



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

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

leto 2018

217224_A2-13

Ljubljana, MAREC 2019



ELEKTROINŠTITUT MILAN VIDMAR

Inštitut za elektrogospodarstvo in elektroindustrijo
Ljubljana
Oddelek za okolje

Št. poročila: 217224_A2-13

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

leto 2018

Ljubljana, MAREC 2019

Direktor:

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

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

© Elektroinštitut Milan Vidmar 2019

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_A2-13	
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, mag. ekol. Nina Miklavčič, univ. dipl. fiz. Tine GORJUP, rač. teh.	
Datum izdelave:	MAREC 2019	
Seznam prejemnikov poročila:	Mestna občina Celje	1 x cd 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
3.1	VZDRŽEVALNI IN TESTNI POSEGI V AMP GAJI.....	11
3.2	PRIKAZ REZULTATOV MERITEV.....	13
3.2.1	Pregled koncentracij v zraku: SO ₂	14
3.2.2	Pregled koncentracij v zraku: NO ₂	17
3.2.3	Pregled koncentracij v zraku: NO _x	20
3.2.4	Pregled koncentracij v zraku: NH ₃	23
3.2.5	Pregled koncentracij v zraku: PM ₁₀	25
3.3	Meteorološke meritve.....	30
3.3.1	Pregled temperature in relativne vlage v zraku.....	30
3.3.2	Pregled hitrosti in smeri vetra.....	32
4	ANALIZA IN REZULTAT MERITEV NA MESEČNEM NIVOJU.....	35
5	PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM ₁₀ V SLOVENSКИH MESTIH LETO 2018.....	37
6	ZAKLJUČEK.....	41



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, 2016). Poročilo je namenjen prikazu spremljanja in analize rezultatov na avtomatski merilni postaji Gaji ter spremljanju kakovosti zunanjega zraka v letu 2018 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 2018. Vključeni so rezultati meritev kakovosti zunanjega zraka: koncentracije SO₂, NO₂, NO_x, amonijaka, delcev PM₁₀ in meteorološke meritve.

Meritve BTX-ov, torej snovi benzena, toluena, M&P ksilena, etilbenzena in O-ksilena se v letu 2018 niso izvajale, saj je merilnik na večjem servisnem posegu pri pooblaščenem serviserju. Zaradi tega so te snovi v letnem poročilu izločene.

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 98% procentov meritev SO₂ in NH₃, ter 99% NO₂/NO_x in PM₁₀. Prav tako v letu 2018 niso bile presežene mejne vrednosti dnevnih in urnih zakonsko dovoljenih mejnih vrednosti merjenih snovi, z izjemo prašnih delcev, kjer je bila dnevna vrednost presežena 43-krat.

Trenutne vrednosti koncentracij SO₂, NO₂, NO_x, benzena, toluena, M & P ksilena, 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 2018 [<http://www.okolje.info/index.php/porocila-moc>].

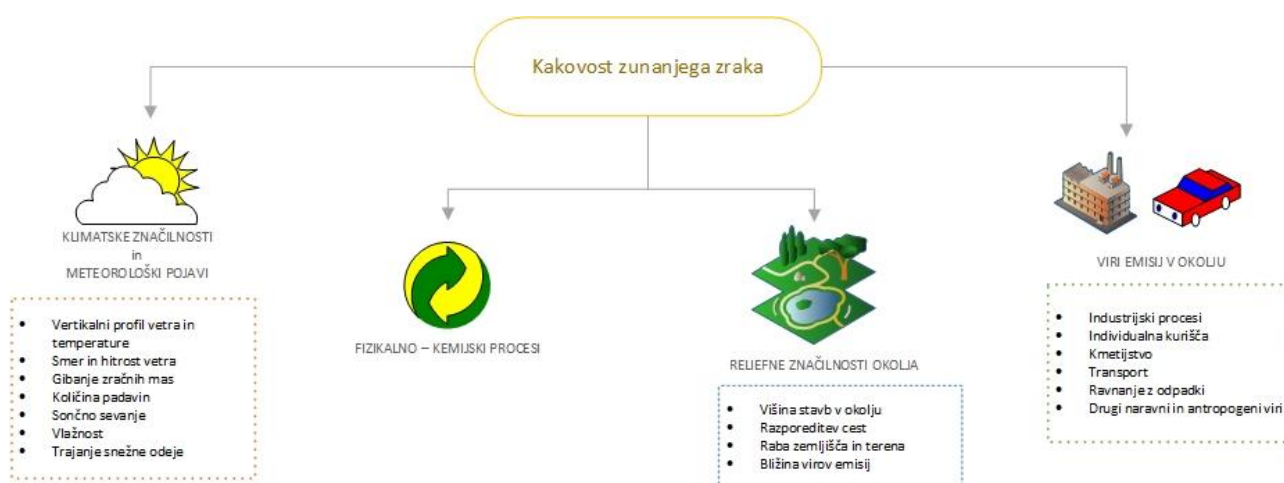


2 VPOGLED V SISTEM MERITEV NA AMP GAJI

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 gospodinjskih 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 zunanega zraka zagotavlja država, dolžni pa so ga izvajati tudi povzročitelji obremenitve zunanega zraka, ki morajo pri opravljanju svoje dejavnosti v sklopu obratovalnega monitoringa, zagotavljati tudi monitoring stanja okolja, oziroma monitoring kakovosti zunanega zraka. Onesnaževanje zunanega 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 zunanega 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 zunanega 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 zunanega 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 zunanega zraka med drugim predpisuje zahteve v zvezi z ocenjevanjem kakovosti zraka na območju vrednotenja obremenitve zunanega zraka.

Za doseganje skladnosti z mejnimi vrednostmi za delce PM₁₀ je Vlada Republike Slovenije v sodelovanju z lokalnimi skupnostmi pripravila Načrte za kakovost zunanega zraka za mestne občine Celje, 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)*. 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 zunanega 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 zunanega zraka

Monitoring kakovosti zunanega 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 mestnem območju, ki ima značilnosti industrije 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	522760	122090



Slika 2: Lokacija AMP Gaji (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 zunanega 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 zunanega 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 zunanega zraka v avtomatski merilni postaji v letu 2018:

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 zunanega 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 zunanega 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.

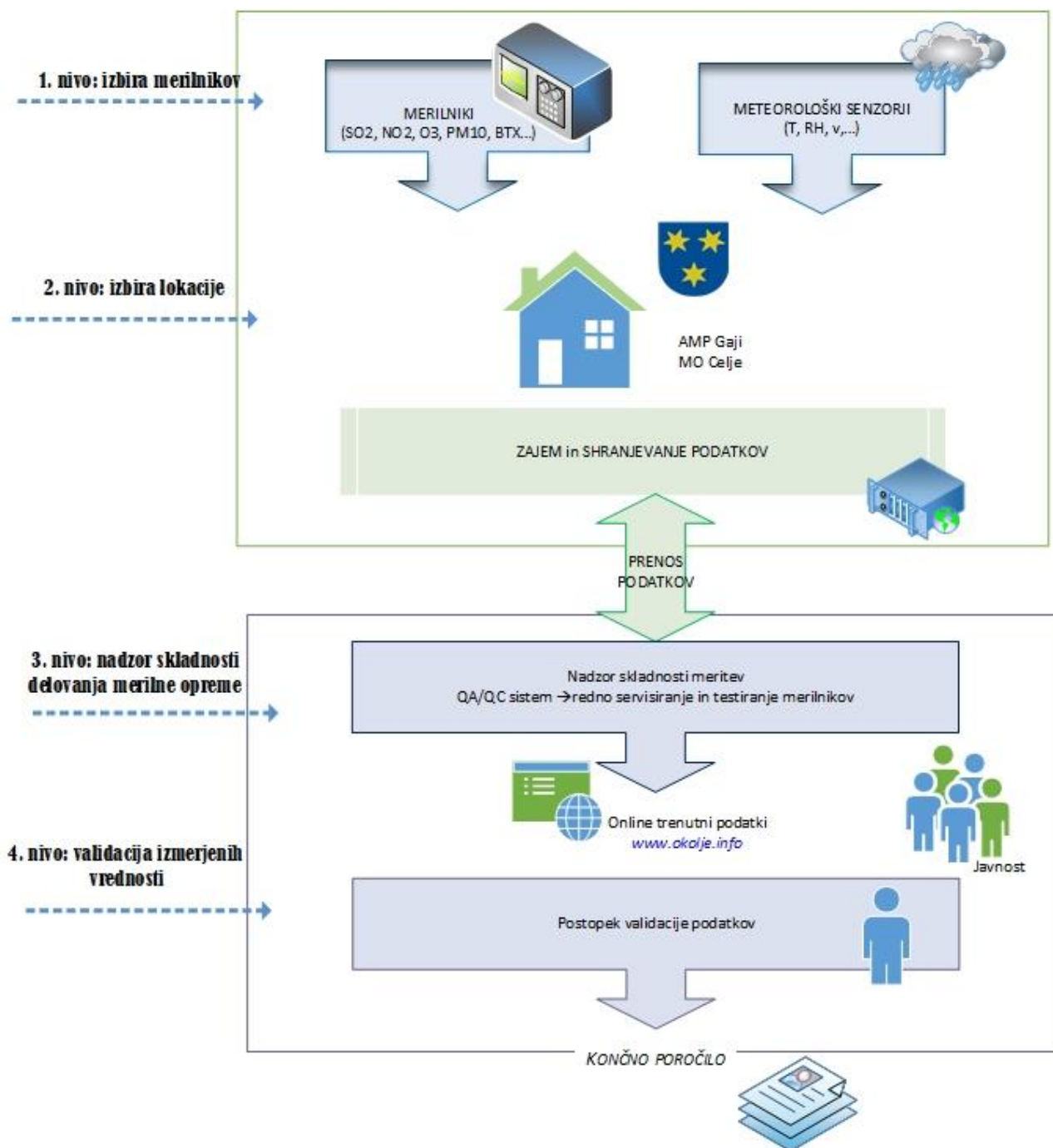
4. Nivo: Validacija

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 zunanjega 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.

3.1 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 2018 prikazani v spodnji tabeli.

Datum	Naziv	Komentar
06.03.2018	Ostalo	Ob vstopu v postajo ni bila možna deaktivacija alarma, zato je bil potreben klic na podjetje, ki skrbi za alarmni sistem.
08.05.2018	Košnja trave okoli AMP.	
04.06.2018	Čiščenje klimatske naprave	Zaradi zaledenosti klime - v postaji 40 °C jebil naročen servis Molierja. O tem je bila obveščena tudi ga. Mašat, predstavnica MO Celje.
07.06.2018	Servis klime	Izvedel se je servis in polnjenje klime Mollier.
19.06.2018	Nastavitev klime	Zaradi nizke temperature v postaji je bil potreben dvig nastavljen temp. iz 20 na 22°C.
15.11.2018	Čiščenje notranjosti postaje	
15.11.2018	Čiščenje cevi za zajem vzorca	
15.11.2018	Čiščenje klimatske naprave	
29.11.2018	Nastavitev klime	Zaradi nizke temperature v postaji je bil potreben dvig temperature preko daljinskega upravljalnika iz 22 na 23 °C.

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 NO _x /NH ₃	712121060	Naravnavanje Zadnji poseg: 15.11.2018 Nasl. poseg: 15.02.2018 Linearnost Zadnji poseg: 11.04.2018 Nasl. poseg: 11.04.2019 Učinkovitost konverterja Zadnji poseg: 11.04.2018 Nasl. poseg: 11.04.2019 Zamenjava delov in večji servisni poseg 15.11.2018
140AB265970703	TEOM PM10 + FDMS	140AB 265970703	Naravnavanje Zadnji poseg: 15.11.2018 Nasl. poseg: 15.11.2019
352_US6M	WindSonic 8352.US6M	8352.US6M	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.
6644	Teledyne 100E SO2	6644	Naravnavanje Zadnji poseg: 14.09.2018 Nasl. poseg: 14.12.2018 Linearnost Zadnji poseg: 14.09.2018 Nasl. poseg: 10.04.2019
6767	Koncentrator	6767	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.
8160_TFF10	Lufft 8160 TFF10	8160_TFF10	Brez posebnosti, nemoteno delovanje.
CM070100003	THERMO 43i SO2	CM07100003	Naravnavanje Zadnji poseg: 21.11.2018 Nasl. poseg: 21.02.2019 Linearnost Zadnji poseg: 10.04.2018 Nasl. poseg: 10.04.2019

3.2 PRIKAZ REZULTATOV MERITEV

V poročilu so za leto 2018 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 2018 na tej lokaciji. Vse leto je na lokaciji AMP Gaji izmerjena največja obremenitev z delci PM₁₀. Manjša je obremenitev z dušikovim dioksidom, opazna pa je relativno visoka obremenitev z dušikovim oksidom, ki se je še posebej izrazila v zgodnjem jutranjem času okrog med 6.00 in 8.00 ter v popoldanskem času med 17.00 in 20.00. Postaja je locirana v industrijskem okolju in v bližini avtoceste, zato znatna prisotnost NO/NO₂ oz NO_x ne preseneča. Izmerjene koncentracije SO₂ so relativno nizke, večina izmerjenih koncentracij je prišla iz juga.

Pregled preseženih vrednosti: SO₂ leto 2018

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

Pregled preseženih vrednosti: NO₂ leto 2018

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

Pregled preseženih vrednosti: delci PM₁₀ leto 2018

	nad MVU	AV	nad MVD	podatkov
postaja	urne v.	3 urne v.	dnevne v.	%
AMP Gaji	-	-	43	98

Pregled srednjih koncentracij: SO₂ (µg/m³) za leto 2018 in pretekla leta

postaja	2016	2017	2018
AMP Gaji	4	5	6

Pregled srednjih koncentracij: NO₂ (µg/m³) za leto 2018 in pretekla leta

postaja	2016	2017	2018
AMP Gaji	16	22	17

Pregled srednjih koncentracij: NO_x (µg/m³) za leto 2018 in pretekla leta

postaja	2016	2017	2018
AMP Gaji	37	48	46

Pregled srednjih koncentracij: delci PM₁₀ (µg/m³) za leto 2018 in pretekla leta

postaja	2016	2017	2018
AMP Gaji	27	25	29

Pregled srednjih koncentracij SO₂ (µg/m³) za 01.10.2017 - 01.04.2018

postaja	*
AMP Gaji	9

Pregled srednjih koncentracij NO_x (µg/m³) za 01.01.2018 - 31.12.2019

postaja	**
AMP Gaji	48

3.2.1 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: SO₂

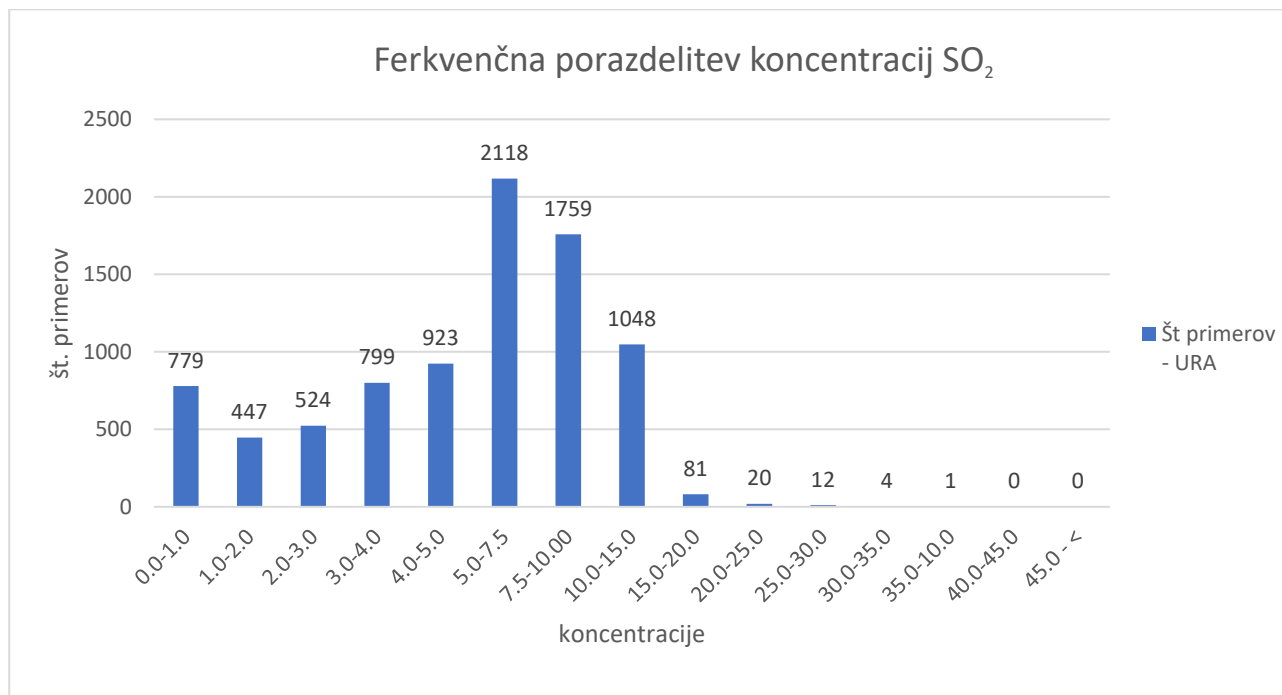
V letu 2018 je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjeno več kot 90 % pravih rezultatov urnih koncentracij SO₂ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev SO₂ monitoringa kakovosti zunanjega zraka MO Celje. Urna mejna vrednost (350 µg/m³) in dnevna mejna vrednost SO₂ (125 µg/m³) nista bili preseženi. Maksimalna urna koncentracija SO₂ je znašala 38 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija pa 14 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 6 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je zelo nizek. Onesnaženje je prišlo v največji meri iz juga. 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: 01.01.2018 do 01.01.2019

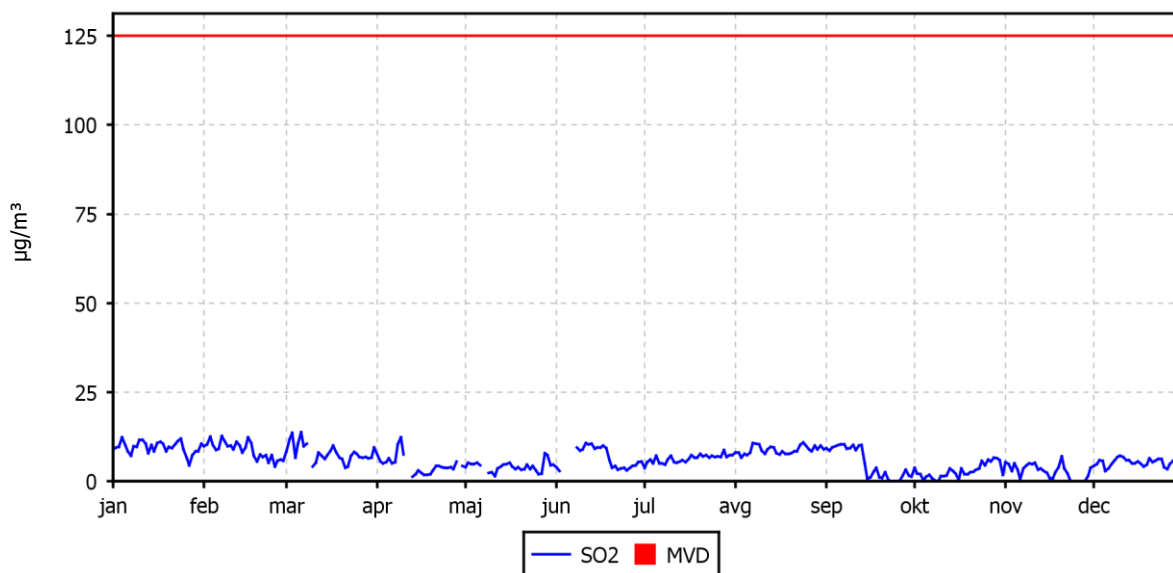
Razpoložljivih urnih podatkov:	8515	98%
Maksimalna urna koncentracija:	38 µg/m ³	28.01.2018 16:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	14 µg/m ³	06.03.2018
Minimalna dnevna koncentracija:	0 µg/m ³	23.09.2018
Srednja koncentracija v obdobju:	6 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.17 - 1.4.18):	9 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:	13 µg/m ³	



DNEVNE KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

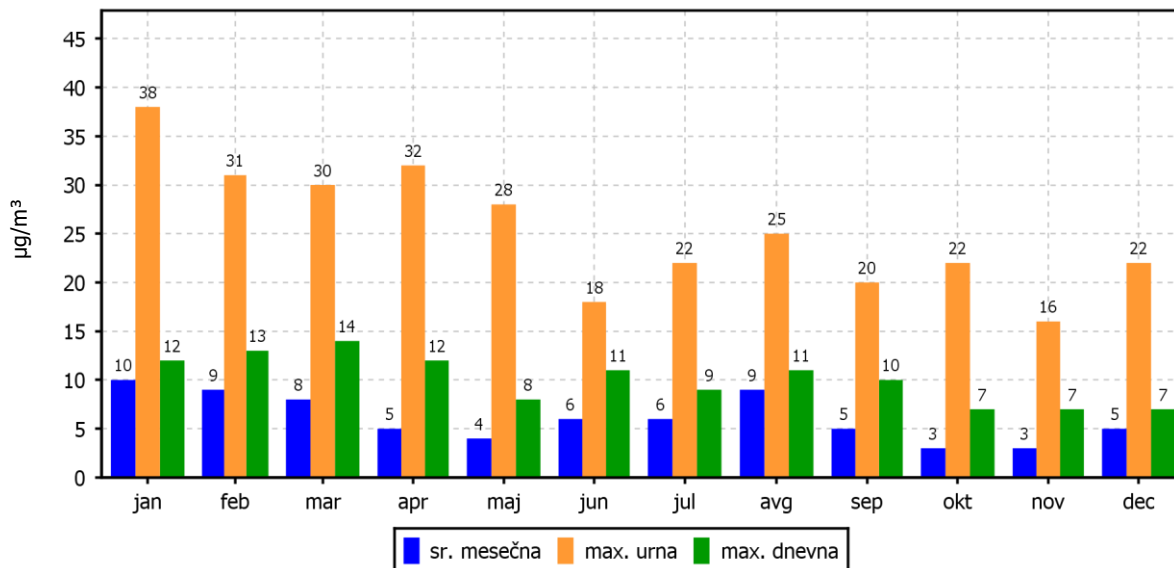
01.01.2018 do 01.01.2019



KONCENTRACIJE - SO₂

AMP Gaji

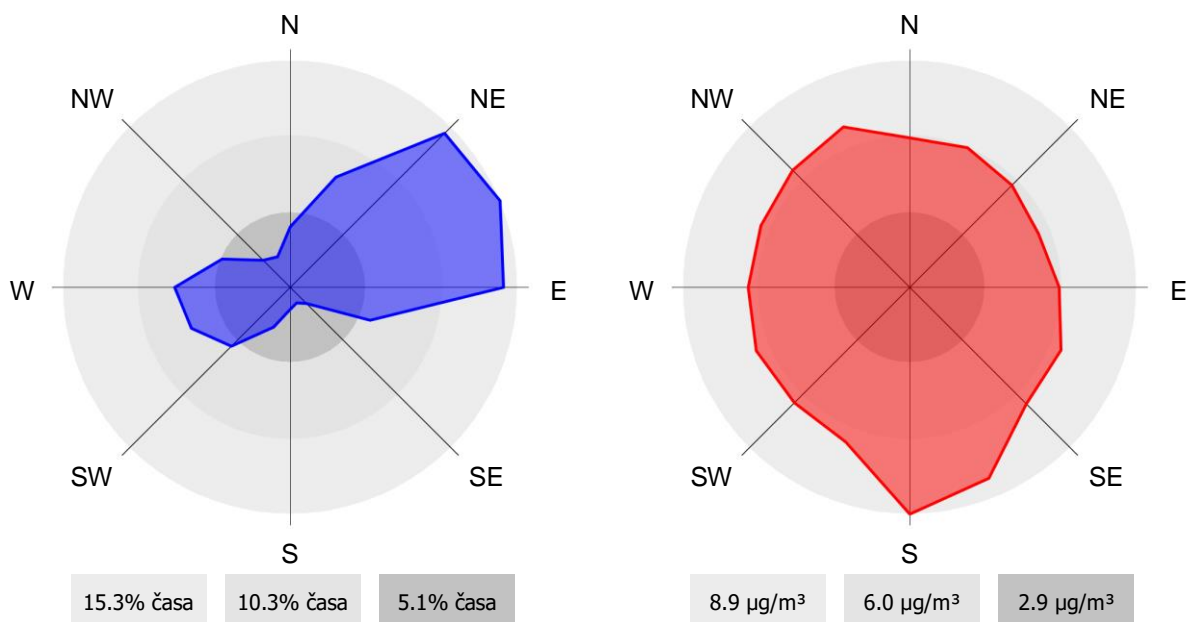
01.01.2018 do 01.01.2019



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2018 do 01.01.2019



3.2.2 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: NO₂

V letu 2018 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 105 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija 54 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 17 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je srednji. Onesnaženje NO₂ je v največjem obsegu prišlo iz severnih in zahodnih smeri. Največji deleži so iz smeri N, NNW, NNE in W.

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: 01.01.2018 do 01.01.2019

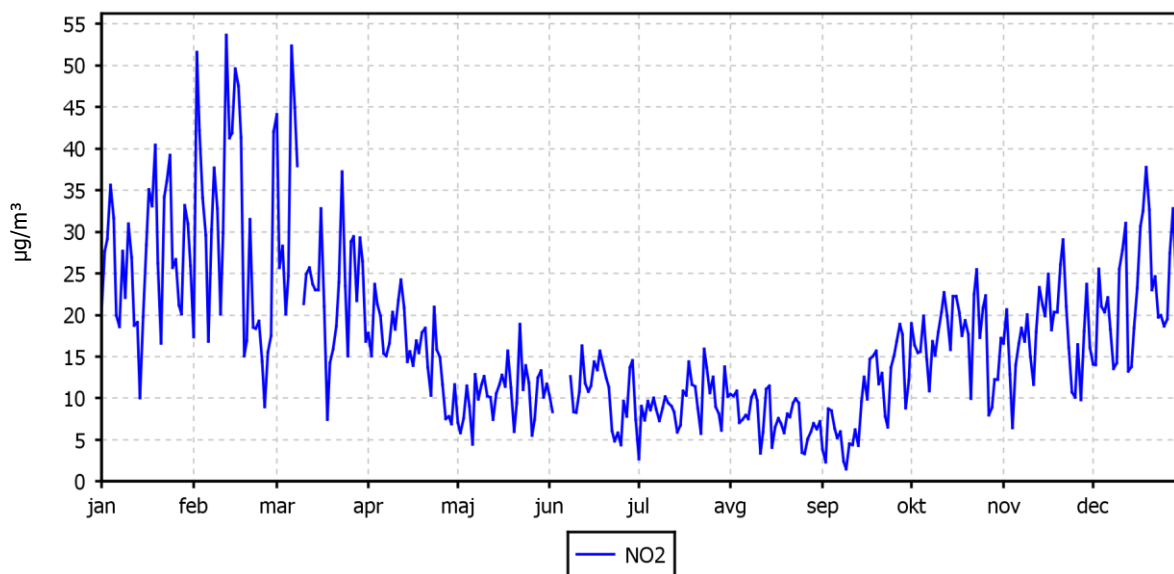
Razpoložljivih urnih podatkov:	8596	99%
Maksimalna urna koncentracija:	105 µg/m ³	06.03.2018 21:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	54 µg/m ³	12.02.2018
Minimalna dnevna koncentracija:	1 µg/m ³	09.09.2018
Srednja koncentracija v obdobju:	17 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.17 - 1.4.18):	28 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:	53 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevnih koncentracij:	53 µg/m ³	



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

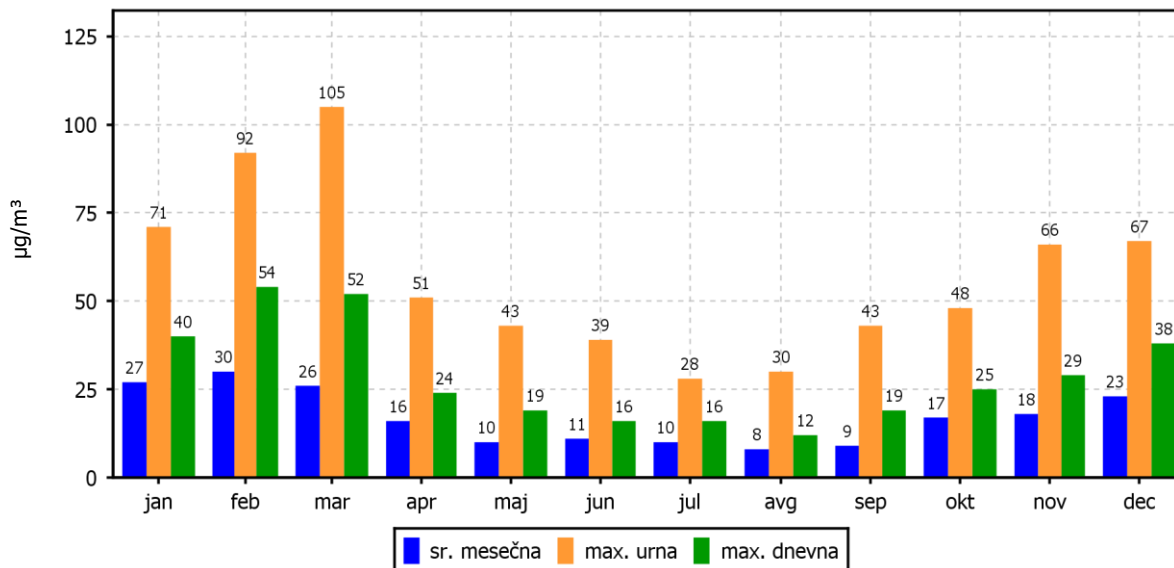
01.01.2018 do 01.01.2019



KONCENTRACIJE - NO₂

AMP Gaji

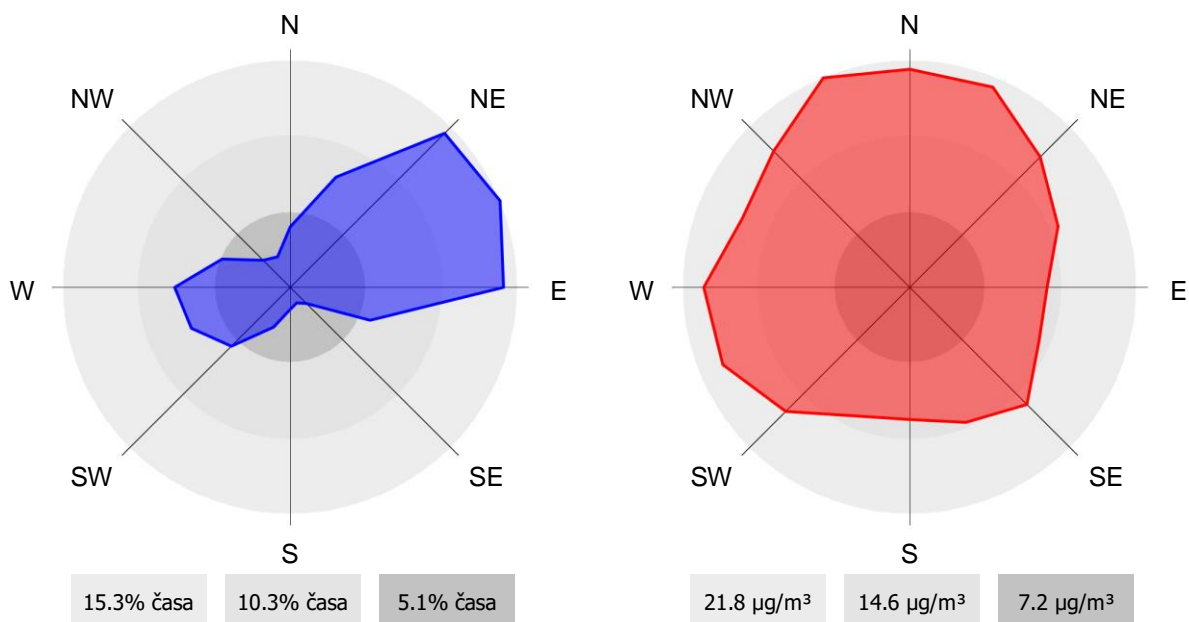
01.01.2018 do 01.01.2019



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2018 do 01.01.2019



3.2.3 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: NO_x

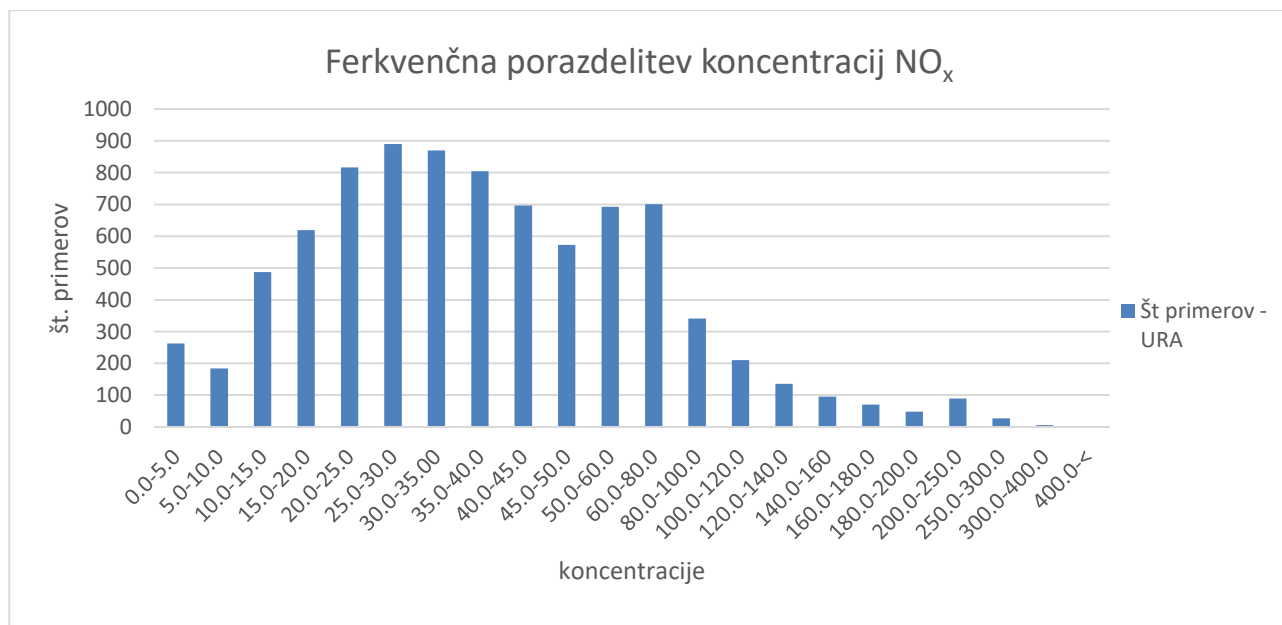
Koncentracije NO_x imajo po zakonodaji določeno mejno vrednosti za varstvo rastlin, ki predstavlja povprečno vrednost v obdobju celega leta. Koncentracije NO_x so bile največje v zimskem in hladnem obdobju leta, torej v januarju, februarju, marcu in decembru. V letu 2018 je bila ta koncentracija presežena za 16 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: 01.01.2018 do 01.01.2019

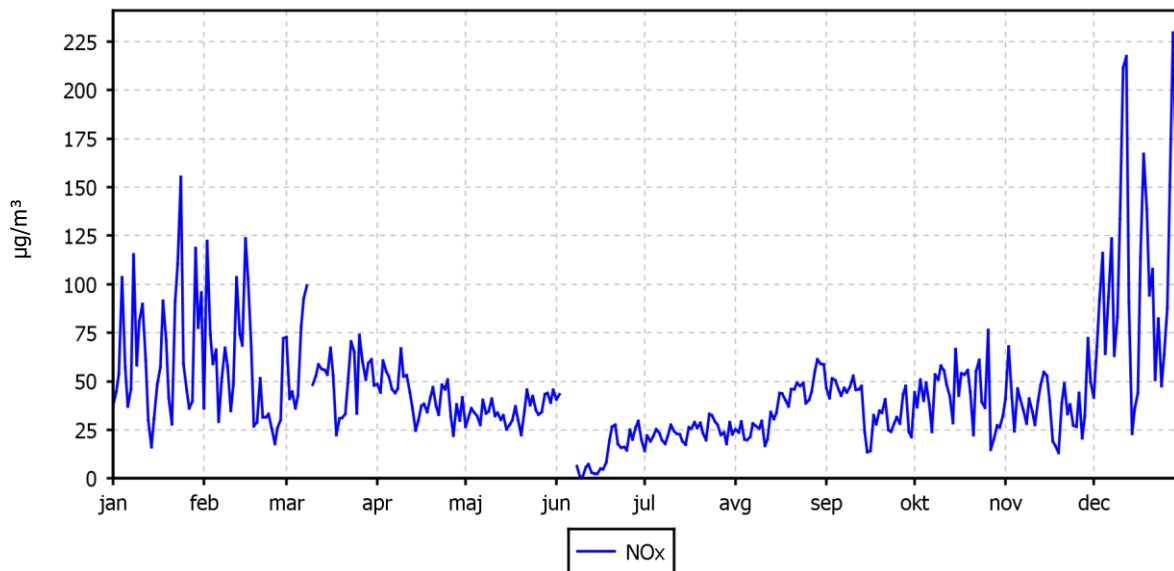
Razpoložljivih urnih podatkov:	8621	99%
Maksimalna urna koncentracija:	433 µg/m ³	18.01.2018 08:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	230 µg/m ³	28.12.2018
Minimalna dnevna koncentracija:	1 µg/m ³	09.06.2018
Srednja koncentracija v obdobju:	46 µg/m ³	
Srednja konc. v zimskem času (1.10.17 - 1.4.18):	62 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad vrednostjo 100 µg/m ³ :	22	
- nad vrednostjo 140 µg/m ³ :	7	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	179 µg/m ³	
- 99.8 p.v. - dnevni koncentracij:	221 µg/m ³	



DNEVNE KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

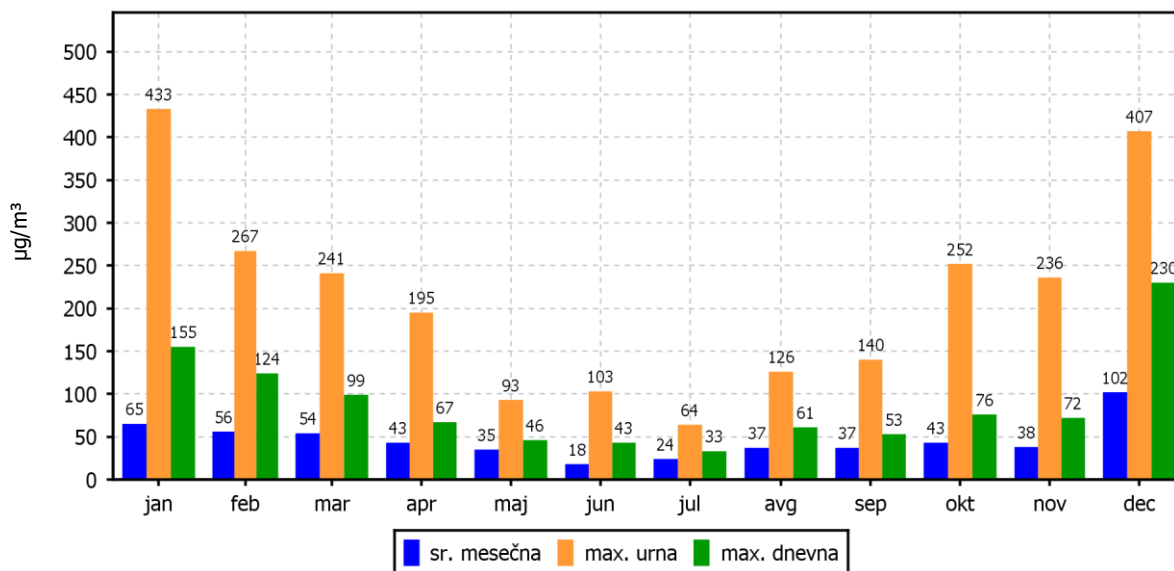
01.01.2018 do 01.01.2019



KONCENTRACIJE - NO_x

AMP Gaji

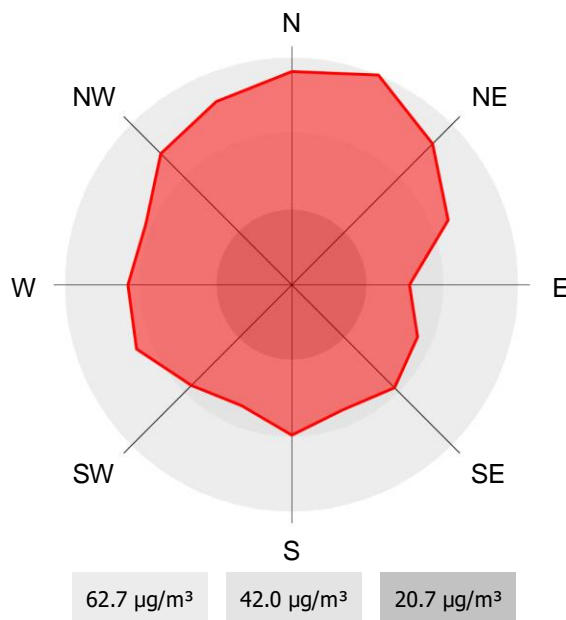
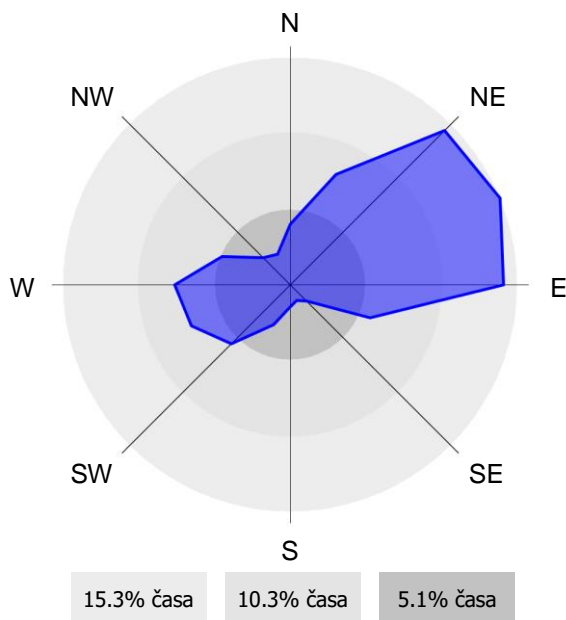
01.01.2018 do 01.01.2019



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2018 do 01.01.2019



3.2.4 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: NH₃

Koncentracije NH₃ so bile izredno nizke, maksimalna urna koncentracija je bila 6,3 µg/m³, opazen pa je naraščajoč trend od meseca julija naprej.

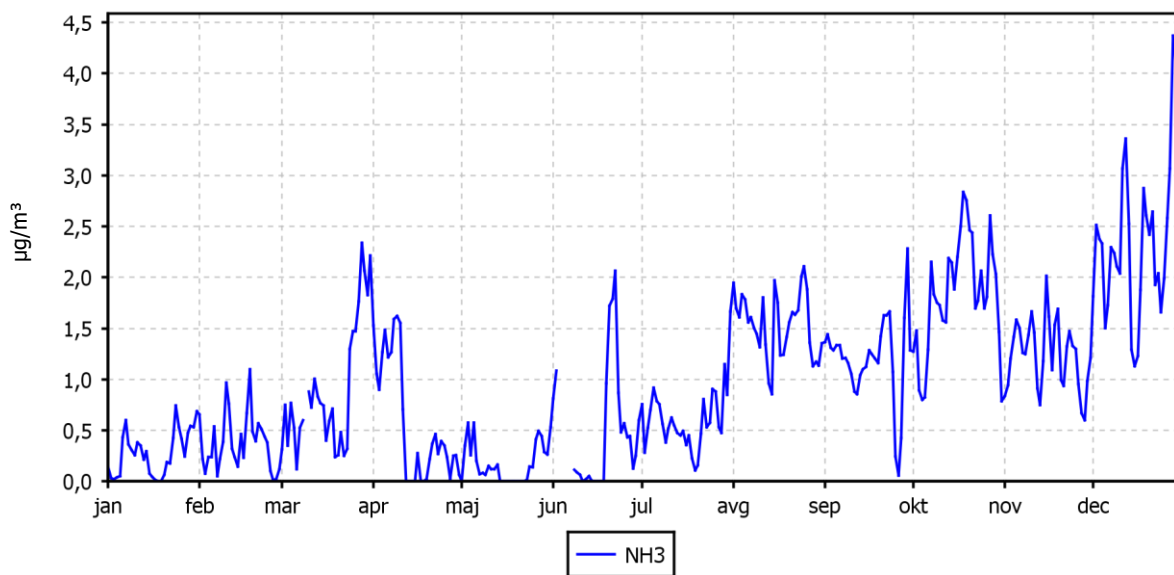
Obdobje meritev: 01.01.2018 do 01.01.2019

Razpoložljivih urnih podatkov:	8622	98.4%
Maksimalna urna koncentracija:	6.3 µg/m ³	17.12.2018 16:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	4.4 µg/m ³	28.12.2018
Minimalna dnevna koncentracija:	0.0 µg/m ³	18.01.2018
Srednja koncentracija v obdobju:	1.0 µg/m ³	
Percentilna vrednost		
- 98 p.v. - urnih koncentracij:	3.2 µg/m ³	
- 50 p.v. - dnevnih koncentracij:	0.8 µg/m ³	

DNEVNE KONCENTRACIJE - NH₃

AMP Gaji

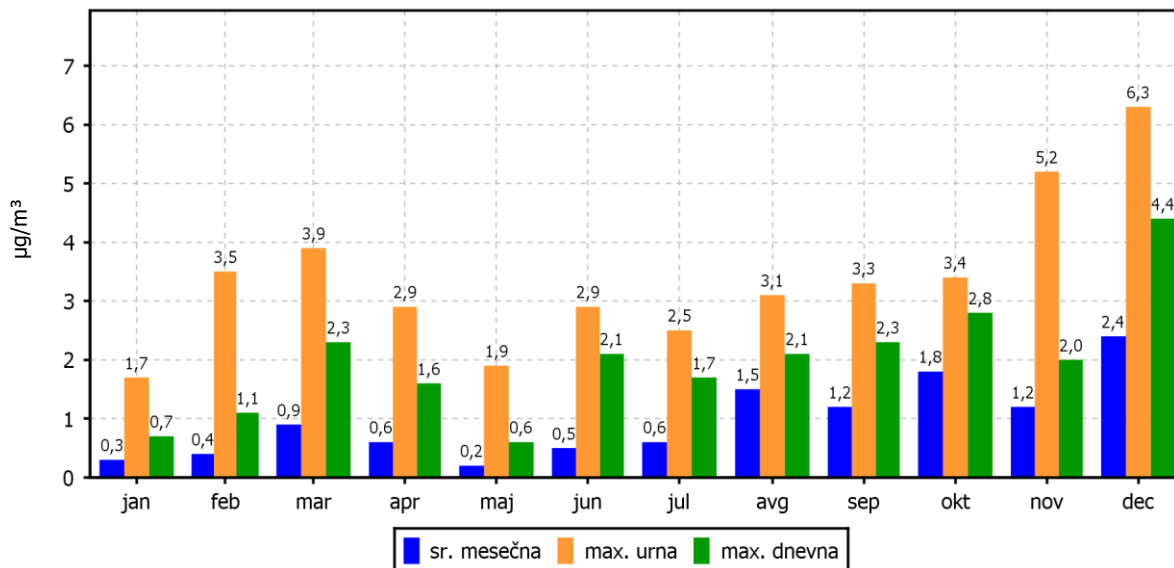
01.01.2018 do 01.01.2019



KONCENTRACIJE - NH3

AMP Gaji

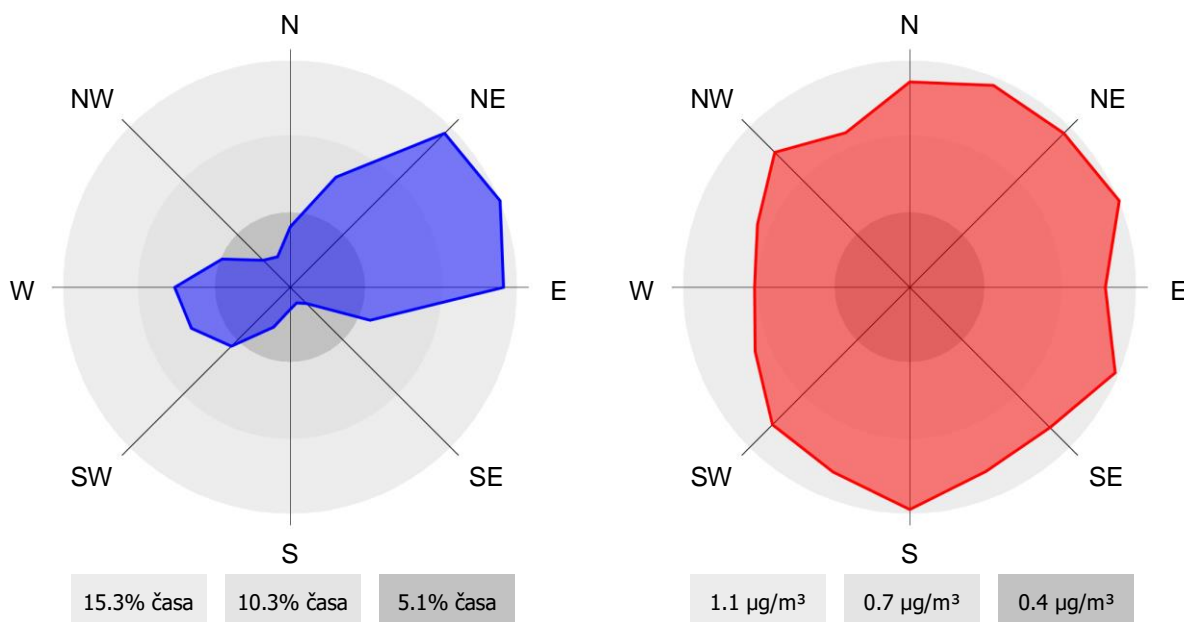
01.01.2018 do 01.01.2019



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

AMP Gaji

01.01.2018 do 01.01.2019



3.2.5 PREGLED KONCENTRACIJ V ZRAKU: PM₁₀

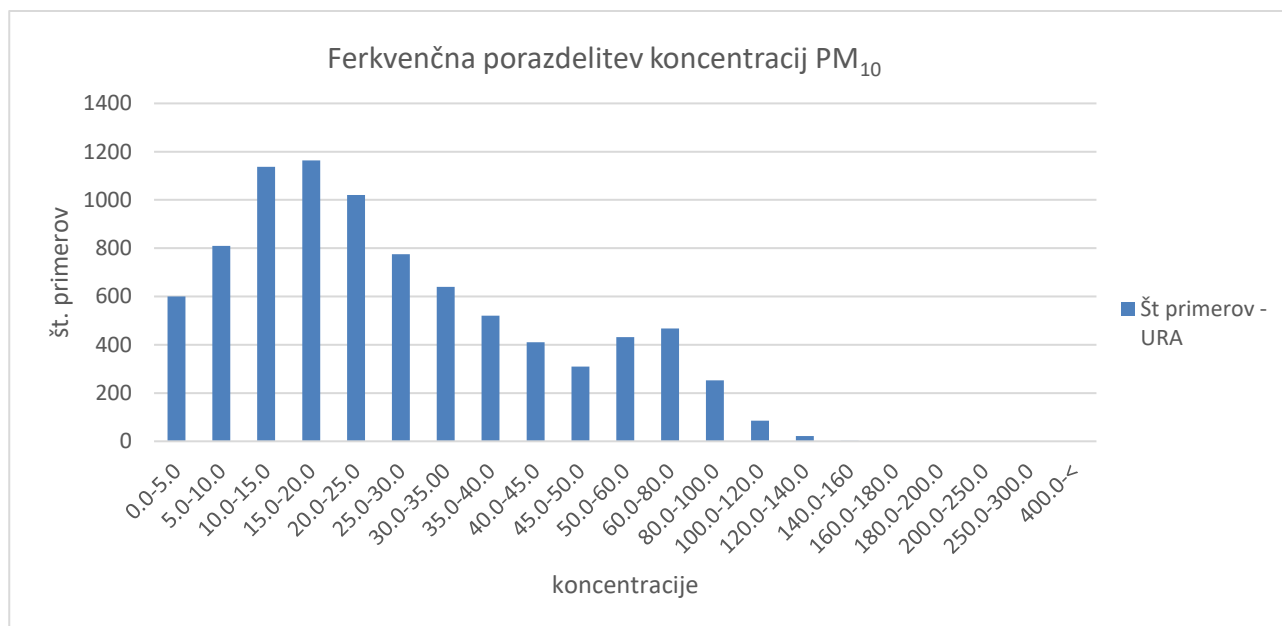
V letu 2018 je bilo na lokaciji AMP Gaji izmerjeno več kot 90 % pravih rezultatov urnih koncentracij delcev PM₁₀ v zraku, zato se rezultati obravnavajo kot uradni podatki meritev delcev PM₁₀ monitoringa kakovosti zunanjega zraka MO Celje. Dnevna mejna vrednost (50 µg/m³) je bila presežena 43-krat. Maksimalna urna koncentracija delcev PM₁₀ je znašala 278 µg/m³, maksimalna dnevna koncentracija 102 µg/m³. Srednja letna koncentracija je znašala 29 µg/m³. Vrednost indeksa kakovosti zraka (CAQI) za ta parameter je nizek. Onesnaženje z delci PM₁₀ je v največjem obsegu prišlo iz severovzhodnih strani. Največji deleži so iz smeri N, NNE, NE in ENE. Roža onesnaženja prikazuje nekoliko večjo obremenitev s prašnimi delci iz severno-vzhodne smeri, 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

Obdobje meritev: 01.01.2018 do 01.01.2019

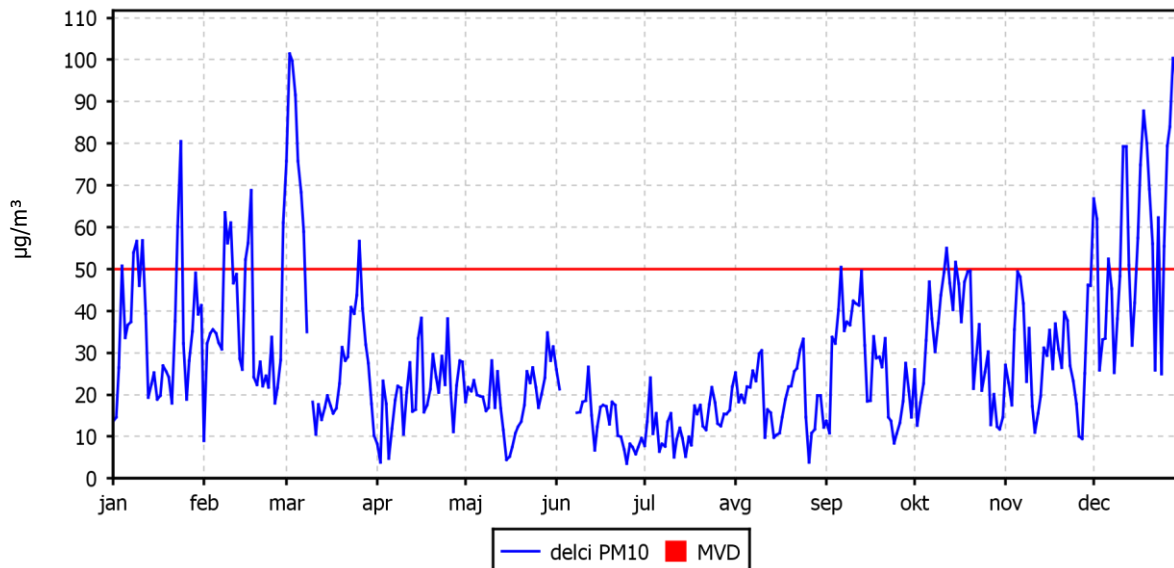
Razpoložljivih urnih podatkov:	8649	99%
Maksimalna urna koncentracija:	278 µg/m ³	24.01.2018 16:00:00
Maksimalna dnevna koncentracija:	102 µg/m ³	02.03.2018
Minimalna dnevna koncentracija:	4 µg/m ³	25.06.2018
Srednja koncentracija v obdobju:	29 µg/m ³	
Število primerov dnevne koncentracije		
- nad MVD 50 µg/m ³ :	43	
Percentilna vrednost		
- 90 p.v. - urnih koncentracij:	59 µg/m ³	
- 98.1 p.v. - dnevni koncentracij:	85 µg/m ³	



DNEVNE KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

AMP Gaji

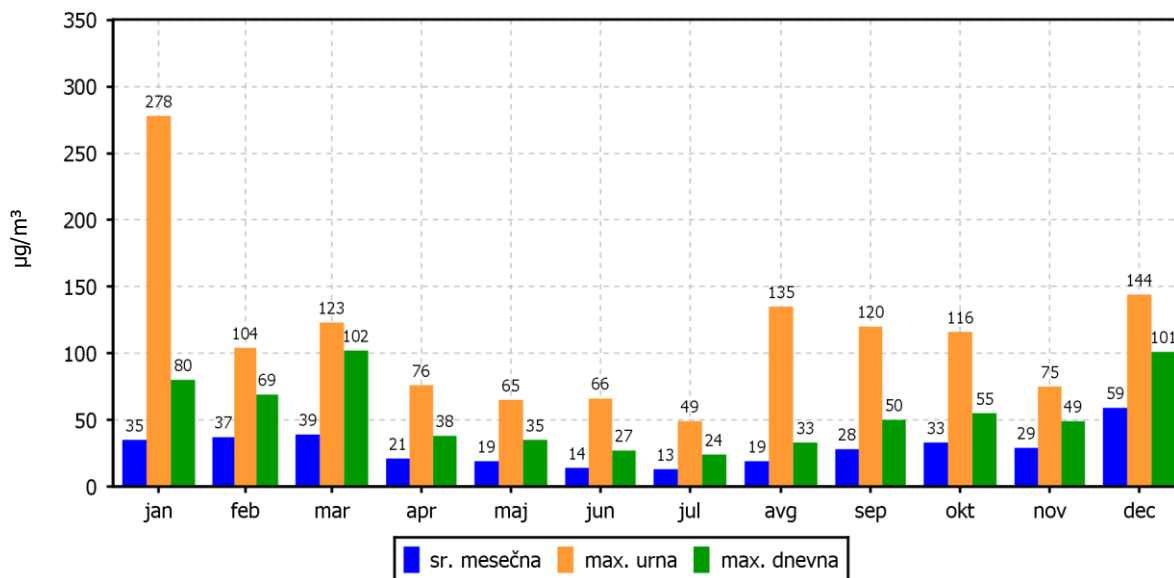
01.01.2018 do 01.01.2019



KONCENTRACIJE - delci PM₁₀

AMP Gaji

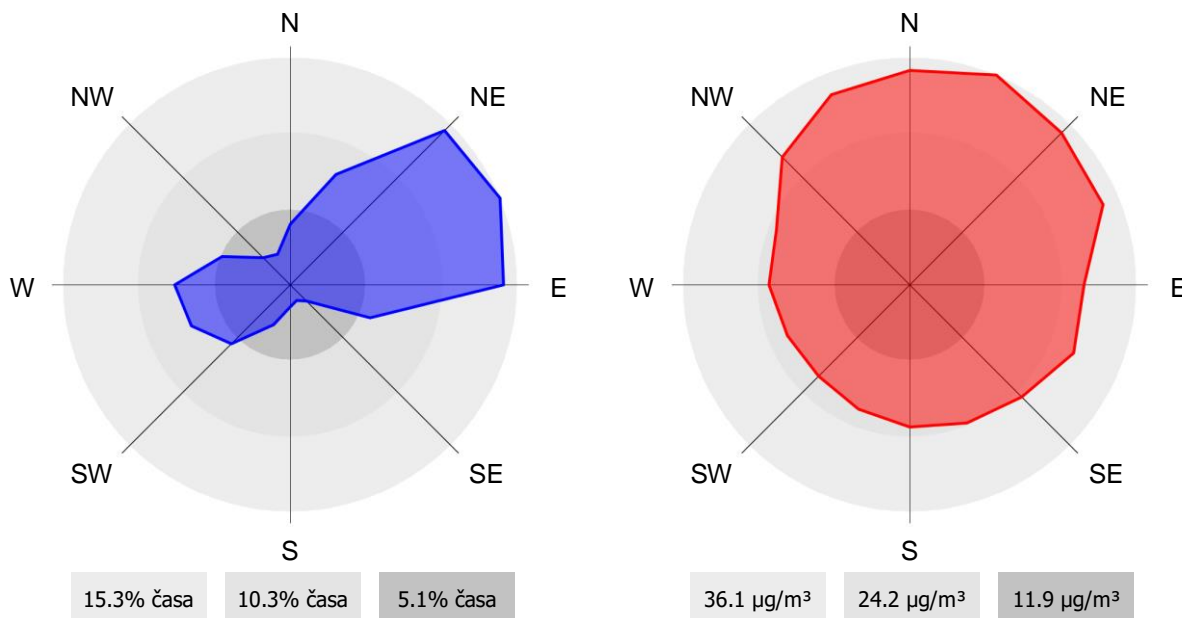
01.01.2018 do 01.01.2019



ROŽI VETROV IN ONESNAŽENJA

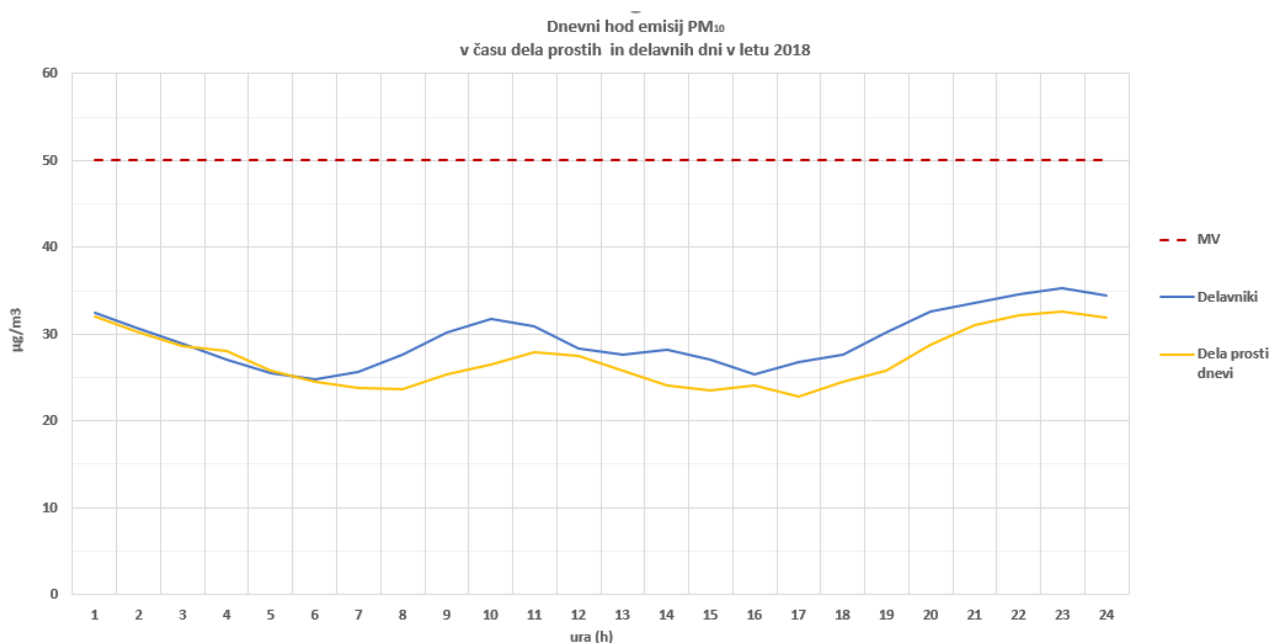
AMP Gaji

01.01.2018 do 01.01.2019



Neprekinjene meritve v daljšem časovnem obdobju omogočajo spremljanje značilnosti koncentracij določenih onesnažil v zunanjem zraku v določenem obdobju, kar nam posledično omogoča identificiranje obnašanja koncentracij oziroma hod. Dnevni hodi emisij izražajo prispevek koncentracij, ki so nastale ob določeni uri tekom dneva. Na ta način se spremlja časovno nastajanje emisij, kar nam omogoča tudi lažjo identifikacijo vira iz katerega emisije nastajajo. Poleg identifikacije vira pa je pomembna tudi identifikacija obdobja največjih koncentracij, ki so poleg primarnega oziroma izvornega nastanka lahko tudi sekundarnega nastanka. Sekundarni aerosoli nastanejo zaradi kemijskih reakcij in meteoroloških pogojev v ozračju. Tako se primarni delci, ki so manjši od $10\ \mu\text{m}$ tekom dneva oplaščijo ali koagulirajo v večje delce, ki so velikosti premera $10\ \mu\text{m}$ in jih v nadalje merilnik tudi zazna.

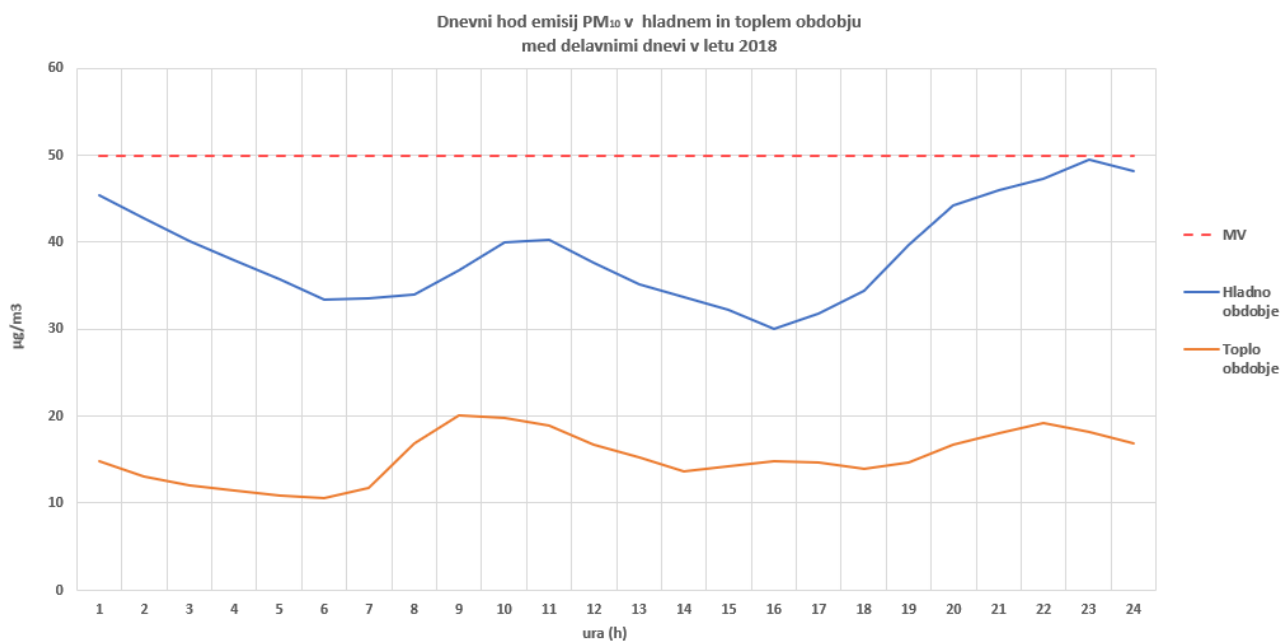
V nadaljevanju je prikazan dnevni hod emisij PM_{10} med dela prostimi dnevi in delavniki v letu 2018 (Slika 4). Dela prosti dnevi so upoštevani kot sobote in nedelje v letu 2018. Povprečne izmerjene koncentracije se tekom leta gibljejo v intervalu med 20 in $35\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Med dela prostimi dnevi so te koncentracije od 6.00 zjutraj naprej malenkost nižje kot so le-te v času delavnika. V obeh obdobjih sta opazna jutranji vrh, ki je med delavniki okrog 10.00 in ne-delavniki okrog 11.00, ter večerni vrh okrog 23.00. Večerni vrh je večji od jutranjega, kar lahko nakazuje tudi vpliv generiranja sekundarnih organskih aerosolov, ki nastajajo tekom dneva. Dopoldansko naraščanje koncentracij je bolj izrazito med delavniki, kar lahko pripišemo direktnim antropogenim emisijam, predvsem emisijam iz transporta in industrije. V popoldanskem času pa je opazen dvig koncentracij, ki nastaja zaradi individualnih kurišč, transporta, industrije in drugih virov v bližini.



Slika 4: Prikaz dnevnega hoda emisij PM₁₀ med dela prostimi in delavnimi dnevi v letu 2018 na merilnem mestu Gaji.

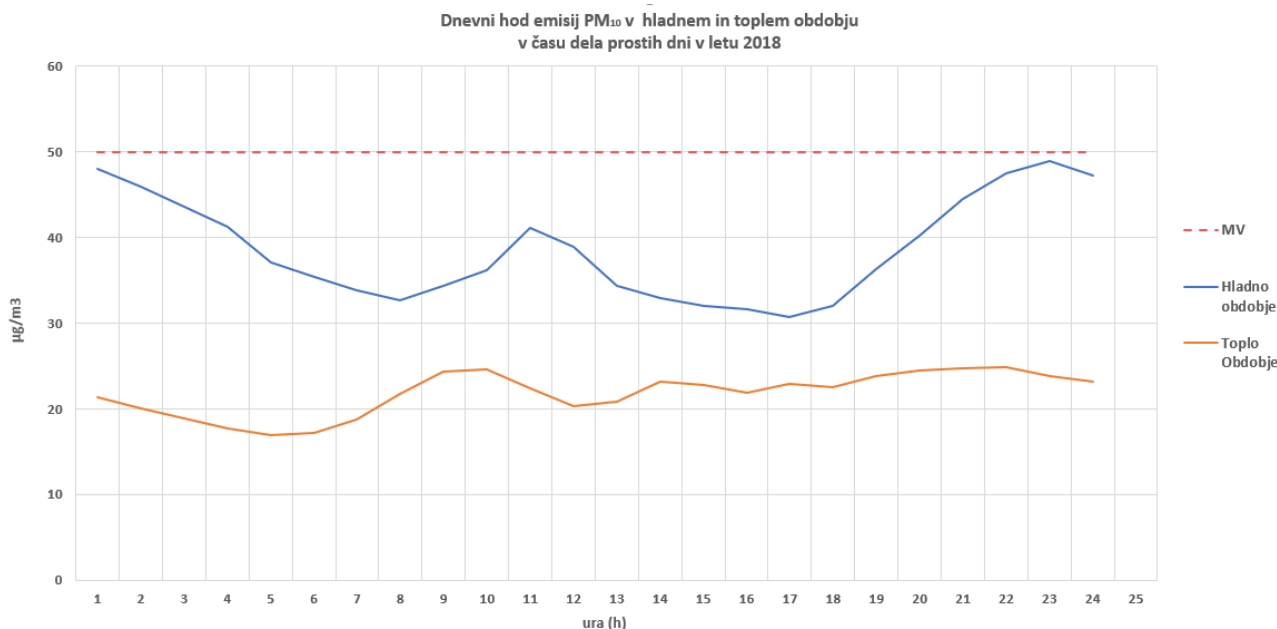
Ker se koncentracije v poletnem in zimskem času močno razlikujejo spodnji graf prikazuje dnevne hode med dela prostimi dnevi (Slika 5) in delavniki (Slika 6) v toplem in hladnem obdobju. Hladno obdobje je definirano kot obdobje od novembra do marca, medtem ko je poletno obdobje definirano od aprila do oktobra.

Opaziti je, da so povprečne koncentracije v toplem obdobju do 25 µg/m³ in sta dopoldanska in popoldanska vrhovi koncentracij razmeroma enako skozi celotno obdobje. V hladnem obdobju pa je večji večerni vrh, ki doseže povprečne koncentracije do 50 µg/m³ do 23.00.



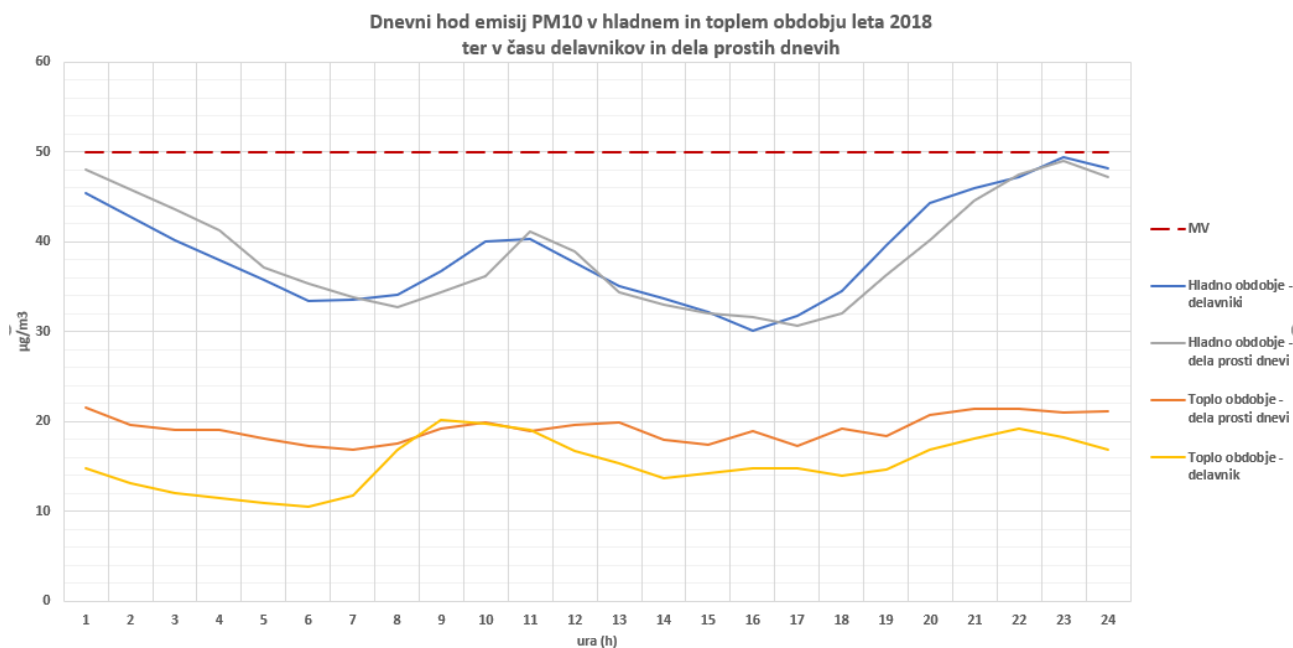
Slika 5: Prikaz dnevnega hoda emisij PM₁₀ v času delavnih dni med toplim in hladnim obdobjem v letu 2018 na merilnem mestu Gaji.

Ne predvidljivo pa je, da so večje koncentracije v poletnem obdobju med dela prostimi dnevi kot pa med delavnikom. Prav tako je pomemben vidik, ki vpliva na koncentracije to, da v poletnem času ljudje zaradi koriščenja letnih dopustov nimajo stalnih delavnih urnikov, prav tako pa je njihova gostota in flokulacija manjša. V industriji pa imajo nekateri obrati tudi kolektivne dopuste ali pa letne remonte, kar posledično privede do manjšega obratovanja kot v drugih obdobjih tekom leta.



Slika 6: Prikaz dnevnega hoda emisij PM₁₀ v času dela prostih dni med toplim in hladnim obdobjem v letu 2018 na merilnem mestu Gaji.

Spodnji graf (Slika 7) prikazuje vse 4 spremenljivke, torej delavnike in ne delavnike v času toplega in hladnega obdobja. V hladnem obdobju so emisije lahko povišane kar za polovico, kar dokazuje pomemben vpliv meteorologije na formacije prašnih delcev v okolju. Pomembna vpliv, ki bi ga bilo potrebno podrobneje analizirati pa so tudi viri v prostoru in njihova dinamika tekom leta.



Slika 7: Prikaz dnevnega hoda emisij PM₁₀ v času delavnih dni in dela prostih dni med toplim in hladnim obdobjem v letu 2018 na merilnem mestu Gaji.

3.3 METEOROLOŠKE MERITVE

Temperatura je na merilnem mestu Gaji skozi leto počasi naraščala do meseca avgusta, ko je bila dosežena maksimalna temperature 34°C (08.08.2018). Minimalna temperature je bila izmerjena v mesecu marcu - 17°C (28.02.2018).

Največ padavin se je pojavilo v juliju (170 mm), maju (155 dni) ter v februarju (127 dni). Snežna odeja pa se je pojavila najpogosteje v februarju (27 dni) in marcu (12 dni), skozi celo leto pa je obsegala 45 dni skupaj (vir: ARSO, 2019).

Veter se je pojavil med novembrom in aprilom, medtem ko je v toplejšem obdobju leta pihal šibkeje. Najmočnejše pa se je pojavil v februarju in decembru (9 m/s). Najmočnejši sunek vetra je bil zaznan 30.10 (15 m/s). Veter je večinoma časa pihal iz severo-vzhoda oziroma iz smeri NE, ENE in E.

3.3.1 Pregled temperature in relativne vlage v zraku

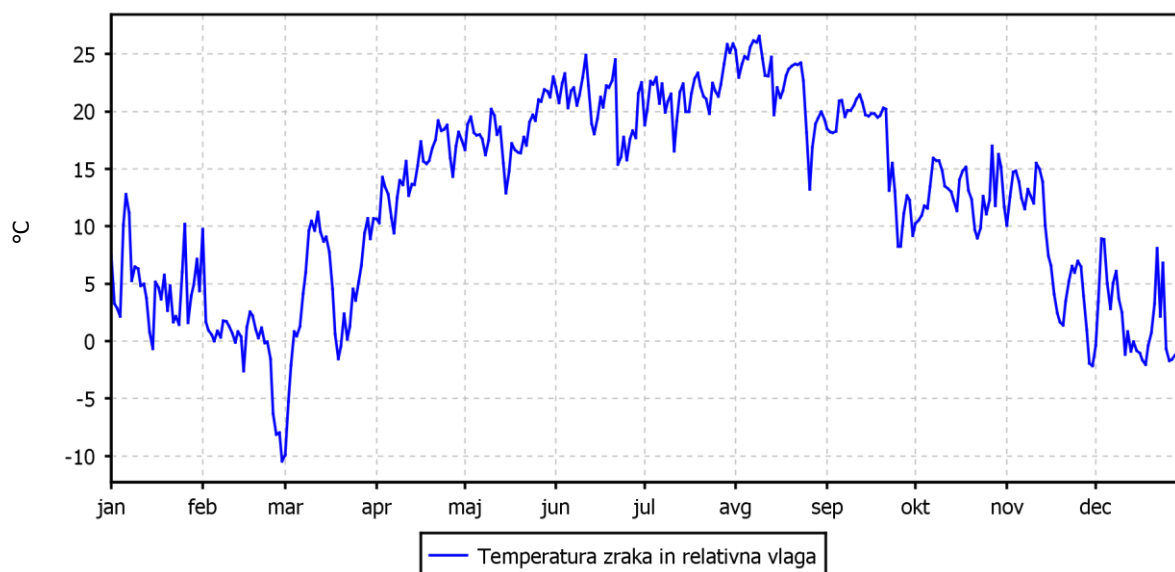
Obdobje meritev: 01.01.2018 do 01.01.2019

	TEMPERATURA		RELATIVNA VLAGA	
Razpoložljivih urnih podatkov	8725	100%	7456	85%
Maksimalna urna vrednost	34 °C	08.08.2018 14:00:00	100%	22.07.2018 01:00:00
Maksimalna dnevna vrednost	27 °C	09.08.2018	99%	08.02.2018
Minimalna urna vrednost	-17 °C	28.02.2018 06:00:00	29%	21.04.2018 15:00:00
Minimalna dnevna vrednost	-10 °C	28.02.2018	50%	03.04.2018
Srednja vrednost v obdobju	12 °C		81%	

DNEVNE VREDNOSTI - Temperatura zraka

AMP Gaji

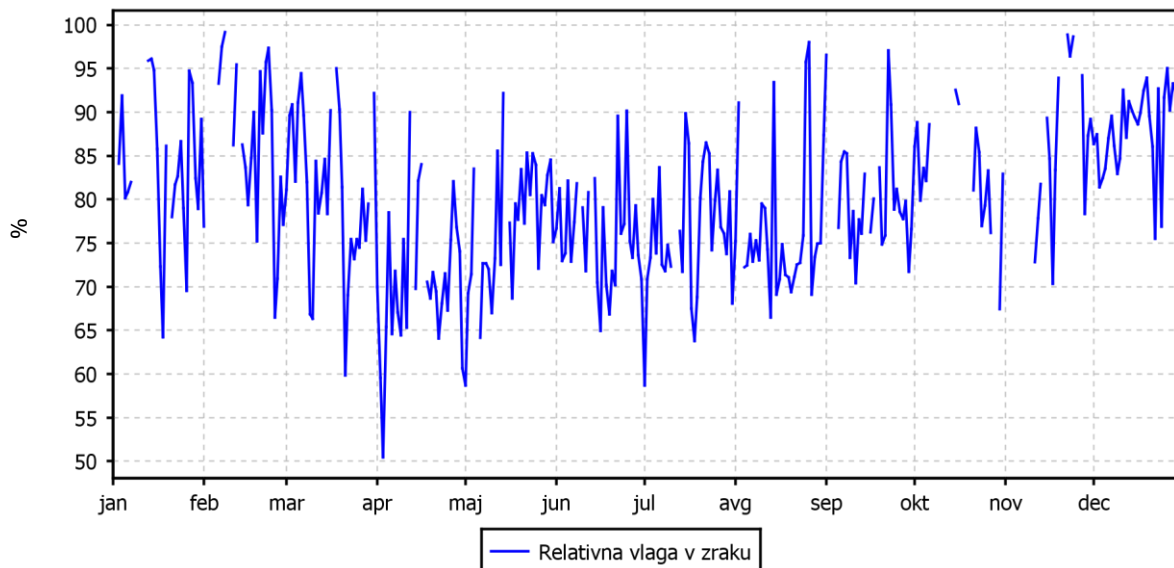
01.01.2018 do 01.01.2019



DNEVNE VREDNOSTI - Relativna vlaga v zraku

AMP Gaji

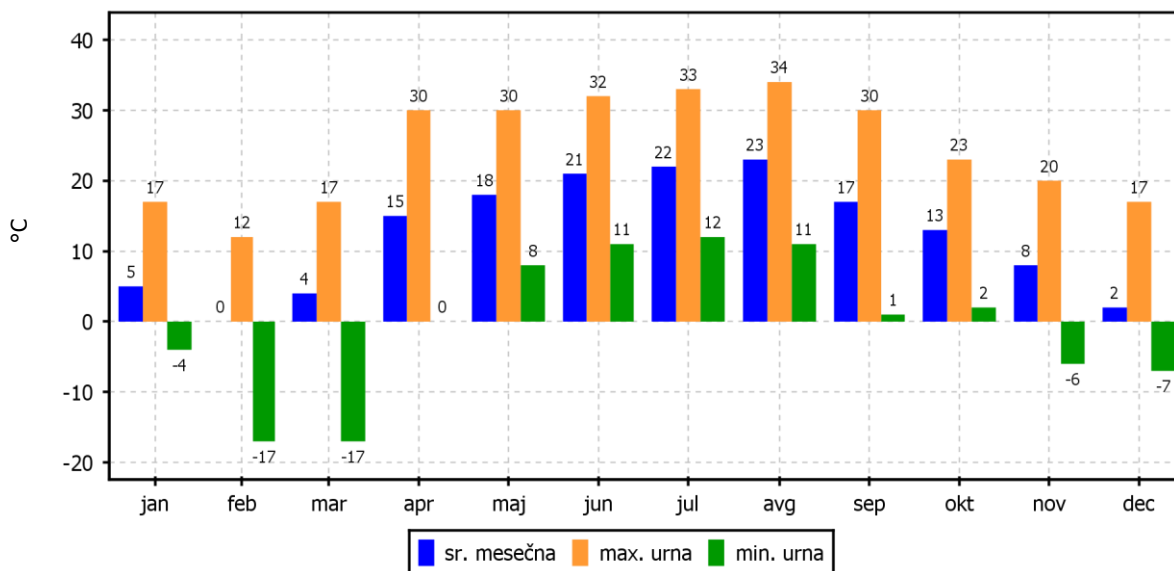
01.01.2018 do 01.01.2019



TEMPERATURA ZRAKA

AMP Gaji

01.01.2018 do 01.01.2019



3.3.2 Pregled hitrosti in smeri vetra

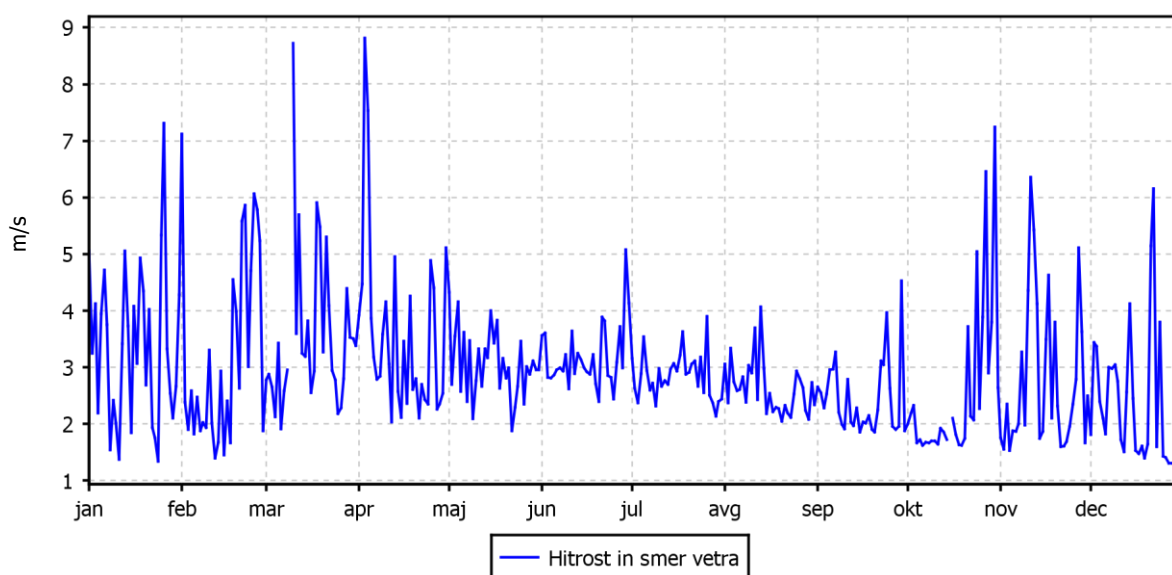
Obdobje meritev: 01.01.2018 do 01.01.2019

Razpoložljivih urnih podatkov:	8728	100%
Maksimalna urna hitrost:	15 m/s	30.10.2018 10:00:00
Minimalna urna hitrost:	0 m/s	12.02.2018 14:00:00
Srednja hitrost v obdobju:	3 m/s	
Brezvetrje (0,0-0,1 m/s):	0	

DNEVNE VREDNOSTI - Hitrost vetra

AMP Gaji

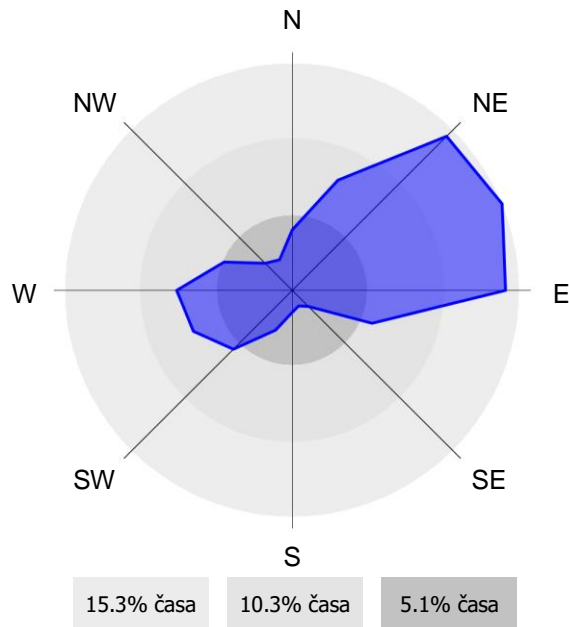
01.01.2018 do 01.01.2019



ROŽA VETROV

AMP Gaji

01.01.2018 do 01.01.2019





4 ANALIZA IN REZULTAT MERITEV NA MESEČNEM NIVOJU

• Januar

Na lokaciji AMP Gaji je bila nizka obremenitev z SO₂ in NO₂ oz. NO_x. Obremenitev z delci PM₁₀ so bile primerne zimskemu obdobju, izmerjenih je bilo tudi 6 prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje je v večini prišlo iz južnih in severo-vzhodnih smeri. Večji del izmerjenih delcev PM₁₀ iz severa lahko z veliko verjetnostjo pripišemo vplivu štajerske avtoceste in malih kurišč. Izmerjene koncentracije NO₂ in SO₂ so prevladujoče iz juga, kjer je lociran industrijsko območje z večjim virom Cinkarne Celje. Mesec januarju je bil izjemno tople mesec in je bil med 5-imi najtoplejšimi v zgodovini, povprečna temperatura je bila namreč 5°C.

• Februar

Obremenitev z SO₂ in NO₂ je bila nizka. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila značilna za zimsko obdobje, izmerjenih pa je bilo 7 prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje je v večini prišlo iz severne in severno-vzhodne smeri, torej iz smeri industrijskih obratov, avtoceste in malih kurišč. Zima je bila v tem mesecu bolj hladna, temperatura pa je imela skozi mesec negativen trenda, najnižja temperatura je bila izmerjena konec meseca - 17°C, srednja temperatura pa je bila 0 °C.

• Marec

Obremenitev z SO₂ je bila razmeroma nizka in pričakovana. Izmerjene koncentracije SO₂ so bile prevladujoče iz juga. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile prav tako nizke in običajne. Onesnaženje z NO₂ je z severno cirkulacijo prevladujoče prihajalo iz smeri štajerske avtoceste. Obremenitev z delci PM₁₀ je bila podobna kot v prejšnjih mesecih, z večjimi vrednostmi v prvi polovici meseca, izmerjenih je bilo 8 prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje je prišlo po večini iz severno-vzhodne smeri oziroma iz smeri kjer so mala kurišča pogostejša. V mestnem jedru imajo hiše namreč možnost priključka na zemeljski plin. V marcu so se nadaljevale hladnejše temperature, zato je bil ta mesec v 1. polovici neobičajno hladen.

• April

Obremenitev z SO₂ je bila običajna. Onesnaženje z SO₂ je v večini prišlo iz južne smeri. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile prav tako nizke. 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 občutno nižja kot v prejšnjih mesecih in ni bilo izmerjenih prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje z delci je bilo bolj pogosto opaziti iz jugo-vzhodne in severne smeri, kar nakazuje na kopičenje delcev v Celjski kotlini. Aprila je bil razmeroma tople in sončen mesec.

• Maj

Obremenitev z SO₂ je bila primerljiva prejšnjim mesecem. Onesnaženje z SO₂ je v večini prišlo iz juga in jugo-vzhoda. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile nizke. 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. Maj je bil nenavadno tople mesec s številnimi neurji.

• Junij

Obremenitev z SO₂ je bila malenkost nižja kot v prejšnjem mesecu. Onesnaženje z SO₂ je v večini prišlo iz jugo-vzhoda. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile zelo nizke. Onesnaženje z NO₂ je bilo prevladujoče iz zahoda, iz smeri štajerske avtoceste in večjih prometnic v Celju. 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 južne strani oziroma iz strani strogega mestnega centra. Tudi junij je bil precej tople mesec s številnimi neurji.

• Julij

Onesnaženje z SO₂ je bilo precej podobno prejšnjemu mesecu in je v večini prišlo iz južne strani. Izmerjene koncentracije NO₂ so nizke. Onesnaženje z NO₂ je bilo prevladujoče iz zahoda. 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. Temperatura zunanega zraka se je v juliju intervalno dvigovala tekom meseca.

- **Avgust**

Onesnaženje z SO₂ in NO₂ je bilo značilno poletno nizko in je prišlo večinoma iz jugo-vzhodne smeri. Onesnaženje z SO₂ je v večini prišlo iz južne smeri, medtem ko je onesnaženje z NO₂ prišlo iz severno-zahodne smeri. Obremenitev z delci PM₁₀ je bilo značilno za poletno obdobje, dne 12.08 pa se je pojavila nekoliko višja in kratkotrajna koncentracija (135 µg/m³). Onesnaženje pa je prišlo večinoma iz jugo-vzhodne smeri. Poletna suša in vročina sta bili v avgustu zelo izraziti.

- **September**

Onesnaženje z SO₂ je bilo precej podobno kot prejšnji mesec. Onesnaženje pa je prišlo iz zahodne smeri. Izmerjene koncentracije NO₂ so bile ta mesec malenkost višje kot v avgustu ter iz severno-vzhodne smeri. Iz smeri AC in malih kurišč. Koncentracije PM₁₀ delcev so bile nekoliko višje kot prejšnji mesec, bile pa sta tudi 2 prekoračitve dnevne mejne vrednosti. Bilo je dokaj enakomerno iz vseh smeri, kar nakazuje na več manjših virov emisij delcev v Celjski kotlini (industrija, kmetijstvo, promet, itd.). V septembru se je nadaljevalo poletno toplo in sušno vreme. 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 je bilo precej podobno prejšnjemu mesecu. Koncentracije NO₂ pa so bile malenkost višje kot prejšnji mesec. Obremenitve so prihajale predvsem iz jugo-vzhodne smeri. Izmerjene vrednosti prašnih delcev so bile tudi v oktobru nekoliko višje, kar je povezano z lokalno meteorologijo. Padavine so se pojavile šele v zadnjem obdobju meseca, oktober pa je bil precej suh in razmeroma topel mesec.

- **November**

Onesnaženje z SO₂ je prišlo predvsem iz strani NW, WSW in SSE, 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 jugo-vzhodne in severo-zahodne smeri. Koncentracije prašnih delcev so bile precej podobne prejšnjemu mesecu, z izjemo da v tem mesecu ni bilo prekoračitev mejne vrednosti. Vreme je bilo v prvi polovici meseca še vedno precej toplo, temperature pa so padle po 17.11.2018.

- **December**

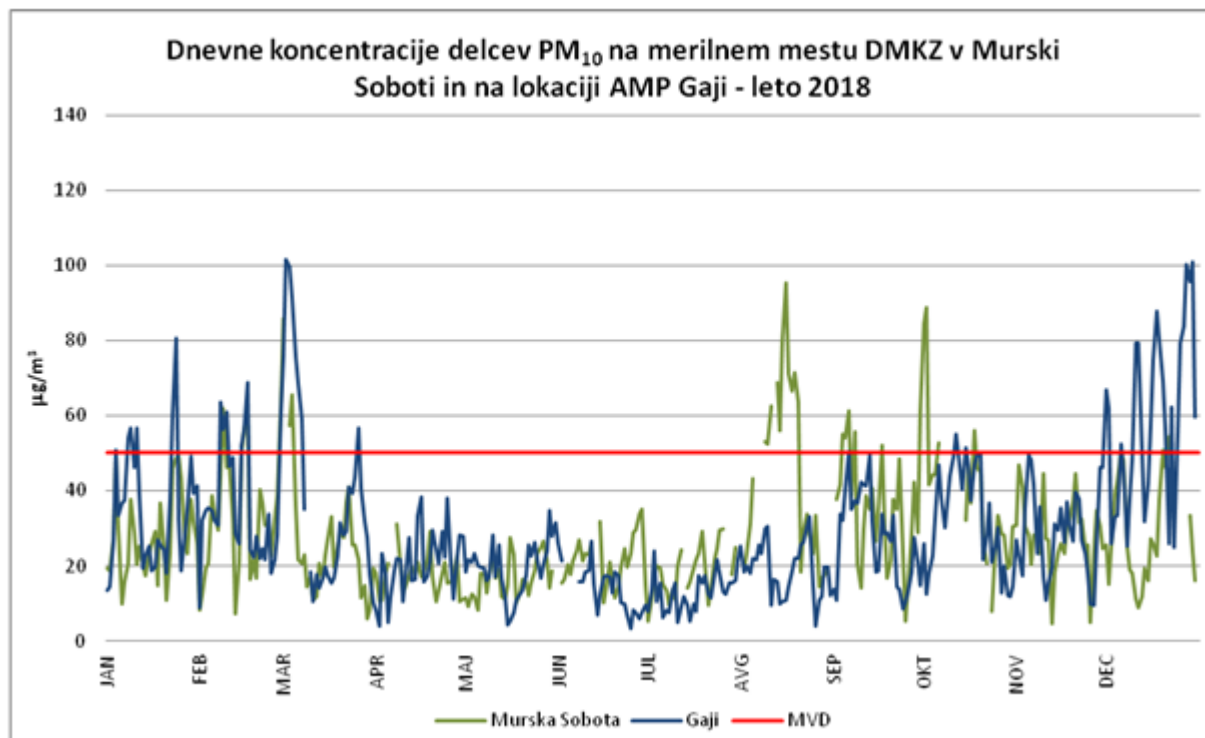
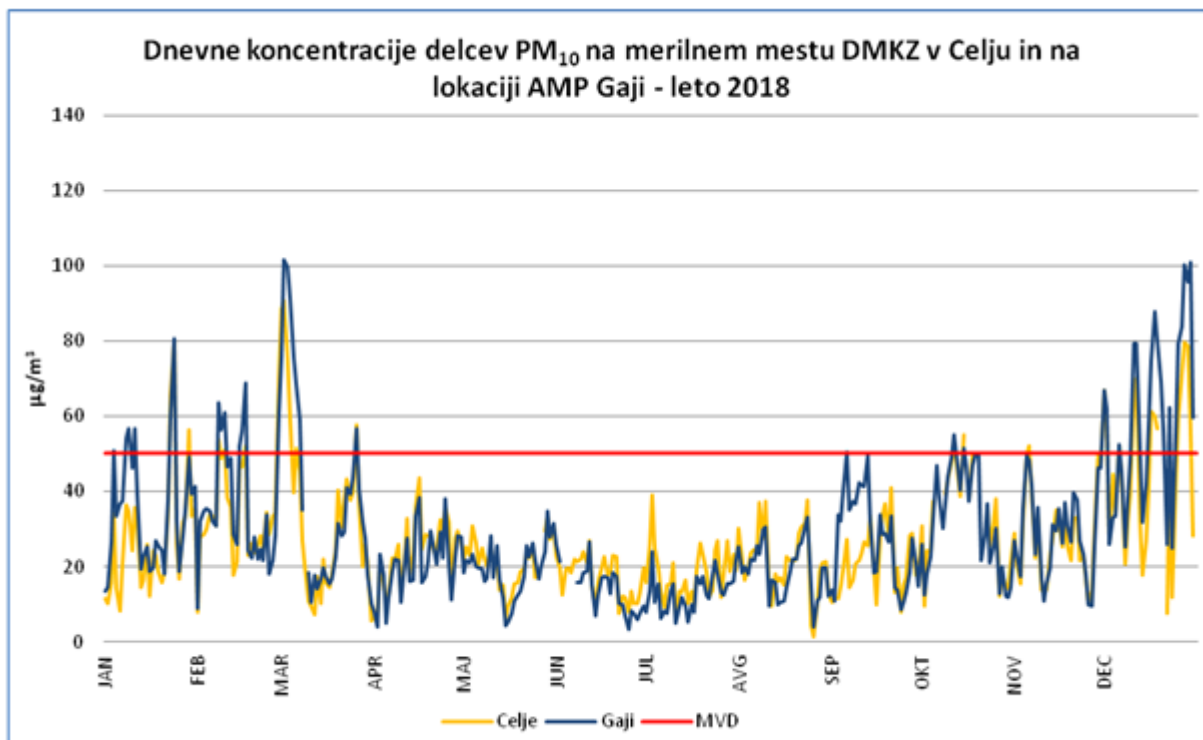
Onesnaženje z SO₂ je bilo podobno kot vse pretekle mesece nizko in je v večini prišlo iz juga, oziroma iz strani lokacije Cinkarne. Izmerjene koncentracije NO₂ so od avgusta malenkost naraščale. Tudi onesnaženje z NO₂ je v decembru prišlo iz jugo-vzhodne smeri. Meteorološke razmere v decembru, zimska suša brez padavin in daljše obdobje temperaturne inverzije so povzročile večje koncentracij prašnih delcev v zunanjem zraku. V tem mesecu pa je bilo kar 20 prekoračitev dnevne mejne vrednosti. Onesnaženje je prišlo predvsem iz jugo-zahodne smeri.

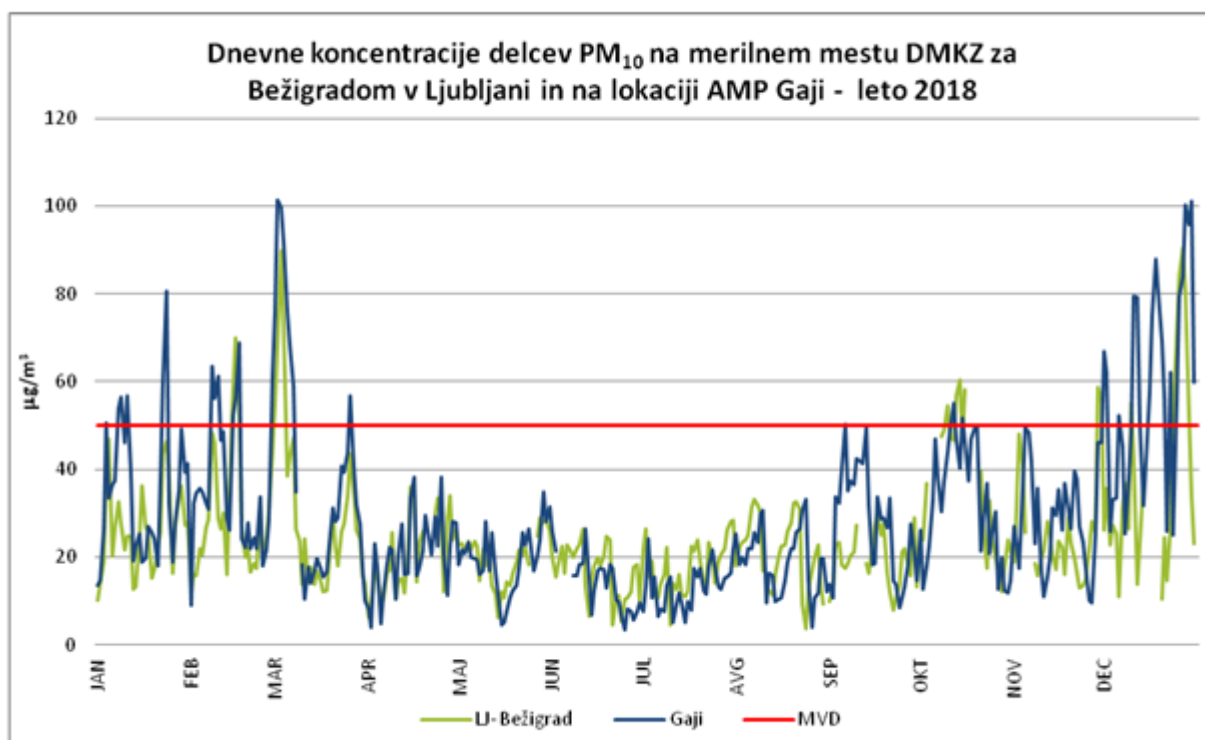
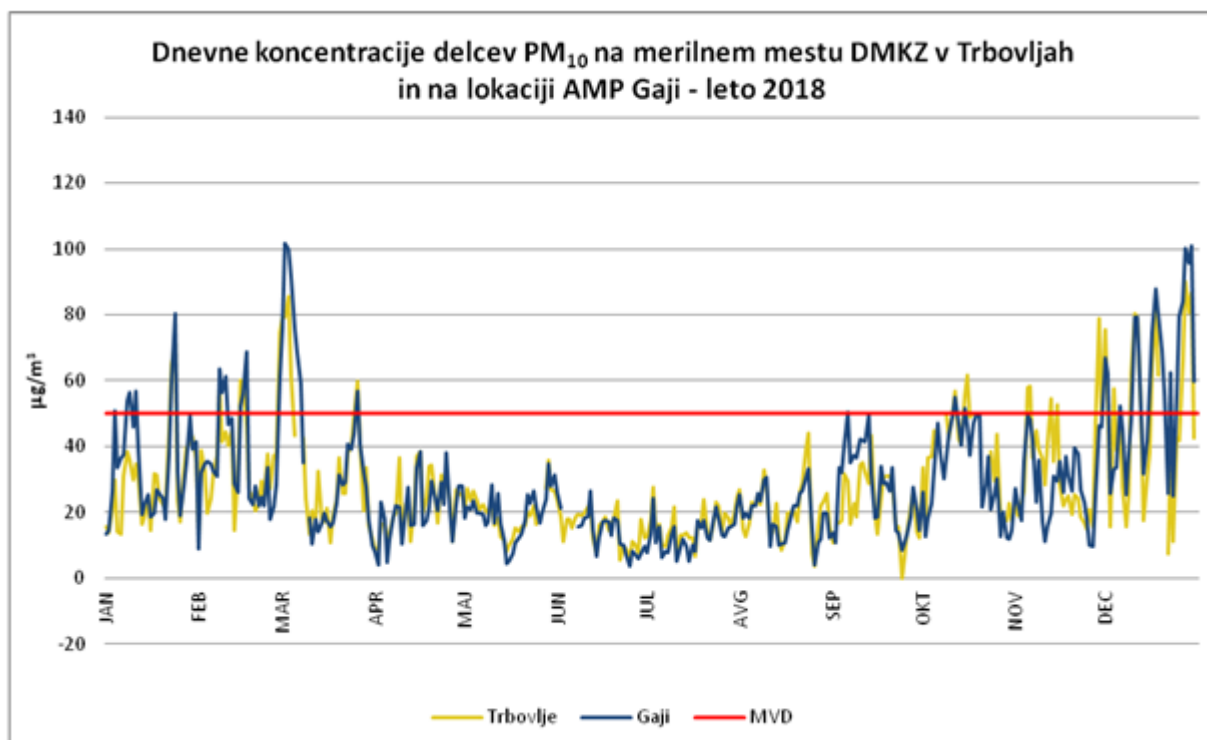
5 PRIMERJAVA REZULTATOV MERITEV DNEVNIH KONCENTRACIJ DELCEV PM₁₀ V SLOVENSKIH MESTIH LETO 2018

Na naslednjih straneh je predstavljena primerjava dnevni koncentracij PM₁₀ med AMP Gaji in postajah po drugih slovenskih mestih: v Celju, Murski Soboti, Ljubljani – Bežigradu in Trbovljah. V teh krajih redno potekajo meritve koncentracij prašnih delcev PM₁₀.

V letu 2018 so predvsem v zimskem času na večini slovenskih merilnih postaj kakovosti zunanjšega zraka zabeležene višje koncentracije delcev in prekoračitve mejne dnevne vrednosti delcev PM₁₀. Večje koncentracije so se pojavile tudi avgusta na merilniku v Murski Soboti, kar pa je najverjetneje bila posledica večjih aktivnosti v kmetijstvu. Podobne razmere beležimo vsako leto v zimskem času, ko je zaradi neugodnih meteoroloških pogojev onesnaženje z delci povečano. Najbolj neugodna sta bila začetek in konec leta. V tem času so bile po vsej državi izmerjene najvišje koncentracije delcev PM₁₀, še posebno je bil v tem letu izpostavljen sušen mesec december. V toplem delu leta so bile koncentracije zaradi meteoroloških razmer občutno nižje in so prekoračitve zabeležene le izjemoma (Avgust – Gaji, September – Murska Sobota). 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, Murski Soboti in Trbovljah. Na merilnem mestu Ljubljana-Bežigrad v letu 2018 dovoljeno število prekoračitev ni bilo preseženo. Na postaji AMP Gaji je v tem letu zabeleženo 43 prekoračitev dnevne mejne vrednosti, število prekoračitev je preseglo zakonsko dovoljeno število 35-ih prekoračitev dnevne mejne vrednosti. 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 pojavih inverzijske plasti na področju cele države.

	Gaji	Celje – Mariborska	Murska Sobota	Trbovlje	Ljubljana - Bežigrad
Januar	6	2	5	2	1
Februar	7	9	7	4	5
Marec	8	12	7	5	5
April	0	0	0	0	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	2	0	0	0	0
Oktober	0	2	3	10	4
November	0	4	5	9	0
December	20	16	7	7	13
Skupno:	43	45	45	37	28







6 ZAKLJUČEK

Iz analize podatkov za leto 2018 je razvidno, da za parametre 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 je bila 99% ali 98%. Prav tako je bila 99% razpoložljivost podatkov za delce PM₁₀. Koncentracije prašnih delcev so prav tako presegle dovoljeno število preseganj dnevne mejne vrednosti, od dovoljenih 35 je bilo izmerjenih 43-preseganj. Meritve BTX-ov, torej snovi benzena, toluena, M&P ksilena, etilbenzena in O-ksilena se v letu 2018 niso izvajale, saj je merilnik na večjem servisnem posegu pri pooblaščenem serviserju. Zaradi tega so te snovi v letnem poročilu izločene.

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. Skupaj z lokalnimi viri (industrija, promet in kmetijske površine) povzročijo prekomerno onesnaženje, ki je v letu 2018 nadpovprečno visoko in so bili rezultati meritev na večini slovenskih postaj nad zakonsko dovoljenim številom prekoračitev.

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 koncentraij 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 potekatemperature, kadar temperatura z višino narašča.