



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE CELJE – AMP GAJI,
LETO 2021**

Študija št: 2543

Ljubljana, februar 2022



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo

Ljubljana

Oddelek za okolje

Številka študije: 2543

**REZULTATI MERITEV OKOLJSKEGA MERILNEGA SISTEMA
MESTNE OBČINE CELJE – AMP GAJI,
LETO 2021**

Ljubljana, februar 2022

Direktor:

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

Besedilo je bilo ustvarjeno z:

- Microsoft Office Word 2016, Microsoft Corporation,
- Microsoft Office Excel 2016, Microsoft Corporation,
- Okoljski informacijski sistem, OOK Reporter, verzija: v3.0 b20211111, 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 CELJE,
Oddelek za okolje in prostor ter komunalo
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, 19. 11. 2020

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

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

Delovni nalog: 221225

Projekt: 221225-IMI: Monitoring kakovosti zraka na občinski merilni postaji AMP Gaji za leto 2021

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

Aktivnost: 221225-IMI-R

Naloga: 221225-IMI-R-S

Naslov: Rezultati meritev okoljskega merilnega sistema mestne občine Celje - AMP Gaji, leto 2021

Študija številka: 2543

Datum izdelave: februar 2022

Število izvodov: 3 x tiskana verzija, 1 x arhiv izdelovalca, elektronska verzija (<https://www.gtd-eimv.si/>)

Avtorji: Maja IVANOVSKI, mag. inž. kem. tehn.
Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol.
Nina MIKLAVČIČ, dipl. inž. fiz.
Erik MARČENKO, dipl. inž. str.
Damjan KOVAČIČ, dipl. san. inž.
mag. Maša DJURICA, univ. dipl. geogr.
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 dušikovi oksidi, se v splošnem pojavljajo predvsem pozimi, kar je poleg povečanih virov emisij v okolju tudi posledica neugodnih meteoroloških pogojev.

V poročilu so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanjega zraka na lokaciji AMP Gaji. Meritve se nanašajo na leto 2021. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka: koncentracije SO₂, NO₂/NO_x, prašnih delcev PM₁₀ in meteorološke meritve.

Od decembra 2021 se meritve prašnih delcev PM₁₀ na postaji več ne izvajajo.

V merjenem obdobju se rezultati meritev za SO₂ in NO₂/NO_x obravnavajo kot uradni, medtem ko se meritve PM₁₀ obravnavajo kot informativni rezultati.

Leto 2021 je bilo še zmeraj zaznamovano s pandemijo virusa COVID-19.

Ključne besede: Celje, AMP Gaji, kakovost zraka, onesnaževalci, PM₁₀

ABSTRACT

Air pollution can have a significant effect on human health. The following study presents the results of measurements of outdoor air quality monitoring in the City of Celje (MOC) at the measuring point called APM Gaji in year 2021. Results of measurements of ambient air quality are performed by the Milan Vidmar Electrical Power Research Institute (EIMV) and are included in the study: concentrations of SO₂, NO₂/NO_x, PM₁₀, and meteorological conditions.

As of December 2021, measurements of PM₁₀ particles at the station are no longer performed.

Obtained results showed that in the study period, the concentrations of SO₂, NO₂/NO_x, and PM₁₀ are considered official, and for other parameters as informative results of measurements for 2021.

The year 2021 was still marked by pandemic of the COVID-19 virus.

Ključne besede: Celje, AMP Gaji, air quality, pollutants, PM₁₀



Elektroinštitut Milan Vidmar

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA	2
1.1.1	Opis posameznega onesnaževala in njihov vpliv na zdravje in biodiverzitetu	3
1.2	ZAKONODAJA.....	4
1.3	PODATKI O AVTOMATSKI MERILNI POSTAJI.....	4
1.3.1	Meritve kakovosti zunanje zraka	4
1.3.2	Meteorologija.....	6
1.4	NADZOR SKLADNOSTI MERITEV	7
2	REZULTATI MERITEV	9
2.1	VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI V AMP GAJI.....	9
2.2	PRIKAZ REZULTATOV MERITEV	11
2.2.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂ – AMP Gaji.....	12
2.2.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂ – AMP Gaji.....	15
2.2.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x – AMP Gaji.....	18
2.2.4	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀ – AMP Gaji.....	20
2.3	Meteorološke meritve.....	23
2.3.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku – AMP Gaji.....	23
2.3.2	Pregled hitrosti in smeri vetra – AMP Gaji	25
3	PANDEMIJA COVID-19 in vpliv na kakovost zraka	27
4	PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM₁₀ V SLOVENSКИH MESTIH LETO 2020	29
4.1	ANALIZA PM ₁₀ V OBDOBJU MED 2015-2019 V MOC	31
4.2	PRIMERJAVA PO SLOVENSКИH MESTIH.....	33
5	ANALIZA IN REZULTATI MERITEV NA MESEČNEM NIVOJU	39
6	ZAKLJUČEK.....	45



Elektroinštitut Milan Vidmar

KAZALO SLIK

Slika 1: Elementi, ki vplivajo na kakovost zunanjega zraka v urbanem okolju.....	2
Slika 2: Merilno mesto AMP Gaji.....	5
Slika 3: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu.....	8
Slika 4: Prikaz Celjske kotline in merilnih mest v občini Celje (vir: Google Earth in QGIS, 2022).	29
Slika 5: Merilna mesta v občini Celje (vir: Google Earth in QGIS, 2022).	30
Slika 6: Prikaz modelskih onesnaženosti zraka z delci PM ₁₀ , kjer je viden prehod puščavskega prahu čez Slovenijo (vir: ARSO).....	40

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Graf PM ₁₀ v posameznih krajih pri nas med leti 2019 in 2020.....	28
Graf 2: Graf NO ₂ v posameznih krajih pri nas med leti 2019 in 2020.	28
Graf 3: Graf število preseganj v občini Celje.....	31
Graf 4: Graf povprečne letne vrednosti v občini Celje.....	32
Graf 5: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih v letu 2021.....	33
Graf 6: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (CE bolnica, CE Gaji) v letu 2021.....	34
Graf 7: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (MB, CE Gaji) v letu 2021. ...	34
Graf 8: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (MB, CE Gaji) v letu 2021.....	35
Graf 9: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (MS, CE Gaji) v letu 2021.	35
Graf 10: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (NG, CE Gaji) v letu 2021.	36
Graf 11: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (MS, CE Gaji) v letu 2021.	36
Graf 12: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (ZG, CE Gaji) v letu 2021.	37
Graf 13: Rezultati meritev koncentracij PM ₁₀ po slovenskih mestih (LJ BEŽ, CE Gaji) v letu 2021.....	37



Elektroinštitut Milan Vidmar

1 UVOD

Doseganje ustrezne kakovosti zunanega zraka pomembno vpliva na kvaliteto našega življenja. Onesnaženost zunanega zraka se definira kot obstoj onesnažil v ozračju v količinah, ki negativno vplivajo na zdravje ljudi, okolje, kulturno dediščino in podnebje (EEA, 2019). Poročilo je namenjen prikazu spremljanja in analize rezultatov na avtomatski merilni postaji Gaji ter spremljanju kakovosti zunanega zraka v letu 2019 v mestni občini Celje.

Poročilo obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnikih kakovosti zraka, merjenih onesnažilih, zakonodaji, merilnem mestu in nadzoru skladnosti, ki se izvaja;
- zapise o opažanju, izvedenih servisnih in vzdrževalnih delih ter drugih posegih na merilni opremi ter o testiranjih merilnikov;
- rezultate meritev kakovosti zraka;
- komentar in povzetek rezultatov meritev kakovosti zraka;
- Dodatno analizo koncentracij v zunanjem zraku z delci PM_{10} na območju AMP Gaji v primerjavi s koncentracijami na drugih merilnih mestih v Sloveniji.

Leto 2021 je bilo še zmeraj zaznamovano s pandemijo virusa COVID-19, ki je tudi vplivala na koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku, predvsem na koncentracije dušikovih oksidov NO_2/NO_x . Več o tem je zapisano v Poglavju 3.

V poročilu so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanega zraka na lokaciji AMP Gaji (CE Gaji). Meritve se nanašajo na leto 2021. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanega zraka: koncentracije SO_2 , NO_2/NO_x , prašnih delcev PM_{10} in meteorološke meritve.

V merjenem obdobju se rezultati vseh merjenih snovi obravnavajo kot uradni rezultati meritev oz. kot informativni rezultati meritev. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90%. Razpoložljivost podatkov je bila naslednja: 97% pravih rezultatov je bilo za SO_2 , 92% oz. 91% za NO_2/NO_x in 72% za PM_{10} . Iz tega lahko povzamemo, da se vrednosti za parametre SO_2 in NO_2/NO_x obravnavajo kot uradni, medtem ko vrednosti PM_{10} obravnavajo kot informativne.

Trenutne vrednosti koncentracij SO_2 , NO_2 , NO_x , amonijaka, delcev PM_{10} , meteoroloških parametrov in indeksov v zunanjem zraku so dostopne na spletni strani www.okolje.info, MO Celje [http://www.okolje.info/?link=dbViewMocValue&option=com_content&Itemid=254].

Vse vrednosti so poleg numerične predstavitve prikazane tudi grafično [http://www.okolje.info/?link=ChartViewMoc&option=com_content&Itemid=254].

Na spletni strani so prosto dostopna tudi vsa mesečna poročila kakovosti zraka, ki so bila izdana v letu 2019 [<http://www.okolje.info/index.php/porocila-moc>].

1.1 DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

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

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

S sprejetjem *Zakona o varstvu okolja (ZVO-1, Zakon o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl.US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO1A, 70/08, 108/09, 108/09 – PNačrt-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)* v letu 2004 je bil vzpostavljen pravni red za spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti. Med cilji tega zakona sta tudi preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja in ohranjanje ter izboljševanje kakovosti okolja. Za doseganje teh ciljev zakon predpisuje monitoring stanja okolja, kar obsega tudi monitoring kakovosti zunanega zraka. Za potrebe ocenjevanja kakovosti zunanega zraka ima Mestna občina Celje avtomatsko merilno postajo (AMP) Gaji za merjenje kakovosti zunanega zraka in meteoroloških parametrov.

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 zunanega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov kot so vertikalni profil vetra, smer in hitrost vetra, temperatura, gibanje zračnih mas, padavine, sončno sevanje, količino padavin in vlažnost ter upoštevanje reliefne razgibanosti površja. Lokalna meteorologija je odvisna tudi od reliefne raznolikosti v okolju, saj le-ta vpliva predvsem na gibanje zračnih mas. V primeru ugodnih meteoroloških razmer lahko emisije potujejo na dolge razdalje in tako vplivajo na večje območje.



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

1.1.1 Opis posameznega onesnaževala in njihov vpliv na zdravje in biodiverzitet

Kratkotrajna in dolgotrajna izpostavljenost visokim koncentracijam onesnaževal ima velik vpliv na obolevnost prebivalstva zaradi bolezni dihal in posledično tudi kardiovaskularnih obolenj. Poleg tega pa ima velik vpliv na ekonomski vidik saj zmanjšuje življenjsko dobo prebivalstva, povečuje stroške zdravljenja in zmanjšuje produktivnost v gospodarstvu zaradi izostanka delavcev. Onesnaževala, ki imajo največji vpliv na zdravje ljudi so SO₂, NO₂, PM₁₀ in O₃. Pred izpostavljenostjo visokim koncentracijam onesnažil je potrebno še posebno zaščititi otroke, starejše, nosečnice, ljudi, ki se veliko zadržujejo zunaj ter bolnike dihal in srčnih bolezni. Onesnaženje pa ima negativni vpliv tudi na biodiverzitet, torej na vegetacijo in ekosistem v okolju, kar vodi v različne pomembne okoljske vplive ter na kvaliteto vode, tal in na ekosistemske storitve. Zaradi tega moramo biti pozorni na naslednja onesnaževala: SO₂, O₃, NH₃ in NO_x. Spodnja tabela prikazuje posamezna onesnaževala, ki so obravnavana v tem poročilu in njihov izvor ter vpliv na zdravje ljudi in biodiverzitet.

ONESNAŽEVALO IN VIRI	VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO
<p>Žveplov dioksid (SO₂) Je brezbarven plin z ostrim vonjem. Nastaja pri izgorevanju fosilnih goriv, ki vsebujejo sledi žveplovih spojin. Največji problem je spreminjanje žveplovega dioksida (SO₂) v žveplovo kislino (H₂SO₄) v ozračju, ki se nato nalaga kot kisel dež, sneg ali v obliki posušenih kislinskih delcev.</p>	<p>Draženje povzroča zoženje dihalnih poti. Kratkoročno izpostavljanje povzroči težave astmatikom in občutljivim ljudem predvsem v bližini industrije, ki je brez ustreznega čiščenja. Otroci v krajih z onesnaženim zrakom pogosteje zbolevajo za kašljem, bronhitisom in infekcijami globlje v dihalih.</p> <p>Visoke koncentracije SO₂ imajo škodljiv vpliv na rastline, saj prispeva k zakisanju kopenskih in vodnih ekosistemov in vodi do izgube biotske raznovrstnosti.</p>
<p>Dušikov oksid (NO_x) zajema mešanico dušikovega oksida (NO) in dušikovega dioksida (NO₂). NO_x spadajo v skupino anorganskih plinov, ki nastanejo iz reakcije kisika in dušika v zraku. Glavni viri so proizvodnja električne energije, izgorevanja v industrijskih procesih in transport.</p>	<p>Kratkotrajna izpostavljenost lahko povzroči vnetje dihalnih poti, povečanje alergijskih reakcij ter večjo stopnjo obolevnosti.</p> <p>Dviguje koncentracijo nitratov v prsti in tekočih vodah (eutrofikacija). Prispeva k zakisanju kopenskih in vodnih ekosistemov ter vodi do izgube biotske raznovrstnosti. Sodeluje tudi pri nastajanju ozona (O₃).</p>
<p>Delci PM₁₀ So sestavljeni iz različnih organskih in anorganskih snovi, pretežno pa iz žvepla, nitrata, amonijaka, črnega ogljika, mineralov in vode. Lahko so primarnega ali sekundarnega izvora (tvorijo se pri kemijski reakciji drugih škodljivih snovi v zraku, kot SO₂ ali NO₂). Glavni vir je izgorevanje pri transportu, kuriščih in industriji. Naravni viri vključujejo prah, ki ga prenaša veter, morska sol, cvetni prah in talni delci.</p>	<p>PM₁₀ delci prizadenejo največ ljudi v primerjavi z drugimi onesnaževali. Zaradi njihove velikosti lahko penetrirajo globoko v pljuča. Povečujejo umrljivost in obolevnost za boleznimi dihal in kardiovaskularnih bolezni.</p> <p>Črni ogljik, ki je najmanjši del prašnih delcev, vpliva na spremembo podnebja. Sekundarni PM vsebujejo sulfat, nitrat in amonij, tvorjen iz SO₂, NO_x in NH₃, ki so glavni nosilci zakisljevanja in eutrofikacije.</p>

1.2 ZAKONODAJA

Ocenjevanje kakovosti zraka je treba izvajati kljub dobremu nadzoru vnosa snovi v zrak pri viru. Če je bilo včasih ocenjevanje kakovosti zraka osredotočeno predvsem na področje ob velikih onesnaževalcih zraka. Se dane pojavlja potreba po nadzoru tudi na drugih področjih. Obstaja namreč vrsta nenadziranih manjših izpustov snovi v zrak, kot so avtomobilski izpuhi, manjša kurišča, kurjenje na prostem ter tudi manjši industrijske naprave, ki so nadzirane zgolj občasno ali trajno in lahko v kombinaciji z neugodnimi meteorološkimi razmerami negativno vplivajo na kakovost zraka.

Monitoring kakovosti zunanjega zraka pomeni spremljanje in nadzorovanje stanja onesnaženosti zraka s sistematičnimi meritvami ali drugimi metodami in z njimi povezanimi postopki. Način spremljanja in nadzorovanja je predpisan v podzakonskih aktih – uredbah in pravilniku: *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS št. 9/11, 8/15, 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, Ur. l. RS, št. 32/93; ZVO-1, Ur. l. RS)*. 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 s spremembami)*, ki povzročiteljem obremenitve zunanjega zraka med drugim predpisuje zahteve v zvezi z ocenjevanjem kakovosti zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanjega zraka.

Za doseganje skladnosti z mejnimi vrednostmi za delce PM₁₀ je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi pripravila Načrte za kakovost zunanjega zraka za mestne občine Celje, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto ter zasavski občini: Trbovlje in Zagorje ob Savi. Na območju mestne občine Celje je Vlada Republike Slovenije v dogovoru z lokalno skupnostjo pripravila *Odlok o načrtu za kakovost zraka na območju Mestne občine Celje (Ur. l. RS, št. 57/17, 160/20 in 161/20 – popr.)*. Načrti so usmerjeni v ukrepe na področju spodbujanja učinkovite rabe energije, na izpuste cestnega motornega prometa, na druge ukrepe ter na kratkoročne ukrepe.

1.3 PODATKI O AVTOMATSKI MERILNI POSTAJI

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.

1.3.1 Meritve kakovosti zunanjega zraka

Monitoring kakovosti zunanjega zraka se v Mestni občini Celje izvaja od leta 1994, na sedanji lokaciji pa od maja 2007. Z avtomatsko merilno postajo, katere last je Mestna občina Celje, upravlja osebje Elektroinštituta Milan Vidmar Ljubljana (EIMV). EIMV predpisuje postopke izvajanja meritev in QA/QC, izdeluje končno obdelavo rezultatov meritev in potrdi njihovo veljavnost. Merilna postaja je locirana v ozadju (background) na primestnem območju, ki ima značilnosti industrijskih in poslovnih objektov. Relief v bližini merilnega mesta je ravninski. Koordinate merilne postaje so prikazane v spodnji tabeli.

Merilna postaja	Nadmorska višina	GKy	GKx
AMP Gaji	240 m	522888	122129



Slika 2: Merilno mesto AMP Gaji.

Podatki o analizatorjih plinastih onesnaževal:

	Analizator NO ₂ /NO _x	Analizator SO ₂
Proizvajalec	Horiba APNA	Thermo Electron Corporation
Model	APNA-370	Thermo 43i
Merilna metoda	Kemiluminiscenca	UV fluorescenco
Standard	EN 14211	EN 14212
Serijska številka	PYUMW6XA, UCGS6VFFV	CM07100003
Obdobje meritev	2021	2021

Podatki o merilnikih delcev PM₁₀ in sistemu prenosa podatkov:

	Avtomatski merilnik PM ₁₀	Sistem FDMS
Proizvajalec	R&P, Kanada	R&P, Kanada
Model	TEOM 1400 AB	FDMS 8500
Merilna metoda	Ferkvenčna gavimetrija	-
Specificirana točnost	0,06 µg/m ³	-
Serijska številka	140AB265970703	8500C209050701
Obdobje meritev	03.02.2021 – 01.07.2021	-

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

- SIST EN 14212:2012: Standardna metoda za določanje koncentracije žveplovega dioksida z ultravijolično fluorescenco.
- SIST EN 14211:2012: Standardna metoda za določanje koncentracije dušikovega dioksida in dušikovega oksida s kemiluminiscenco,
- SIST EN 12341:2014: Določevanje frakcije PM₁₀ lebdečih trdnih delcev; Referenčna metoda in terenski preskusni postopek za potrditev ustreznosti merilnih metod,
- SIST EN 14662-3:2016 – Kakovost zunanjega zraka – Standardna metoda za določanje koncentracije benzena – 3. del: Avtomatsko vzorčenje s prečrpavanjem in določanje s plinsko kromatografijo na kraju samem (in situ).

Nabor merjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v avtomatski merilni postaji v letu 2021:

Naziv postaje	Parametri kakovosti zraka									
	SO ₂	NO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	Benzen	Toluen	M&P ksilen	Etilbenzen	O-ksilen
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 priloženo 1 Prilogo o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 55/11 s spremembami).

1.3.2 Meteorologija

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. V nadaljevanju so prikazane graf povprečne temperature in graf povprečne relativne vlage ter roža vetrov na merilnem mestu Gaji. Izvajajo se meritve smeri in hitrosti vetra, temperature zraka in relativne vlage.

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.

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).

Podatki o merilnikih meteoroloških spremenljivk:

	Merilnik smeri in hitrosti vetra		Merilnik temperature in vlage	
Proizvajalec	WindSonic		Lufft	
Model	8352.US6M		8150.TFF10	
Komponenta	smer	hitrost	temperatura	vlaga
Merilna metoda	ultrazvok	ultrazvok	upornost	kapacitivnost
Specificirana točnost	±3°	±2%	±0,2°C + 1 digit	±2%
Merilno območje	0 – 360°	0 – 60 m/s	-30 – 70°C	0 – 100%

1.4 NADZOR SKLADNOSTI MERITEV

Za veljavnost izmerjenih vrednosti je nujno potreben nadzor delovanja merilnega sistema in skladnost le tega z zahtevami standardov ter evropskimi direktivami na področju kakovosti zraka.

Za učinkovito zagotavljanje nadzora nad delovanjem merilnika in kakovostjo rezultatov (QA/QC) so pomembni 4 nivoji, ki vodijo od izbire merilne opreme do analize končnih rezultatov (slika 3). Zaradi možnosti kasnejše medsebojne primerjave merilnih rezultatov se zahteva, da uporabljena merilna oprema in vzpostavljen sistem, nista unikatna ampak delujeta po sprejetih dogovorjenih principih. To določata prva dva nivoja skladnosti, ki sta zahtevana tudi s predpisi. Nivoja skladnosti 3. in 4. se osredotočata na izvajanje in zagotavljanje skladnosti meritev. Tako podatki, ki uspešno prestanejo 3. nivo nadzora skladnosti predstavljajo izmerjene vrednosti. Te se sproti objavljajo na spletnih straneh in imajo status informativnih podatkov. Vzporedno s 3. nivojem poteka 4. nivo oziroma validacija izmerjenih vrednosti. Podatki, ki uspešno prestanejo ta nivo skladnosti so merilni rezultati, ki se jih objavi skladno z zahtevami standarda ISO/IEC 17025.

1. Nivo: izbira merilnikov

Merjena onesnažila se določijo glede na zakonodajne zahteve ter glede na vire emisij v okolici, ki imajo vpliv na zdravje prebivalstva. Merilne opreme mora biti primerna in mora biti opremljena s certifikati, ki zagotavljajo pravilno delovanje in njihovo skladnost s standardnimi in zakonodajnimi zahtevami.

2. Nivo: Izbira lokacije

Naslednja faza je umeščanje merilne opreme v prostor. Lokacija je lahko vnaprej določena z modelsko oceno onesnaženja, ki določi lokacijo z najvišjo koncentracijo odpadnih dimnih plinov v prostoru. Poleg tega pa je pomembna tudi funkcionalnost določenega mesta, torej njegova dostopnost in dostop do električne energije. Merilnik mora biti primerno zaščiten pred vremenskimi vplivi, imeti mora ustrezen zajem podatkov in sistem vzorčenja. AMP mora biti imeti primerno temperaturo ter mora biti redno vzdrževana in pregledana.

3. Nivo: Nadzor skladnosti meritev

Pravilno delovanje prenosa podatkov in vzdrževanje merilne opreme zagotavlja točnost, natančnost in kvantiteto pridobljenih vrednosti. Zato je v tej fazi nujno konstantno spremljanje stanja merilnika in njihovo vzdrževanje, vsak poseg na merilniku pa mora biti redno zabeležen. Stanje merilnika se vsakodnevno preverja z avtomatsko kontrolo referenčne in ničelne točke. Z ročnim naravnavanjem pa se ti dve točki preverjati na vsake 3-mesece, ki ga opravi primerno usposobljena oseba. Testi funkcionalnosti merilnika se opravijo na letnem nivoju. Merilnik pa mora biti tudi redno servisiran in

očiščen. Učinkovito delovanje procesov nivoja 3. so rezultat izpopolnjevanj zahtev razpoložljivosti podatkov meritev.

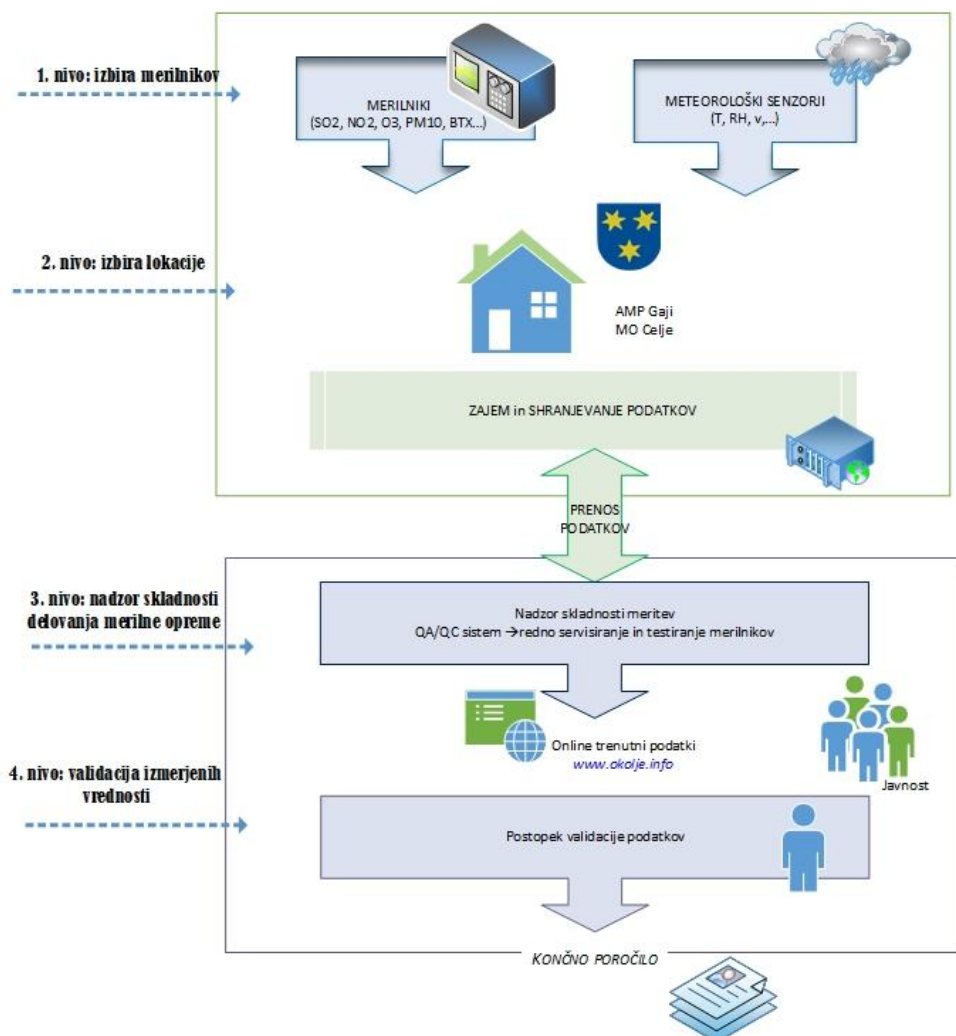
4. Nivo: Validacija

Namenjana je validaciji celotnega procesa, ki je lahko avtomatska izražena kot kontrole, ki opozarjajo na nepravilnosti in stanje na merilni postaji. Validacija pa je izražena tudi v obliki obdelave in analize izmerjenih vrednosti, oceni merilne negotovosti in nadzora nad odstopanji od predpisanih mejnih vrednosti.

Po zaključenem 4 stopenskem procesu se stanje o kakovosti v zunanjem zraku na določeni lokaciji, ki odraža učinkovitost sistema QA/QC, opiše v poročilu za določeno časovno obdobje.

Izmerjene vrednosti so ustrezne kakovosti v primeru, da izpolnjuje spodnje predpostavke:

- so skladne s priložo 1 *Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Uradni list RS, št. 55/11, 6/15 in 5/17)* in je zagotovljena 90% razpoložljivost za merilnike SO₂, NO/NO_x in trdnih delcev PM₁₀,
- je zagotovljena stabilnost ničelne in referenčne točke za merilnike SO₂, NO/NO_x,
- se redno izvaja dvotočkovno umirjanje (na 3-mesece)
- se 1-krat letno opravi test linearnosti.



Slika 3: Shema zajema, nadzora in validacije izmerjenih parametrov kakovosti zunanjega zraka v okoljskem informacijskem sistemu

2 REZULTATI MERITEV

Meritve onesnaženosti zraka in meteoroloških parametrov so bile opravljene z merilnim sistemom monitoringa kakovosti zunanjega zraka Mestne občine Celje na lokaciji avtomatske merilne postaje 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 14212:2012,
- SIST EN 14212:2012/AC:2014,
- SIST EN 14211:2012
- SIST EN 12341:2014,

je zagotovljeno z vključitvijo AMP Gaji v sistem kakovosti OOK Elektroinštituta Milan Vidmar. Z vključitvijo v sistem kakovosti je OOK Elektroinštituta Milan Vidmar vzpostavil sistem nadzora skladnosti meritev in nadzora delovanja opreme, v okviru nadzora skladnosti meritev 3. in 4. nivoja. Pri tem so bile uporabljene metode za oceno koncentracij v zraku, katerih negotovost bo ocenjena skladno z načeli mednarodno uveljavljenih standardov.

2.1 VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI V AMP GAJI

Za merilno mesto Gaji se poleg rednih testiranj in vzdrževanj merilnikov izvajajo tudi vzdrževalni posegi same merilne postaje, ki so za leto 2021 prikazani v spodnji tabeli.

Datum	Naziv	Komentar
07.06.2021	Urejanje postaje in okolice	Košnja trave in urejanje okolice postaje.
10.09.2021	Urejanje postaje in okolice	Košnja trave in odstranjevanje grmičevja.
19.11.2021	Ostalo	Čiščenje glavne zajemne cevi vzorca.
07.12.2021	Klimatska naprava	Ponoven zagon klime po zaustavitvi.
21.12.2021	Klimatska naprava	Ponoven zagon klime po zaustavitvi in vklop dodatnega radiatorja.

Za pravilno delovanje merilnikov se poleg rednega vzdrževanja izvajajo redna naravnavanja merilne opreme ter redna letna ocena skladnosti. V spodnji tabeli so prikazani izvedeni termini naravnavanj in testov skladnosti ter datumi opravljenih večjih vzdrževalnih del.

ID	Naziv	Serijska številka	Poseg
6229 in 6154	HORIBA APNA-370	HDTLBJNM in PYUMW6XA	Naravnavanje 09.02.2021 18.05.2021 19.08.2021 08.12.2021 Ocena skladnosti 09.02.2021
140AB265970703	TEOM PM10 + FDMS	140AB 265970703	Naravnavanje 26.05.2021 31.08.2021 Test ekvivalence maj – julij 2021 Večji servisni poseg 03.08.2021 06.08.2021 31.08.2021
CM07100003	Thermo 43i	CM07100003	Naravnavanje 03.02.2021 26.05.2021 31.08.2021 12.11.2021 08.12.2021 Ocena skladnosti 03.02.2021 Večji servisni poseg 30.11.2021 02.12.2021
6767	Sistem za zajem podatkov	6767	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.
8160_TFF10	Lufft 8160 TFF10	8160_TFF10	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.
352_US6M	WindSonic 8352.US6M	8352.US6M	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.

Merilnik Horiba APNA-370 (ID 6229) je bil dne 19.11.2021 začasno zamenjan z merilnikom Horiba APNA-370 (ID 6154).

Merilnik TEOM PM10 od decembra 2021 ne deluje več.

2.2 PRIKAZ REZULTATOV MERITEV

V poročilu so za leto 2021 podani rezultati urnih in dnevnih vrednosti za parametre SO₂, NO₂/NO_x in PM₁₀ ter njihova statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov v letu 2021 na tej lokaciji. Opaziti je mogoče rahlo zmanjšanje PM₁₀ delcev v letu 2021 v primerjavi s prejšnjimi leti.

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ leto 2021

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	0	0	0	97

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ leto 2021

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	0	0	-	92

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ leto 2021

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	-	-	6	72

Pregled srednjih koncentracij: SO₂ (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
AMP Gaji	8	10	1

Pregled srednjih koncentracij: NO₂ (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
AMP Gaji	14	12	16

Pregled srednjih koncentracij: NO_x (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
AMP Gaji	45	37	27

Pregled srednjih koncentracij: delci PM₁₀ (µg/m³) za leto 2021 in pretekla leta

postaja	2019	2020	2021
AMP Gaji	24	22	21

Pregled srednjih koncentracij SO₂ (µg/m³) za 01.10.2020 - 01.04.2021

postaja	*
AMP Gaji	3

Pregled srednjih koncentracij NO_x (µg/m³) za 01.01.2021 - 31.12.2021

postaja	**
AMP Gaji	27

2.2.1 Pregled koncentracij v zraku: SO₂ – AMP Gaji

V letu 2021 je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjeno več kot 90% pravih rezultatov urnih koncentracij SO₂ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev SO₂ monitoringa kakovosti zunanega zraka MO Celje. Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 97 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija pa 5 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 1 µg/m³. Nekoliko višje koncentracije so se pojavile meseca februarja. Onesnaženje je prišlo v največji meri iz južne smeri.

Mejne in alarmne vrednosti ter kritične vrednosti za varstvo rastlin za SO₂:

časovni interval povprečja	mejna vrednost (µg/m ³)	alarmna vrednost (µg/m ³)	Priporočila po WHO (µg/m ³)
1 ura	350 (ne sme biti presežena več kot 24-krat v koledarskem letu)	-	-
3-urni interval	-	500	-
10-minut	-	-	500
1 dan	125 (ne sme biti presežena več kot 3-krat v koledarskem letu)	-	20
časovni interval povprečja	kritična vrednost (µg/m ³) za varstvo rastlin	sprejemljivo preseganje (µg/m ³)	
zimski čas od 1. oktobra do 31. marca	20	-	-
koledarsko leto	20	-	-

Lokacija meritev: AMP Gaji

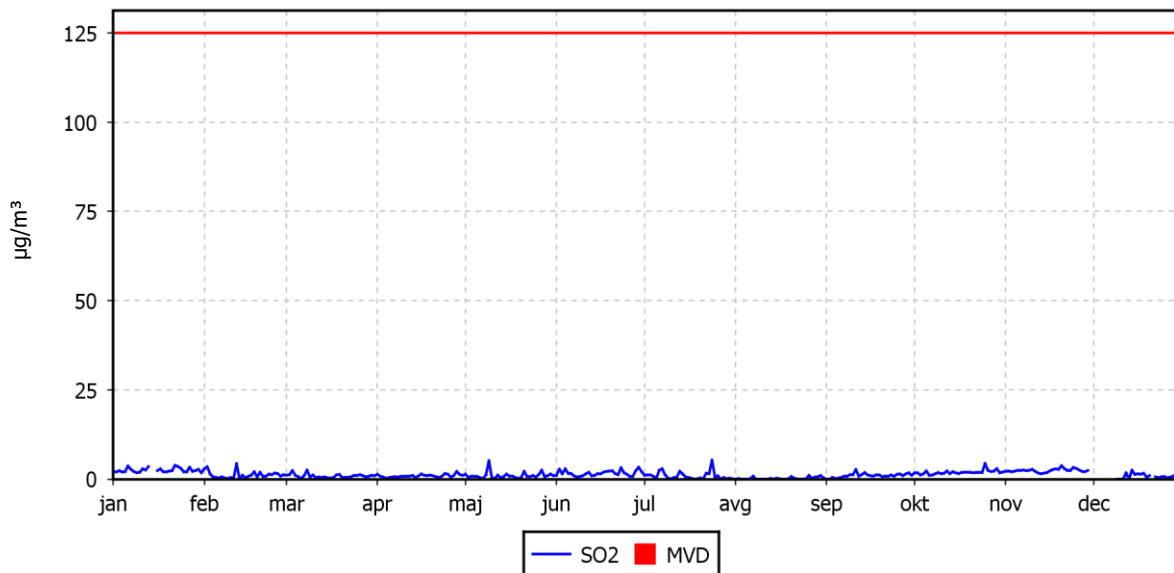
Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	8461	97%
Maksimalna urna koncentracija:	97 µg/m ³	12.02.2021 13:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	5 µg/m ³	24.07.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	27.07.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	1 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.20 - 1.4.21):	3 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 75 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 50 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 500 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 99.7 p.v. - urnih koncentracij:	12 µg/m ³	
- 99.2 p.v. - dnevni koncentracij:	4 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

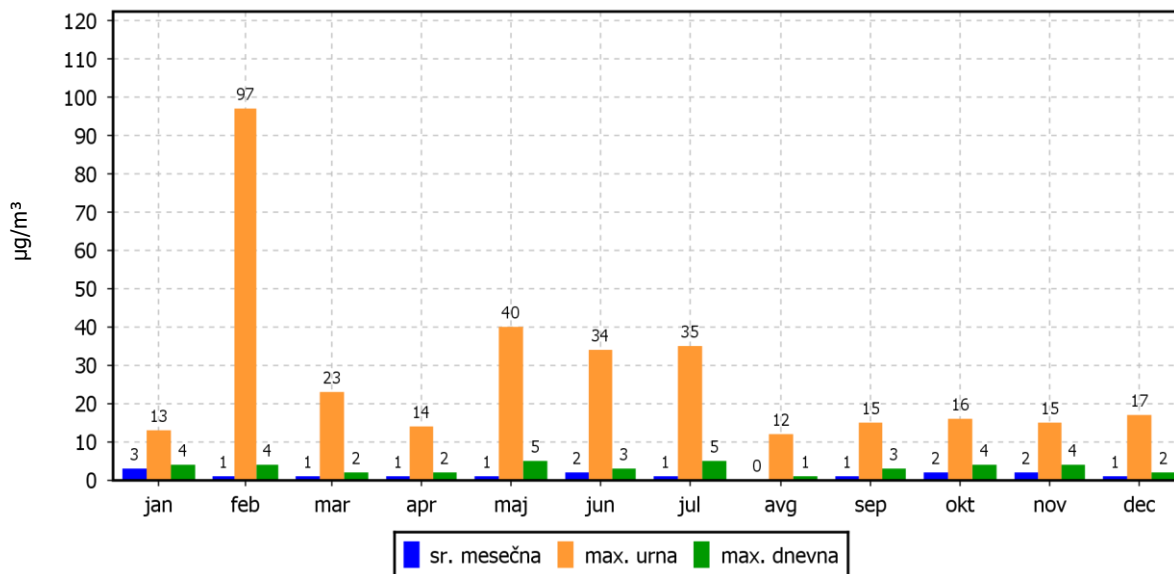
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

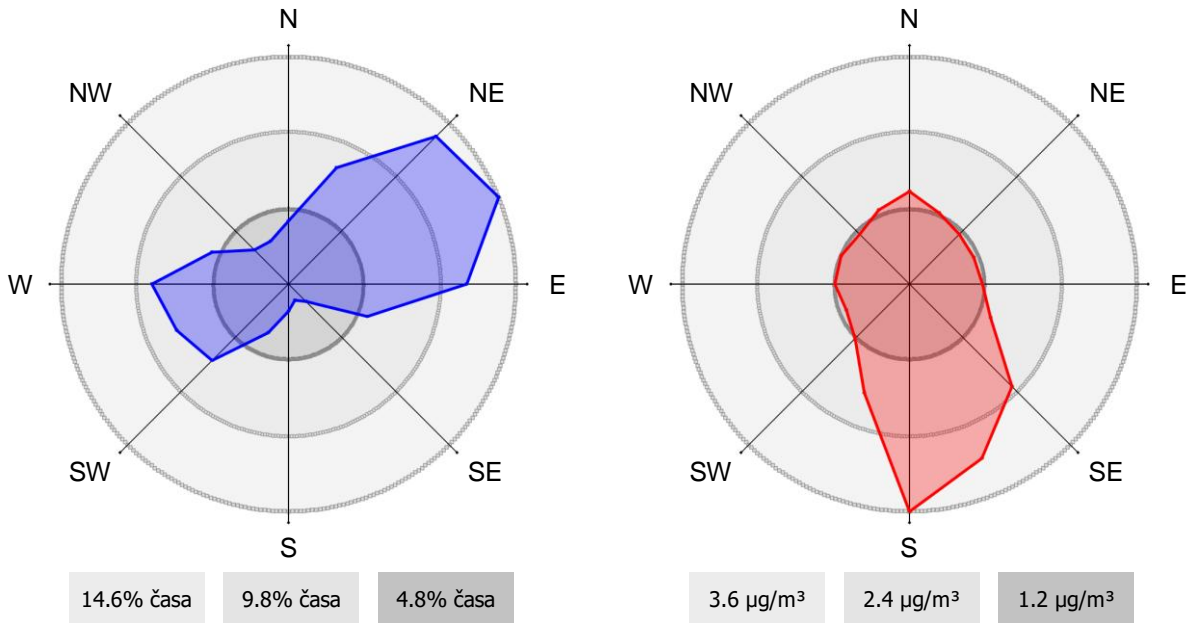
01.01.2021 do 01.01.2022



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2021 do 01.01.2022



2.2.2 Pregled koncentracij v zraku: NO₂ – AMP Gaji

V letu 2021 je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjeno 92% pravih rezultatov urnih koncentracij NO₂ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev NO₂ monitoringa kakovosti zunanega zraka MO Celje. Urna mejna vrednost (200 µg/m³) in alarmna mejna vrednost (koncentracije 3-eh zaporednih ur nad 400 µg/m³) NO₂ nista bili presežena. Maksimalna urna koncentracija NO₂ na lokaciji Gaji je znašala 80 µg/m³. Maksimalna dnevna koncentracija je znašala 59 µg/m³. Srednja letna koncentracija je bila 16 µg/m³. Višje koncentracije o se pojavile meseca maja in septembra. Onesnaženje je v največjem obsegu prišlo iz severne in zahodne smeri.

Mejne in alarmne vrednosti za dušikov dioksid NO₂:

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

Lokacija meritev: AMP Gaji

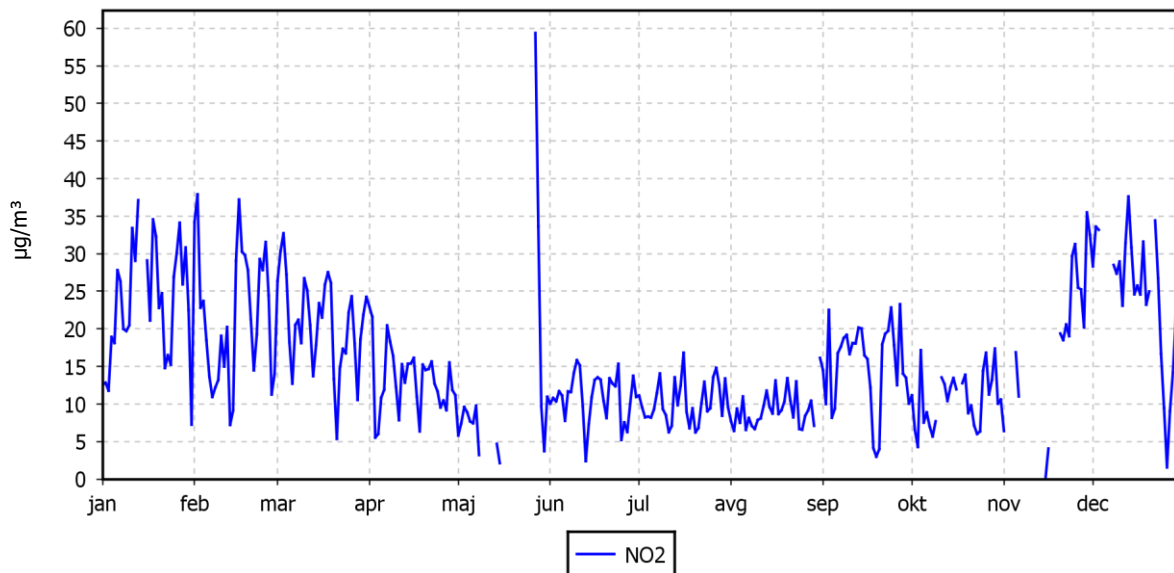
Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	7868	92%
Maksimalna urna koncentracija:	80 µg/m ³	27.05.2021 08:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	59 µg/m ³	27.05.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	13.11.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	16 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.20 - 1.4.21):	21 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 200 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m ³ :	0	
- nad vrednostjo 140 µg/m ³ :	0	
Št. intervalov 3 zaporednih ur nad AV 400 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	49 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	45 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

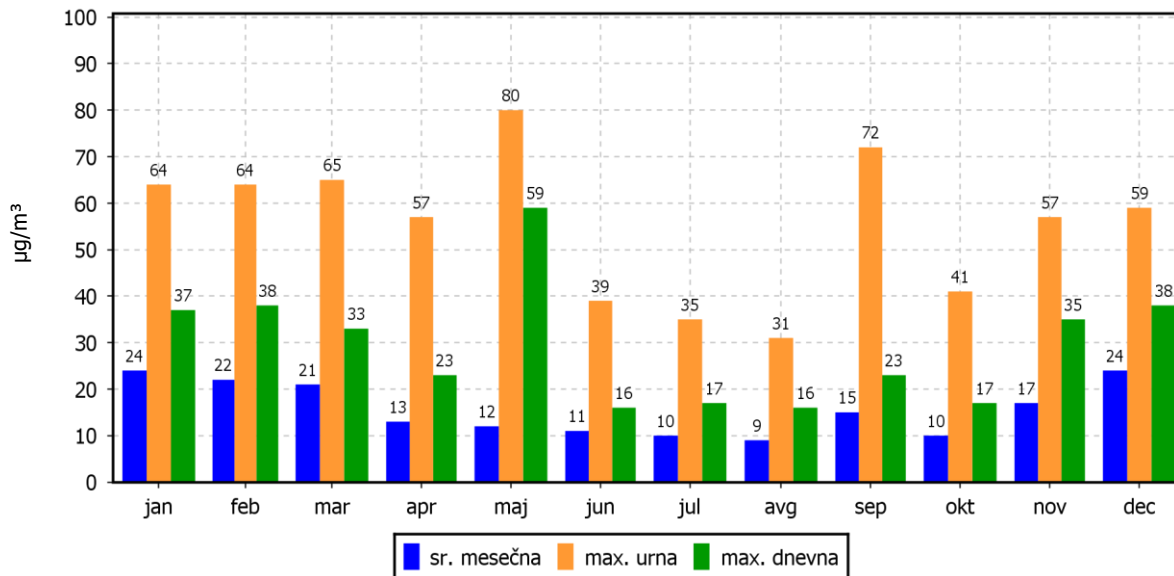
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

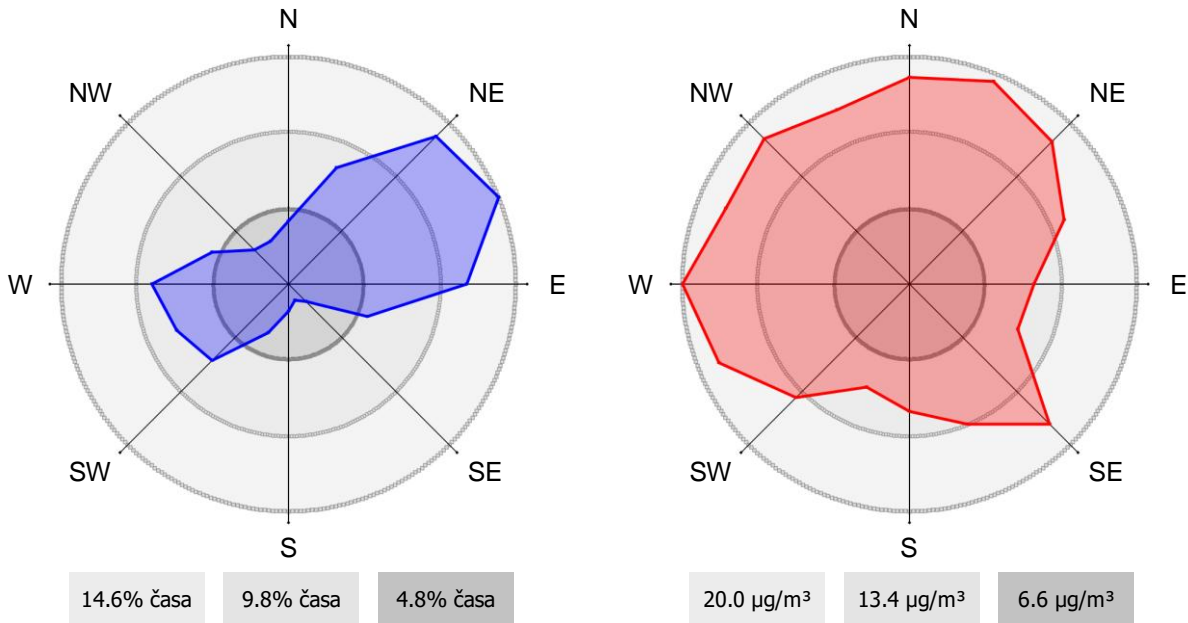
01.01.2021 do 01.01.2022



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2021 do 01.01.2022



2.2.3 Pregled koncentracij v zraku: NO_x – AMP Gaji

Koncentracije NO_x imajo po zakonodaji določeno mejno vrednosti za varstvo rastlin, ki predstavlja povprečno vrednost v obdobju celega leta. Koncentracije NO_x so bile največje v zimskem in hladnem obdobju leta, torej v januarju in decembra.

Kritična vrednost za varstvo rastlin za NO_x:

časovni interval povprečenja	kritična vrednost (µg/m ³) za varstvo rastlin	sprejemljivo preseganje (µg/m ³)
koledarsko leto	30	-

Lokacija meritev: AMP Gaji

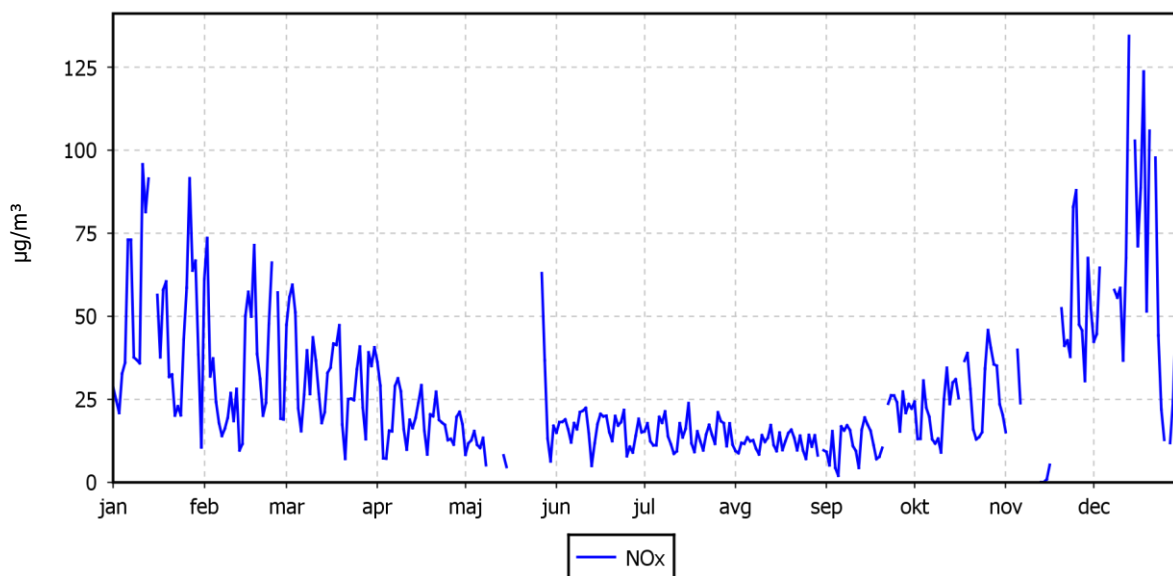
Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	7834	91%
Maksimalna urna koncentracija:	359 µg/m ³	14.01.2021 09:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	134 µg/m ³	13.12.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	13.11.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	27 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.20 - 1.4.21):	40 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m ³ :	4	
- nad vrednostjo 140 µg/m ³ :	0	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	120 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	127 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

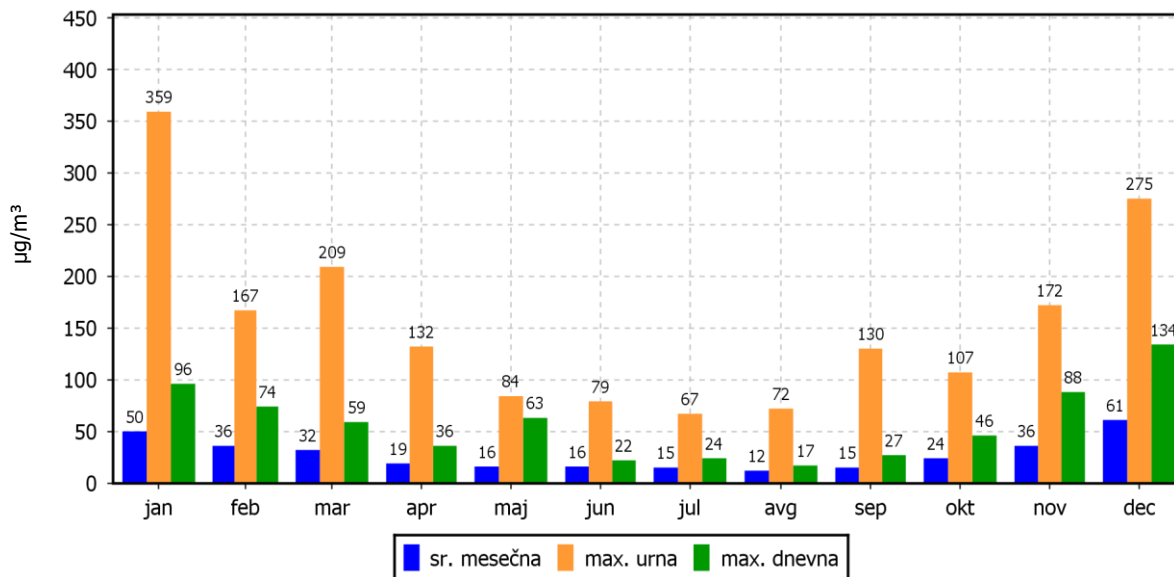
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

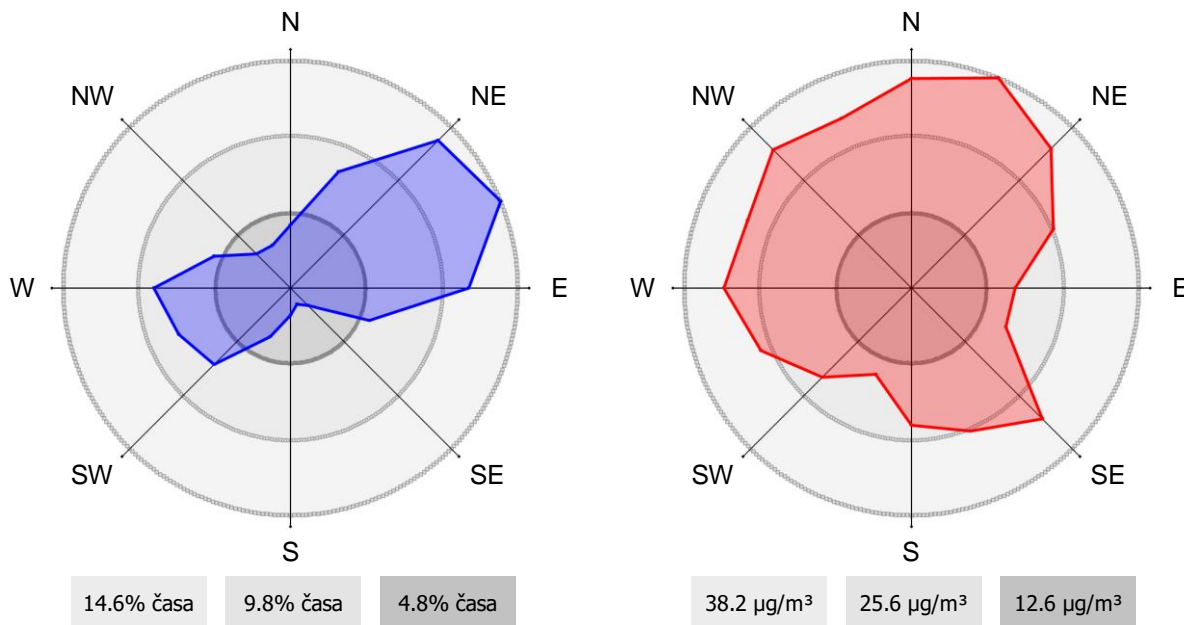
01.01.2021 do 01.01.2022



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2021 do 01.01.2022



2.2.4 Pregled koncentracij v zraku: PM₁₀ – AMP Gaji

V letu 2021 je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjeno 72% pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot informativni podatki meritev delcev PM₁₀ monitoringa kakovosti zunanjega zraka MO Celje. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 6-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 266 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija je bila 73 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 21 µg/m³. Roža onesnaženja prikazuje onesnaženost iz vseh smeri dokaj enakomerno. Onesnaženje z delci lahko pripišemo lokalnim virom, bližini prometnic in daljinskega transporta.

Mejne vrednosti za delce PM₁₀:

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

Lokacija meritev: AMP Gaji

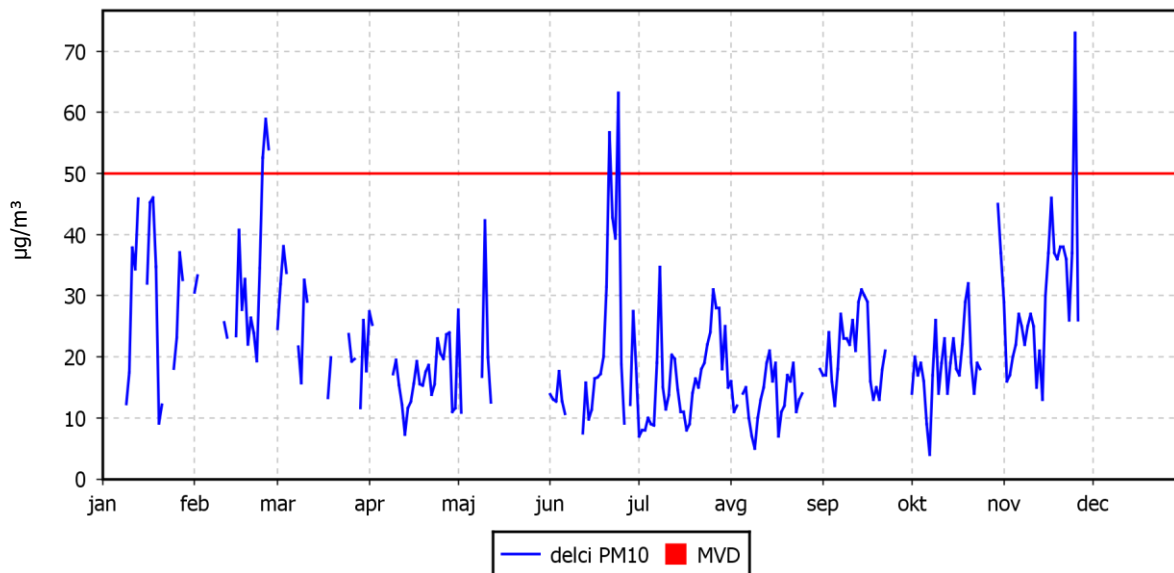
Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

Razpoložljivih urnih podatkov:	6273	72%
Maksimalna urna koncentracija:	266 µg/m ³	10.05.2021 15:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	73 µg/m ³	25.11.2021
Minimalna dnevna koncentracija:	4 µg/m ³	07.10.2021
Srednja koncentracija v obdobju:	21* µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	6	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	38 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	53 µg/m ³	
* Informativna vrednost, pod 75% podatkov.		

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

AMP Gaji

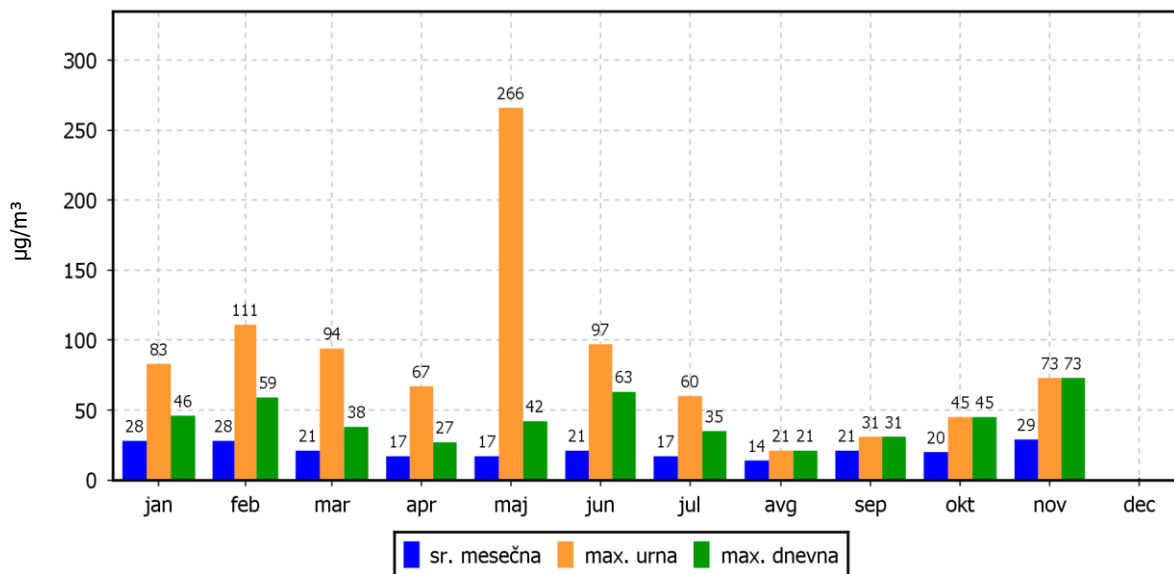
01.01.2021 do 01.01.2022



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

AMP Gaji

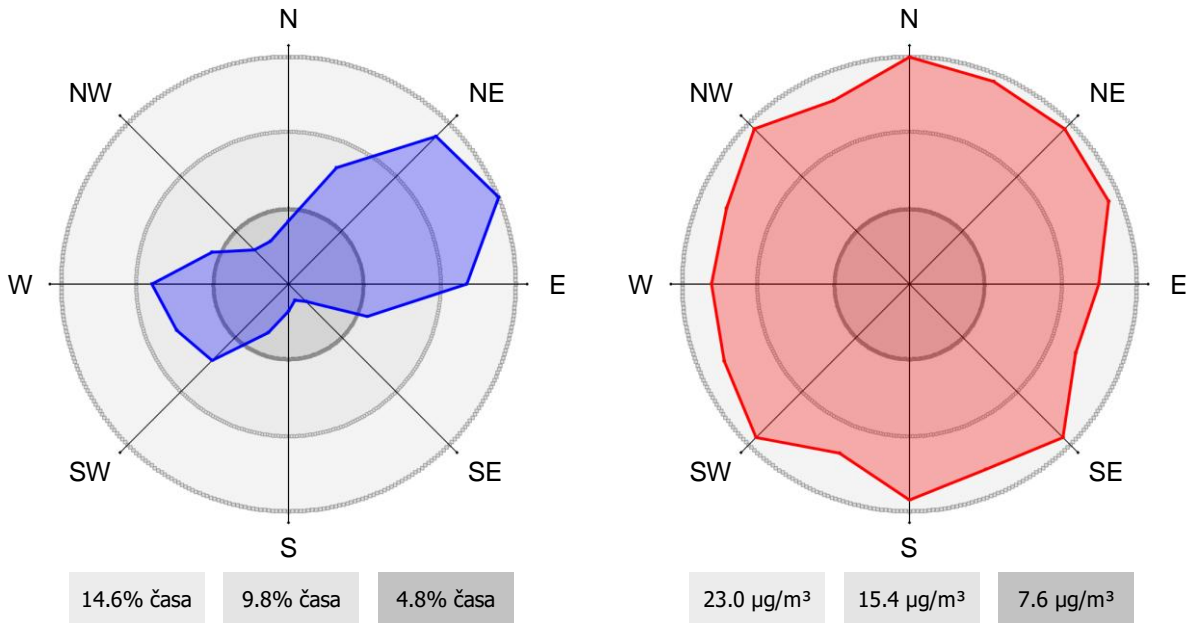
01.01.2021 do 01.01.2022



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2021 do 01.01.2022



2.3 METEOROLOŠKE MERITVE

Temperatura je na merilnem mestu Gaji skozi leto počasi naraščala do poletnih mesecev. Najtoplejši mesec je bil avgust, ko je maksimalna urna temperatura dosegla 35 °C (14.08.2021 ob 15.00). Relativno visoke temperature so se pojavile meseca septembra in oktobra.

Največ padavin se je pojavilo v maju (185,4 mm), juliju (146,0 mm), avgustu (113,7 mm) in septembru (104,6 mm). Najbolj sušen mesec je bil marec (28,9 mm). Največ sneženih dni je bilo januarja (15 dni) in decembra (10 dni). Skozi celo leto je obsegala 32 dni skupaj, kar je več kot v letu 2021 (vir: ARSO, 2021).

Najmočnejši veter je bil izmerjen v meseca januarja, takrat se je pojavil tudi najmočnejši sunek vetra, dne 30.01.2021 (maksimalna urna vrednost: 20 m/s). Veter je večinoma časa pihal iz zahoda proti severo-vzhodni smeri.

2.3.1 Pregled temperature in relativne vlage v zraku – AMP Gaji

Lokacija meritev: AMP Gaji

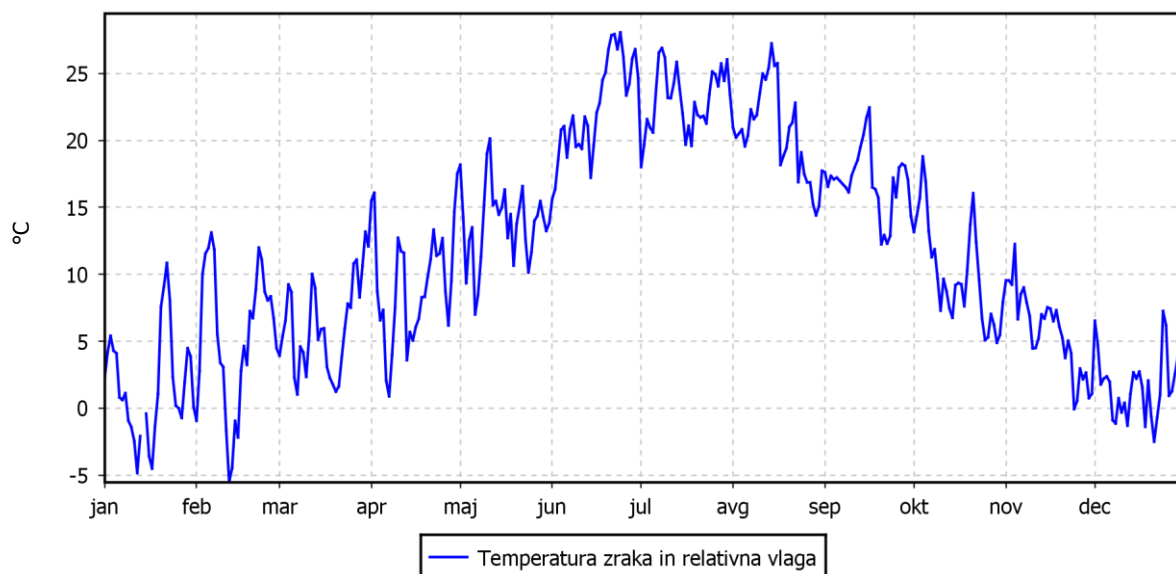
Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8695	99%	7719	88%
Maksimalna urna vrednost	35 °C	14.08.2021 15:00:00	100%	11.12.2021 02:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	28 °C	24.06.2021	99%	27.12.2021
Minimalna urna vrednost	-11 °C	12.01.2021 06:00:00	23%	01.04.2021 15:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-6 °C	12.02.2021	49%	10.04.2021
Srednja vrednost v obdobju	11 °C		78%	

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

AMP Gaji

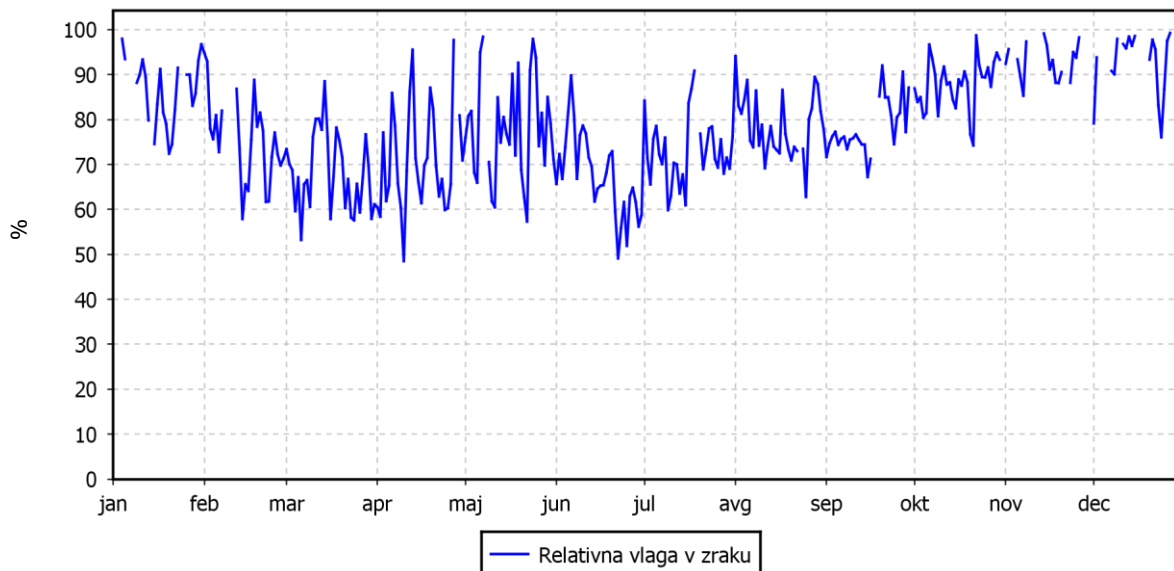
01.01.2021 do 01.01.2022



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

AMP Gaji

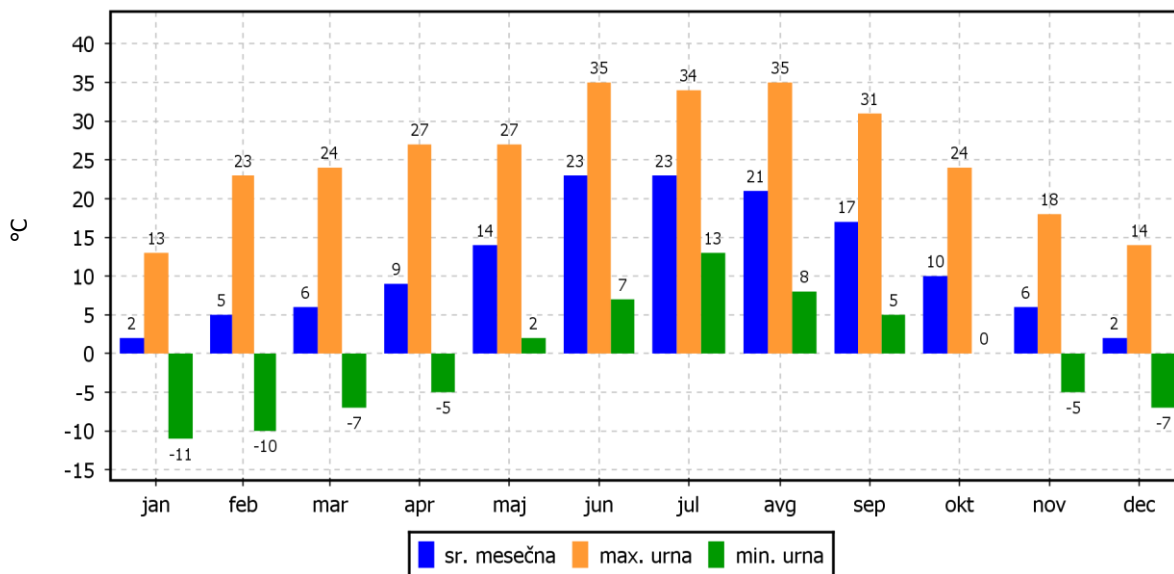
01.01.2021 do 01.01.2022



TEMPERATURA ZRAKA

AMP Gaji

01.01.2021 do 01.01.2022



2.3.2 Pregled hitrosti in smeri vetra – AMP Gaji

Lokacija meritev: AMP Gaji

Obdobje meritev: 01.01.2021 do 01.01.2022

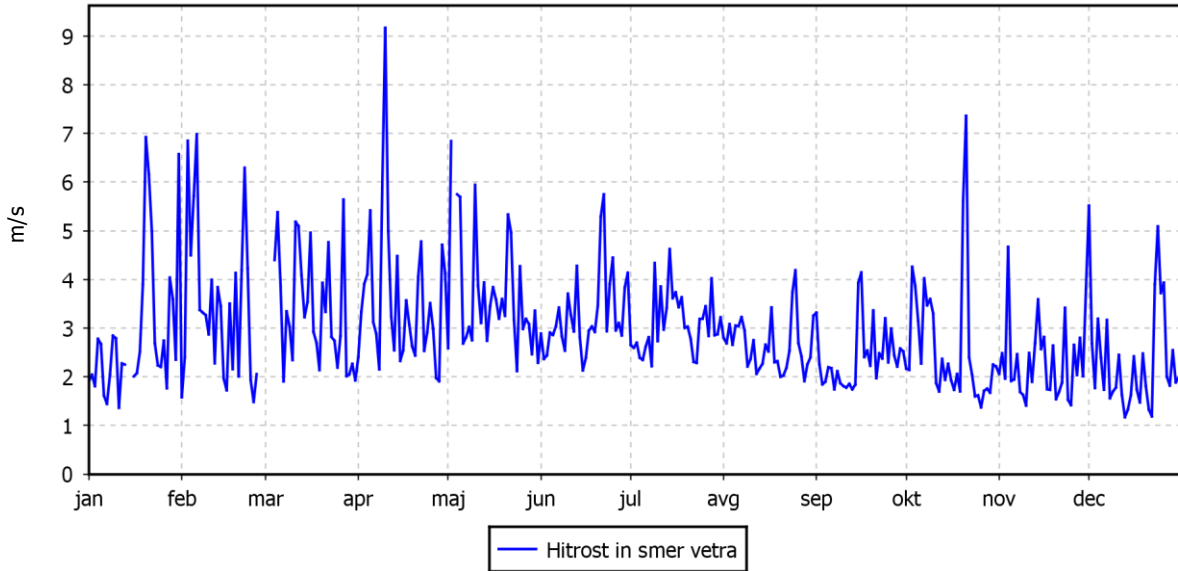
Razpoložljivih urnih podatkov:	8698	99%
Maksimalna urna hitrost:	20 m/s	31.01.2021 08:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	09.12.2021 06:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	3 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

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	0	29	120	115	61	25	2	2	0	354	41
NNE	0	0	1	50	321	206	108	15	4	1	0	706	81
NE	0	0	7	152	514	277	152	48	12	5	2	1169	134
ENE	0	0	5	134	334	274	242	230	47	7	0	1273	146
E	0	0	3	22	113	106	176	384	155	40	0	999	115
ESE	0	0	1	7	42	52	103	226	39	7	0	477	55
SE	0	0	1	8	22	23	45	36	2	0	0	137	16
SSE	0	0	1	3	13	16	21	31	12	0	0	97	11
S	0	0	0	3	29	12	17	44	38	6	2	151	17
SSW	0	0	1	8	15	24	63	94	64	22	4	295	34
SW	0	0	0	5	33	49	95	153	118	112	42	607	70
WSW	0	0	0	6	33	66	95	200	148	99	29	676	78
W	0	1	0	8	35	84	159	302	143	34	0	766	88
WNW	0	0	0	5	41	69	152	149	32	13	2	463	53
NW	0	0	0	6	51	56	89	50	10	6	1	269	31
NNW	0	0	0	8	67	89	61	26	3	5	0	259	30
SKUPAJ	0	1	20	454	1783	1518	1639	2013	829	359	82	8698	1000

DNEVNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

AMP Gaji

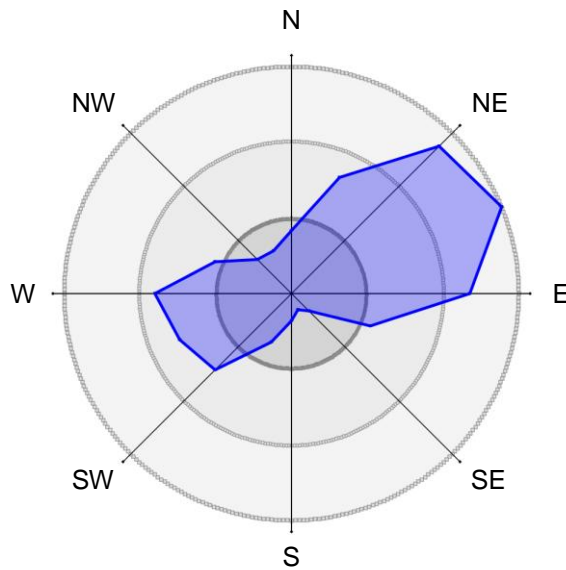
01.01.2021 do 01.01.2022



ROŽA VETROV

AMP Gaji

01.01.2021 do 01.01.2022



14.6% časa

9.8% časa

4.8% časa

3 PANDEMIJA COVID-19 IN VPLIV NA KAKOVOST ZRAKA

Leto 2020 je zaznamovala pandemija virusa COVID-19, ki je tudi vplivala na koncentracije onesnaževal v zunanjem zraku. V Republiki Sloveniji smo dne 13.03.2020 (1. val) razglasili epidemijo in začeli sprejemati ukrepe v zvezi s zaustavitvijo pandemije. Tega dne so se zaprle javne ustanove (šole), javno življenje se je počasi začelo zaustavljati, saj je večina ljudi ostala doma, delo pa se je organiziralo od doma. Od tega dne naprej je bil opazen padec emisij NO₂/NO_x, ki je posledica zmanjšane prometa. Dne 30.03.2020 so se pogoji še zaostriili s prepovedjo gibanja med občinami z izjemo nujnih poti, kot je prihod/odhod na delovno mesto. Veljavnost ukrepov se je nadaljevala čez vso pomlad. S 01.06.2020 se je naziv epidemije v RS prekinil, kar je opazno na malenkost višje izmerjenih vrednostih v vseh poletnih mesecih (junij, julij, avgust) in tudi v septembru.

Dne 18.10.2020 (2. val) smo v državi ponovno razglasili epidemijo COVID-19 in s tem ponovno sprejeli določene ukrepe, kot na primer omejitve gibanja na statistične regije in občine ter zaprtje restavracij, barov in kavarn. Šolanje se je izvajalo na daljavo. Tudi tokrat so ukrepi vplivali na vrednosti koncentracij onesnaževal zraka merjenega na lokaciji AMP Gaji.

Leto 2021 je bilo še zmeraj zaznamovano s pandemijo virusa COVID-19. Marca je število okuženih s koronavirusom v Republiki Sloveniji ponovno začelo naraščati (3. val). V obdobju med 1. in 11. aprilom je bilo tako ponovno odrejeno popolno zaprtje države. Javno življenje je bilo ustavljeno, izobraževalne ustanove so se zaprle, pouk je potekal na daljavo. Zaprle so se tudi nenujne trgovine in odpovedane so bile športne ter kulturne dejavnosti. V veljavo je ponovna prišla odredba o omejitvi gibanja, in sicer med 22. in 5. uro.

12. aprila so se določene omejitve sprostile - ponovno so se odprle šole in nekatere dejavnosti, ukinjena je bila odredba o omejitvi gibanja. Postopoma so se nato začeli sproščati še ostali ukrepi. 21. aprila se je sprostila gostinska strežba v lokalih, omogočene so bile tudi nekatere turistične dejavnosti, prireditve do 10 ljudi (gledališke, kinematografske in ostale kulturne prireditve).

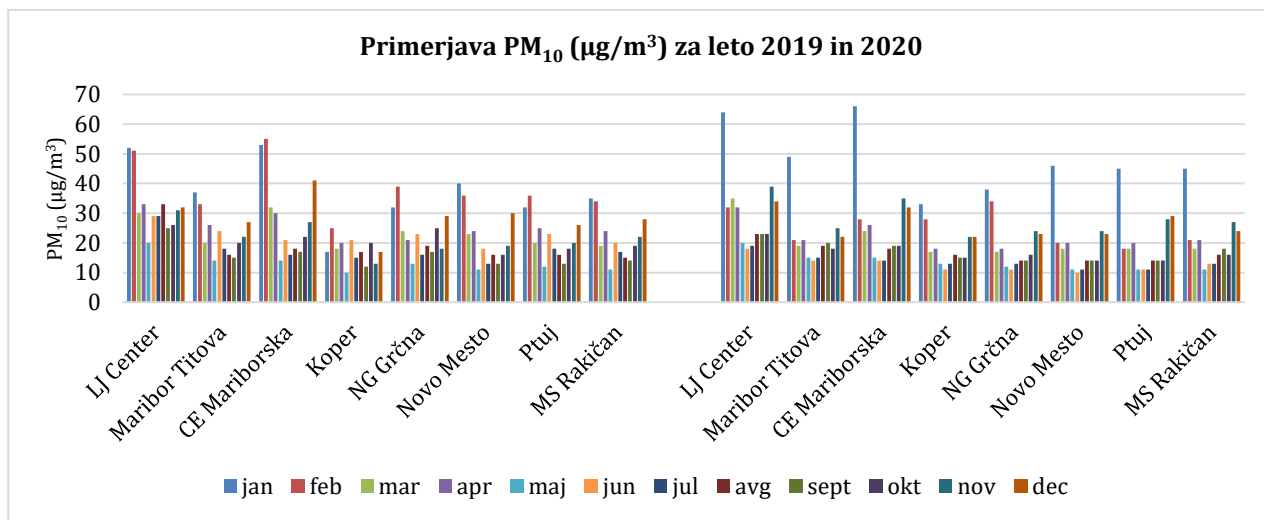
Med poletjem je število okužb v državi drastično upadlo, proti koncu poletja/začetku jeseni pa so številke začele naraščati. Uvedeno je bilo brezplačno testiranje za učence, dijake, študentke ter zaposlene, 15. septembra pa je v veljavo vstopil pogoj PCT, kot obveza za večino družbenega življenja. 3. novembra je bil zabeležen rekord okuženih, teh je bilo kar 4,511. V veljavno so spet vstopili številni ukrepi, kot na primer časovna omejitve gostinskih lokalov, prepoved praznovanj, porok in druženj, razen za člane istega gospodinjstva ali ožje družinske člane.

Spodnji grafi prikazujejo trend onesnaženosti s prašnimi delci in dušikovimi oksidi v času med pandemijo COVID-19 v letu 2020 v določenih krajih pri nas. Za primerjavo je dodano tudi leto 2019. Za leto 2021 še ni uradnih podatkov, tako da niso vključeni v diskusijo. Grafi so prikazani na povprečni mesečni ravni.

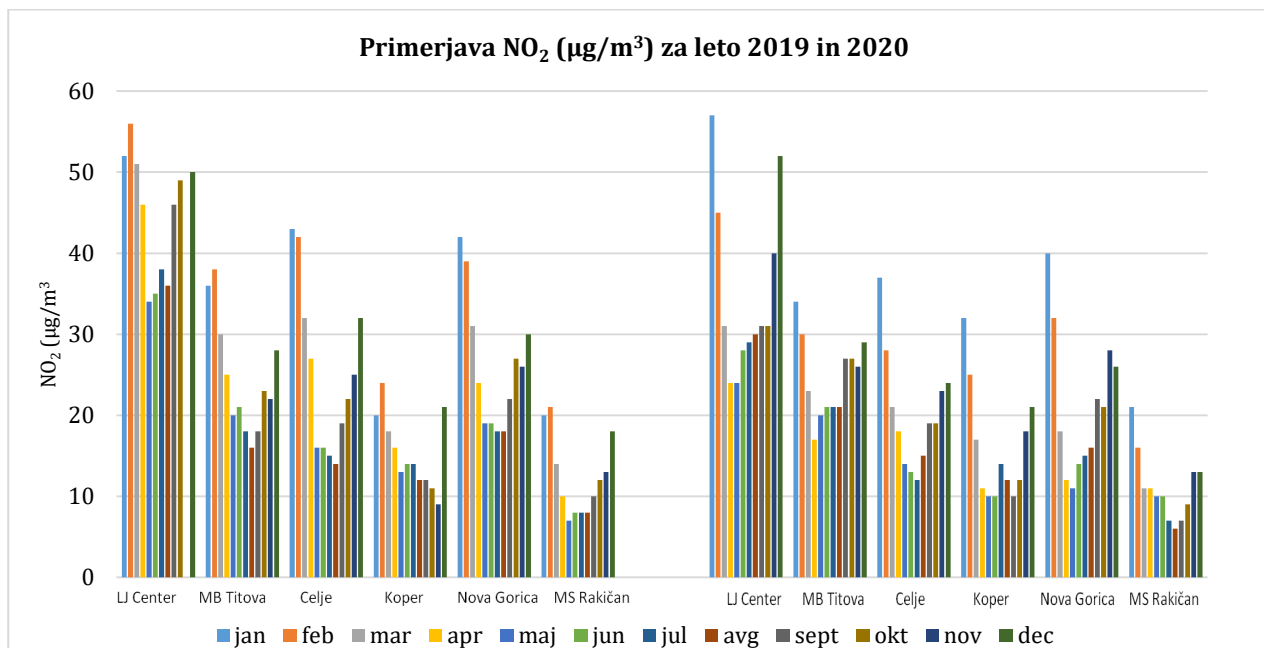
V analizo prašnih delcev je bilo vključenih 8 merilnih mest po Sloveniji. V primeru prašnih delcev so ta merilna mesta bila: LJ Tivolska-Vošnjakova, MB Titova, CE Mariborska, Koper, NG Grčna, Novo Mesto, Ptuj in MS Rakičan. Leto 2020 je bilo v primerjavi z leto 2019 bolj suho. Januarja 2020 so se pojavile nekoliko povišane vrednosti koncentracije prašnih delcev na vseh obravnavanih merilnih mestih. Marec 2020 je zaznamovala epizoda puščavskega peska (obdobje med 27. in 29. marcem 2020). ARSO² navaja v letnem 2020 poročilu, da so bile kljub vsemu koncentracije prašnih delcev v letu 2020 višje v primerjavi z letom 2019. Ugotovljeno je bilo, da so bile ravni delcev v hladnejših mesecih višje predvsem zaradi kurilne sezone (mala kurišča) in ne toliko od sprejetih ukrepov s strani vlade RS ob zajezitvi bolezni virusa COVID-19. Zaključka o pozitivnem oziroma negativnem vplivu ukrepov na onesnaženost zraka z delci niso naredili.

V analizo dušikovih oksidov pa je bilo vključenih 6 merilnih mest po Sloveniji. Ta merilna mesta so: LJ Tivolska-Vošnjakova, MB Titova, CE Mariborska, Koper, NG Grčna in MS Rakičan. Opazen je rahel padec koncentracij dušikovih oksidov v letu 2020, predvsem v obdobju ko so bili sprejeti ukrepi s strani vlade RS ob zajezitvi bolezni

virusa COVID-19. Javno življenje je bilo ustavljeno, šolanje in delo se je izvajalo na daljavo. Padec emisije je predvsem posledica zmanjšane prometa.



Graf 1: Graf PM₁₀ v posameznih krajih pri nas med leti 2019 in 2020.



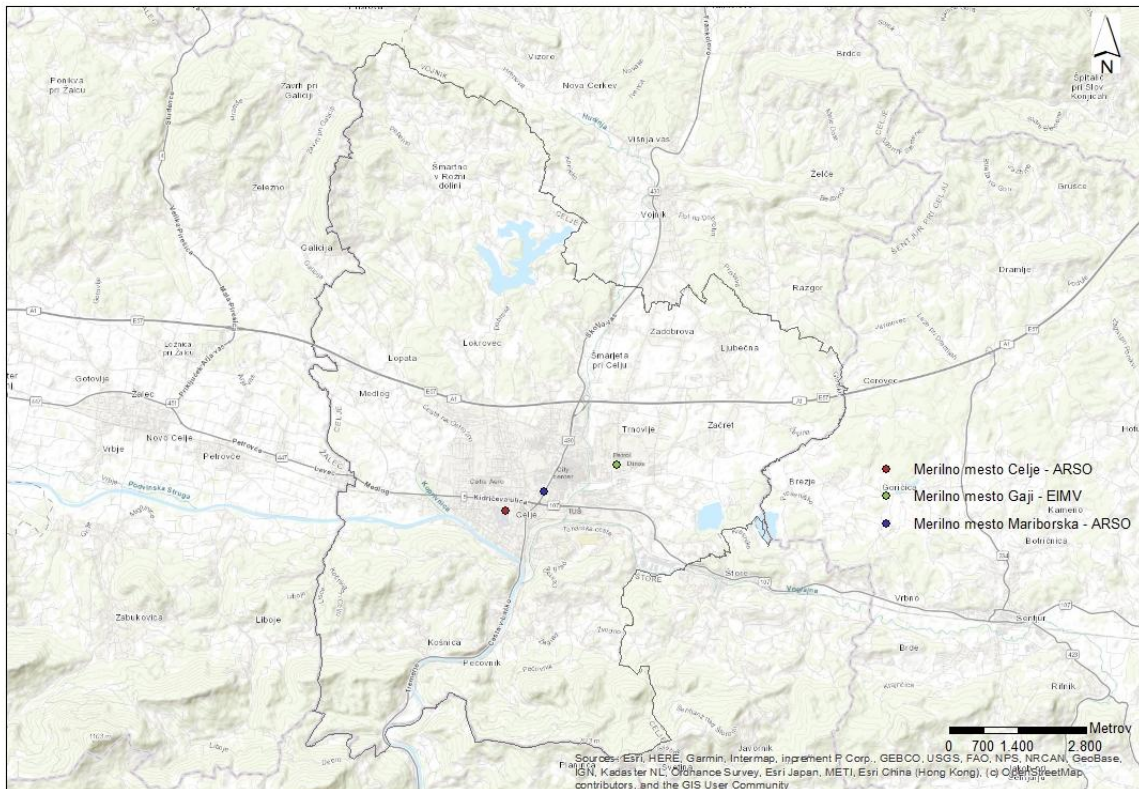
Graf 2: Graf NO₂ v posameznih krajih pri nas med leti 2019 in 2020.

4 PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM₁₀ V SLOVENSКИH MESTIH LETO 2020

Občina Celje leži na vzhodnem delu Celjske kotline, ki se razteza od Menine in Dobrovelj na zahodu, Ložniškega grmičevja in skrajnega vzhodnega dela Karavank na severu, Voglajnskega grmičevja na vzhodu in do obronkov Posavskega hribovja na jugu. Obsega površino 22,714 km². Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (SURS) je leta 2020 imela občina Celje 37.874 prebivalcev. Sestavlja jo ravninski svet, gosta mreža vodotokov, velika zaloga talne vode in pomembno križišče prometnih poti. V podnebnih značilnostih se kažejo izraziti prehodi alpskih, celinskih in sredozemskih vremenskih vplivov. Prevladujejo jugo-zahodni vetrovi.

Občina Celje si prizadeva zmanjšati onesnaženost zraka v mestu. Ločijo se poredvsem trije glavni onesnaževalci zraka: industrijski procesi, kurišča za pridobivanje toplote in promet.

V občini Celje so locirana 3 stalna merilna mesta (Tabela 3), kjer se izvajajo meritve kakovosti zunanega zraka. Merilna mesti CE bolnica (prej samo CE), CE Mariborska, ki sta v lasti Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). Osebe ARSO-a prav tako skrbi za izvedbo meritev in validacijo izmerjenih vrednosti. Z merilnim mestom CE Gaji (AMP Gaji) njo pa upravlja osebe Elektroinštituta Milan Vidmar (EIMV).



Slika 4: Prikaz Celjske kotline in merilnih mest v občini Celje (vir: Google Earth in QGIS, 2022).

Tabela 1: Merilna mesta v občini Celje in osnovni podatki o merilnih mestih (vir: ARSO, letno poročilo, 2020¹).

Merilna postaja	Nadmorska višina	GKKy	GKKx	Tip merilnega mesta	Tip območja	Značilnosti območja
CE bolnica	240 m	520614	121189	B	U	R
CE Mariborska	238 m	521412	121576	T	U	R
CE Gaji	240 m	522888	122129	B	U	IC

*Tip merilnega mesta: B – ozadje (background), T – promet (traffic), I – industrijski (industrial)

Tip območja: U – mestni (urban), S – predmestni (suburban), R – podeželski (rural), NC – primestni (near city), REG – regionalni (regional)

Značilnost območja: R – stanovanjsko (residential), C – poslovno (commercial), I – industrijski (industrial), A – kmetijsko (agricultural), N – naravno (natural)

Na vseh merilnih mestih se poleg meritev kakovosti zraka izvajajo tudi meritve meteoroloških parametrov. Rezultati meritev se vsako leto predstavijo v letnem poročilu Agencije Republike Slovenije za okolje. Spodnja tabela (Tabela 4) prikazuje meritve onesnaževal in meteoroloških parametrov na stalnih merilnih mestih v občini Celje.

Tabela 2: 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 Gaji	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	✓



Slika 5: Merilna mesta v občini Celje (vir: Google Earth in QGIS, 2022).

¹ https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/Letno_Porocilo_2020_Final.pdf, dostop: 10.02.2022

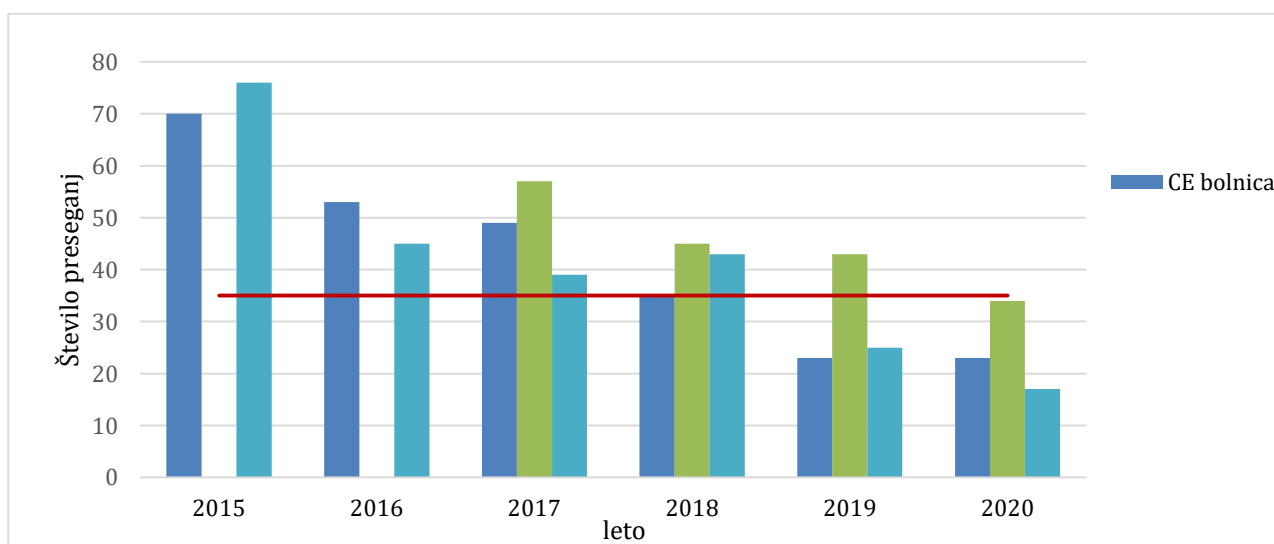
4.1 ANALIZA PM₁₀ V OBDOBJU MED 2015-2020 V MOC

Analiza meritev prašnih delcev je pokazala, da so si iz leta v letu povprečne vrednosti precej podobne oziroma je izkazan malenkostni padec le-teh. Večji padec pa je opazen pri preseganju dovoljenega števila mejnih vrednosti. Najuspešnejše leto je bilo 2020, ko je bilo zgolj 23 preseganj na lokaciji CE bolnica in 17 preseganj na lokaciji CE Gaji.

Spodnja tabela prikazuje povprečna in maksimalna preseganja ter število dovoljenih preseganj mejnih dnevni vrednosti na stalnih merilnih mestih v Celju. Podatki so povzeti iz Letnega poročila o kakovosti zraka Agencije Republike Slovenije za okolje².

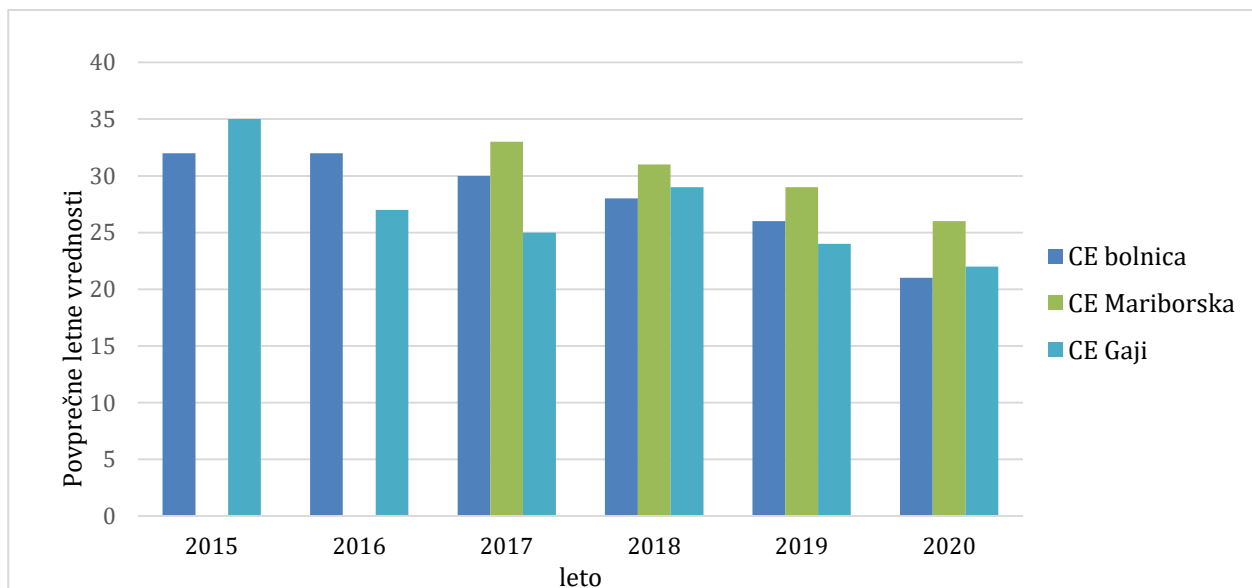
Uradne vrednosti PM₁₀ za leto 2021 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne.

		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Povprečna vrednost	CE bolnica	32	32	30	28	26	21
	CE Mariborska	/	/	33	31	29	26
	CE Gaji	35	27	25	29	24	22
Maksimalna vrednost	CE bolnica	142	127	146	98	86	101
	CE Mariborska	/	/	150	104	109	111
	CE Gaji	118	126	131	102	107	162
Število Preseganj mejne dnevne vrednosti	CE bolnica	70	53	49	35	23	23
	CE Mariborska	/	/	57	45	43	34
	CE Gaji	76	45	39	43	25	17



Graf 3: Graf število preseganj v občini Celje.

² https://www.arso.gov.si/zrak/kakovost%20zraka/poro%c4%8dila%20in%20publikacije/porocilo_2019_za_splet.pdf. Dostop: 08.04.2021



Graf 4: Graf povprečne letne vrednosti v občini Celje.

Spodnji tabeli še prikazujeta roži vetrov in hitrost vetra, temperaturo ter količina padavin na na postaji CE Gaji za leti 2020 in 2021, saj za ostali dve postaji uradne vrednosti PM₁₀ za leto 20201 s strani Agencije Republike Slovenije za okolje še niso dostopne.

Tabela 3: Roži vetrov za leti 2020 in 2021 na lokaciji CE Gaji (vir: EIMV).

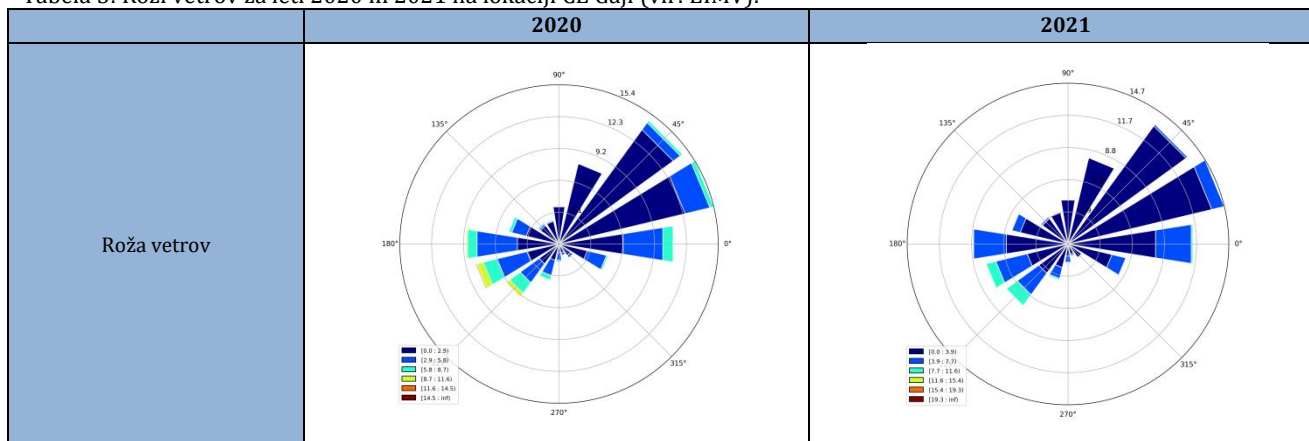


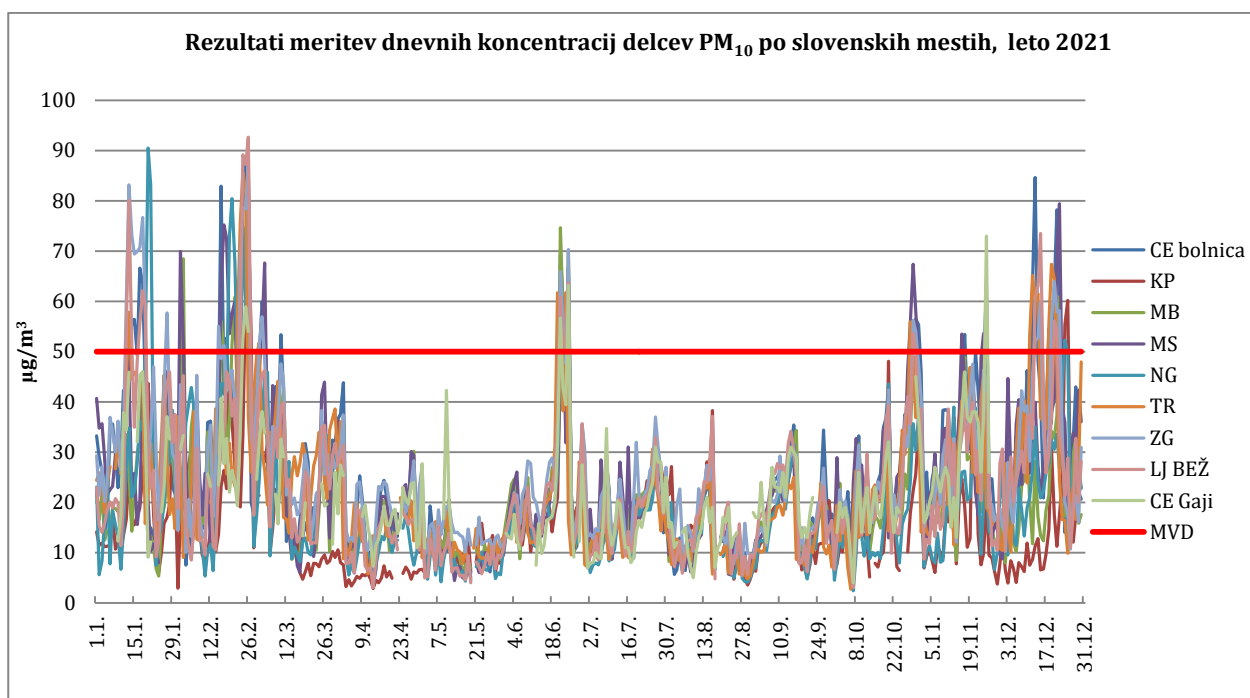
Tabela 4: Hitrost vetra, temperatura in količina padavin med letoma 2020 in 2021 na CE Gaji (vir: EIMV, ARSO).

	2020	2021
Povprečna hitrost vetra (m/s)	3	3
Povprečna letna temperatura (°C)	10,8	10,3
Padavine (mm)	1174,6	1086,0

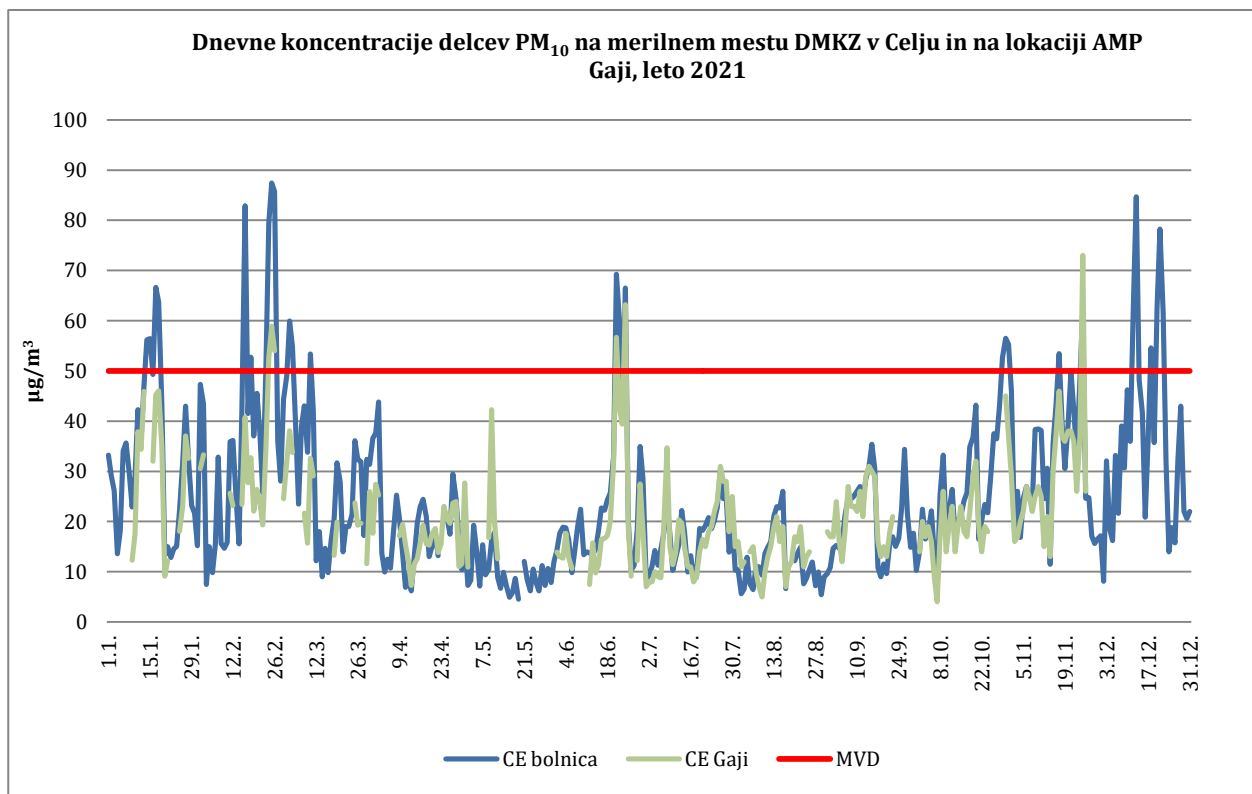
4.2 PRIMERJAVA PO SLOVENSКИH MESTIH

Na naslednjih straneh je predstavljena primerjava dnevni koncentracij PM_{10} med AMP Gaji in postajah po drugih slovenskih mestih. V nadaljevanju je poleg merilnega mesta Gaji narejena analiza PM_{10} v letu 2021 tudi na merilnih mestih CE bolnica, Koper (KP), Maribor (MB), Murska Sobota (MS), Nova Gorica (NG), Trbovlje (TR), Zagorje (ZG) in Ljubljana – Bežigrad (LJ – BEŽ). V teh krajih redno potekajo meritve koncentracij prašnih delcev PM_{10} .

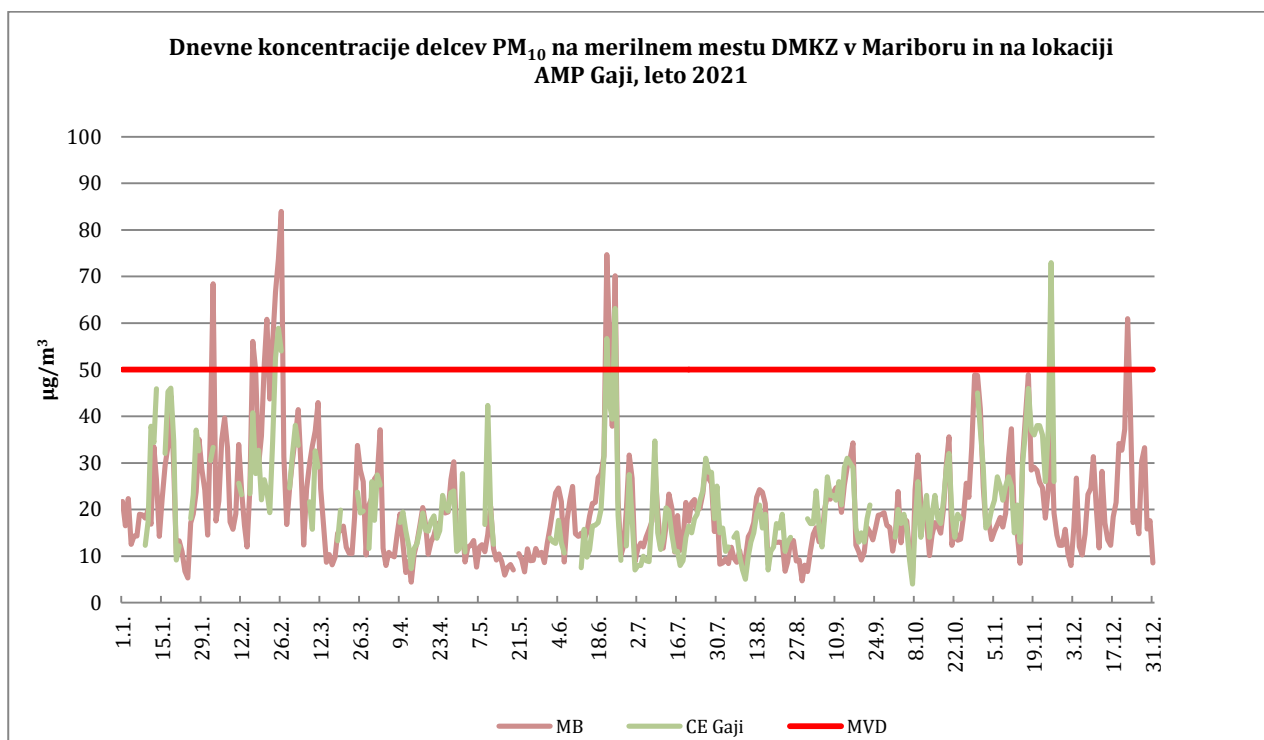
Koncentracije prašnih delcev so imele po vseh dotičnih krajih precej podoben trend gibanja. Nekoliko višje koncentracije so opazne v zimskih mesec, predvsem januarja, februarja in decembra, ko je zaradi neugodnih meteoroloških pogojev onesnaženje z delci povečano. V mesecu juniju se je pojavil saharški pesek, kar se tudi vidi na vseh grafih. V toplem delu leta so bile koncentracije zaradi meteoroloških razmer občutno nižje. Analiza je pokazala visoko koherenco rezultatov na različnih postajah, kar nakazuje na močno odvisnost onesnaženja z delci z vremenskimi pogoji in tudi daljinskim transportom delcev čez Slovenijo.



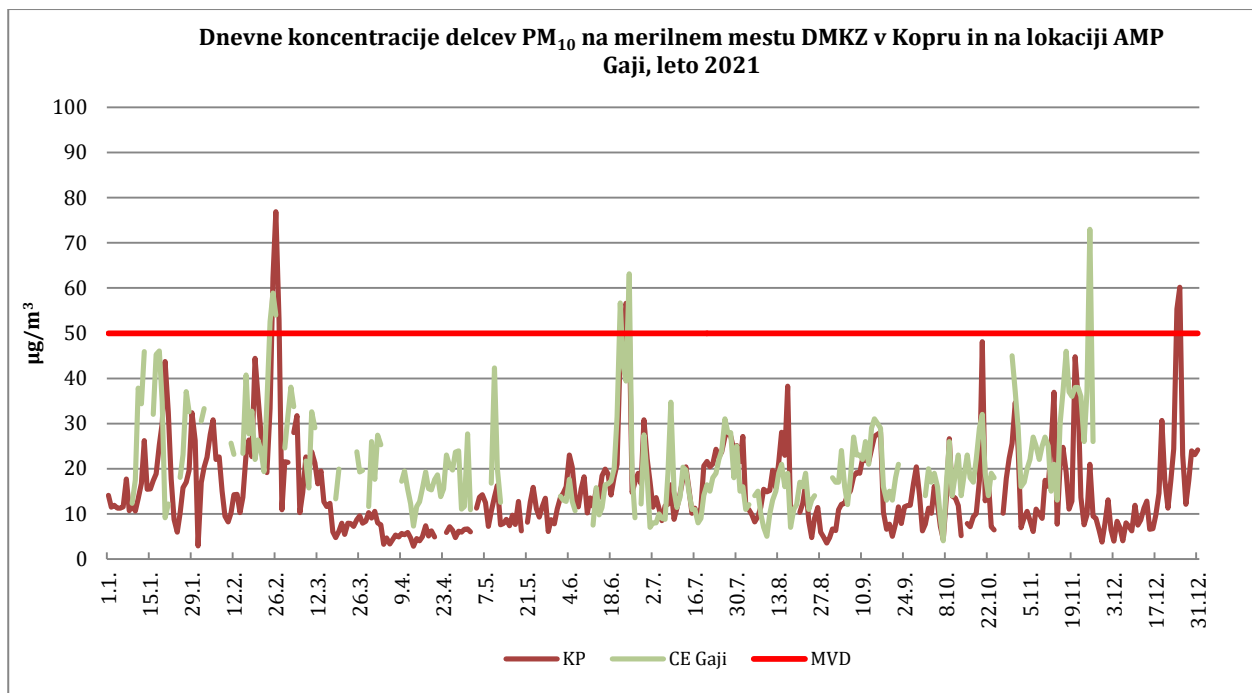
Graf 5: Rezultati meritev koncentracij PM_{10} po slovenskih mestih v letu 2021.



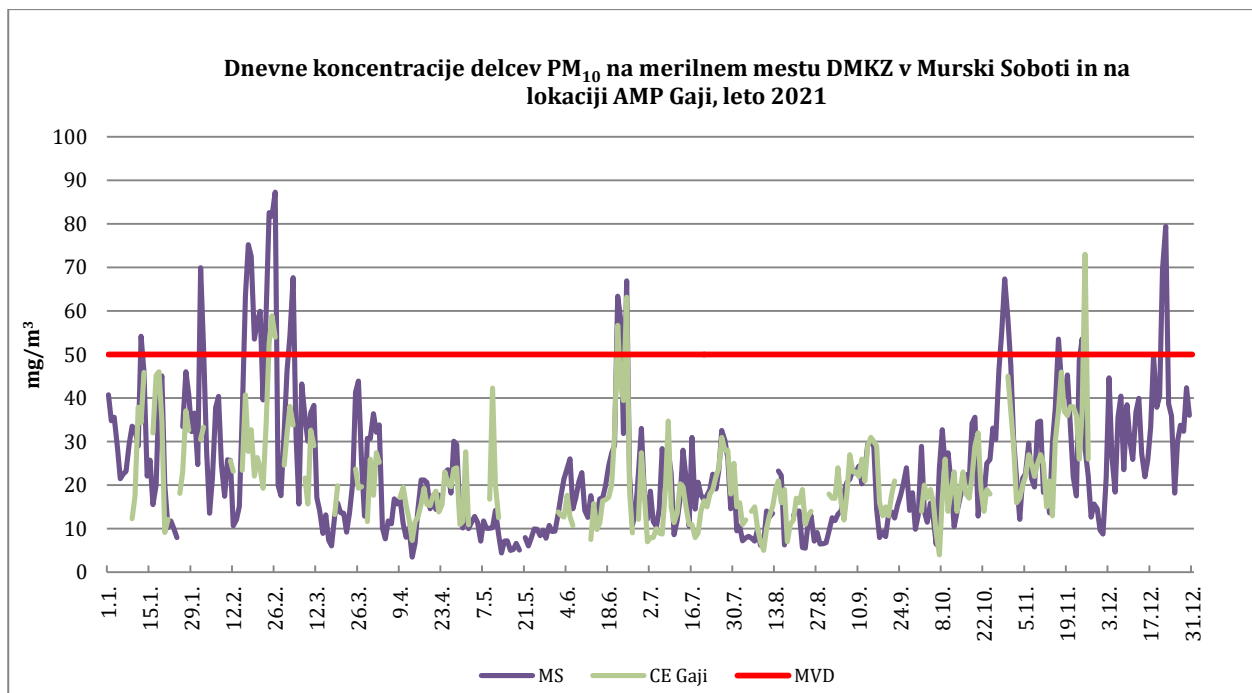
Graf 6: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (CE bolnica, CE Gaji) v letu 2021.



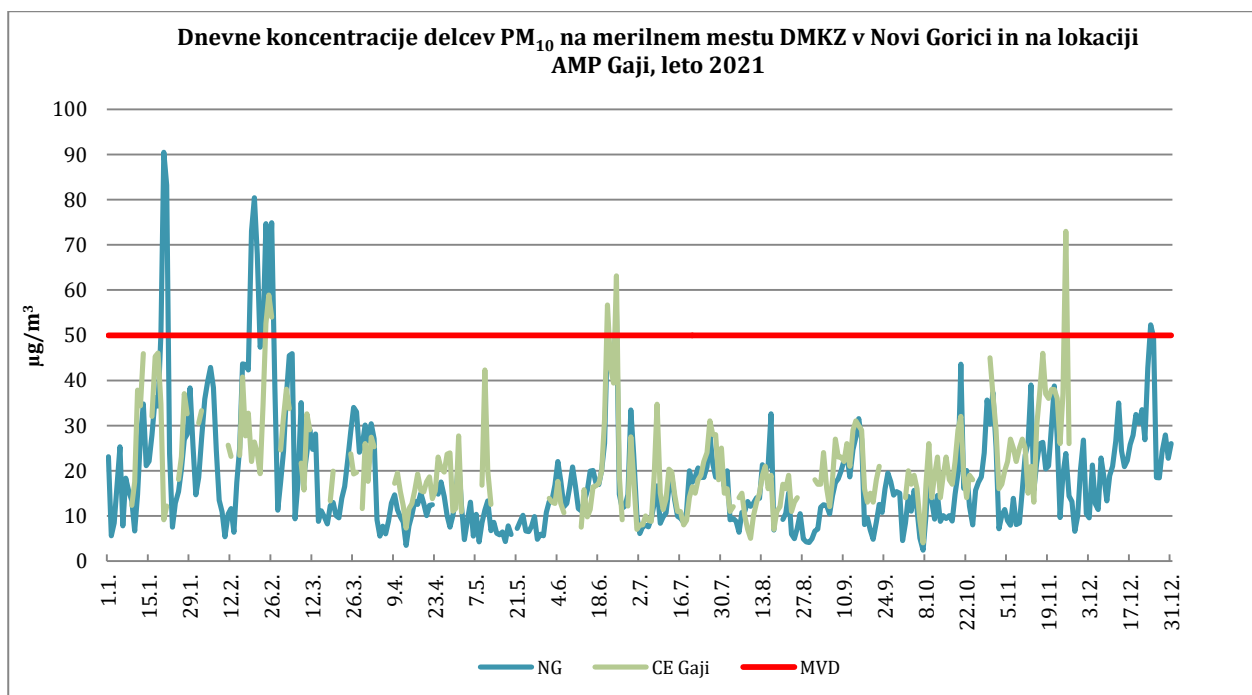
Graf 7: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (MB, CE Gaji) v letu 2021.



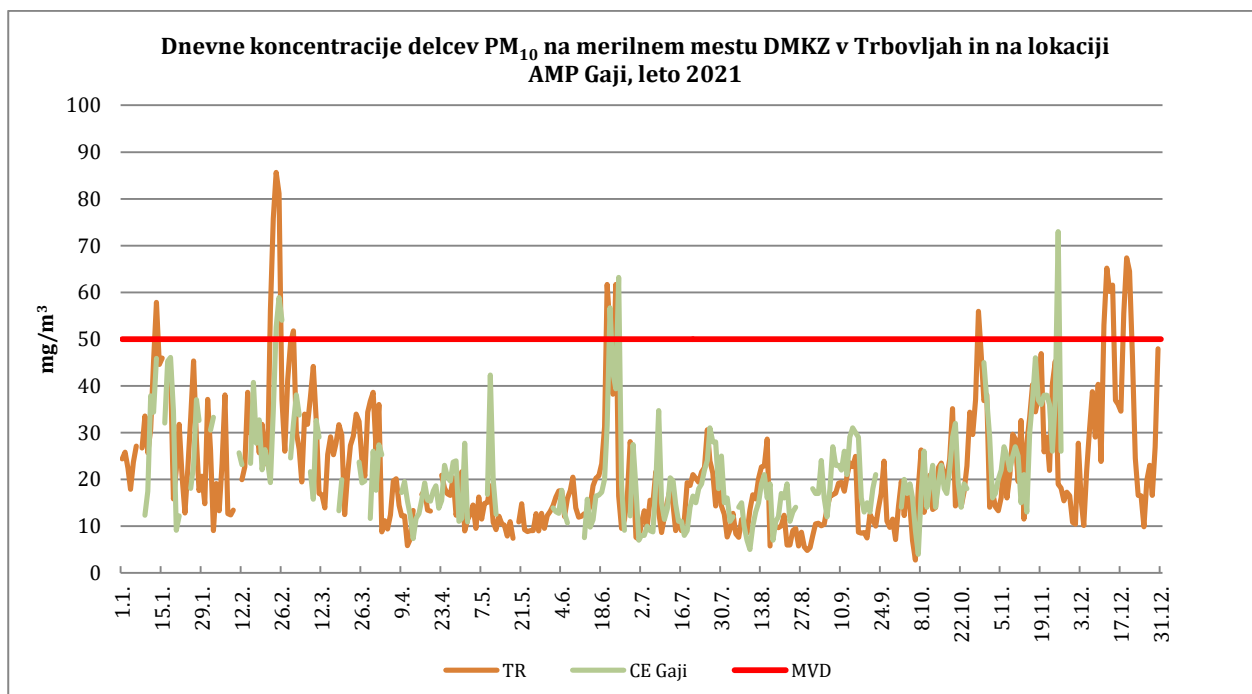
Graf 8: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (MB, CE Gaji) v letu 2021.



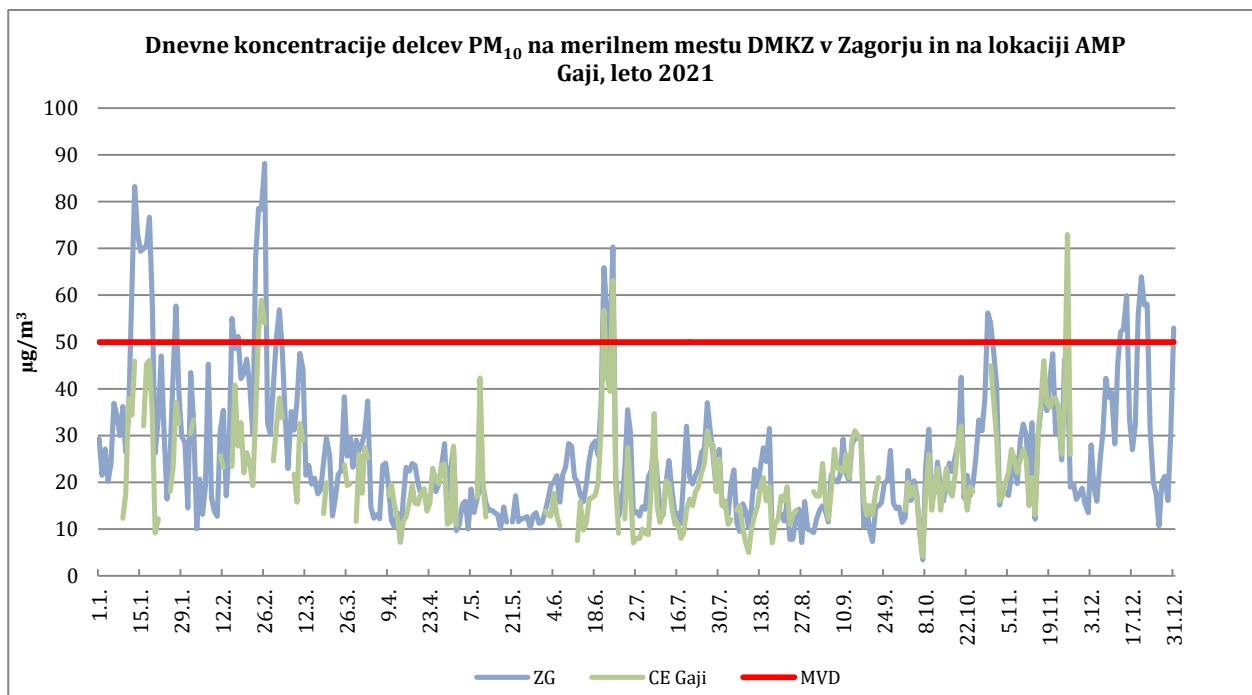
Graf 9: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (MS, CE Gaji) v letu 2021.



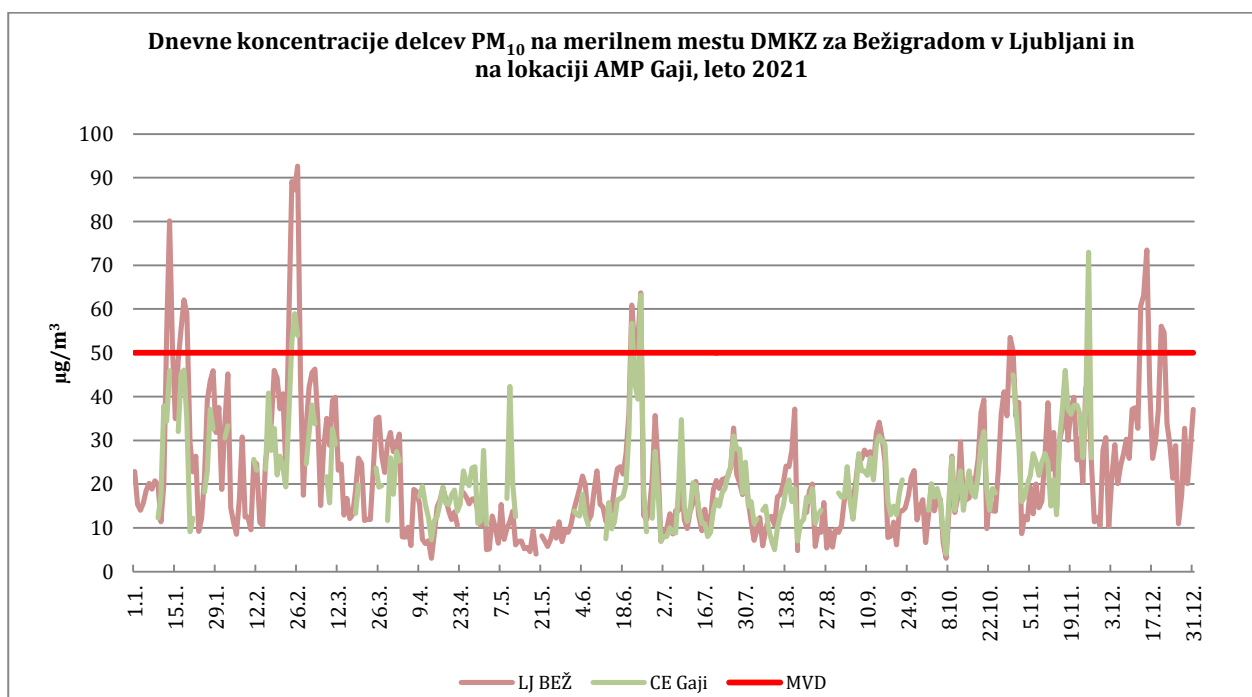
Graf 10: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (NG, CE Gaji) v letu 2021.



Graf 11: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (MS, CE Gaji) v letu 2021.



Graf 12: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (ZG, CE Gaji) v letu 2021.



Graf 13: Rezultati meritev koncentracij PM₁₀ po slovenskih mestih (LJ BEŽ, CE Gaji) v letu 2021.



Elektroinštitut Milan Vidmar

5 ANALIZA IN REZULTATI MERITEV NA MESEČNEM NIVOJU

• Januar

Na lokaciji AMP Gaji je bila nizka obremenitev z SO₂, medtem ko so bile nekoliko višje obremenitve s koncentracijami NO₂/NO_x. Obremenitev z delci PM₁₀ so bile primerne zimskemu obdobju. Do prekoračitev mejne vrednosti ni prišlo. Večji del izmerjenih delcev PM₁₀ iz severa lahko z veliko verjetnostjo pripišemo vplivu štajerske avtoceste in malih kurišč.

Dnevne temperature so se gibale med -5 °C (12.01.2021) in 11 °C (22.01.2021). Veter je pihal s hitrostjo 20 m/s (31.01.2021). Meseca januarja je na celjskem zapadlo 64,4 mm padavin.

• Februar

Obremenitev z SO₂ je bila visoka, medtem ko je bila obremenitev z NO₂ sorazmerna prejšnjemu mesecu. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila tudi v februarju nekoliko višja, dnevna mejna vrednost je bila presežena 3-krat. Onesnaženje z delci PM₁₀ je bilo največje iz jugo-vzhoda.

Padavine so se pojavile v skupni količini 66,7 mm. Proti koncu meseca so se pojavile nekoliko višje temperature, atmosfera je bila stabilna, kar je onemogočilo večjo disperzijo snovi v ozračju.

• Marec

Obremenitev z SO₂ je bila nizka in pričakovana. Obremenitev z NO₂ je bila sorazmerna prejšnjemu mesecu. Izmerjene koncentracije PM₁₀ so bile precej nižje od prejšnjega meseca. Do onesnaženja s PM₁₀ je prišlo iz vseh smeri, največji deleži so bili iz smeri.

Urna temperatura se je gibala med -7 °C (07.03.2021) in 24 °C (31.03.2021), kar je neznačilno toplo za mesec marec. Maksimalna hitrost vetra je bila kar 13 m/s in je bila dosežena 12.03.2021 ob 01:00.

• April

Obremenitev z SO₂ in NO₂ je bila običajna. Onesnaženje z SO₂ je bilo največje iz južne smeri, medtem ko je do onesnaženja z NO₂ prišlo iz vseh smeri. Dnevna mejna vrednost PM₁₀ je bila v tem mesecu ni bila presežena.

V kar nekaj krajih po Sloveniji je bila ta mesec dosežena najnižja aprilaska temperatura v zgodovini meritev. Ponekod se je pojavil tudi sneg, kar je še dodatno vplivalo na meteorologijo in tudi na vrednosti koncentracij delcev. Na Babnem Polju je tako bila izmerjena temperatura kar -20,5 °C (07.04.2021 ob 07:00) (vir: ARSO), kar je tudi nov uradni slovenski rekord. Pred tem je za najnižjo uradno temperaturo veljalo -20,4 °C izmerjena na Pokljuki leta 1956. Po neuradnih informacijah pa je bila najnižja temperatura dosežena v Retjah in je znašala kar -26,1 °C (07.04.2021 ob 07:00).

Tudi lokacija AMP Gaji niso bili izjema pri nizkih temperaturah. Urna temperatura se je gibala med -5 °C (08.04.2021) in 27 °C (01.04.2021). Maksimalna hitrost vetra je bila kar 13 m/s in je bila dosežena 12.03.2021 ob 10:00.

• Maj

Obremenitev z SO₂ je bila običajna, medtem ko je bila obremenitev z NO₂ nekoliko višja. Onesnaženje z SO₂ je bilo največje iz južne smeri, onesnaženje z NO₂ pa je bilo največje z vzhodne smeri. Veliko dežja v mesecu maju je privedlo do motenj v delovanju merilnika PM₁₀, vendar kljub temu dnevna mejna vrednost v tem mesecu ni bila presežena. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 266 µg/m³ in predstavlja enkratni dogodek.

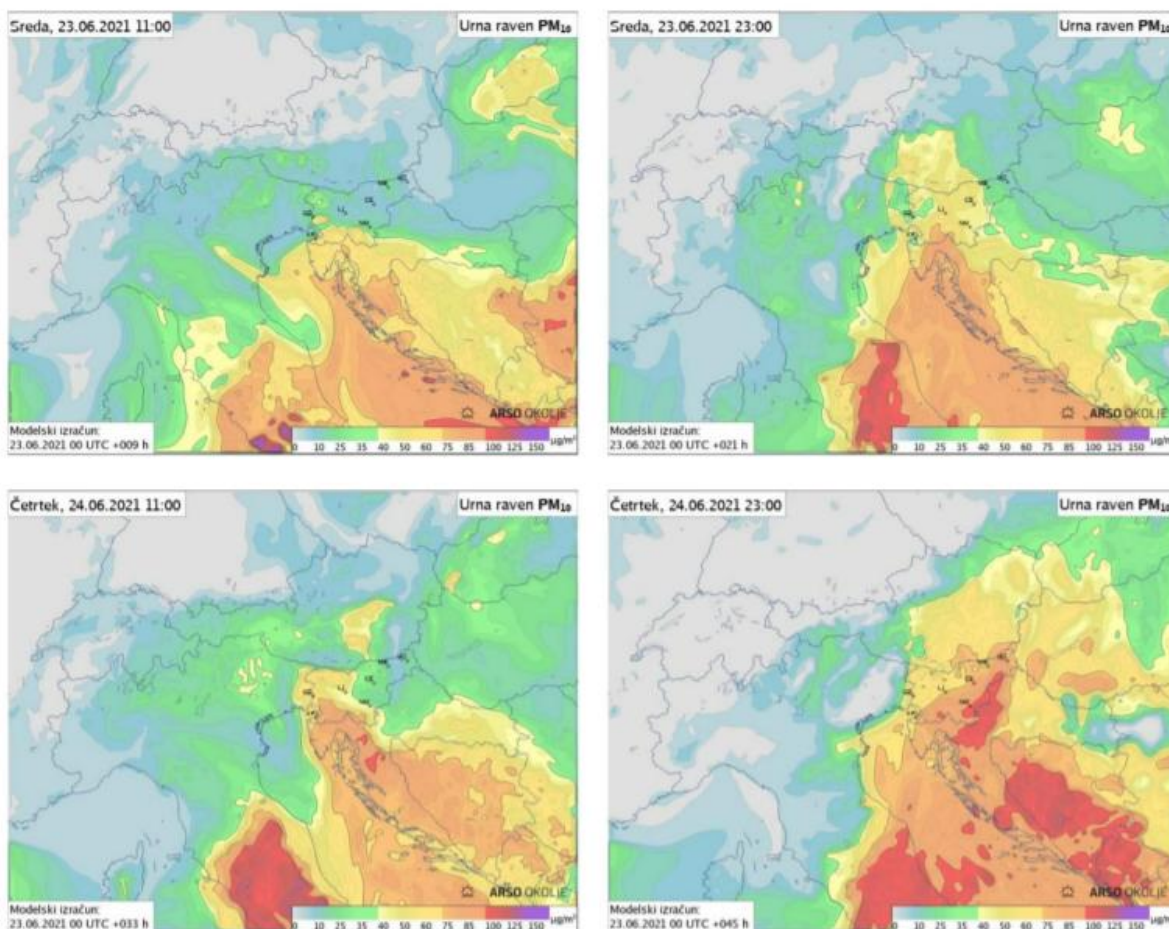
Urna temperatura se je gibala med 2 °C (04.05.2021 ob 03:00) in 27 °C (11.05.2021 ob 13:00). Maksimalna hitrost vetra je bila kar 13 m/s in je bila dosežena 10.05.2021 ob 14:00. Prevladovala sta severno-vzhodni in jugo-zahodni.

- Junij

Obremenitev z SO₂ je bila precej podobna prejšnjemu mesecu. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile v juniju nižje kot mesec prej. Onesnaženje z SO₂ je bilo največje iz južne smeri, medtem ko je onesnaženje z NO₂ bilo največje z severa in zahodne smeri. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila v zakonsko predpisanih mejah, na lokaciji sta bili izmerjeni 2 prekoračitvi dnevne mejne vrednosti. Do onesnaženja je prišlo pretežno iz juho-zahodne smeri.

17.06.2021 je bil v Republiki Sloveniji razglašen prvi uradni poletni vročinski val, ki je trajal približno en teden. V kar nekaj krajih po Sloveniji je bila ta mesec dosežena oz. presežena rekordna temperatura saj se je meseca junija k nam razširil topel afriški zrak. Prav tako se je pojavila t. i. tropska noč, ko se živo srebro do jutra ne spusti pod 20 °C. Najprej se je pojavila nekaterih predelih na Primorskem in v gričevnatem svetu vzhodne Slovenije, kasneje tudi v središčih večjih mest (vir: ARSO).

Dne 21. in 22.06.2021 se je nad državo razprostrl oblak puščavskega prahu, ki je tudi vplival na vrednosti koncentracij PM₁₀ delcev.



Slika 6: Prikaz modelskih onesnaženosti zraka z delci PM₁₀, kjer je viden prehod puščavskega prahu čez Slovenijo (vir: ARSO).

Letošnji junij se je uvrstil med tri najtoplejše v zgodovini meteoroloških meritev v RS. Nadpovprečno visoke temperature, ki so bile za cca. 3 °C višje kot dolgoletna povprečja (npr. v Ratečah se je prvič letos ogrelo nad 30 °C). O vročinskih valih poročajo tudi iz ostale Evrope in sveta (ZDA in Kanada).

Temperatura morja se je pri nas povzpela vse do 27 °C. Ponekod so se začeli že kazati prvi znaki suše.

Urna mesečna temperatura se je gibala med 7 °C (02.06.2021) in 35 °C (29.06.2021). Maksimalna urna hitrost vetra je bila 10 m/s in je bila dosežena 22.06.2021 ob 11:00.

- **Julij**

Onesnaženje z SO₂ je bilo precej podobno prejšnjemu mesecu in je v večini prišlo iz južne smeri. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile nizke. Maksimalna dnevna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 35 µg/m³, srednja mesečna koncentracija je znašala 17 µg/m³. Do onesnaženja je prišlo dokaj enakomerno iz vseh smeri.

Temperatura zunanlega zraka se je v povprečju gibala okrog 23 °C. Najvišja urna vrednost 34 °C se je pojavila dne 07.07.2021 ob 14:00, najnižja vrednost 13 °C pa dne 03.07.2021 ob 03:00. Veter je v juliju pihal s povprečno hitrostjo 3 m/s. Prevladoval je severo-vzhodni veter.

Mesec julij so zaznamovale številne okoljske in temperaturne spremembe. Po daljšem obdobju vročega junijskega vremena je iz noči na 01.07.2021 Slovenijo preplaval hladnejši zrak. Ob menjavi zračne mase so predvsem v severni polovici Slovenije nastajale plohe in nevihte, ki so prinesle kratkotrajne nalive s sodro in močnejše sunke vetra. Nato je sledila velika toplotna obremenitev. V obdobju med 07.07.-09.07.2021 je ARSO izdal opozorilo zaradi možnosti pojava zelo visokih temperatur (tudi do 35 °C), predvsem v popoldanskih urah. Najnižje jutranje temperature so se takrat gibale med 13 in 19 °C, v alpskih dolinah in ponekod na Notranjskem pa okoli 11 °C. Vreme je večinoma bilo jasno, ponekod v notranjosti države je pihal jugo-vzhodni veter, na Primorskem pa jugozahodnik. Noč na 09.07.2021 je bila marsikje ena najtoplejša v zgodovini meteoroloških meritev - temperature so se ponekod le za krajši čas spustile pod 25 °C (t. i. tropska noč). 24 °C so termometri pokazali že ob 06.00 zjutraj in sicer v Kopru, Slovenskih Konjicah in Ormožu, 23 °C izmerili v Ljubljani. Za Ljubljano je to bila že letošnja četrta tropska noč.

Konec meseca so ponovno zaznamovali nalivi s točo in nevihte.

Prva polovica letošnjega meteorološkega poletja se je uvrstila med tri najtoplejše do zdaj, marsikje bo celo rekordno topla (vir: ARSO).

Ekstremna vročina ni pojenjala tudi po svetu. Rekordne temperature so zabeležili v S Ameriki, Skandinaviji, rekordna temperatura izmerjena celo na Antarktiki. Mesec julij so v Evropi zaznamovale katastrofalne poplave na zahodu Nemčije in v Belgiji, ki so zahtevale tudi več deset žrtev, mnoge prebivalce še vedno pogrešajo. Za tako močne nevihte z nalivi, ki so jim v zadnjih dneh in tednih priča nad srednjo Evropo, je sicer značilno, da nastajajo v močno nestabilnem ozračju, ki ga povzroči stik dveh temperaturno zelo različnih zračnih mas, zelo pomemben dejavnik pa je tudi veter, ki z višino spreminja smer in hitrost (vir: ARSO).

- **Avgust**

Onesnaženje z SO₂ je bilo značilno poletno nizko in je prišlo večinoma iz jugo-vzhodne smeri, medtem ko je do onesnaženje z NO₂ prišlo enakomerno iz vseh smeri. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila v tem mesecu ni bila presežena. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri dokaj enakomerno.

Dnevna temperatura se je gibala med 14 °C (29.08.2021) in 27 °C (14.08.2021). Maksimalna hitrost vetra je bila 9 m/s in je bila dosežena 15.08.2021 ob 16:00.

V začetku meseca avgusta so se temperature ponovno začele dvigovati – v naše kraje se je pomikal vroč afriški zrak, ki je v drugi polovici avgusta prinesel celo najvišje temperature v letošnjem poletju (4. Vročinski val – temperature do 36 °C). V ta namen je tudi ARSO izdal opozorilo po veliki toplotno obremenitvi, predvsem med 12. in 17. uro. Poletje 2021 se je tako uvrstilo med najbolj sončna poletja v zgodovini meritev v Sloveniji. Proti koncu meseca nas je dosegla hladna fronta, dnevne temperature so se spustile do 20 °C.

Ekstremno visoke temperature so se pojavile tudi drugod po Evropi – na Siciliji so dne 11.08.2021 izmerili kar 48,8 °C, kar je postal tudi nov evropski temperaturni rekord.

- **September**

Onesnaženje z SO₂ je bilo precej podobno kot prejšnji mesec. Onesnaženje je bilo največje iz južne smeri. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile ta mesec višje kot v avgustu. To pripisujemo prometu in ponovnemu začetku šole za učence in dijake. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri. Dnevna mejna vrednost PM₁₀ v tem mesecu ni

bila presežena. Do onesnaženja je prišlo iz vseh smeri enakomerno.

Dnevne temperature so se gibale med 12 °C (20.09.2021) in 22 °C (14.09.2021). Maksimalna urna hitrost vetra je bila 8 m/s in je bila dosežena 15.09.2021 ob 15:00.

September je bil precej toplejši mesec, z občasnimi plohami, predvsem konec meseca. Ponekod so se temperature v prvih dveh tednih povzpele tudi do 30 °C. V Podčetrtku in Novem mestu je bil skoraj dosežen septembrski rekord (v primerjavi z letom 2015, ko se je temperatura v teh dveh krajih povzpela na 32,3 °C in 33,1 °C). V sredo, dne 29.09.2021 so državo zajele obilnejše padavine, poplavljalje so reke in potoki. Po meritvah meteorološke postaje za Bežigradom je med 21. in 22. uro padlo kar 96 litrov dežja na kvadratni meter, skupaj pa kar 122 litrov dežja na kvadratni meter. Poplavljenja so bila cestišča, kleti in kulturne ustanove. V prestolnici takega naliva v 160-letni zgodovini meteoroloških meritev še ni bilo (vir: ARSO).

- **Oktober**

Onesnaženje z SO₂ in NO₂ so bile precej podobne prejšnjemu mesecu. Prav tako obremenitve s PM₁₀. Obremenitve so prihajale predvsem Onesnaženje je bilo največje iz jugo in jugo-vzhodne smeri.

Dnevna temperatura se je gibala med 5 °C (29.10.2021) in 19 °C (04.10.2021), srednja vrednost temperature je bila 10 °C. Maksimalna hitrost vetra je bila kar 13 m/s in je bila dosežena 21.10.2021 ob 05:00. Srednja hitrost v merjenem obdobju pa je bila 3 m/s. Oktober je bil precej stabilen in hladen mesec. Temperature so se ponekod spustile tudi pod ledišče. Dnevne temperature pa so ponekod presegala tudi 20 °C. Kot zanimivost se lahko omenita leti 1905, ko je večji del Slovenije že pokrivala debela snežna odeja (27.10.1905 so v Cerknici izmerili 120 cm snega) in leto 2006, ko so v Metliki namerili kar 27 °C, na Voglu pa kar 21,5 °C. Letošnji oktober je bil brez ekstremov. Na vreme je oktobra vplivalo območje visokega zračnega tlaka, kar pomeni, da se je ob jasnih nočeh brez vetra krepil temperaturni obrat (vir: ARSO).

Na začetku septembra je na otoku La Palma v Španiji izbruhnil vulkan Cubre Vieja. Ognjenik bruha ogromne količina lave in v ozračje spušča precej SO₂. Oblak SO₂ se je razširil tudi čez Evropo, 23.10.2021 naj bi dosegel tudi Slovenijo. Satelitska opazovanja so pokazala, da je vulkana od začetka izbruha sprostil približno 0,5 teragrama SO₂, kar je dovolj, da se uvrsti med 50 največjih dogodkov izpustov SO₂, odkar so sateliti leta 1978 začeli meriti vulkanske izbruhe (vir: NASA, Copernicus).

- **November**

Onesnaženje z SO₂ in NO₂ so bile precej podobne prejšnjemu mesecu. Obremenitve so prihajale predvsem iz jugo-zahodne smeri (NO₂). Enako velja za obremenitve s PM₁₀ delci.

Dnevna temperatura se je gibala med 0 °C (24.11.2021) in 12 °C (04.11.2021), srednja vrednost temperature je bila 6 °C. Maksimalna hitrost vetra, 11 m/s, je bila dosežena dne 04.11.2021 ob 09:00. Srednja hitrost v merjenem obdobju pa je bila 2 m/s. Jesen je bila v dosedanjem poteku nekoliko hladnejša od povprečja in precej suha, njeno nadaljevanje pa bo bolj mokro. Padlo je 182,5 mm padavin. Od 25.11.2021 je proti območju Alp od SZ pritekala morska polarna zračna masa. Gore je pobelil sneg, marsikje je zapadlo več kot pol metra snega. Konec meseca je zaznamovalo sneženje po nižinah.

V Evropi se najbolj segrevata skrajni sever in severovzhod (Skandinavija in evropski del Rusije). Med bolj ogrožena območja, ki se segrevajo hitreje od povprečja se uvršča tudi Slovenija, kjer se je povprečna temperatura zraka od 60. let prejšnjega stoletja dvignila že za 2,4 °C, kar je bilo potrjeno tudi na podnebni konferenci v Glasgou COP26. V prihodnjih letih se napoveduje še večja temperaturna rast.

- **December**

Onesnaženje z SO₂ in NO₂ so bile precej podobne prejšnjemu mesecu. Obremenitve so prihajale predvsem iz jugo-zahodne smeri (NO₂). Merilnik PM₁₀ od začetka decembra zaradi okvare ne deluje več, zato te vrednosti niso podane. Graf spodaj prikazuje srednjo mesečno, maksimalno urno in maksimalno dnevno koncentracijo PM₁₀ čez celotno leto 2021 na postaji AMP Gaji.

Dnevna temperatura se je gibala med -3 °C (21.12.2021) in 7 °C (24.12.2021), srednja vrednost temperature je

bila 2 °C. Veter je pihal s srednjo hitrostjo 2 m/s.

Konec meseca decembra je bilo neznačilno toplo, medtem ko je začetek meseca bil tipično zimski. Zimska sezona se je začela z nekaj padavinskimi epizodami, ki so občasno prinesle nekaj snega tudi nižinam, a le v višjih predelih Gorenjske in Koroške je zapadla znatna količina snega. V prvih dneh meseca je v nižinah po notranjosti zapadlo tudi med 10 in 20 cm snega. Praznični konec tedna je ponekod prinesel rekordno visoke temperature (Godnje na Krasu 19,1 °C, Krn nad Kobaridom 17,9 °C, Nova vas na Blokah 16,4 °C). V Evropi se je zelo hladen zrak nahajal na vzhodu in severu, kjer so temperature padle tudi pod -15 °C, nad zahodno Evropo in Iberskim polotokom pa so temperature narastle celo nad 20 °C. Na Madžarskem in Balkanu je se na meji zračnih mas ponekod pojavil tudi žled (vir: ARSO).

Merilnik PM₁₀ od začetka decembra zaradi okvare ne deluje več, zato te vrednosti niso podane. Graf spodaj prikazuje srednjo mesečno, maksimalno urno in maksimalno dnevno koncentracijo PM₁₀ čez celotno leto 2021 na postaji AMP Gaji.



Elektroinštitut Milan Vidmar

6 ZAKLJUČEK

Iz analize podatkov za leto 2021 je razvidno, da za parametra SO₂ in NO₂ ni bilo preseganj mejne urne in dnevne vrednosti. V merjenem obdobju se rezultati vseh merjenih snovi obravnavajo kot uradni rezultati meritev oz. kot informativni rezultati meritev. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90 %.

Izmerjenih je bilo 99 % meritev SO₂, 57 % NO₂/NO_x, 49 % NH₃ in 91 % PM₁₀. Iz tega lahko povzamemo, vrednosti za SO₂, NO_x, NH₃ in PM₁₀ kot uradne, medtem ko rezultati vrednosti za NO₂ veljajo veljajo kot informativni. Koncentracije prašnih delcev so prav tako presegle dovoljeno število preseganj dnevne mejne vrednosti, od dovoljenih 35 je bilo izmerjenih na merilnem mestu Gaji 17-preseganj. Glede na izpostavljeno problematiko delcev PM₁₀ v Sloveniji in na lokaciji AMP Gaji je v bila narejena podrobnejša analiza delcev PM₁₀. Prekoračitve so zabeležene predvsem v zimskih neprevetrenih obdobjih, s pogosto meglo in pomanjkanjem padavin. Dodatno prispevajo še cirkulacije zračnih mas, ki prinesejo delce od drugod, ki skupaj z lokalnimi viri (industrija, promet in obdelava kmetijskih površin) lahko povzročijo prekomerno onesnaženje.

Glede na to, da merilniki določajo koncentracijo le v 1 točki prostora je za učinkovit in celovit pogled nad dogajanjem v zunanjem zraku v lokalnem okolju priporočljivo dodati tudi druga orodja ocenjevanja kakovosti zraka, kot so:

- **Modelski izračuni:** modelski izračuni dopolnijo oceno kakovosti zunanjega zraka s prostorsko razporeditvijo onesnaženja, ki omogoča boljši vpogled v okoljske posledice onesnaževanja iz določenega vira in opredeljuje območja v okolici vira, ki so najbolj obremenjena. Torej z modelsko oceno se lahko določi dodatno obremenitev iz točno določenega posameznega vira.
- **Krajše merilne kampanje v lokalnem okolju:** še posebno v času večjih koncentracij je priporočljivo izvajati meritve tudi na drugih občutljivih točkah v prostoru.
- **Napoved pojava inverzije:** Poleg hitrosti vetra ima na koncentracije onesnaževal zelo pomemben vpliv tudi stabilnost ozračja. Spodnja plast atmosfere je v primeru temperaturne inverzije zelo stabilna in to negativno vpliva na razširjanje onesnaževal in privede do višjih koncentracij. Temperaturno inverzijo prepoznamo iz višinskega poteka temperature, kadar temperatura z višino narašča.



Elektroinštitut Milan Vidmar