Tabela 5: Vsa merilna mesta v Mestni občini Celje.

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
CE bolnica	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	✓
CE Mariborska	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-
CE Ljubljanska	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓
CE Gaji	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	✓

• Merilno mesto Celje Gaji

Monitoring kakovosti zunanjega zraka se v Mestni občini Celje izvaja od leta 1994, na sedanji lokaciji (AMP Gaji) pa od maja 2007. Z avtomatsko merilno postajo (AMP) upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar Ljubljana, Hajdrihova ulica 2. Postopke za izvajanje meritev in QA/QC postopke predpisuje Elektroinštitut Milan Vidmar, ki izdeluje tudi končno obdelavo rezultatov meritev in potrdi njihovo veljavnost.

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

Koordinate merilne postaje (D96²):

Merilna postaja	Nadmorska višina	x/n	y/e
AMP Gaji	240 m	522518.25	122614.05

¹ https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/kakovost_letna.html, dostop_ februar 2023

² D96 – Državni koordinatni sistem

Slika 3 prikazuje merilno mesto CE Gaji – makro lokacija, Slika 4 merilno mesto Celje Gaji – mikro lokacijo.



Slika 3: Lokacija AMP Gaji – makro lokacija (Vir: Google Earth, 2022).



Slika 4: Lokacija AMP Gaji – mikro lokacija (Vir: Google Earth, 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: Standardna metoda za določanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco;
- SIST EN 14211:2012, SIST EN 14212:2012/AC:2014: Standardna metoda za določanje koncentracije dušikovega dioksida in dušikovega oksida s kemiluminiscenco;

Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka na avtomatski merilni postaji:

Naziv postaje	Parametri kakovosti zraka			
	SO ₂	NO ₂	NO _x	PM ₁₀
AMP Gaji	✓	✓	✓	-

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.

Meteorološke meritve se na lokaciji AMP Gaji izvajajo skupaj z meritvami kakovosti zraka. 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.

Meritve meteoroloških parametrov se izvajajo po naslednjih merilnih principih:

- Merjenje smeri in hitrosti vetra je izvedeno z ultrazvočnim anemometrom na višini 10 m. 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 aspiriranim dajalnikom temperature s termolinearnim termistorskim vezjem;
- 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.

Nabor merjenih parametrov meteoroloških meritev v avtomatski merilni postaji:

Naziv postaje	Meteorološki parametri		
	Temperatura zraka	Smer in hitrost vetra	Relativna vlaga
AMP Gaji	✓	✓	✓

3. REZULTATI MERITEV

V nadaljevanju so za vsak merjeni parameter najprej predstavljeni podatki o izmerjenih vrednostih, grafa urnih in dnevni vrednosti in 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 meteoroloških parametrov so opravljene z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Mestne občine Celje na lokaciji avtomatske merilne postaje Gaji. 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 3: Merilnik na postaji.

Naziv	Proizvajalec	Model	Serijska številka	Merilno območje	Merilni princip
Merilnik SO₂	Thermo	Thermo 43i	CM07100003	0-100000 ppb	UV flourescenca
Merilnik NO₂/NO_x	Horiba	APNA-370	HDTLBJNM	0-1000 ppb	Kemiluminiscenca
Merilnika smeri in hitrosti vetra ter temperature zraka	Lufft	WindSonic 8352.US6M	-	Od 0 do 60 m/s Od -35 do + 70 °C	Ultrazvok

3.2. MERITVE KAKOVOSTI ZRAKA

V nadaljevanju so predstavljene izmerjene koncentracije onesnažil SO₂ in NO₂/NO_x v januarju 2024 na merilnem mestu Gaji.

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ januar 2024

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	0	0	0	100

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ januar 2024

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	0	0	-	100

Pregled srednjih koncentracij: SO₂ (µg/m³) za januar 2024 in pretekla leta

postaja	2020	2021	2022	2023	2024
AMP Gaji	9	3	2	3	3

Pregled srednjih koncentracij: NO₂ (µg/m³) za januar 2024 in pretekla leta

postaja	2020	2021	2022	2023	2024
AMP Gaji	22	24	30	26	29

Pregled srednjih koncentracij: NO_x (µg/m³) za januar 2024 in pretekla leta

postaja	2020	2021	2022	2023	2024
AMP Gaji	69	50	59	48	65

Pregled srednjih koncentracij SO₂ (µg/m³) za 01.10.2022 - 01.04.2023

postaja	*
AMP Gaji	3

Pregled srednjih koncentracij NO_x (µg/m³) za 01.01.2023 - 31.12.2023

postaja	**
AMP Gaji	28

3.2.1. Pregled koncentracij v zraku: SO₂

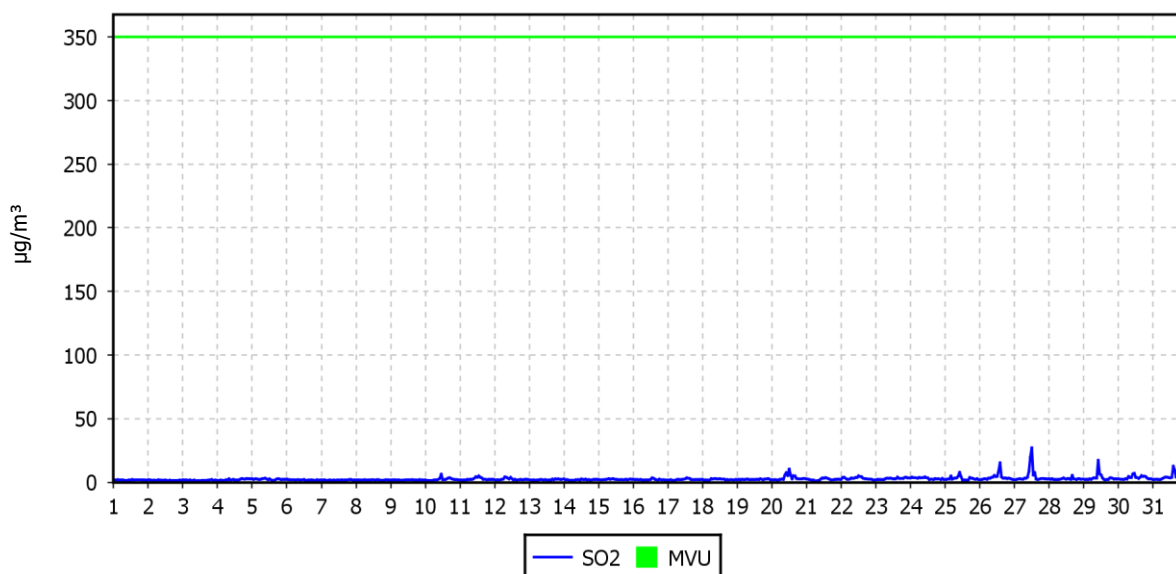
Lokacija meritev: AMP Gaji
 Obdobje meritev: 01.01.2024 do 01.02.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	744	100%
Maksimalna urna koncentracija:	27 µg/m ³	27.01.2024 13:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	5 µg/m ³	27.01.2024
Minimalna dnevna koncentracija:	2 µg/m ³	03.01.2024
Srednja koncentracija v obdobju:	3 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 500 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	6 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	2 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

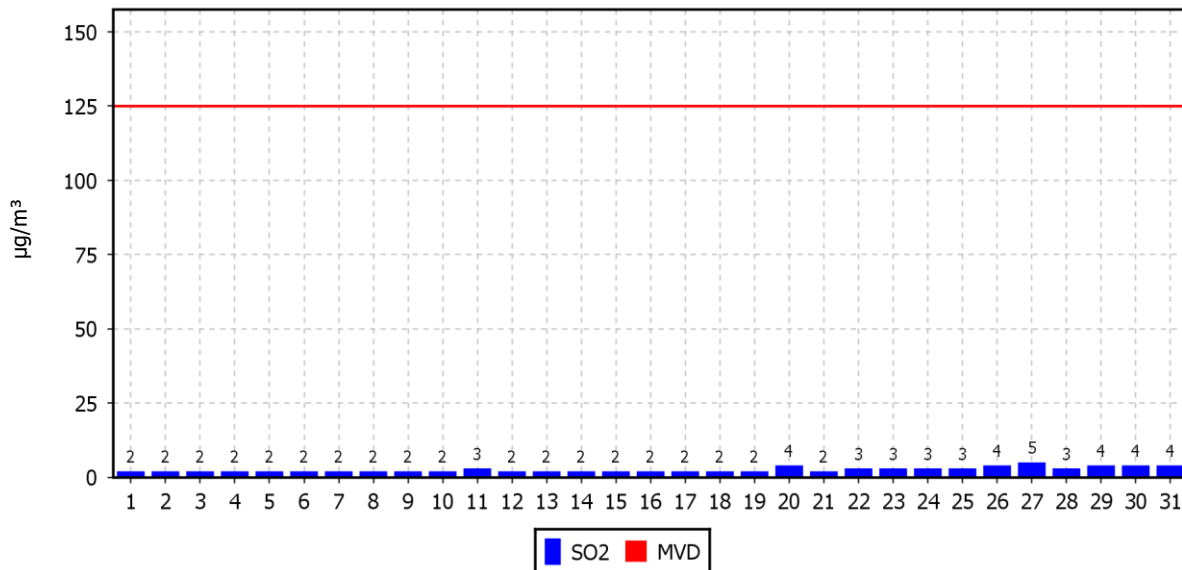
01.01.2024 do 01.02.2024



DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

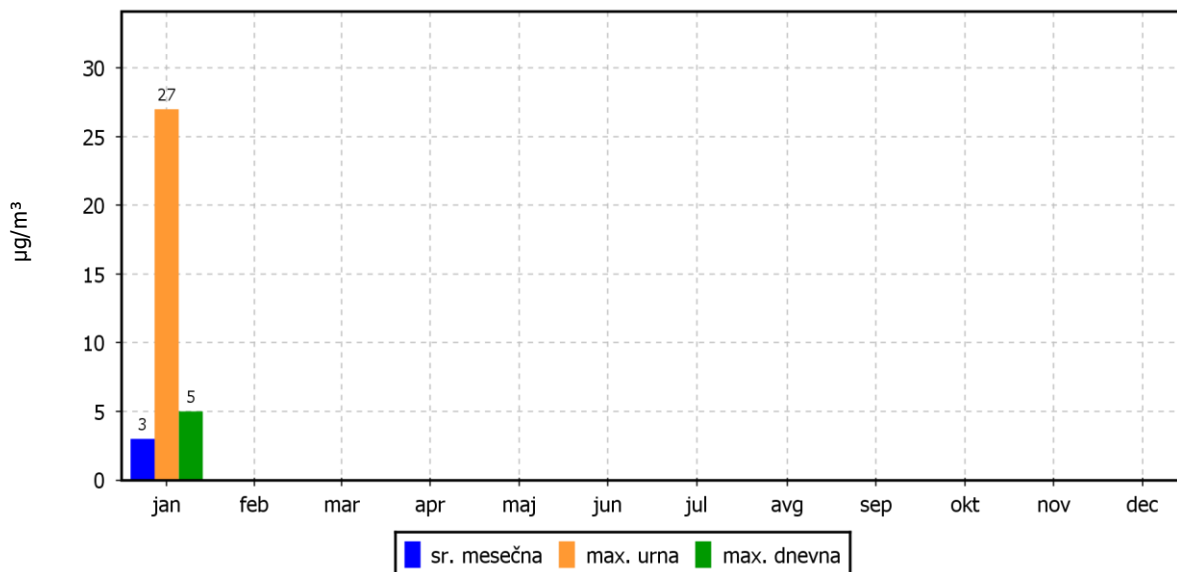
01.01.2024 do 01.02.2024



KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

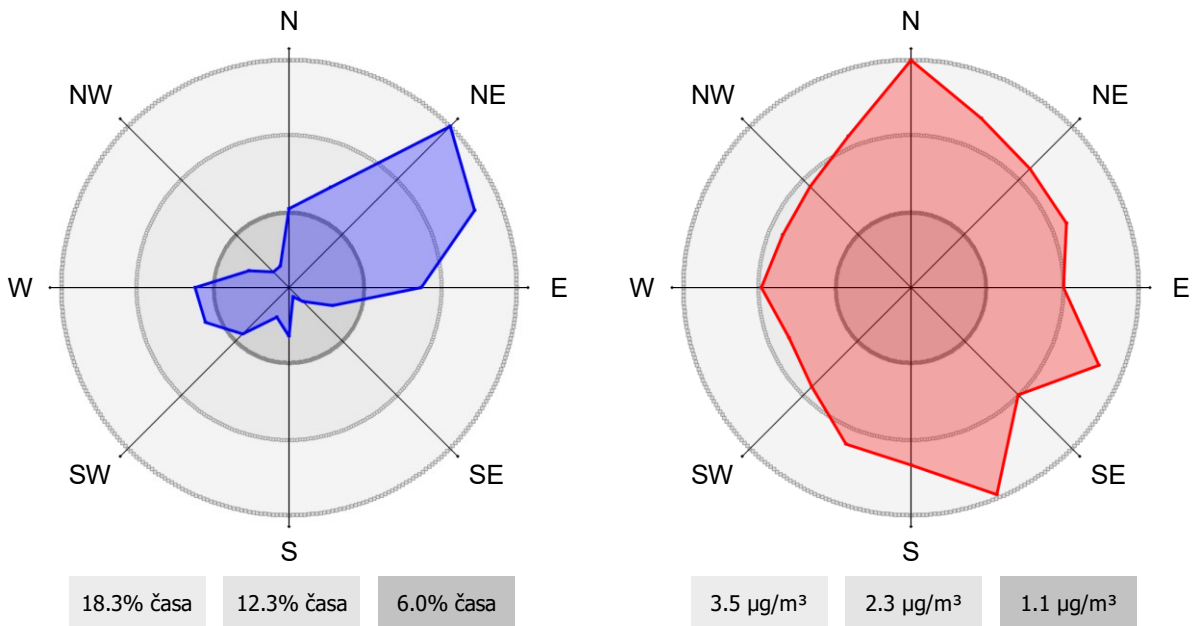
01.01.2024 do 01.01.2025



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2024 do 01.02.2024



3.2.2. Pregled koncentracij v zraku: NO₂

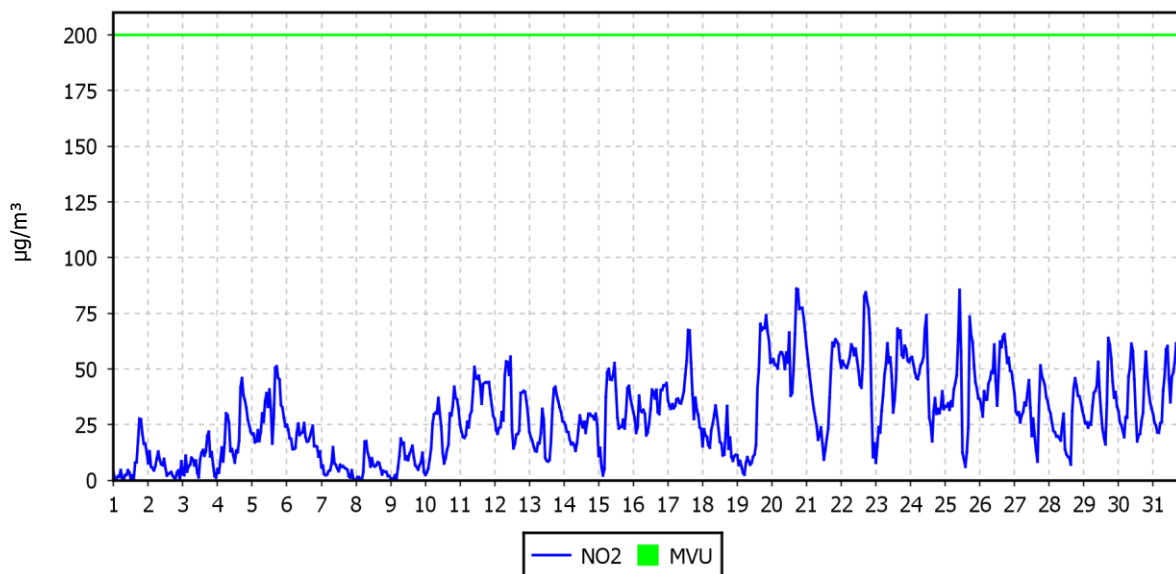
Lokacija meritev: AMP Gaji
 Obdobje meritev: 01.01.2024 do 01.02.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	744	100%
Maksimalna urna koncentracija:	86 µg/m ³	20.01.2024 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	60 µg/m ³	20.01.2024
Minimalna dnevna koncentracija:	5 µg/m ³	07.01.2024
Srednja koncentracija v obdobju:	29 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:	69 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	31 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

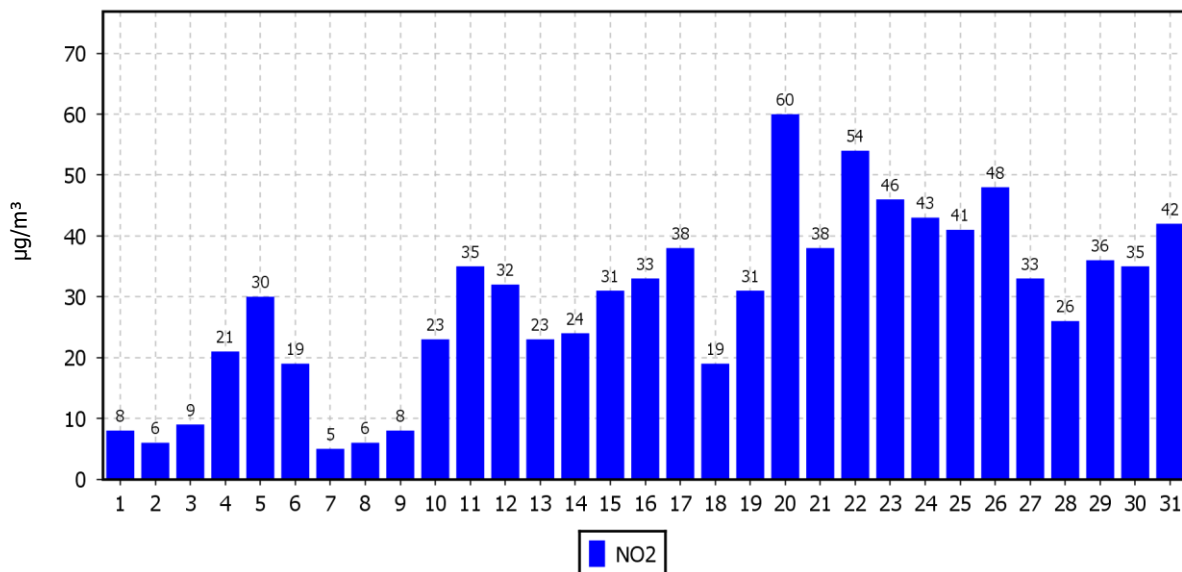
01.01.2024 do 01.02.2024



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

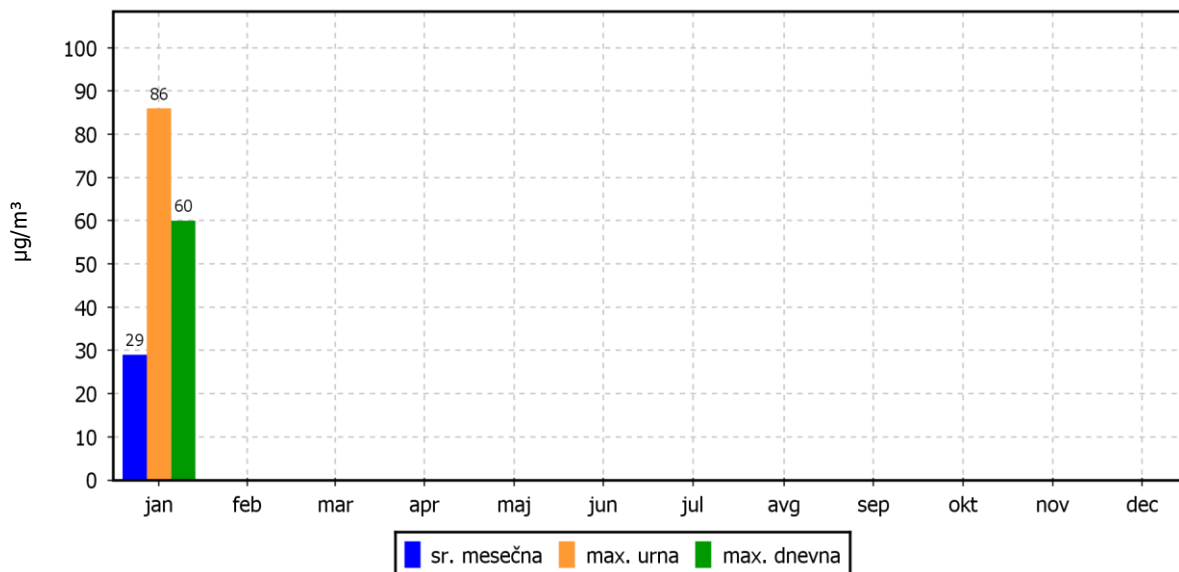
01.01.2024 do 01.02.2024



KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

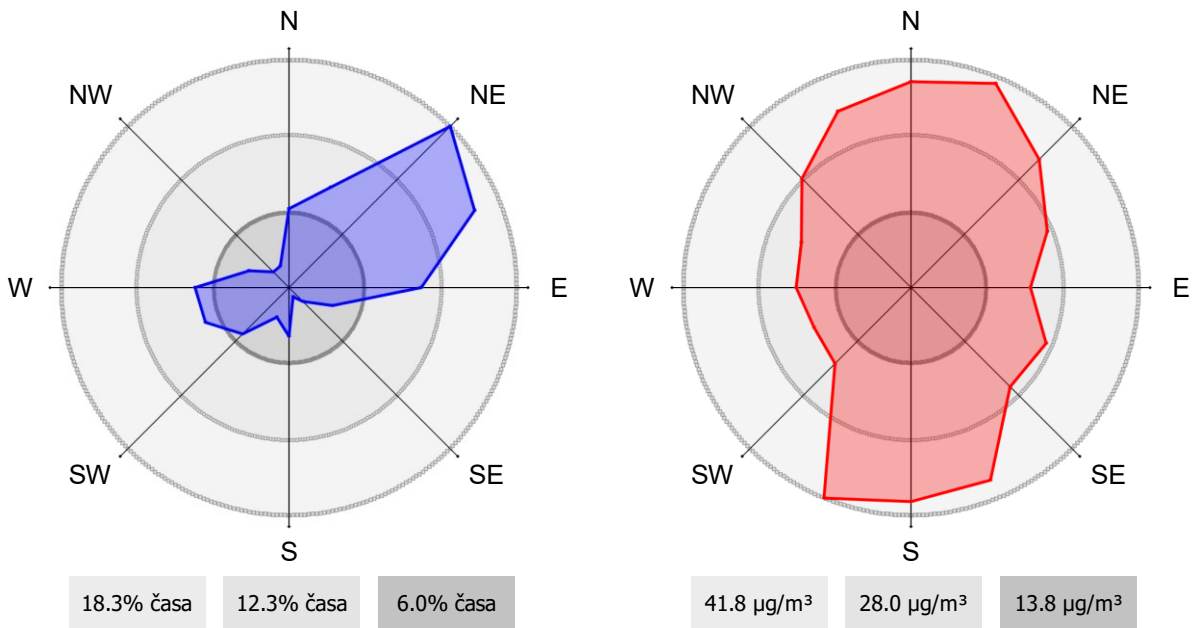
01.01.2024 do 01.01.2025



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2024 do 01.02.2024



3.2.3. Pregled koncentracij v zraku: NO_x

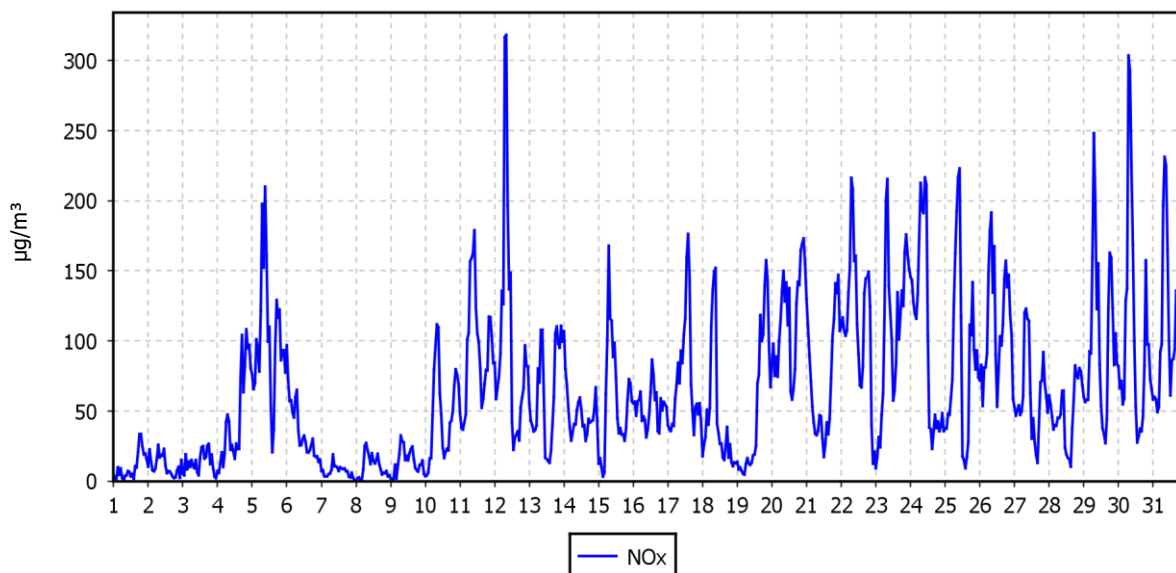
Lokacija meritev: AMP Gaji
 Obdobje meritev: 01.01.2024 do 01.02.2024

Razpoložljivih urnih podatkov:	744	100%
Maksimalna urna koncentracija:	318 µg/m ³	12.01.2024 09:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	116 µg/m ³	20.01.2024
Minimalna dnevna koncentracija:	7 µg/m ³	07.01.2024
Srednja koncentracija v obdobju:	65 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	210 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	60 µg/m ³	

URNE KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

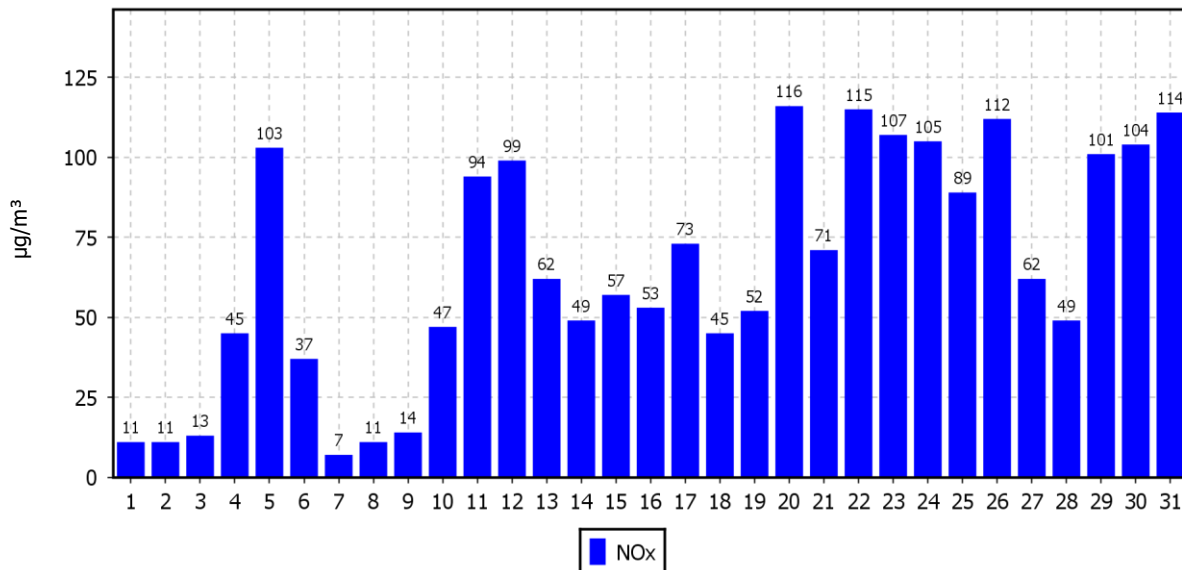
01.01.2024 do 01.02.2024



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

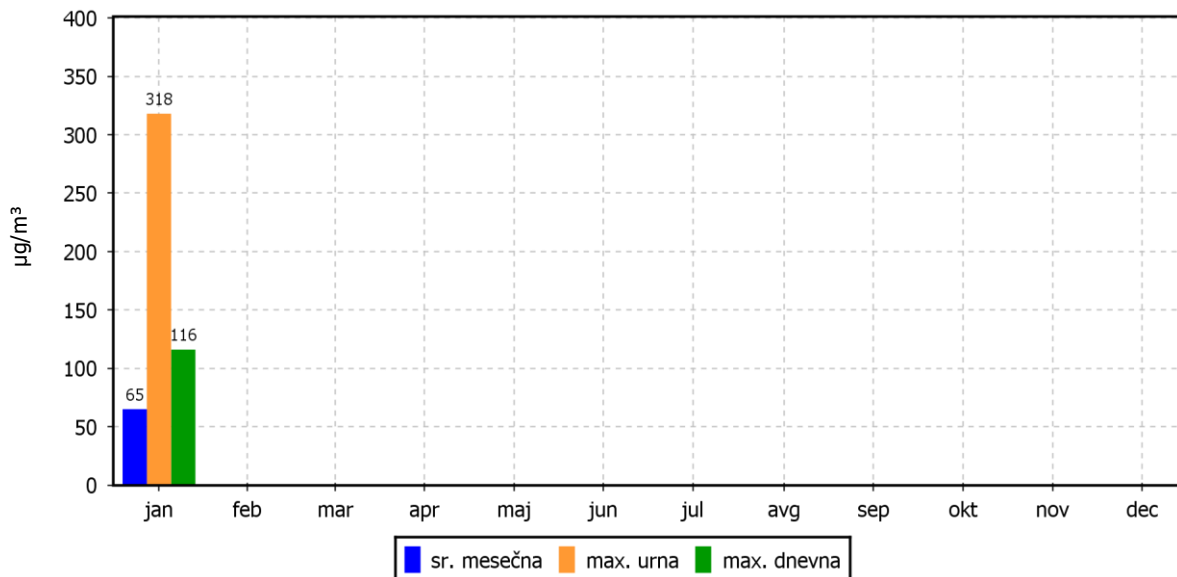
01.01.2024 do 01.02.2024



KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

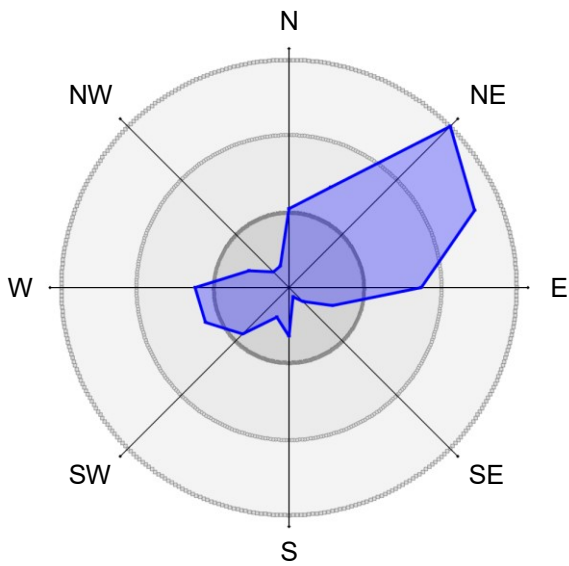
01.01.2024 do 01.01.2025



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

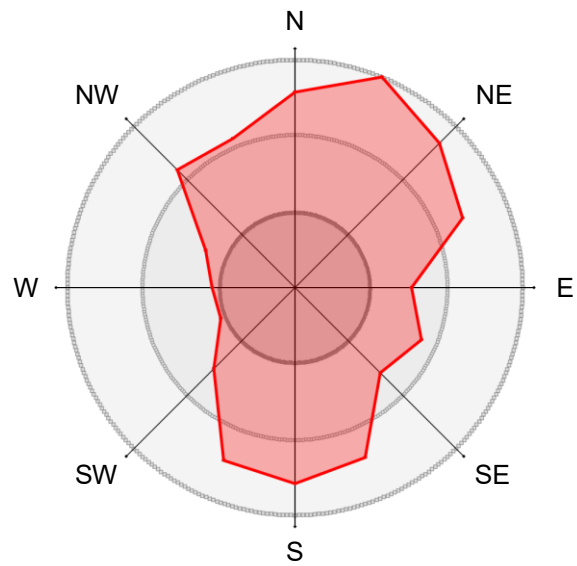
01.01.2024 do 01.02.2024



18.3% časa

12.3% časa

6.0% časa



92.9 µg/m³

62.3 µg/m³

30.7 µg/m³

3.3. METEOROLOŠKE MERITVE

3.3.1. Pregled temperature in relativne vlage v zraku

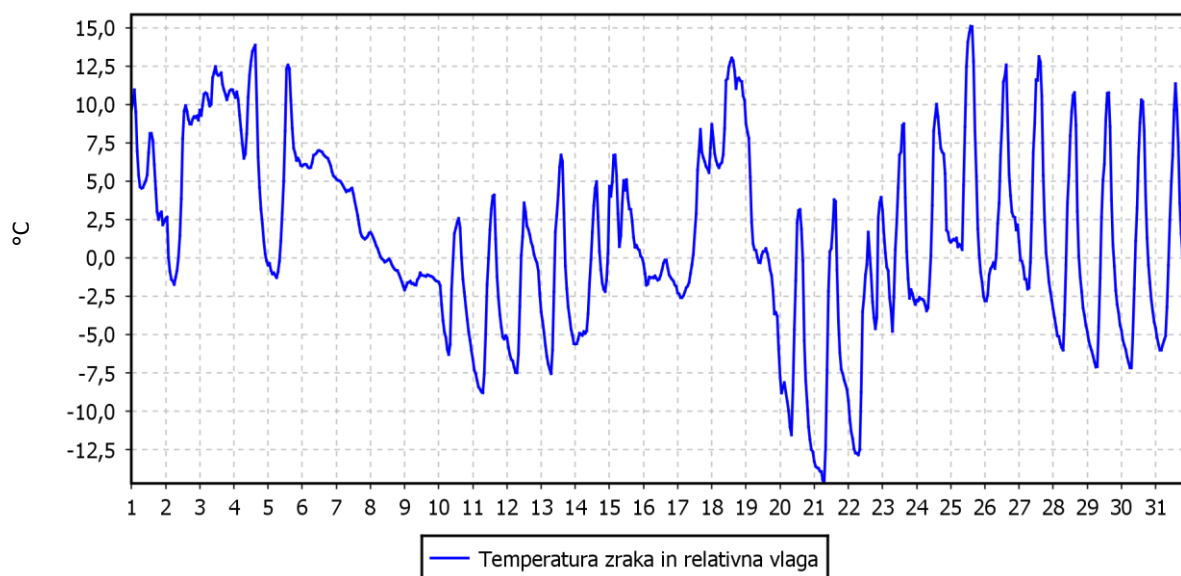
Lokacija meritev: AMP Gaji
 Obdobje meritev: 01.01.2024 do 01.02.2024

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	744	100%	633	85%
Maksimalna urna vrednost	15 °C	25.01.2024 14:00:00	100%	24.01.2024 04:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	11 °C	03.01.2024	97%	20.01.2024
Minimalna urna vrednost	-15 °C	21.01.2024 07:00:00	39%	25.01.2024 15:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-7 °C	21.01.2024	65%	09.01.2024
Srednja vrednost v obdobju	1 °C		85%	

URNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

AMP Gaji

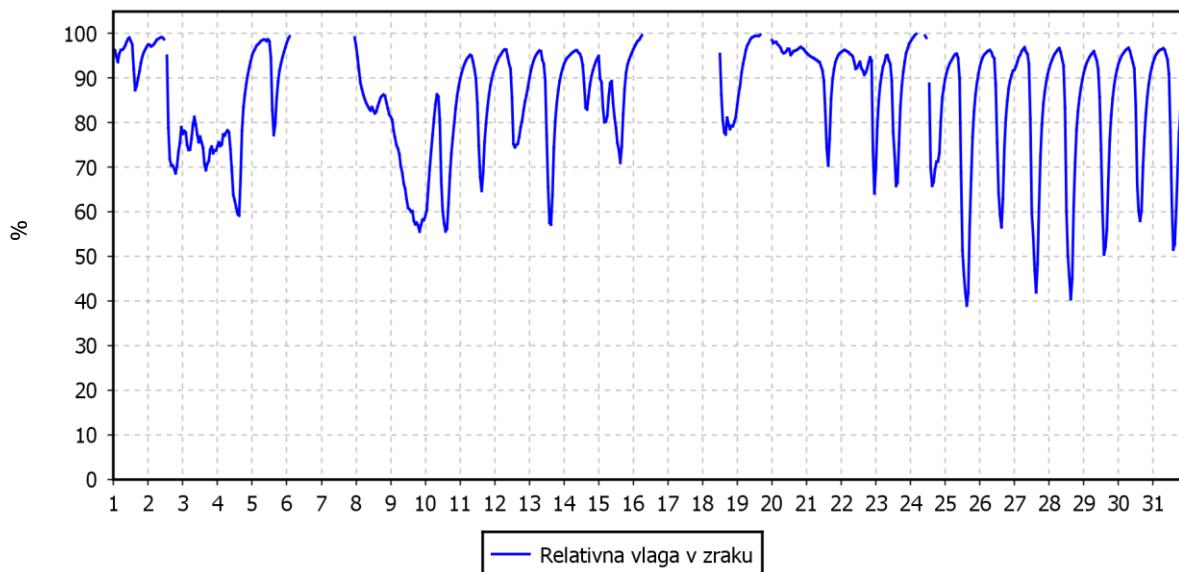
01.01.2024 do 01.02.2024



URNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

AMP Gaji

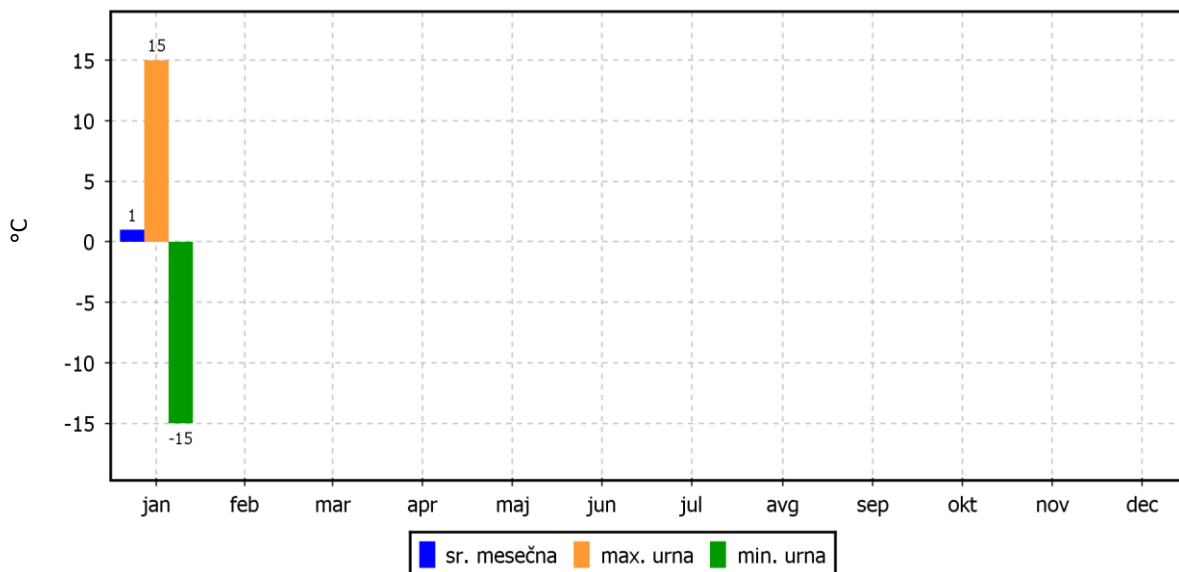
01.01.2024 do 01.02.2024



TEMPERATURA ZRAKA

AMP Gaji

01.01.2024 do 01.01.2025



3.3.2. Pregled hitrosti in smeri vetra

Lokacija meritev: AMP Gaji
 Obdobje meritev: 01.01.2024 do 01.02.2024

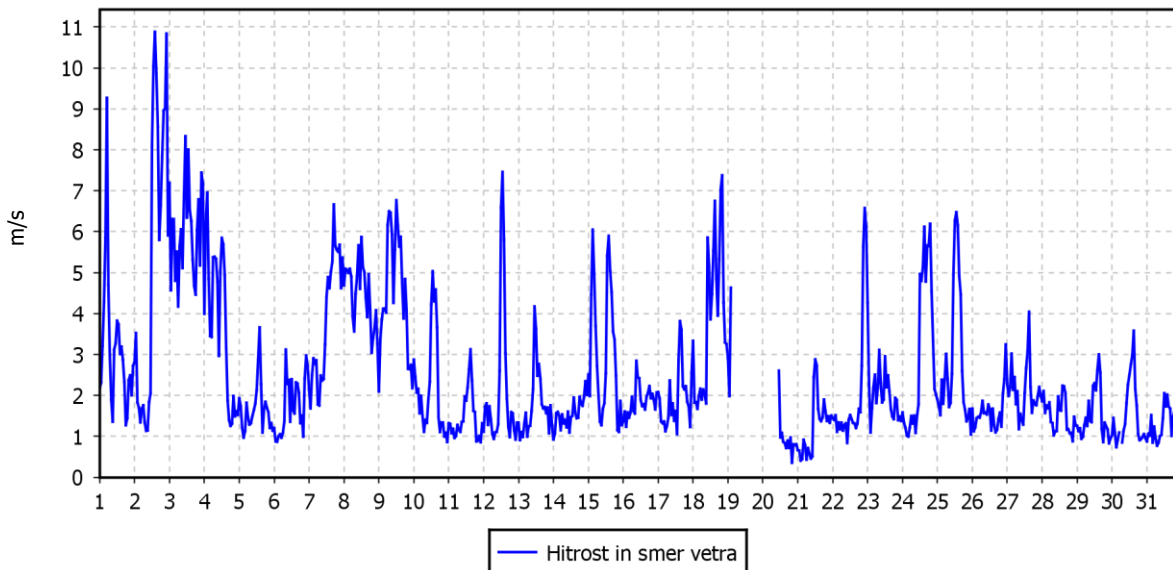
Razpoložljivih urnih podatkov:	711	96%
Maksimalna urna hitrost:	11 m/s	02.01.2024 14:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	20.01.2024 20:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	3 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

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	0	1	6	16	17	6	1	0	0	0	47	66
NNE	0	0	0	7	29	21	8	0	0	0	0	65	91
NE	0	0	0	12	58	49	15	2	0	0	0	136	191
ENE	0	0	1	13	42	23	17	20	3	0	0	119	167
E	0	1	1	4	11	7	13	14	26	1	0	78	110
ESE	0	2	1	2	3	7	4	8	1	0	0	28	39
SE	0	1	0	0	5	2	4	0	0	0	0	12	17
SSE	0	1	0	0	2	1	0	1	0	0	0	5	7
S	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	6	8
SSW	0	0	0	2	1	4	3	1	2	0	0	13	18
SW	0	0	0	2	1	2	12	11	4	6	1	39	55
WSW	0	0	0	0	4	2	13	7	19	7	2	54	76
W	0	0	0	1	5	5	16	17	11	1	0	56	79
WNW	0	0	0	1	2	3	4	10	6	0	0	26	37
NW	0	0	0	0	3	2	4	3	1	0	0	13	18
NNW	0	0	0	1	2	6	3	2	0	0	0	14	20
SKUPAJ	0	5	4	51	186	154	123	97	73	15	3	711	1000

URNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

AMP Gaji

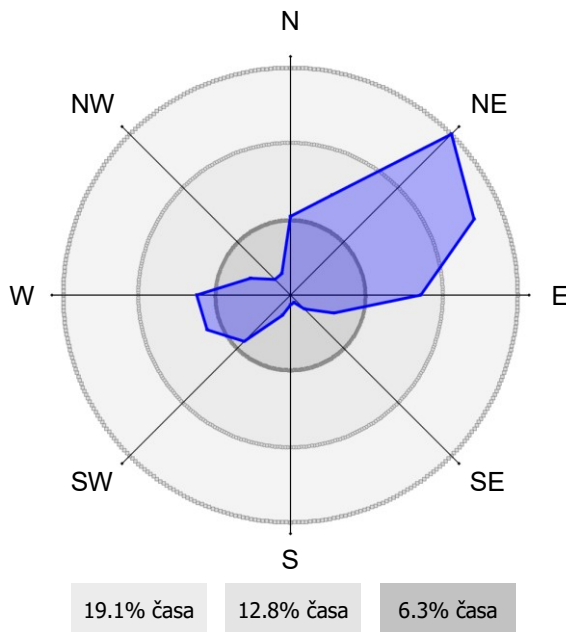
01.01.2024 do 01.02.2024



ROŽA VETROV

AMP Gaji

01.01.2024 do 01.02.2024



4. ZAKLJUČEK

Meritve onesnaženosti zraka in meteoroloških parametrov so bile opravljene z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Mestne občine Celje na lokaciji avtomatske merilne postaje (AMP) Gaji. Merilna postaja je v upravljanju EIMV.

Zagotavljanje skladnosti meritev se potrjuje s sprotnim nadzorom stanja merilne opreme in uporabnostjo merilnih rezultatov. Izpolnjevanje zahtev standardov SIST EN 14211:2012, SIST EN 14212:2012, SIST EN 14212:2012/AC:2014, SIST EN 12341:2014 in SIST EN 14662-3:2016 je zagotovljeno z vključitvijo AMP Gaji v sistem kakovosti L-OOK Elektroinštituta Milan Vidmar.

V poročilu so za **mesec januar 2024** podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO₂ in NO₂/NO_x ter statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. V tem mesecu je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjenih 100 % pravih rezultatov urnih koncentracij SO₂ in NO₂/NO_x. Rezultati v obeh primerih sledijo cilju za letno razpoložljivost uradnih rezultatov, saj je zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate 90 %.

- **SO₂**

Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 27 µg/m³ (dne 27.01.2024 ob 13:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 5 µg/m³, srednja mesečna koncentracija pa 3 µg/m³.

Največji deleži onesnaženja so prišli iz smeri N, ESE in SSE.

- **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 na lokaciji je znašala 86 µg/m³ (dne 20.01.2024 ob 18:00). Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 60 µg/m³, srednja mesečna koncentracija je bila 29 µg/m³.

Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri NNE in SSW.

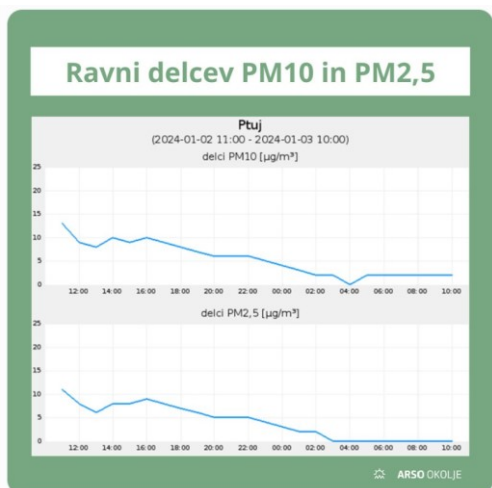
- **Meteorologija**

Dnevna temperatura zunanjega zraka se je gibala med -7 °C (21.01.2024) in 11 °C (03.01.2024), srednja vrednost temperature je tako znašala 1 °C. Veter je pihal s srednjo hitrostjo 3 m/s, smer W – NE oz. ENE.

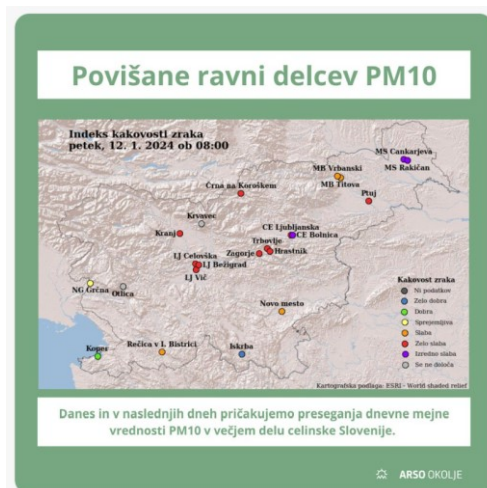
- **Meteorologija v Sloveniji**

Začetek meseca januarja je bil oblačen in deževen, vendar topel. Jutra so bila meglena. Zaradi dobre prevetrenosti je bil zrak čist, urne koncentracije delcev PM₁₀ in drobnih delcev PM_{2,5} so ponekod padle celo pod mejo detekcije. Sledilo je obdobje dežja (5.1. – 8.1.2024); največ ga je zapadlo na Sviščakih (142 mm), Voglu (110 mm) in Bovcu (102 mm), manj pa ob morju, med 15 in 25 mm. Na višjih legah je padlo od 10 do 30 cm novega snega, krajevno tudi do 50 cm (Kredarica, 277 cm, Kanin, 161 cm). Začetek druge polovice januarja je bil prav tako topel, nato pa je prišlo do izrazitega vremenskega preobrata. Sprva je deževalo, nato pa so padavine postopoma prehajale v sneg. V nižinah je zapadlo do 30 cm snega, največ na Letališču Jožeta Pučnika Ljubljana, kar 38 cm (20.1.2024: Ljubljana 28 cm, Vrhnika 26 cm, Slovenske Konjice 23 cm, Rogaška Slatina 20 cm, Kočevje 16 cm, Postojna 11 cm in Maribor 10 cm). Temperature so se spustile pod ničlo (20.1.2024: Kredarica -19,3 °C, Celje -16,6 °C, Letališče Jožeta Pučnika -15,7 °C, Logatec -15,5 °C, Ptuj -14,3 °C, Maribor -13,6 °C in Gornji Grad -12,6 °C). Najnižja temperatura je bila izmerjena v Novi vasi na Blokah (-23,3 °C), Zadlogu (-21,5 °C) in Babnem polju (-20,4 °C), 21.1.2024. Konec meseca so se temperature postopoma začele dvigovati, sneg je skopnel.

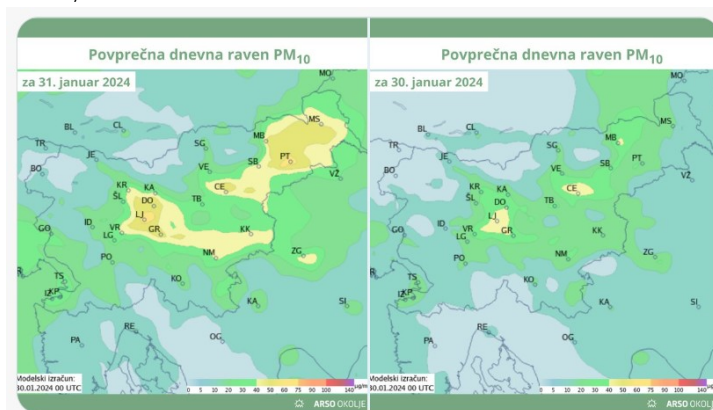
Višje ravni delcev PM₁₀ so se je v mesecu januarju pojavile 11.1., 12.1., 22.1., 30.1. Dnevna mejna vrednost za delce PM₁₀ (50 µg/m³) je bila presežena na skoraj vseh merilnih mestih po Sloveniji. Visoke ravni delcev so povečini posledica temperaturnega obrata, ki zadržuje onesnažen zrak.



Slika 1: Ravni delcev PM₁₀ in drobnih delcev PM_{2,5}.



Slika 2: Povišane ravni delcev PM₁₀ dne 12.1.2024.



Slika 3: Povišane ravni delcev PM₁₀ in drobnih delcev PM_{2,5} dne 30.1.2024.

VIR: ARSO

5. PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM₁₀ V SLOVENSKIH MESTIH – JANUAR 2024

V nadaljevanju je predstavljena primerjava dnevni koncentracij PM₁₀ po postajah drugih slovenskih mest: v Celju, Mariboru, Kopru, Novi Gorici, Murski Soboti, Ljubljani – Bežigradu, Trbovljah, in Zagorju. V teh krajih redno potekajo meritve koncentracij prašnih delcev PM₁₀.

Najvišje srednje vrednosti prašnih delcev so se pojavile na merilnem mestu Murska Sobota (40,40 µg/m³) in Zagorje (39,16 µg/m³). Najnižje vrednosti so bile izmerjene na merilnem mestu Maribor (29,98 µg/m³). Dnevna mejna vrednost je bila presežena na vseh merilnih mestih, razen Maribor.

