



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo

Ljubljana

Oddelek za okolje

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

leto 2019

217224-A.3-13

Ljubljana, AVGUST 2020



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

Št. poročila: 217224-A.3-13

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

leto 2019

Ljubljana, AVGUST 2020

Direktor:

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

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

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2020

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

PODATKI O POROČILU:

Naročnik:	Mestna občina Celje, Oddelek za okolje in prostor ter komunalno Trg celjskih knezov 9, 3000 CELJE	
Št. pogodbe:	5-2017	
Odgovorna oseba naročnika:	Nina MAŠAT STRLE, univ. dipl. inž. biol.	
Št. delovnega naloga:	217 224	
Št. poročila:	217224-A.3-13	
Naslov poročila:	Rezultati meritev okoljskega merilnega sistema mestne občine Celje, AMP Gaji	
Izvajalec:	Elektroinštitut Milan Vidmar Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo Hajdrihova 2, 1000 LJUBLJANA	
Poročilo izdelal-i:	Petra DOLŠAK LAVRIČ, mag. ekol. Kris Alatič, inž. meh.	
Datum izdelave:	AVGUST 2020	
Seznam prejemnikov poročila:	Mestna občina Celje	1 x elektronska verzija 1 x tiskana verzija
	Elektroinštitut Milan Vidmar - arhiv	1 x tiskana verzija

Vodja oddelka:

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



KAZALO VSEBINE

1.	UVOD.....	1
2.	VPOGLED V SISTEM MERITEV NA AMP GAJI.....	3
2.1	LOKALNI DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA	3
2.2	OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA IN NJIHOV VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO	4
2.3	ZAKONODAJNA OSNOVA	5
2.4	PODATKI O AVTOMATSKI MERILNI POSTAJI	6
2.4.1	Meritve kakovosti zunanjega zraka	6
2.4.2	Meteorologija.....	8
2.5	NADZOR SKLADNOSTI MERITEV.....	9
3.	REZULTATI MERITEV	11
3.6	VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI V AMP GAJI	11
3.7	PRIKAZ REZULTATOV MERITEV	13
3.7.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂	14
3.7.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂	17
3.7.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x	20
3.7.4	Pregled koncentracij v zraku: NH ₃	22
3.7.5	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀	24
3.8	Meteorološke meritve	27
3.8.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku	27
3.8.2	Pregled hitrosti in smeri vetra	29
4.	ANALIZA IN REZULTAT MERITEV NA MESEČNEM NIVOJU	31
5.	PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM ₁₀ V SLOVENSKIH MESTIH LETO 2019.....	33
6.	ZAKLJUČEK.....	37



1. UVOD

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

Poročilo obsega:

- osnovne podatke o lokalnih dejavnih 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 PM₁₀ na območju AMP Gaji v primerjavi s koncentracijami na drugih merilnih mestih v Sloveniji.

V poročilu so podani rezultati meritev monitoringa kakovosti zunanjega zraka na lokaciji AMP Gaji. Meritve se nanašajo na leto 2019. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka: koncentracije SO₂, NO₂, NO_x, amonijaka, delcev PM₁₀ in meteorološke meritve.

V merjenem obdobju se rezultati vseh merjenih snovi obravnavajo kot uradni rezultati meritev. Zakonsko predpisana letna meja za uradne rezultate je 90%. Izmerjenih je bilo 99% meritev SO₂, 98% NO₂/NO_x in in NH₃ ter 94% PM₁₀. Prav tako v letu 2019 niso bile presežene mejne vrednosti dnevni in urnih zakonsko dovoljenih mejnih vrednosti merjenih snovi, z izjemo prašnih delcev, kjer je bila dnevna vrednost presežena 25-krat.

Trenutne vrednosti koncentracij SO₂, NO₂, NO_x, amonijaka, delcev PM₁₀, 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>].

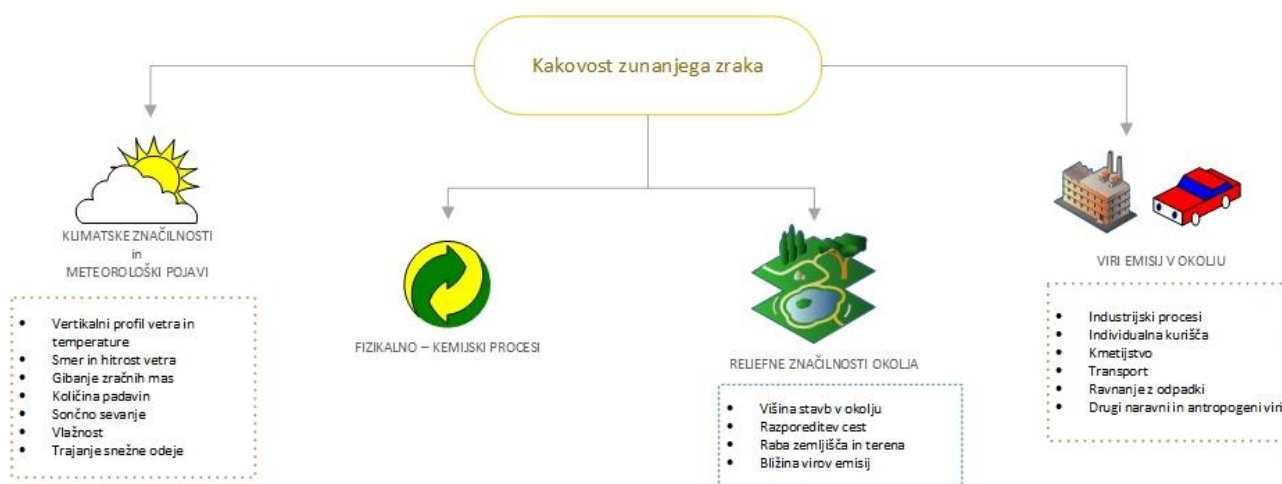


2. VPOGLED V SISTEM MERITEV NA AMP GAJI

Pomemben segment varovanja okolja, ki vpliva na kvaliteto našega bivanja, je spremljanje kakovosti zunanjega zraka. Kakovost zraka se meri v obliki koncentracij - količini onesnaževala, ki je prisoten v zraku ki ga dihamo, medtem ko se emisije nanašajo na sproščanje škodljivih snovi v ozračje kot posledica dejavnosti, kot so transport, industrijski procesi, kmetijstvo, individualna kurišča in drugo. 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. To pa lahko dosežemo z učinkovito zakonodajo, ki omogoča sodelovanje in ukrepanje na globalni, nacionalni in lokalni ravni ter vključuje tudi gospodarstvo in ozaveščanje javnosti. S sprejetjem *Zakona o varstvu okolja (ZVO-1, Ur. l. RS, št. 41/2004 s spremembami)* v letu 2004 je bil vzpostavljen pravni red za spodbujanje in usmerjanje takšnega družbenega razvoja, ki omogoča dolgoročne pogoje za človekovo zdravje, počutje in kakovost njegovega življenja ter ohranjanje biotske raznovrstnosti. Med cilji tega zakona sta tudi preprečitev in zmanjšanje obremenjevanja okolja in ohranjanje ter izboljševanje kakovosti okolja. Za doseganje teh ciljev zakon predpisuje monitoring stanja okolja, kar obsega tudi monitoring kakovosti zunanjega zraka. Za potrebe ocenjevanja kakovosti zunanjega zraka ima Mestna občina Celje avtomatsko merilno postajo (AMP) Gaji za merjenje kakovosti zunanjega zraka in meteoroloških parametrov.

2.1 LOKALNI DEJAVNIKI KAKOVOSTI ZUNANJEGA ZRAKA

Na kakovost zraka poleg virov emisij v okolju vplivajo tudi dejavniki kot so klimatske značilnosti prostora ter meteorološki pojavi, reliefna razgibanost površja in fizikalno-kemijski procesi v ozračju. Variacija vseh teh elementov je predstavljena na spodnji sliki (slika 1). Lokalna meteorologija in reliefna razgibanost površja sta tesno povezani s koncentracijo emisij v zunanjem zraku, zato je za celovit vpogled na stanje kakovosti zunanjega zraka v okolju nujno spremljanje meteoroloških parametrov kot so vertikalni profil vetra in temperature, smer in hitrost vetra, 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 zunanjega zraka v urbanem okolju.

2.2 OPIS POSAMEZNEGA ONESNAŽEVALA IN NJIHOV VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO

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

ONESNAŽEVALO IN VIRI	VPLIV NA ZDRAVJE IN BIODIVERZITETO
<p>Žveplov dioksid (SO₂) Je brezbarven plin z ostrim vonjem. Nastaja pri 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 kislil 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>Amonijak (NH₃) Amonijak se v glavnem uporablja v proizvodnji umetnih gnojil, barv, eksplozivov, dušikove kisline in polimerov. Je tudi sestavina nekaterih gospodinskih čistil. Velik vir emisij amonijaka pa je tudi kmetijstvo, saj se formira ob trohnenju rastlinskih in živalskih ostankov.</p>	<p>Amonijak ima predvsem posreden učinek na zdravje ljudi. Prispeva k nastajanju delcev PM₁₀, ki povzročajo bolezni srca in ožilja, bolezni dihal, rak. V velikih koncentracijah pa lahko amonijak tudi neposredno škoduje zdravju in počutju ljudi ter domačih živali.</p> <p>Dušik, ki uhaja z amonijakom v zrak, se v različnih oblikah odlaga v naravno okolje in spodbuja rast rastlin z velikimi potrebami po dušiku – Eutrofikacija. Spremeni se predvsem rastlinje na rastiščih, za katera je značilno pomanjkanje dušika. V velikih koncentracijah je amonijak tudi neposredno škodljiv nekaterim rastlinam. Zelo so občutljivi predvsem lišaji in mahovi.</p>
<p>Policiklični aromatski ogljikovodik (PAH) so ogljikovodiki - organske spojine, ki vsebujejo samo ogljik in vodik - sestavljeni so iz večih aromatičnih obročev (organski obroči, v katerih se elektroni delokalizirajo).</p>	
<p>1. Benzen (C₆H₆) je pri sobni temperaturi hlapna organska spojina brez barve, ki se nahaja v naftnih derivatih. Pomemben vir pa je tudi petrokemična industrija in različni procesi izgorevanja.</p>	<p>Benzen je rakotvorna snov in sodi v prvo skupino rakotvornih snovi po klasifikaciji Mednarodne Agencije za Raziskavo Rakotvornih Snovi.</p>

<p>2. Toluen (C₆H₆CH₃) je derivat benzena. Je bistra, v vodi netopna tekočina z značilnim aromatskim vonjem ter se uporablja v industriji za sintezo drugih spojin.</p>	<p>Ima akutne in kronične učinke na centralni živčni sistem. Povzroči lahko tudi počasnejši razvoj človeškega telesa in ima vplive na razmnoževanje.</p> <p>Spada v skupino onesnaževal, ki povzročajo nastanek smoga.</p>
<p>3. Meta & Para ksilen se uporablja v kemični industriji kot topilo.</p>	<p>V zadostnih količinah ima vpliv na centralni živčni sistem.</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 evτροφikacije.</p>

2.3 ZAKONODAJNA OSNOVA

Monitoring kakovosti zunanjega zraka zagotavlja država, dolžni pa so ga izvajati tudi povzročitelji obremenitve zunanjega zraka, ki morajo pri opravljanju svoje dejavnosti v sklopu obratovalnega monitoringa, zagotavljati tudi monitoring stanja okolja, oziroma monitoring kakovosti zunanjega zraka. Onesnaževanje zunanjega zraka je neposredno ali posredno vnašanje snovi ali energije v zrak in je posledica človekove dejavnosti, ki lahko škoduje okolju, človekovemu zdravju ali pa na kakšen način posega v lastninsko pravico. Monitoring kakovosti zunanjega zraka zaradi tovrstnega vnašanja obsega spremljanje in nadzorovanje stanja onesnaženosti zraka s sistematičnimi meritvami ali drugimi metodami in z njimi povezanimi postopki. Način spremljanja in nadzorovanja je predpisan v podzakonskih aktih – uredbah in pravilniku: *Uredbi o kakovosti zunanjega zraka (Ur. l. RS št. 9/11, 8/15 in 66/18)*, *Uredbi o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku (Ur. l. RS 56/06)* 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, št. 41/2004 s spremembami)*. V letu 2007 je bila sprejeta tudi *Uredba o emisiji snovi v zrak iz nepremičnih virov onesnaževanja (Ur. l. RS 31/07 s spremembami)*, ki povzročiteljem obremenitve zunanjega zraka med drugim predpisuje zahteve v zvezi z ocenjevanjem kakovosti zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanjega zraka.

Za doseganje skladnosti z mejnimi vrednostmi za delce PM₁₀ je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi pripravila Načrte za kakovost zunanjega zraka za mestne občine Celje, Kranj, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto ter zasavske občine: Hrastnik, Trbovlje in Zagorje ob Savi. Na območju mestne občine 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)*. Trenutno je v pripravi nov načrt, njegov osnutek pa je bil objavljen na spletni strani e-uprava.gov.si, dne 17.4.2020 (dostop do dokumenta: <https://bit.ly/3fR7uR7>). Načrti so usmerjeni v ukrepe na področju spodbujanja učinkovite rabe energije, na izpuste cestnega motornega prometa, na druge ukrepe ter na kratkoročne ukrepe.

2.4 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.

2.4.1 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	Nadomska višina	GKy	GKx
AMP Gaji	240 m	522760	122090

Poleg merilnega mesta Gaji sta v Mestni občini Celje lociran še merilni mesti državne merilne mreže Celje in Mariborska ulica. Lokacija Mariborska ulica je izrazito prometni merilnik, medtem ko je merilno mesto Celje-ARSO namenjena spremljanju koncentracij v bližini zdravstvenega doma oziroma v mestnem središču.

Merilna postaja	Nadomska višina	GKy	GKx
AMP Celje – ARSO	212 m	520614	121189
AMP Mariborska - ARSO	240 m	521412	121576



Slika 2: Lokacija AMP Gaji in lokacije merilnih mest ARSO (Vir: Google Earth)

Podatki o analizatorjih plinastih onesnaževal:

	Analizator NO, NO _x , NH ₃	Analizator SO ₂	Analizator BTX*
Proizvajalec:	Thermo Electron Corporation	Thermo Electron Corporation	CHROMATO-SUD
Model:	Thermo 17c	Thermo 43i	AIRMOBTX
Merilna metoda:	EN 14211	EN 14212	EN 14662-3
Specificirana točnost:	1 ppb	1 ppb	±10%
Serijska številka:	0712121060	CM07100003	#2820207

* Merilnik je bil v letu 2018 na večjem servisnem posegu pri pooblaščenem serviserju.

 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

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 2019:

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 prilogo 1 *Pravilnika o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka (Ur.l. RS, št. 55/11 s spremembami)*.

2.4.2 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%

2.5 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.

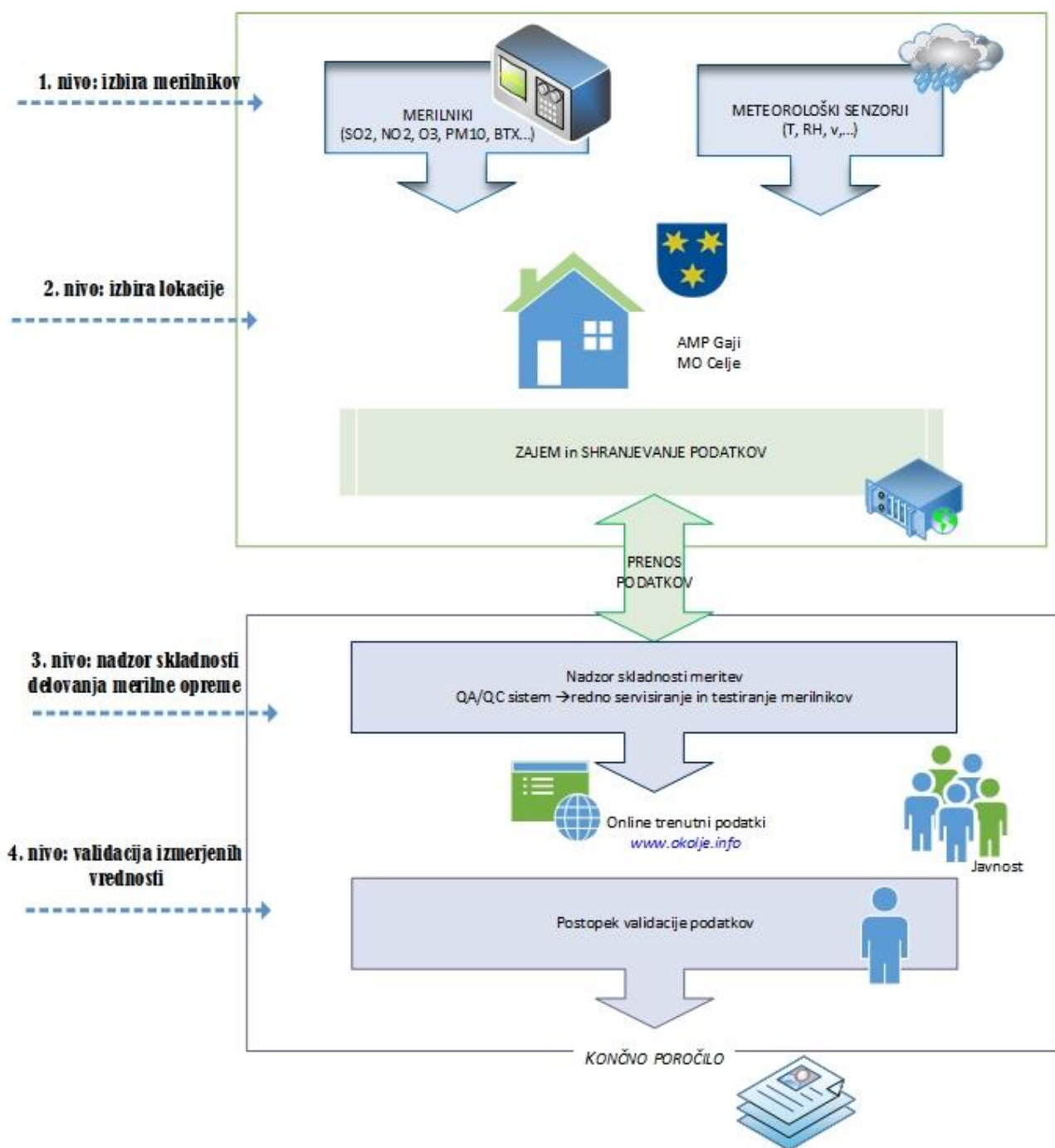
4. Nivo: Validacija

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

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

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



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

3. 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 12341:20A4,
- SIST EN 14662-3:2016.

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.

3.6 VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI V AMP GAJI

Za merilno mesta Gaji se poleg rednih testiranj merilnikov izvajajo tudi dodatni vzdrževalni posegi, ki so za leto 2019 prikazani v spodnji tabeli.

Datum	Naziv	Komentar
17.04.2019	Čiščenje notranjosti postaje	Nastavitev pasti proti mravljam in čiščenje notranjosti.
17.04.2019	Servis klime.	Zaradi zamakanja v notranjost postaje je bilo potrebno zasilikonirati vstopne odprtine iz zunanje enote.
16.05.2019	Ostalo	Montaža nedelujočega merilnika PARTISOL (model 2025), ki je bil na servisu v Avstriji preko Stegnarja.
03.07.2019	Čiščenje notranjosti postaje	Čiščenje postaje in nastavitev pasti za mravlje.
03.07.2019	Košnja trave okoli AMP	
13.08.2019	Čiščenje notranjosti postaje	Odvoz smeti.
15.11.2019	Prenastavitev klime iz 22°C na 25°C ter vklopitev funkcije avto fan in snežinka.	Nastavitev klime.

Za pravilno delovanje merilnikov se morajo izvajati redni testni posegi. V spodnji tabeli so prikazani termini posegov, ko je bil test izveden ter datum predvidenega naslednjega posega za vsak merilnik posebej na AMP Gaji.

ID	Naziv	Inventarna številka	Poseg
712	THERMO 17c NOx/NH3	712121060	Naravnavanje Zadnji poseg: 21.05.2020 Nasl. poseg: 21.08.2020 Linearnost Zadnji poseg: 21.05.2020 Nasl. poseg: 21.05.2021 Učinkovitost konverterja Zadnji poseg: 21.05.2020 Zamenjava delov in večji servisni poseg 14.11.2019
140AB265970703	TEOM PM10 + FDMS	140AB 265970703	Naravnavanje Zadnji poseg: 21.05.2020 Nasl. poseg: 21.11.2020
352_US6M	WindSonic 8352.US6M	8352.US6M	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.
6644	Teledyne 100E SO2	6644	Naravnavanje Zadnji poseg: 21.05.2020 Nasl. poseg: 21.08.2020 Linearnost Zadnji poseg: 21.05.2020 Nasl. poseg: 21.05.2021
6767	Koncentrator	6767	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.
8160_TFF10	Lufft 8160 TFF10	8160_TFF10	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.

3.7 PRIKAZ REZULTATOV MERITEV

V poročilu so za leto 2019 podani rezultati urnih in dnevni vrednosti za parametre SO₂, NO₂/NO_x, NH₃, PM₁₀ ter njihova statistična analiza v skladu s predpisano zakonodajo. Podani so tudi rezultati meritev meteoroloških parametrov v letu 2019 na tej lokaciji. Opaziti je mogoče rahlo zmanjšanje emisij v obdobju treh let z izjemo emisij SO₂. Kljub temu pa je minimalno povečanje emisij SO₂ v območju merilne negotovosti. Emisije PM₁₀ so bile v letu 2018 za 4 µg/m³ večje kot v letu 2017 ter za 5 µg/m³ kot v letu 2019. Takšna razlika je lahko nastala tudi zaradi neugodnih meteoroloških razmer v letu 2019.

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ leto 2019

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	0	0	0	99

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ leto 2019

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	0	0	-	98

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ leto 2019

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	-	-	25	94

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

postaja	2017	2018	2019
AMP Gaji	5	6	8

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

postaja	2017	2018	2019
AMP Gaji	22	17	14

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

postaja	2017	2018	2019
AMP Gaji	48	46	45

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

postaja	2017	2018	2019
AMP Gaji	25	29	24

3.7.1 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: SO₂

V letu 2019 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 zunanjega 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 34 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija pa 20 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 8 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je zelo nizek. Onesnaženje je prišlo v največji meri iz jugo-vzhoda. Največji deleži so iz smeri S in SSE.

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

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

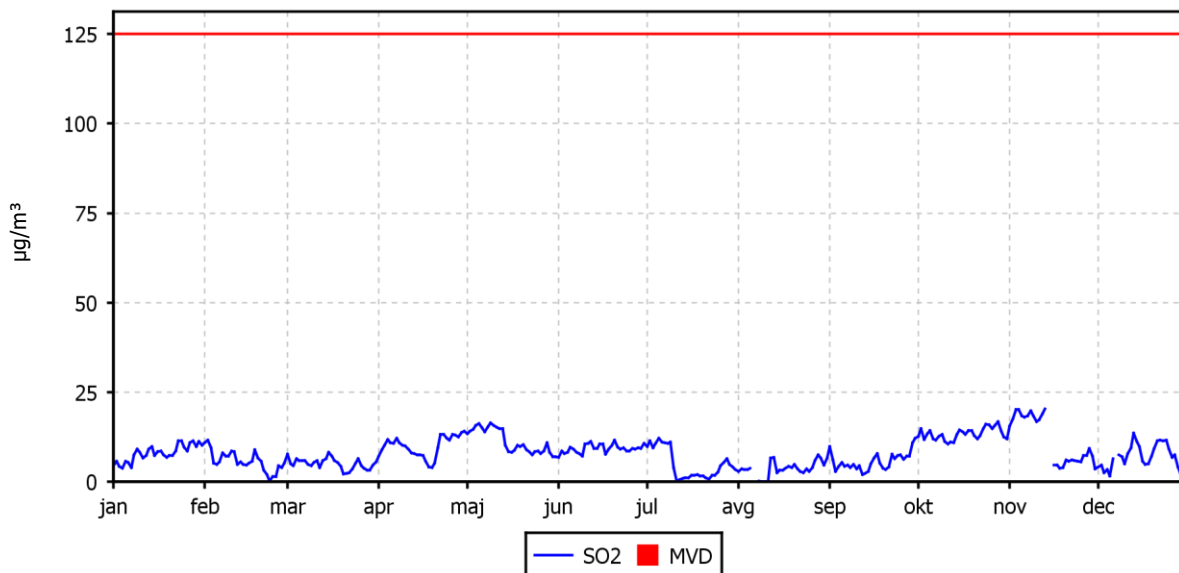
Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

Razpoložljivih urnih podatkov:	8628	99%
Maksimalna urna koncentracija:	34 µg/m ³	14.05.2019 00:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	20 µg/m ³	13.11.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	09.08.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	8 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.18 - 1.4.19):	5 µg/m ³	
Število primerov urne koncentracije		
- nad MVU 350 µg/m ³ :	0	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 125 µg/m ³ :	0	
- 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:	22 µg/m ³	
- 99.2 p.v. - dnevnih koncentracij:	20 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

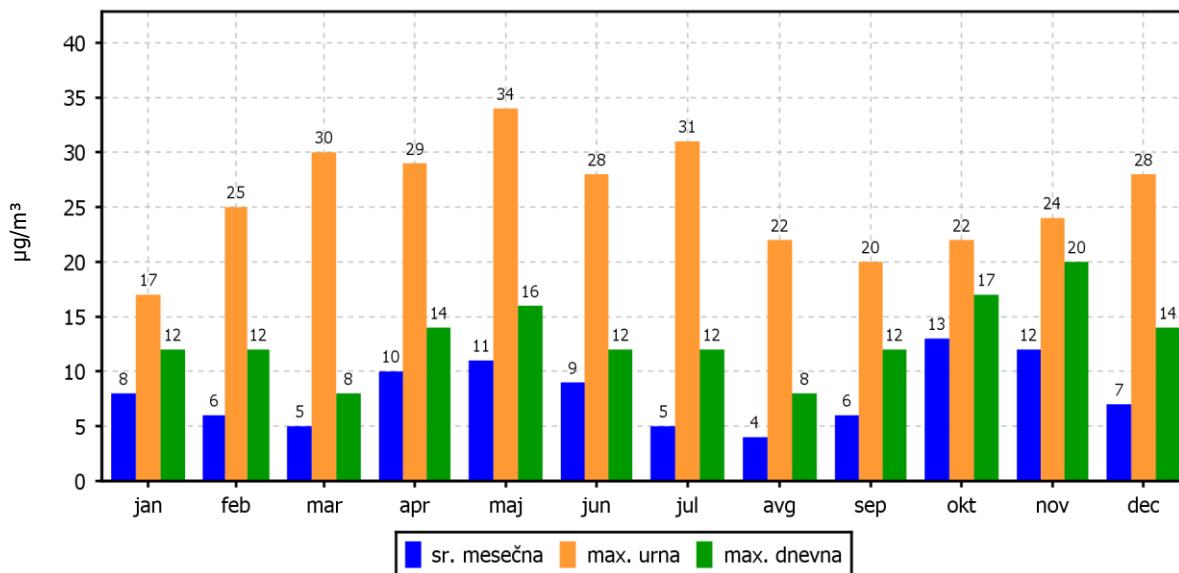
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

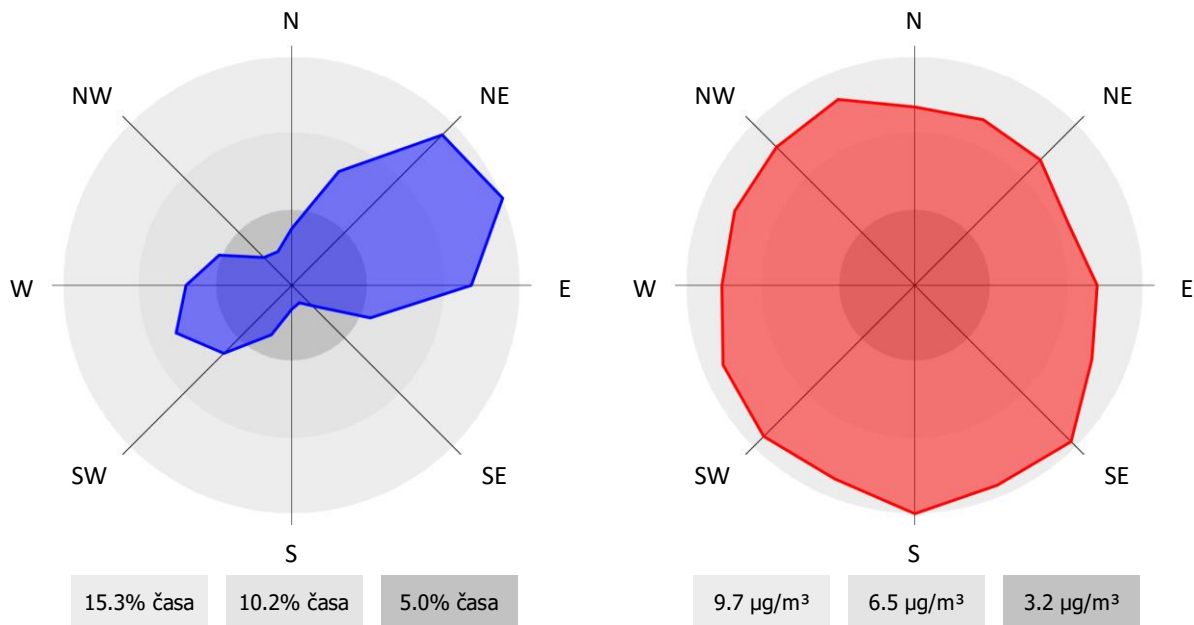
01.01.2019 do 01.01.2020



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2019 do 01.01.2020



3.7.2 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: NO₂

V letu 2019 je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjeno več kot 90 % pravih rezultatov urnih koncentracij NO₂ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev NO₂ monitoringa kakovosti zunanjega 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 100 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija 54 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 14 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je nizek. Onesnaženje NO₂ je v največjem obsegu prišlo iz severnih in zahodnih smeri. Največji deleži so iz smeri NNW, NNE, W in SSE.

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

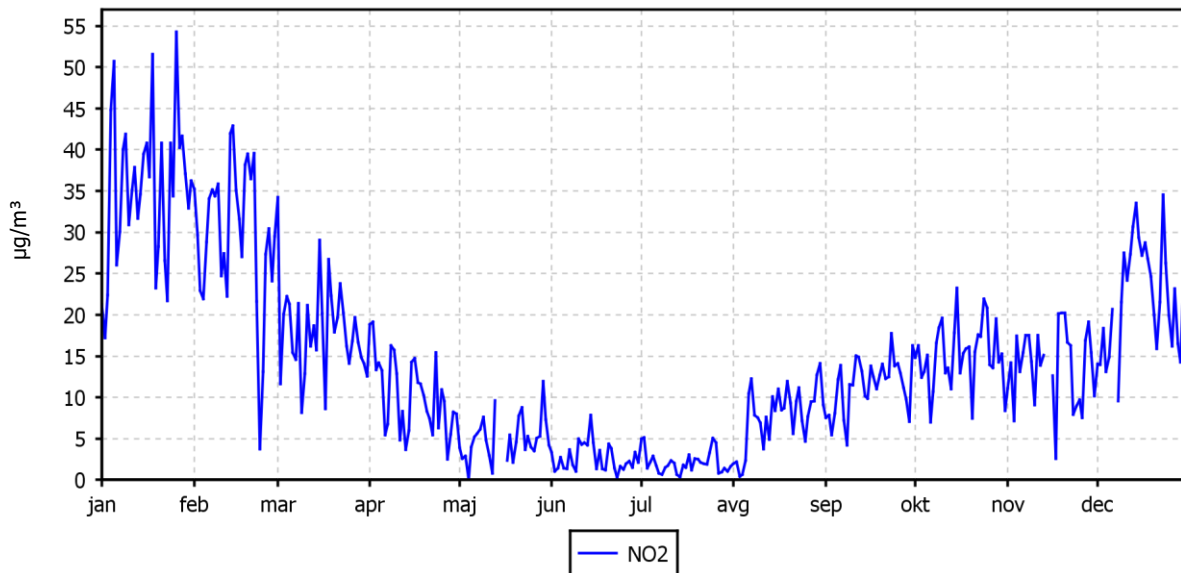
Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

Razpoložljivih urnih podatkov:	8561	98%
Maksimalna urna koncentracija:	100 µg/m ³	19.02.2019 18:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	54 µg/m ³	26.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	04.05.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	14 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.18 - 1.4.19):	23 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:	52 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	52 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

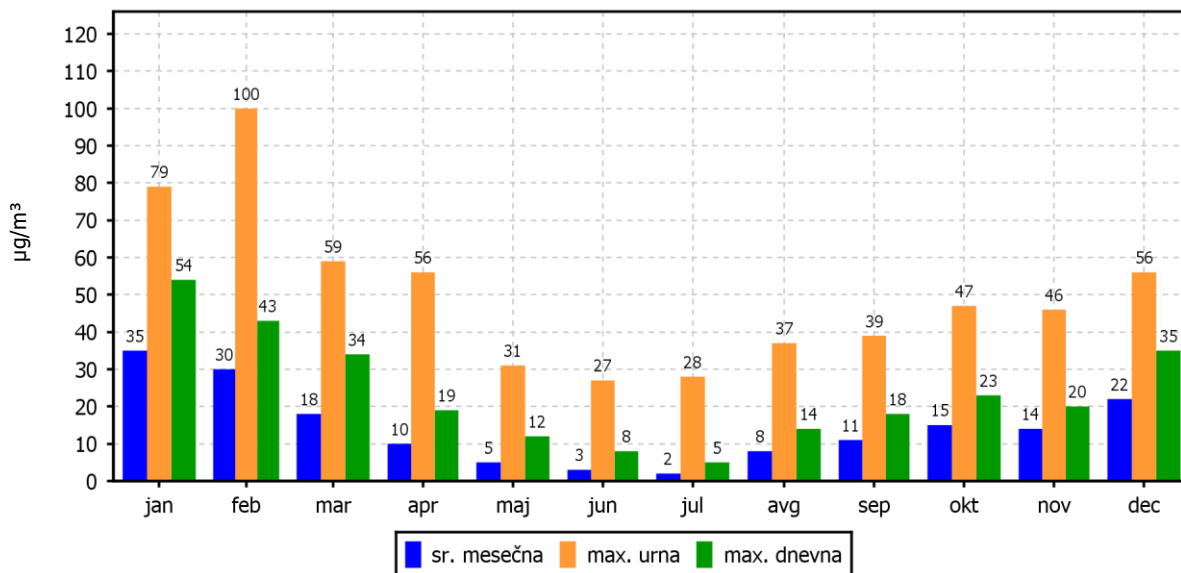
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

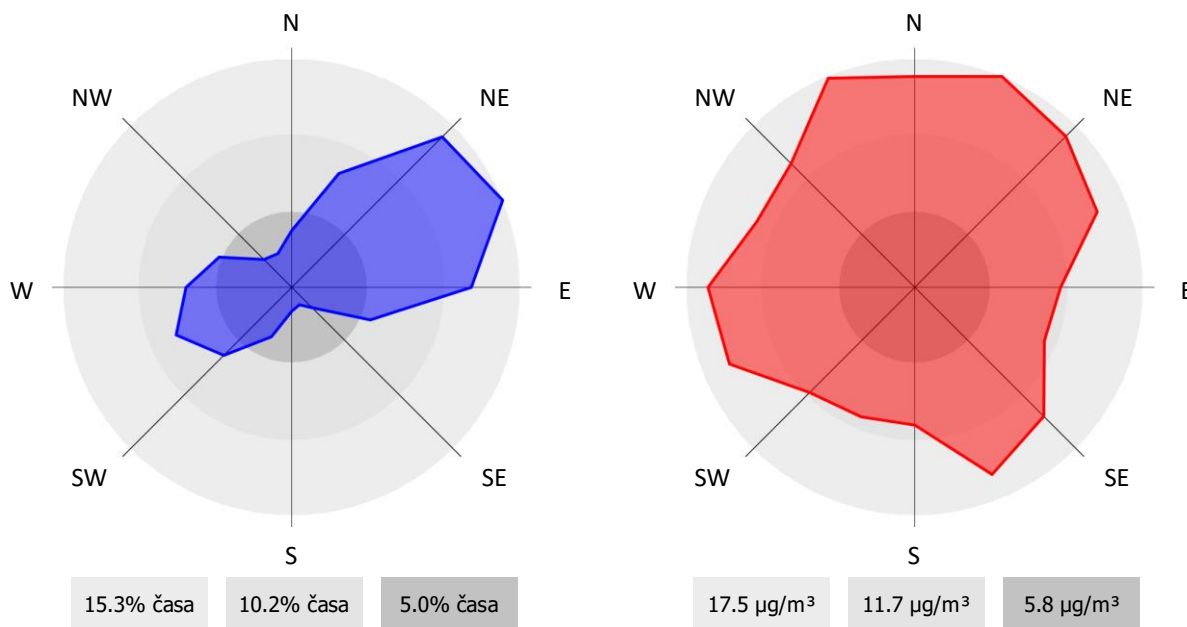
01.01.2019 do 01.01.2020



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2019 do 01.01.2020



3.7.3 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: NO_x

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 februarju. V letu 2019 je bila ta koncentracija presežena za 15 µg/m³.

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	-

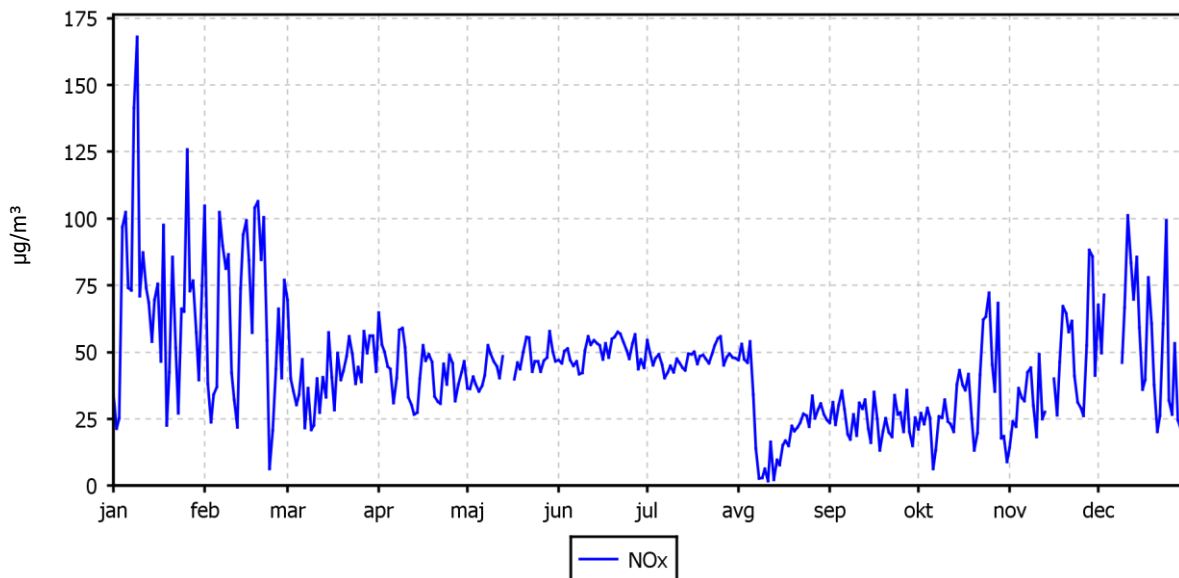
Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

Razpoložljivih urnih podatkov:	8556	98%
Maksimalna urna koncentracija:	365 µg/m ³	09.01.2019 09:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	168 µg/m ³	09.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	2 µg/m ³	11.08.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	45 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.18 - 1.4.19):	60 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m ³ :	9	
- nad vrednostjo 140 µg/m ³ :	2	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	148 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	149 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

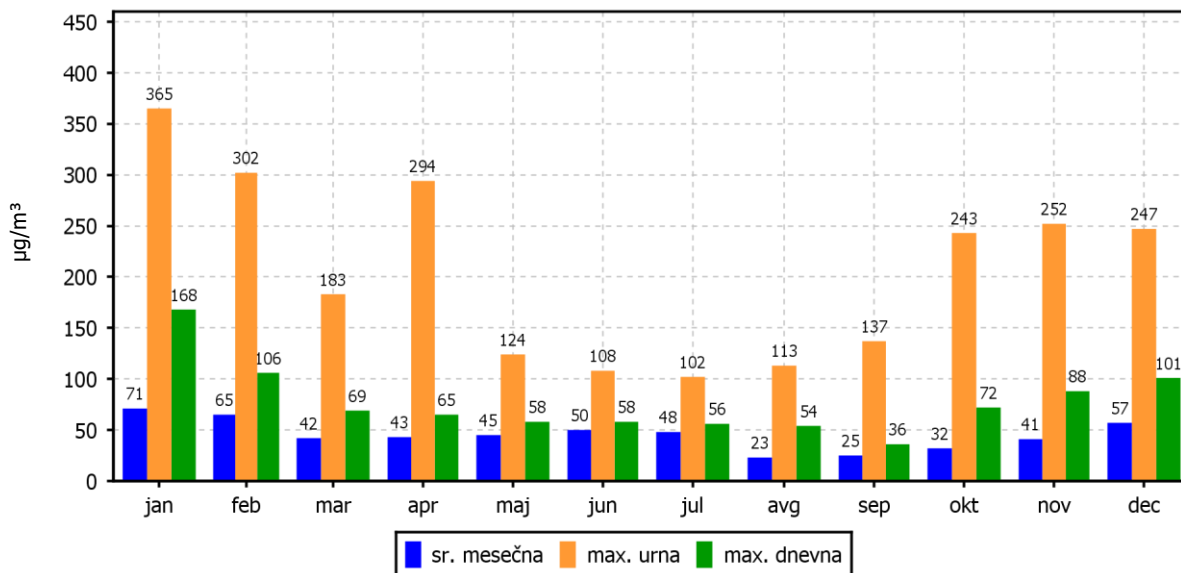
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

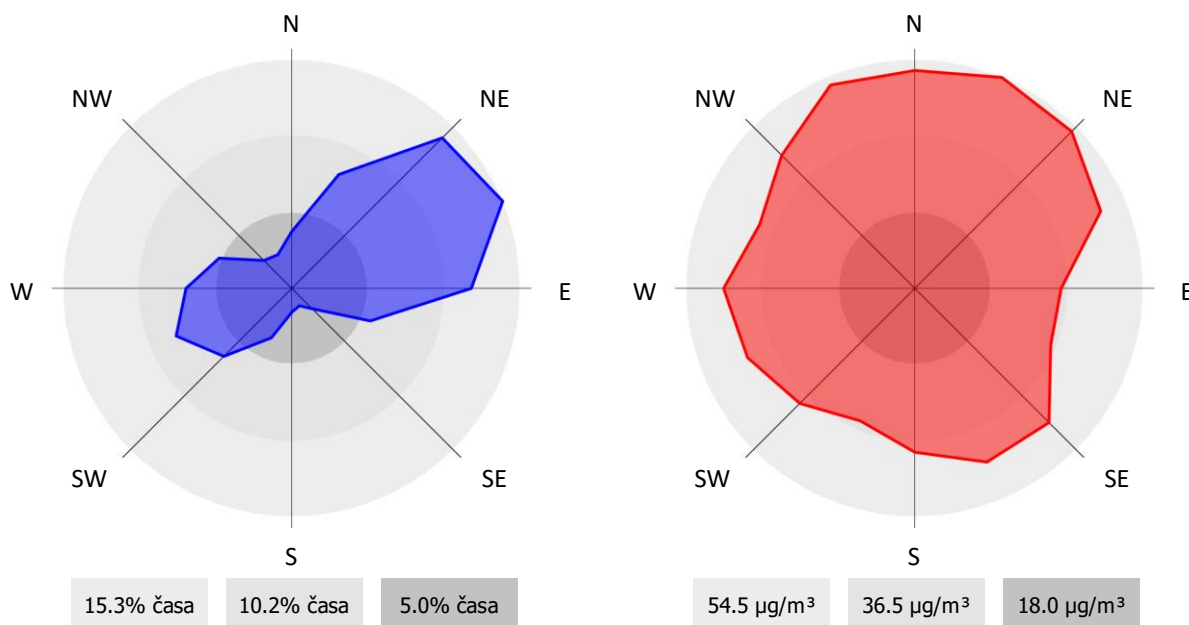
01.01.2019 do 01.01.2020



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2019 do 01.01.2020



3.7.4 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: NH₃

Koncentracije NH₃ so bile izredno nizke, maksimalna urna koncentracija je bila 9,2 µg/m³, opazen pa je rahlo padajoč trend tekom leta do junija, ko se je koncentracija dvignila in je nato spet tekom leta malenkost padala.

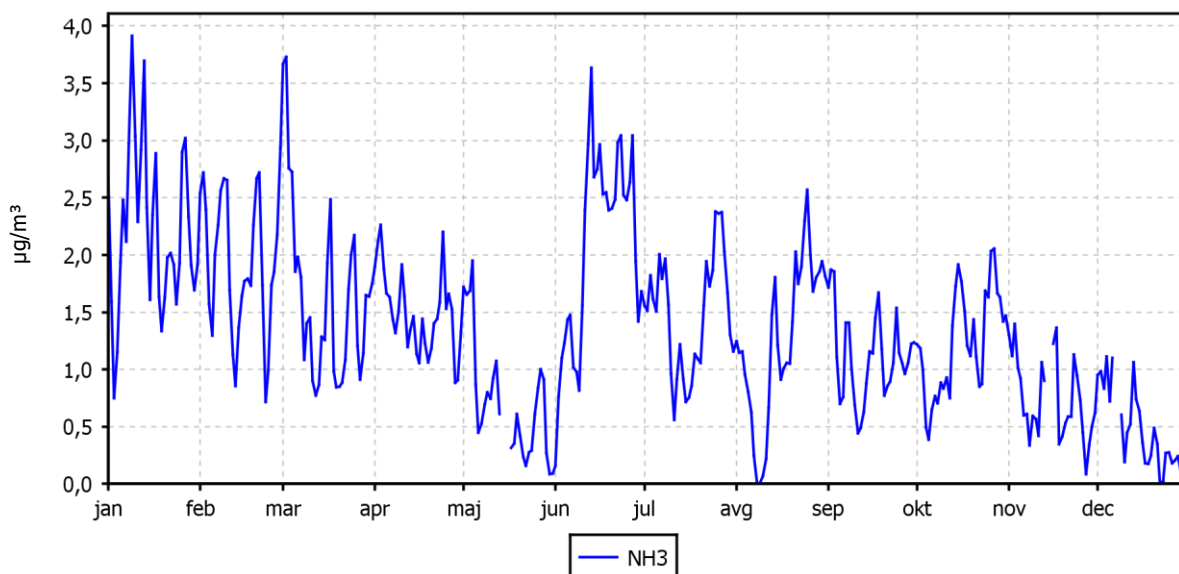
Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

Razpoložljivih urnih podatkov:	8576	97.9%
Maksimalna urna koncentracija:	9.2 µg/m ³	01.01.2019 22:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	3.9 µg/m ³	09.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	0.0 µg/m ³	08.08.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	1.4 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	3.5 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevni koncentracij:	1.2 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NH₃

AMP Gaji

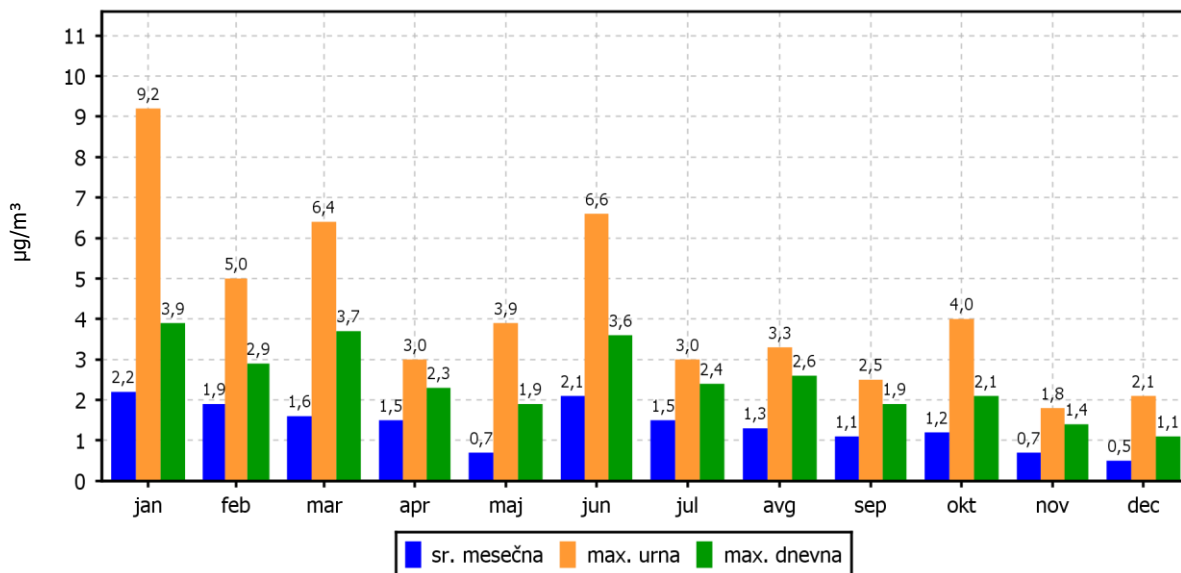
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - NH₃

AMP Gaji

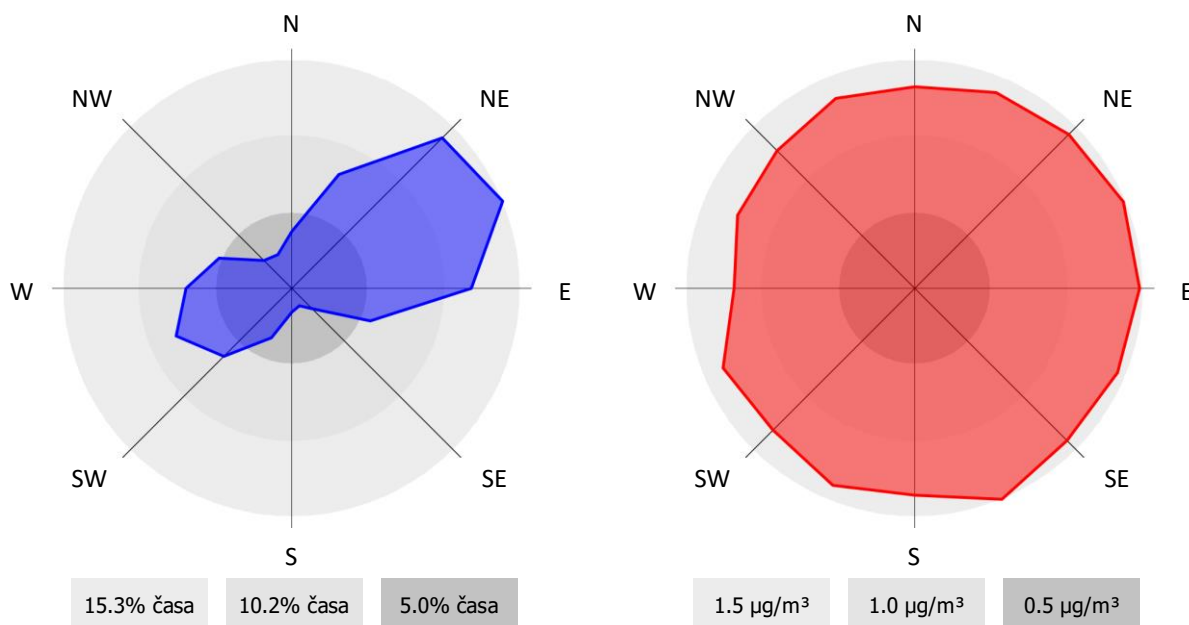
01.01.2019 do 01.01.2020



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2019 do 01.01.2020



3.7.5 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: PM₁₀

V letu 2019 je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjeno več kot 90 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev delcev PM₁₀ monitoringa kakovosti zunanjega zraka MO Celje. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 25-krat, kar je manj od 35 dovoljenih preseganj na letnem nivoju. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 158 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija 107 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 25 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je nizek. Roža onesnaženja prikazuje nekoliko večjo obremenitev s prašnimi delci iz severno-vzhodne smeri, posledično onesnaženje z delci lahko pripišemo lokalnim virom, bližini prometnic in daljinskega transporta. Največji deleži so iz smeri NNE, NE in ENE.

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

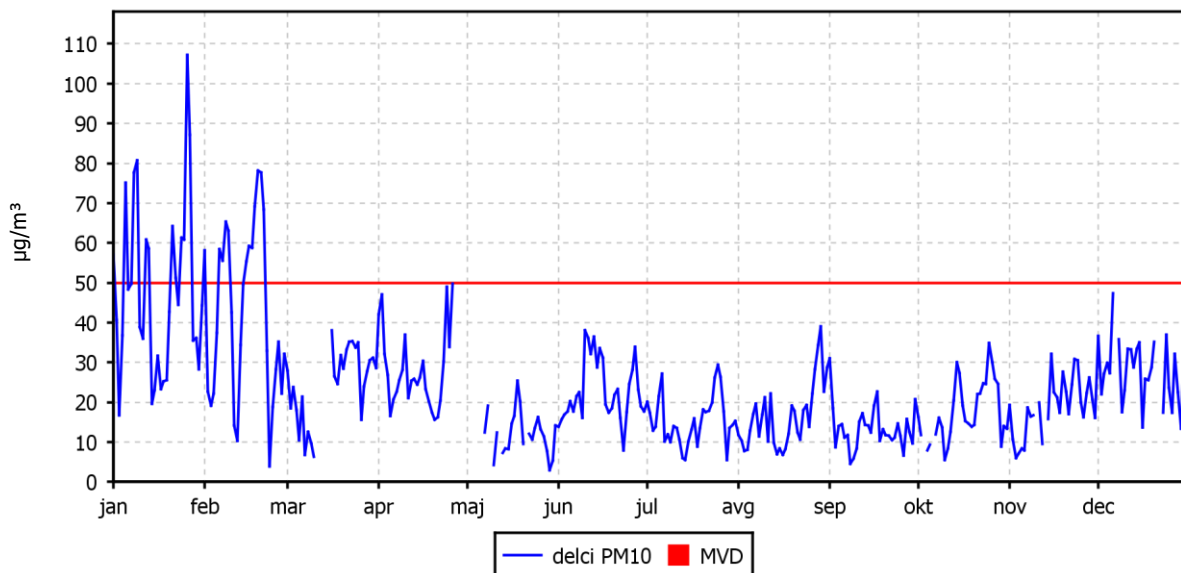
Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

Razpoložljivih urnih podatkov:	8230	94%
Maksimalna urna koncentracija:	158 µg/m ³	27.01.2019 00:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	107 µg/m ³	26.01.2019
Minimalna dnevna koncentracija:	3 µg/m ³	29.05.2019
Srednja koncentracija v obdobju:	24 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	25	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	48 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevnih koncentracij:	72 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

AMP Gaji

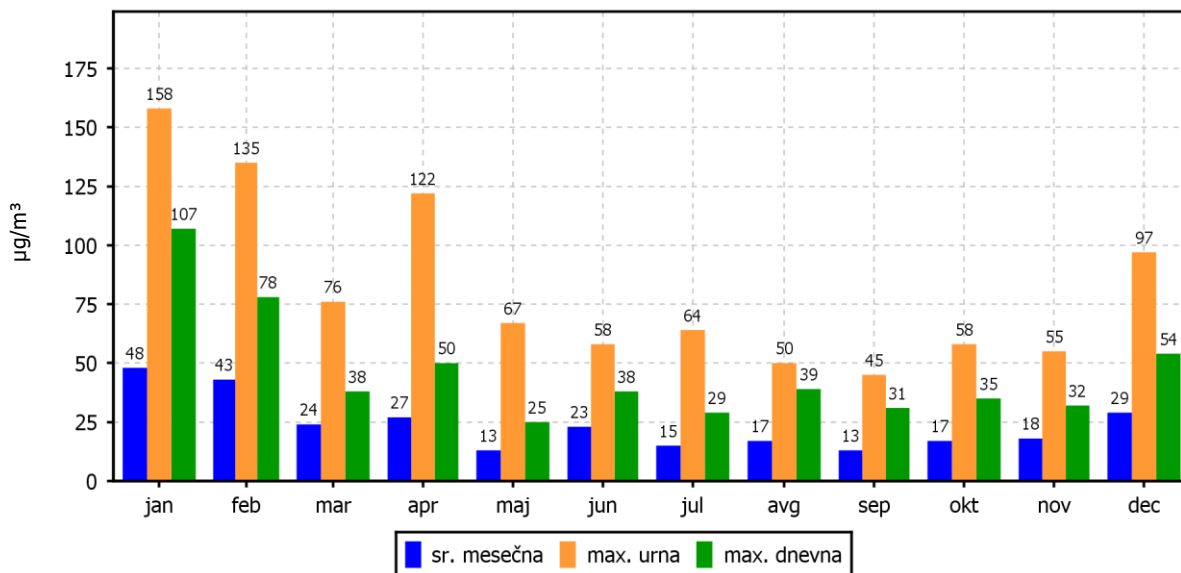
01.01.2019 do 01.01.2020



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

AMP Gaji

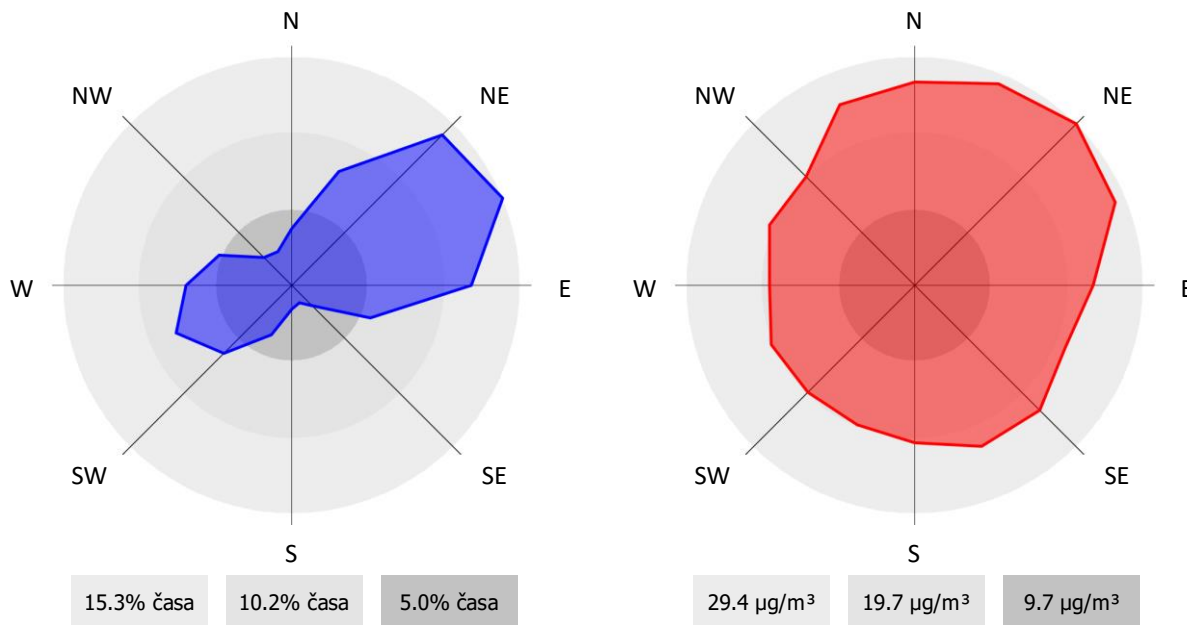
01.01.2019 do 01.01.2020



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2019 do 01.01.2020



3.8 METEOROLOŠKE MERITVE

Temperatura je na merilnem mestu Gaji skozi leto počasi naraščala do poletnih mesecev. Najtoplejši mesec je bil junij, ko je maksimalna urna temperatura dosegla 36 °C (27.06.2019) in dnevna temperatura 27 °C, istega dne. Neznačilno toplel je bil mesec december, ko je temperatura v sredini meseca dosegla nad 10°C. Minimalna temperatura je bila izmerjena v mesecu januarju – 11°C (26.01.2019).

Največ padavin se je pojavilo v juliju (177 mm), maju (156 mm) ter v novembru (153 mm). Mesec z najmanj padavinami je bil januar (18,2 mm) in marec (53,4 mm). Snežna odeja pa se je pojavila najpogosteje v januarju (17 dni), pojavila se je še v marcu (12 dni) in decembru (4 dni). Skozi celo leto je obsegala 22 dni skupaj. Kar je polovici maj kot leto pred tem (45 dni) (vir: ARSO, 2020).

Veter se je pojavil v januarju in marcu oziroma ob spremembi vremenskih pogojev. V toplejšem obdobju leta je bil veter šibkejši. Najmočnejši veter je bil izmerjen v marcu, takrat se je pojavil tudi najmočnejši sunek vetra, dne 7.3 ob 15:00 (maksimalna urna vrednost: 17 km/h). Veter je večinoma časa pihal iz severo-vzhoda oziroma iz smeri NE, ENE in E.

3.8.1 Pregled temperature in relativne vlage v zraku

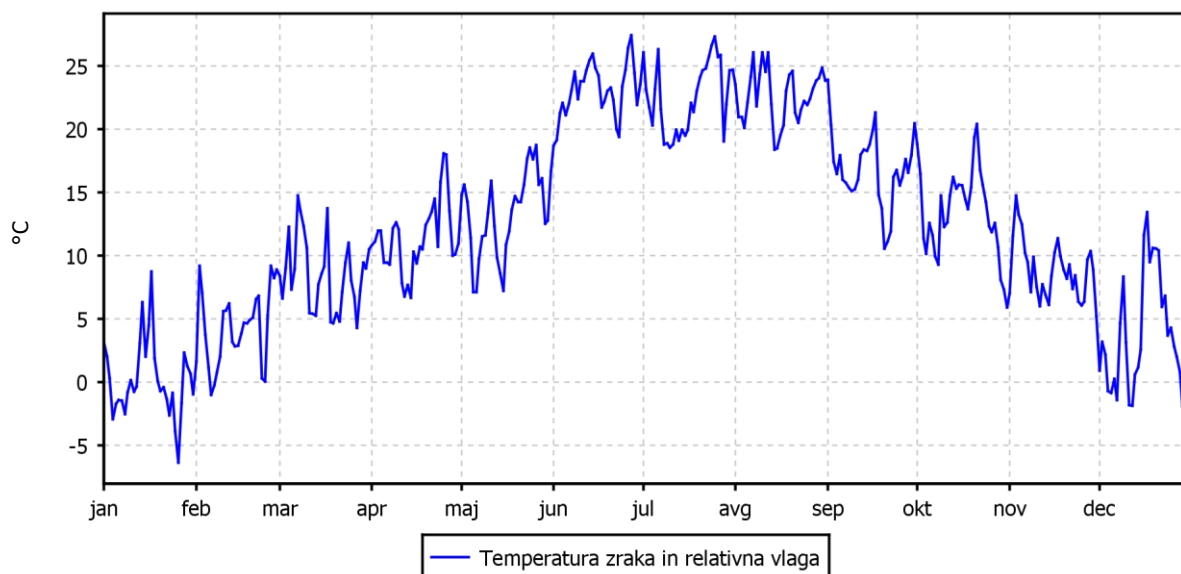
Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8709	99%	7581	87%
Maksimalna urna vrednost	36 °C	27.06.2019 13:00:00	100%	11.04.2019 17:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	27 °C	27.06.2019	99%	01.02.2019
Minimalna urna vrednost	-11 °C	26.01.2019 01:00:00	20%	28.02.2019 15:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-6 °C	26.01.2019	43%	12.02.2019
Srednja vrednost v obdobju	12 °C		79%	

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

AMP Gaji

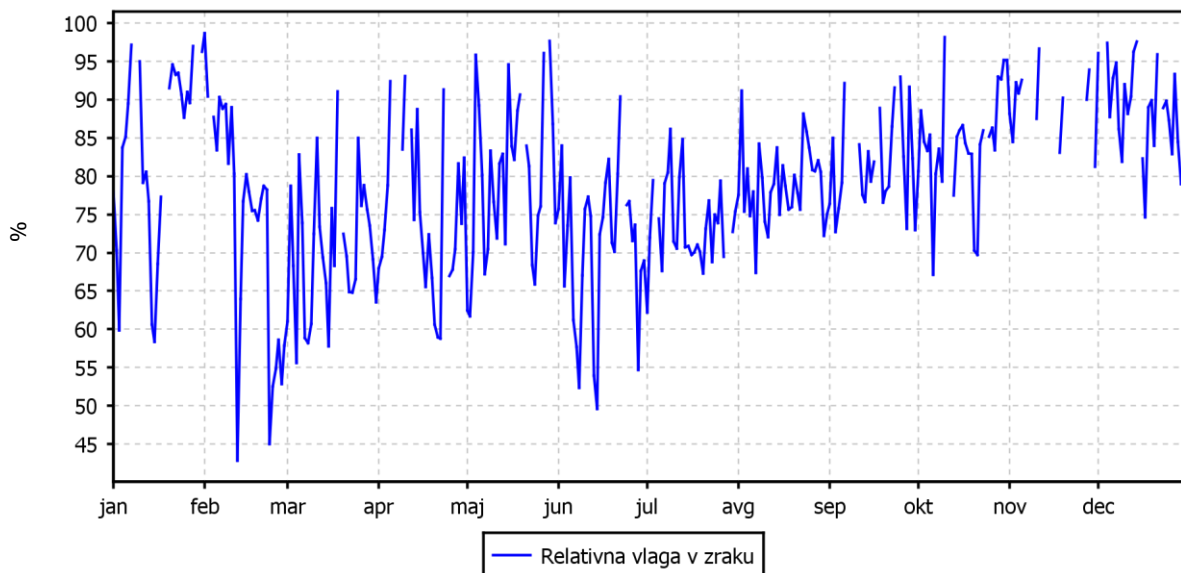
01.01.2019 do 01.01.2020



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

AMP Gaji

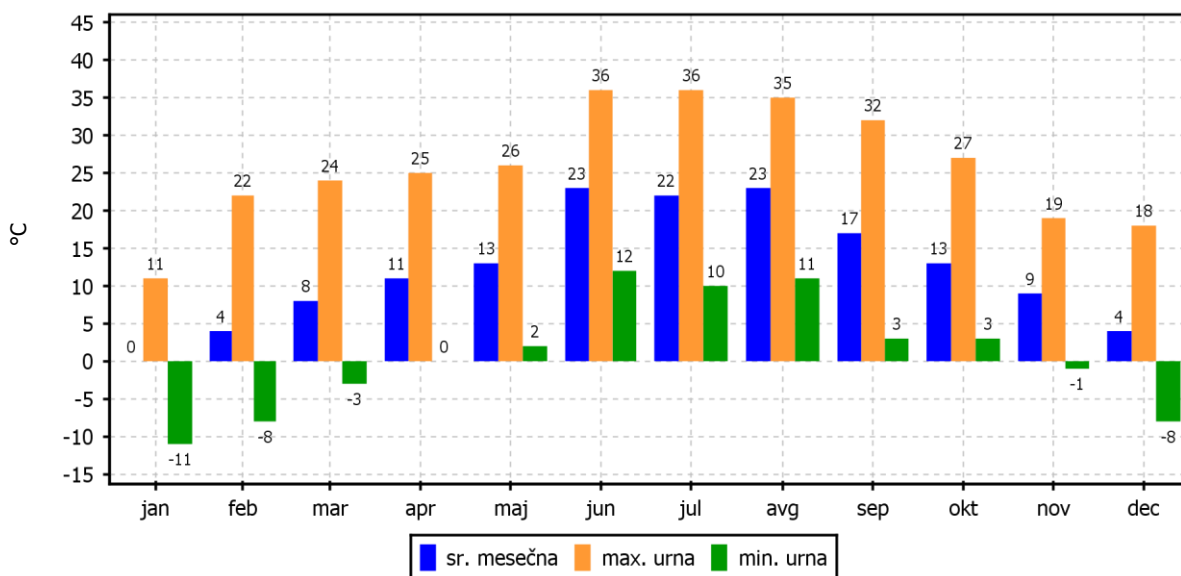
01.01.2019 do 01.01.2020



TEMPERATURA ZRAKA

AMP Gaji

01.01.2019 do 01.01.2020

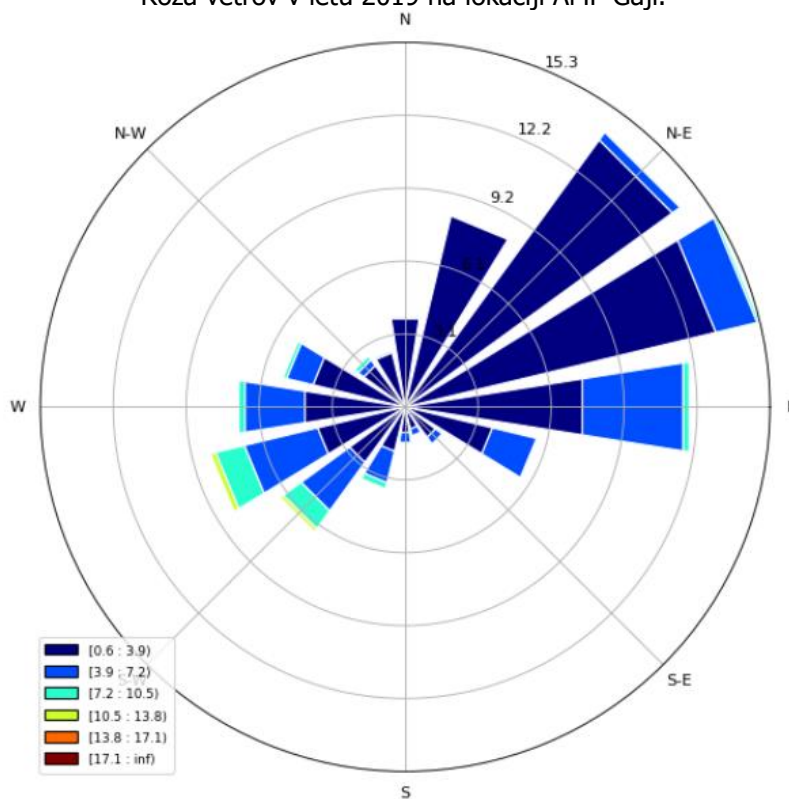


3.8.2 Pregled hitrosti in smeri vetra

Obdobje meritev: 01.01.2019 do 01.01.2020

Razpoložljivih urnih podatkov:	8711	99%
Maksimalna urna hitrost:	17 m/s	07.03.2019 15:00:00
Minimalna urna hitrost:	1 m/s	26.10.2019 23:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	3 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

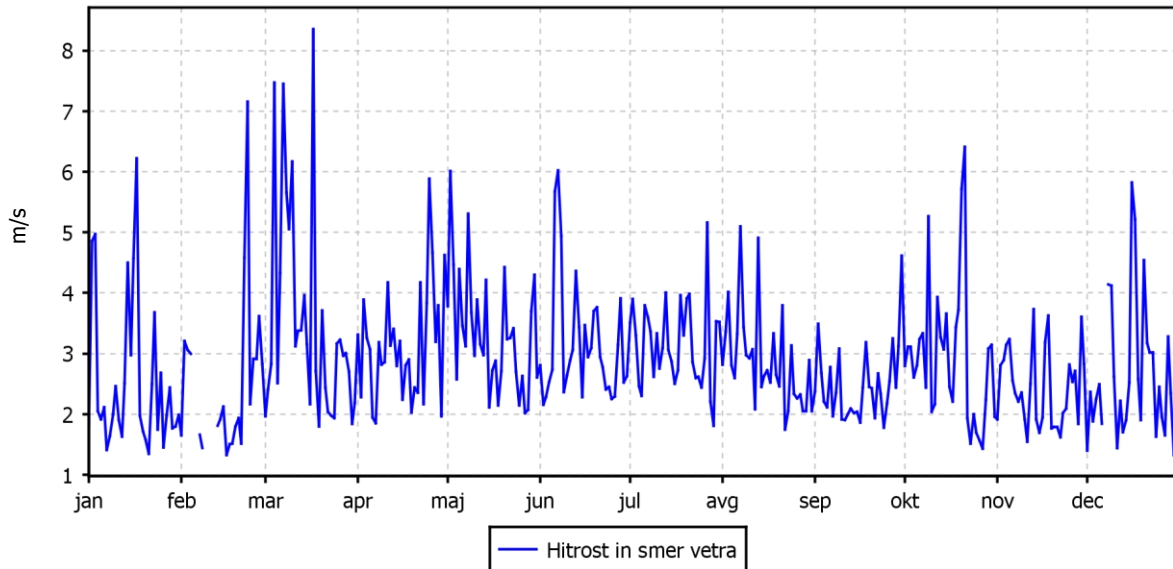
Roža vetrov v letu 2019 na lokaciji AMP Gaji.



DNEVNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

AMP Gaji

01.01.2019 do 01.01.2020



4. ANALIZA IN REZULTAT 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 oz. NO_x glede na vrednosti v letu 2019. Obremenitev z delci PM₁₀ so bile primerne zimskemu obdobju, izmerjenih je bilo tudi 12 prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Povišane koncentracije s prašnimi delci so bile opažene tudi na drugih merilnih mestih v Sloveniji. Onesnaženje je v večini prišlo iz jugo-vzhodnih smeri. Večji del izmerjenih delcev PM₁₀ iz severa lahko z veliko verjetnostjo pripišemo vplivu štajerske avtoceste in malih kurišč. Mesec januarju je imel zelo velike temperaturne razlike, od -6°C. do 9°C. Imel pa je kar 17 dni s snežno odejo.

• Februar

Obremenitev z SO₂ je bila nizka, medtem ko je bila obremenitev z NO₂ v primerjavi z ostalimi izmerjenimi vrednostmi v letu 2019 še vedno nekoliko višja. Opazen pa je bil tudi padajoč trend NO₂ tekom meseca. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila tudi v februarju nekoliko višja, izmerjenih pa je bilo 12 prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje je v večini prišlo iz severno-vzhodne smeri, torej iz smeri industrijskih obratov, avtoceste in malih kurišč in južne smeri. Februarja so v začetku meseca zaznamovale obilne padavine in močan veter, ob koncu pa neobičajno toplo vreme, ki je ob koncu meseca privedlo do neobičajno toplega in sončnega vremena. Temperatura se je tekom meseca gibala med -1°C in 9°C.

• Marec

Obremenitev z SO₂ je bila razmeroma nizka in pričakovana. Izmerjene koncentracije SO₂ so bile prevladujoče iz juga. Izmerjene koncentracije PM₁₀ in NO₂ so bile precej nižje od prejšnjega meseca. Merilnik PM₁₀ v obdobju med 11. in 15. ni deloval. V tem mesecu ni bilo prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje je prišlo po večini iz južne smeri oziroma iz smeri kjer so mala kurišča pogostejša. V mestnem jedru imajo hiše namreč možnost priključka na zemeljski plin. V primerjavi s temperaturami v lanskem marcu so bile le-te precej visoke in so se gibale med 4°C in 15°C. Marec je bil nadpovprečno topel in sončen mesec.

• April

Obremenitev z SO₂ je bila običajna. Izmerjene koncentracije NO₂ so imele tekom meseca negativen trend. Onesnaženje z NO₂ je z severo-zahodno cirkulacijo prevladujoče prihajalo iz smeri štajerske avtoceste, medtem ko je iz zahoda prevladovalo iz večjih prometnic v MO Celje. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila primerljiva s prejšnjim mesecem in ni bilo izmerjenih prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje z delci je bilo bolj pogosto opaziti iz zahodne smeri, kar nakazuje na kopičenje delcev v Celjski kotlini. Aprila je bil razmeroma topel in sončen mesec, zapadlo pa je 50 mm padavin. April je bil na svetovni ravni drugi najtoplejši mesec.

• Maj

Obremenitev z SO₂ je bila primerljiva prejšnjim mesecem. Izmerjene koncentracije NO₂ pa so imele še naprej negativen trend. Onesnaženje z NO₂ je bilo prevladujoče iz zahodne smeri oziroma iz smeri večjih prometnic in industrije. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila v zakonsko predpisanih mejah, na lokaciji ni bilo izmerjenih prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje z delci je bilo dokaj enakomerno iz vseh smeri, kar nakazuje na kopičenje delcev v Celjski kotlini. V maj je bilo nekaj precej hladnih dni s nekoliko večjimi količinami padavin.

• Junij

Obremenitev z SO₂ je bila precej podobna prejšnjemu mesecu. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile tudi v juniju precej nizke. Onesnaženje z NO₂ je bilo prevladujoče iz jugo-vzhoda, iz smeri večjih industrijskih obratov. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila v zakonsko predpisanih mejah, na lokaciji pa ni bilo izmerjenih prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje z delci je bilo malenkost bolj obsežno iz zahodne strani oziroma iz strani strogega mestnega centra. Tudi junij je bil precej topel mesec s številnimi neurji. Junij je bil na svetovnem in evropskem nivoju najtoplejši doslej, v Slovenji pa je bil najbolj sončen in drugi najtoplejši.

- **Julij**

Onesnaženje z SO₂ je bilo precej podobno prejšnjemu mesecu in je v večini prišlo iz južne in severne strani. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile nizke. Onesnaženje z NO₂ je bilo prevladujoče iz severa oziroma iz strani štajerske avtoceste. Obremenitev z delci PM₁₀ so bile značilne toplejšemu obdobju leta in ni bilo prekoračitev mejnih vrednosti. Onesnaženje z delci je dokaj enakomerno iz vseh smeri, kar nakazuje na več manjših virov emisij delcev v Celjski kotlini. Prva polovica julija je bila precej hladna, v drugi polovici julija pa se je temperatura dvigovala intervalno tekomom meseca.

- **Avgust**

Onesnaženje z SO₂ je bilo značilno poletno nizko in je prišlo večinoma iz severo-zahodne smeri, medtem ko so se koncentracije NO₂ počasi dvigovali. Obremenitev z delci PM₁₀ je bilo značilno za poletno obdobje. Onesnaženje pa je prišlo večinoma iz severo-zahodne smeri. Poletna suša in vročina sta bili v avgustu zelo izraziti. V Sloveniji pa je bilo poletje 2019 drugo najtoplejše.

- **September**

Onesnaženje z SO₂ je bilo precej podobno kot prejšnji mesec. Onesnaženje pa je prišlo iz jugo-zahodne smeri. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile ta mesec malenkost višje kot v avgustu. Koncentracije PM₁₀ delcev so bile podobne prejšnjemu mesecu. Manjšo obremenitev z delci lahko pripišemo boljšim vremenskim razmeram v toplem delu leta, predvsem odsotnosti megle, prevetrenosti in padavinam, ki so čistile ozračje.

- **Oktober**

Onesnaženje z SO₂ in NO₂ so bile precej podobne prejšnjemu mesecu. Obremenitve so prihajale predvsem iz jugo-zahodne smeri. Izmerjene vrednosti prašnih delcev so bile tudi v oktobru nekoliko višje, kar je povezano z lokalno meteorologijo. Padavine so se pojavile v začetku in koncu meseca, oktober pa je bil precej suh in razmeroma topel mesec.

- **November**

Onesnaženje z SO₂ je prišlo predvsem iz strani WSW, koncentracije pa so bile zelo podobne koncentracijam prejšnjega meseca. Koncentracije NO₂ so tudi v tem mesecu naraščale, kar je značilen letni cikel koncentracij NO₂. Onesnaženje pa je prihajalo predvsem iz severo-zahodne smeri. Koncentracije prašnih delcev so bile precej podobne prejšnjemu mesecu s rahlim pozitivnim trendom. Vreme je bilo še vedno precej toplo, temperature pa so se gibale med 2,5°C in 17°C.

- **December**

Onesnaženje z SO₂ je bilo podobno kot vse pretekle mesece nizko in je v večini prišlo iz juga, oziroma iz strani večjih industrijskih obratov. Izmerjene koncentracije NO₂ so od avgusta malenkost naraščale. Tudi onesnaženje z NO₂ je v decembru prišlo iz jugo-vzhodne smeri. Prvi del decembra je bil razmeroma topel, brez večjega obdobja padavin, temperatura pa se je dvignila do 17,5°C. V drugi polovici meseca je opazen rahel padec zunanje temperature. Zaradi ugodnih meteoroloških pogojev je bila v tem mesecu je bila 1 prekoračitev dnevne mejne vrednosti PM₁₀. Onesnaženje je prišlo predvsem iz severo-vzhodne smeri.

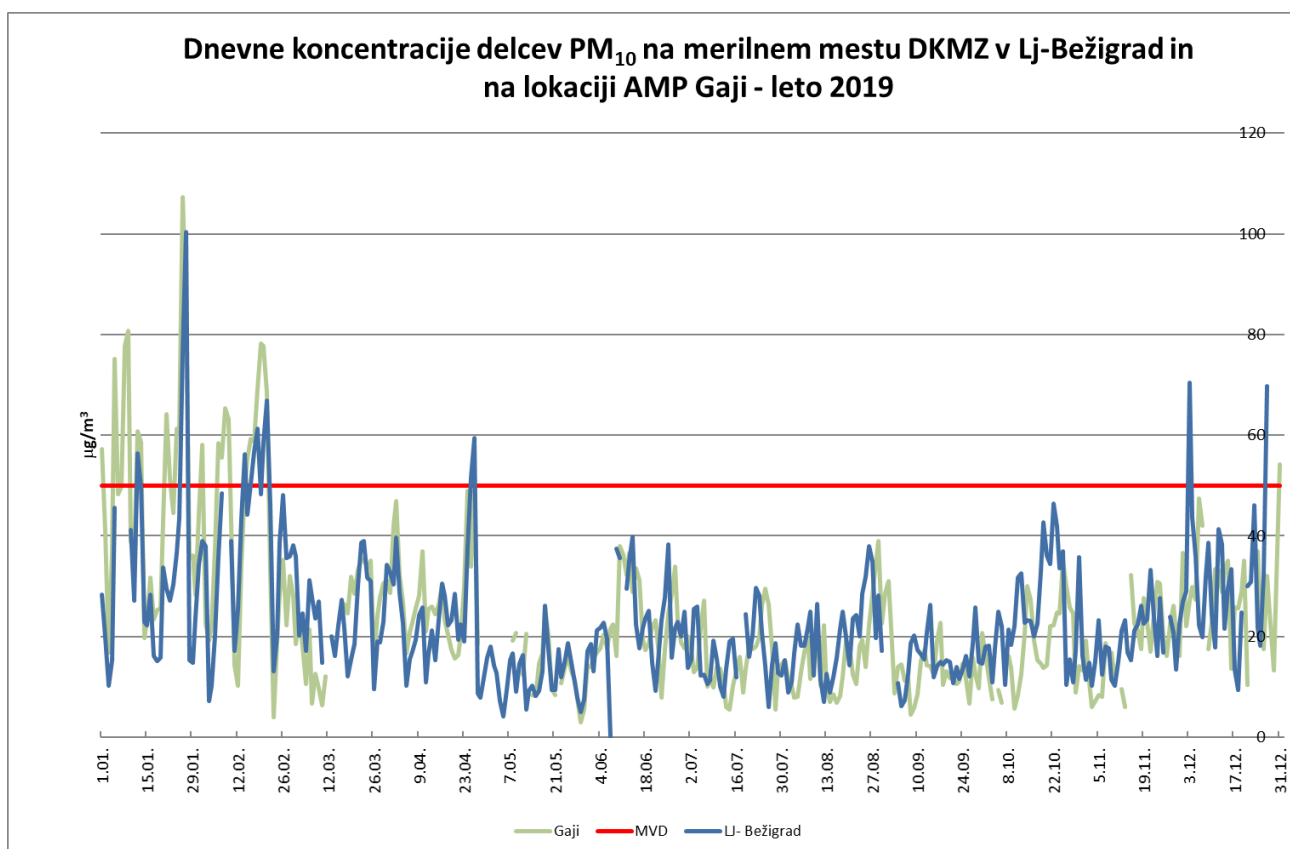
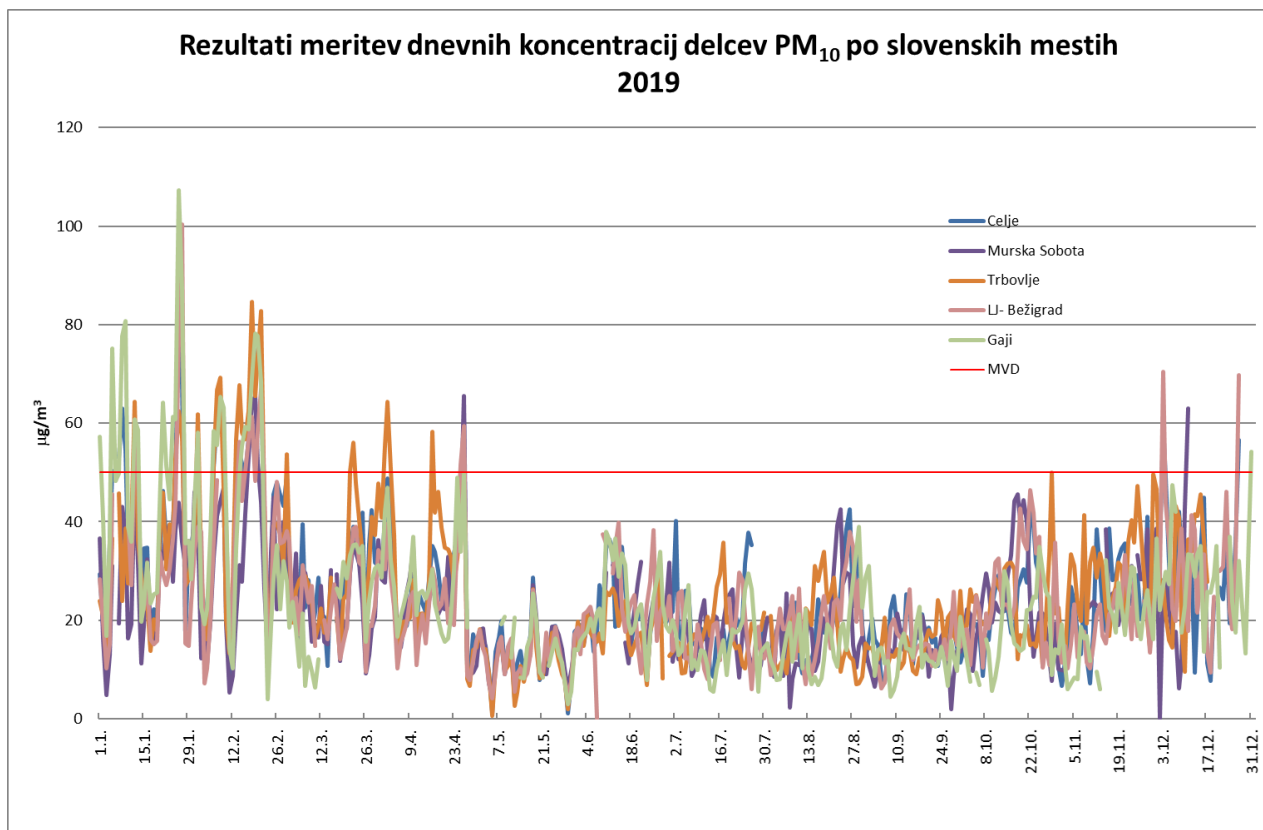
5. PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM₁₀ V SLOVENSKIH MESTIH LETO 2019

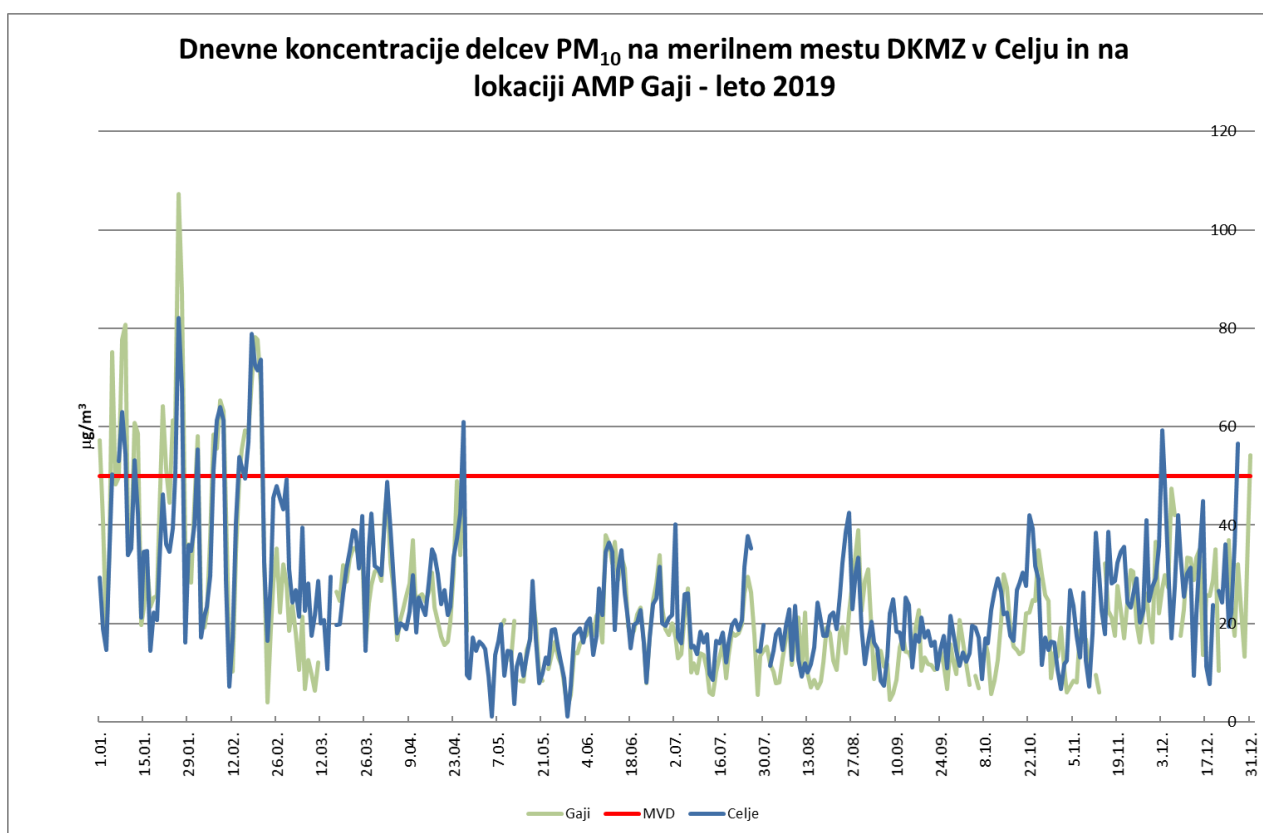
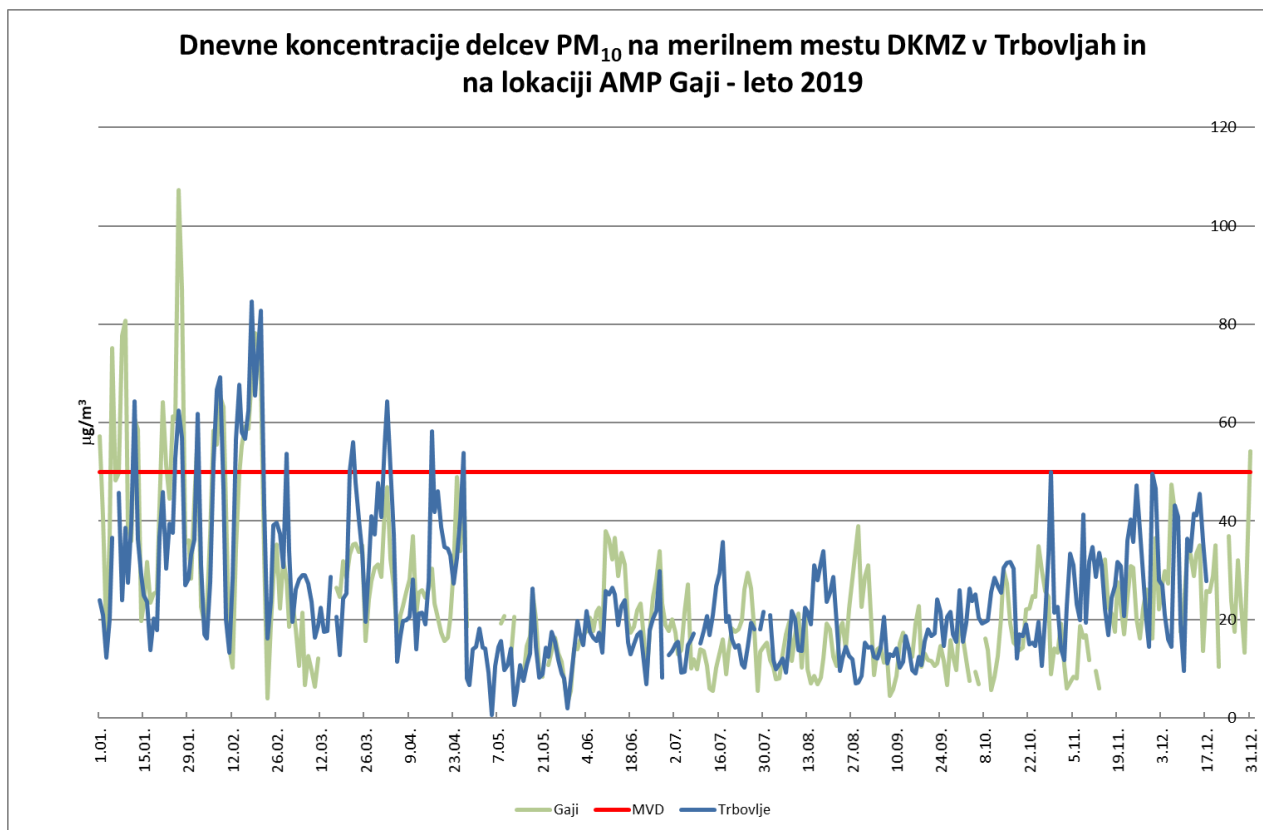
Na naslednjih straneh je predstavljena primerjava dnevni koncentracij PM₁₀ med AMP Gaji in postajah po drugih slovenskih mestih. V nadaljevanju je poleg merilnega mesta Gaji narejena analiza PM₁₀ v letu 2019 tudi na merilnih mestih Celje, Murska Sobota, Ljubljana – Bežigrad in Trbovlje. V teh krajih redno potekajo meritve koncentracij prašnih delcev PM₁₀.

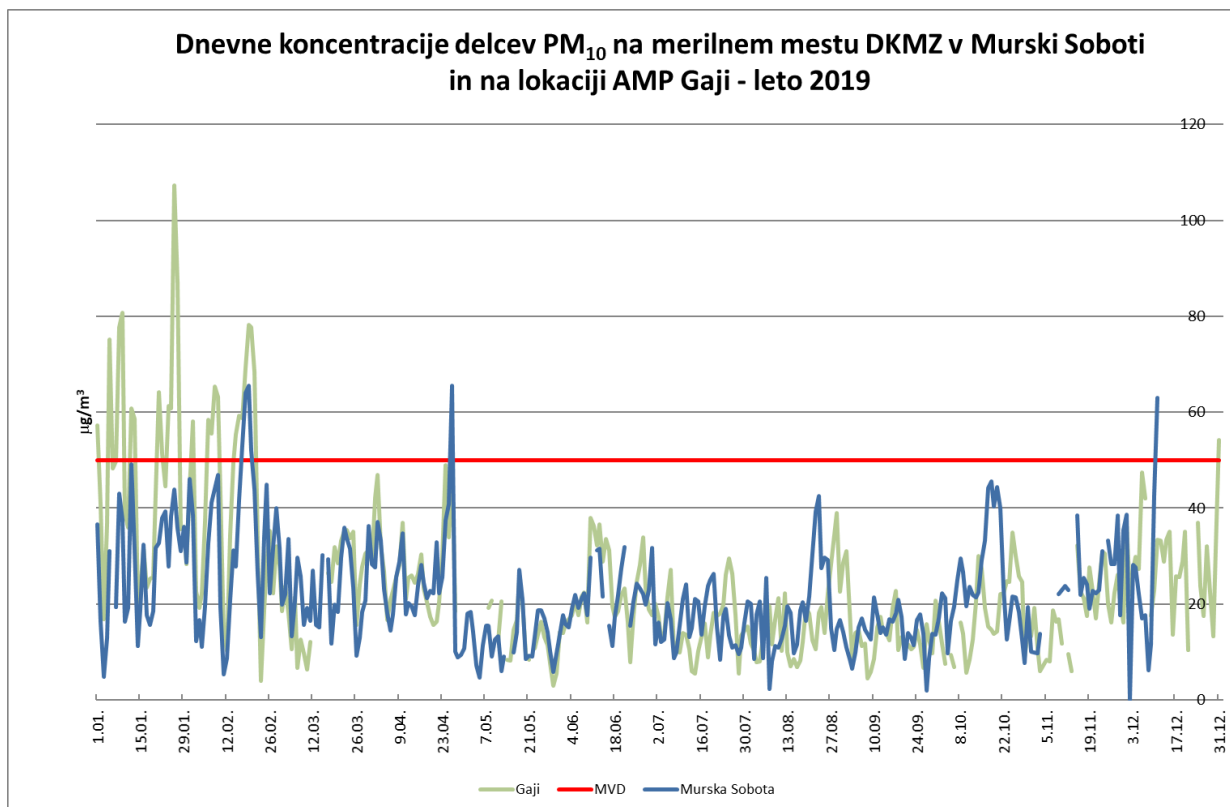
Koncentracije prašnih delcev so imele po vseh dotičnih krajih precej podoben trend gibanja. Nekoliko višje koncentracije so opazne v zimskih mesec, predvsem januarja, februarja in decembra, ko je zaradi neugodnih meteoroloških pogojev onesnaženje z delci povečano. V mesecu marcu so bile koncentracije nekoliko nižje. Oblačen in nekoliko deževen april pa je ponovno privedel, do preseganj zakonodajno dovoljene dnevne mejne vrednosti dne 23.4, v vzhodni polovici države. 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. Na obravnavanih postajah v državni merilni mreži je največ prekoračitev zabeleženo na postaji v Celju in Trbovljah. Na nobenem merilnem mestu pa ni bilo preseganj zakonodajno določene povprečne dnevne vrednosti več kot 35-krat. Večjo obremenitev z delci gre predvsem pripisati neugodni meteorološki situaciji v zimskem času na začetku in ob koncu leta brez večjih padavin, brez dobre prevetritve in ob pojavi inverzijske plasti na področju cele države.

	Gaji	Celje	Murska Sobota	Trbovlje	Ljubljana - Bežigrad
Januar	12	5*	6	0	5
Februar	12	14	6	11	9
Marec	0	0	0	0	0
April	0	1	1	3	0
Maj	0	0	0	0	0
Junij	0	0	0	0	0
Julij	0	0	0	0	0
Avgust	0	0	0	0	0
September	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0
November	0	0	0	1	0
December	1	3	1	1	2
Skupno:	25	23	14	26	16

*Premalo veljavnih meritev, informativen podatek







6. ZAKLJUČEK

Iz analize podatkov za leto 2019 je razvidno, da za parametra SO₂ in NO₂ ni bilo preseganj mejne urne in dnevne vrednosti. Presežena pa je bila kritična vrednost za varstvo rastlin parametra NO_x. Razpoložljivost podatkov parametra NO₂/NO_x je bila 98%, medtem ko je bila razpoložljivost podatkov za SO₂ 99%. Koncentracije prašnih delcev so prav tako presegle dovoljeno število preseganj dnevne mejne vrednosti, od dovoljenih 35 je bilo izmerjenih na merilnem mestu Gaji 25-preseganj. Njihova razpoložljivost podatkov je bila 94%. 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.