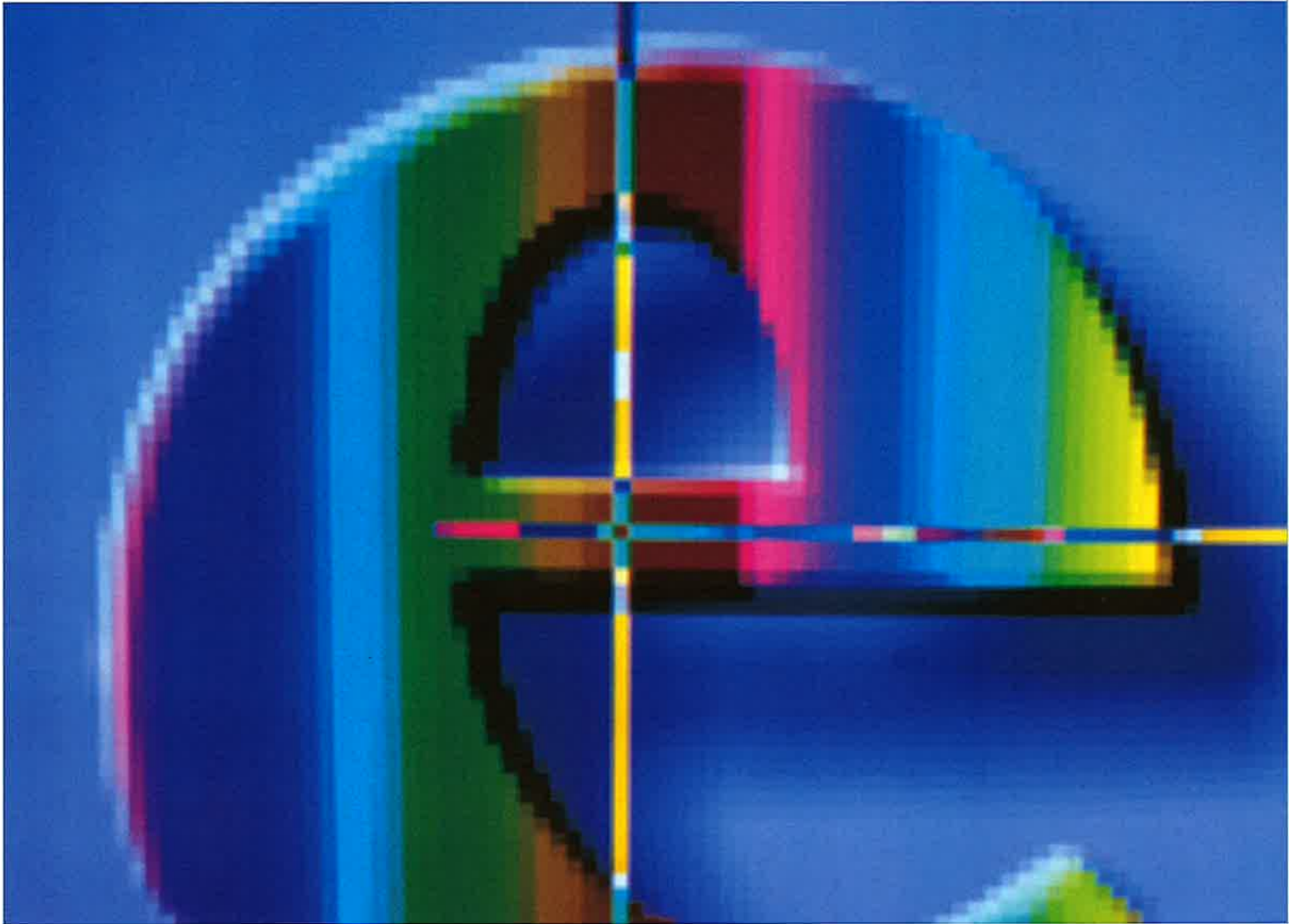


**GODIŠNJE IZVJEŠĆE O REZULTATIMA
PRAĆENJA KVALITETE ZRAKA NA
AUTOMATSKOJ POSTAJI
ZA PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA
KAŠTIJUN U 2023. GODINI**



Zagreb, veljača 2024.



EKONERG d.o.o. ♦ Odjel za mjerenja i analitiku
Laboratorij za praćenje kvalitete zraka, Koranska 5, Zagreb
Tel: +385 (0)1 6000-111; Faks: +385 (0)1 6171-560

Naručitelj: **KAŠTIJUN d.o.o.**
Premanturska cesta 215
52100 Pula

Radni nalog: I-02-3290/23
I-02-3371/23

Oznaka izvješća: L/I-02-3371/23

Naslov:

**GODIŠNJE IZVJEŠĆE O REZULTATIMA PRAĆENJA KVALITETE
ZRAKA NA AUTOMATSKOJ POSTAJI ZA PRAĆENJE KVALITETE ZRAKA
KAŠTIJUN**

IZVJEŠĆE ZA 2023. GODINU

Izvješće izradili:

Vedran Vađić, dipl. ing.
Željko Čelić, ing. el.

Voditelj Laboratorija za praćenje kvalitete zraka:

Vedran Vađić, dipl. ing.

Direktor Odjela za mjerenja i analitiku:

Bojan Abramović, dipl. ing. stroj.

Direktor:

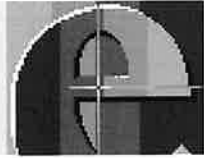
Elvis Cukon dipl. ing. stroj., MBA

Zagreb, 13. veljače 2024.



SADRŽAJ

1. UGOVORNI ODNOSI	4
2. METODE MJERENJA.....	5
3. REFERENTNI DOKUMENTI.....	6
3.1 Propisi Republike Hrvatske	6
3.2 Norme.....	6
3.3 Direktive i propisi EU.....	6
4. CILJANA KVALITETA PODATAKA	7
5. OPĆI PODACI	8
5.1 Metapodaci	8
5.2 Mjerni sustav	10
5.3 Specifikacija mjernih instrumenata i analiti.....	11
5.4 Lokacija	12
5.4.1 Makrolokacija.....	12
5.4.2 Mikrolokacija.....	13
5.5 Klasifikacija postaje	13
6. SAŽETAK QA/QC PLANA MREŽE.....	14
7. SAŽETAK POSTUPKA PROVJERE VALJANOSTI MJERNIH PODATAKA.....	14
7.1 Sažeti opis svih aktivnosti	14
7.2 Provjera statusa tehničke ispravnosti mjerene opreme	14
7.3 Provjera ispunjavanja QC standarda.....	15
7.4 Kritička i logička provjera mjernih podataka	15
7.5 Označavanje statusa valjanosti mjernih rezultata.....	15
7.6 Način prikazivanja validiranih podataka	15
8. TEHNIČKA ISPRAVNOST I MJERNA SLJEDIVOST	16
8.1 Tehnička ispravnost postaja.....	16
8.2 Onečišćujuće tvari koje su praćene tijekom godine.....	16
8.3 Mjerna sljedivost i osiguranje kvalitete mjerenja.....	16
9. PREGLED FUNKCIONALNOSTI POSTAJE	17
10. REZULTATI	17
10.1 Koncentracije onečišćujućih tvari i obrada podataka	17
10.2 Evaluacija mjernih podataka	18
10.2.1 Zakonska osnova i izjava o sukladnosti	18
10.2.2 Granične vrijednosti i učestalost dozvoljenih prekoračenja	18
10.2.3 Studije ekvivalencije	19
10.2.4 Evaluacija rezultata.....	22
11. KATEGORIZACIJA ZRAKA.....	24



1. UGOVORNI ODNOSI

Sukladno ugovoru broj U-138/2022 sklopljenom na temelju okvirnog sporazuma broj U-113/2020 i ugovoru broj U-186/2023 sklopljenom na temelju okvirnog sporazuma U-185/2023, između tvrtki Kaštijun d.o.o. i Ekoneg - Institut za energetiku i zaštitu okoliša d.o.o., ovlaštenom za obavljanje djelatnosti praćenja kvalitete zraka Rješenjem Ministarstva zaštite okoliša i energetike od 11. lipnja 2019., Ekoneg je tijekom niže navedenog perioda obavljao usluge mjerenja, validacije i dostave mjernih rezultata, kao i redovitog servisa mjernih uređaja na automatskoj postaji za praćenje kvalitete zraka Kaštijun.

Mjerenja kvalitete zraka provodila su se sukladno programu mjerenja pokazatelja onečišćenja zraka iz Rješenja o okolišnoj dozvoli od 3. ožujka 2015. godine KLASA: UP/I 351-03/14-02/19 URBROJ: 517-06-2-2-14-45.

Provjera kvalitete mjerenja i podataka obavlja se sukladno Zakonu o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22), Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20) i Pravilniku o sadržaju, formatu i postupku donošenja akcijskog plana za poboljšanje kvalitete zraka, te uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka i obvezama za provedbu Odluke Komisije 2011/850/EU (NN 26/23).

Sukladno istom zakonu i pravilnicima te Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20) izrađeno je i ovo izvješće.

Analizirani su validirani mjerni podaci od 01.01.2023. do 31.12.2023. godine.

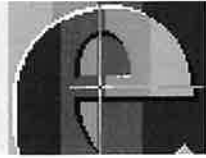


2. METODE MJERENJA

Mjerenja su obavljena prema sljedećim mjernim metodama i normama prikazanima u tablici 1.

Tablica 1. Mjerne metode i norme

Mjerna metoda	Norma
Mjerenje koncentracije amonijaka u vanjskom zraku preporučenom metodom	Mjerenje koncentracija amonijaka – automatska mjerna metoda – kemiluminiscencija uz prethodnu konverziju NH ₃ u NO _x koja se bazira na referentnoj metodi za mjerenje NO/NO ₂ HRN EN 14211:2012 – Metoda za mjerenje koncentracije dušikova dioksida i dušikova monoksida u zraku kemiluminiscencijom.
Mjerenje koncentracije sumporovodika u vanjskom zraku preporučenom metodom	UV fluorescencija uz prethodno uklanjanje SO _x i konverziju H ₂ S u SO ₂ HRN EN 14212:2012 – Mjerenje koncentracije sumporovog dioksida u zraku ultraljubičastom fluorescencijom (EN 14212) + HRN EN 14212:2012/Ispr. 1:2014
Mjerenje koncentracije dušikova dioksida i dušikova monoksida u vanjskom zraku referentnom metodom	HRN EN 14211:2012 – Metoda za mjerenje koncentracije dušikova dioksida i dušikova monoksida u zraku kemiluminiscencijom (EN 14211)
Mjerenje koncentracije merkaptana u vanjskom zraku – automatsko uzorkovanje prisisavanjem uz istovremenu analizu plinskom kromatografijom	GC-PID (nema normirane metode)
Mjerenje frakcija lebdećih čestica PM ₁₀ i PM _{2,5} automatskom metodom na principu optičkog rasipanja svjetlosti – studije ekvivalencije su izrađene u 2020. godini	HRN EN 16450:2017 Automatski mjerni sustavi za mjerenje koncentracije lebdećih čestica (EN 16450)



3. REFERENTNI DOKUMENTI

3.1 Propisi Republike Hrvatske

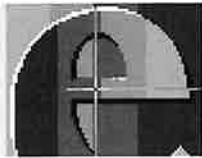
- Zakon o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22)
- Pravilnik o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20)
- Pravilnik o sadržaju, formatu i postupku donošenja akcijskog plana za poboljšanje kvalitete zraka, te uzajamnoj razmjeni informacija i izvješćivanju o kvaliteti zraka i obvezama za provedbu Odluke Komisije 2011/850/EU (NN 26/23)
- Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20)

3.2 Norme

- HRN EN ISO/IEC 17025 – Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija
- HRN EN 14211:2012 – Metoda za mjerenje koncentracije dušikova dioksida i dušikova monoksida u zraku kemiluminiscencijom (EN 14211)
- HRN EN 14662-3 – 3.dio: Automatsko uzorkovanje prisisavanjem uz istovremenu analizu plinskom kromatografijom (EN 14662-3)

3.3 Direktive i propisi EU

- Direktiva 2008/50/EZ Europskog parlamenta i Vijeća
- Direktiva Komisije (EU) 2015/1480
- Provedbena odluka Komisije od 12. prosinca 2011. o utvrđivanju pravila za Direktive 2004/107/EZ i 2008/50/EZ Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu uzajamne razmjene informacija i izvješćivanja o kvaliteti zraka (2011/850/EU)
- Guidance on the Decision 2011/850/EU
- „Criteria for EUROAIRNET The EEA Air Quality Monitoring and Information Network“; EEA Technical Report No. 12
- “QA/QC checks on air quality data in AIRBASE and on the EoI 2004 data Procedures and results“; ETC/ACC Technical paper 2005/3 September 2005; Wim Mol and Patrick van Hooydonk



4. CILJANA KVALITETA PODATAKA

Zahtjevi za kvalitetom mjernih podataka o kvaliteti zraka definirani su Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka.

Slijedeći zakonsku i normativnu regulativu postavljeni su zahtjevi na kvalitetu podataka koji su opisani u tablici 2.

Tablica 2.

Parametar kvalitete podataka / analiti	NO ₂ , NH ₃ , H ₂ S	Merkaptani	PM ₁₀ , PM _{2,5}
Mjerna nesigurnost	15%	25%	25%
Minimalan obuhvat podataka	90%	90%	90%
Minimalna vremenska pokrivenost	-	-	-

Kod sjedinjavanja 10 minutnih vrijednosti u jednosatne vrijednosti (usrednjavanja podataka) zahtjeva se minimalni obuhvat podataka od 75%.

Kod izračunavanja viših vremena usrednjavanja također se zahtjeva minimalan obuhvat podataka od 75%.



5. OPĆI PODACI

5.1 Metapodaci

Mreža za praćenje kvalitete zraka ŽCGO Kaštijun sastoji se od jedne mjerne postaje smještene unutar granica posjeda ŽCGO Kaštijun. Metapodaci za mrežu i postaju prikazani su u tablici 3.

Tablica 3.

I. PODACI O MREŽI					
I. 1.	Naziv: Mreža za praćenje kvalitete zraka ŽCGO Kaštijun				
I. 2.	Kratica: IS06				
I. 3.	Tip mreže: Lokalna				
I. 4.	Tijelo odgovorno za upravljanje: KAŠTIJUN d.o.o.				
I. 4.1.	Naziv	Županijski centar za gospodarenje otpadom (ŽCGO)			
I. 4.2.	Ime odgovorne osobe	Martina Car			
I. 4.3.	Adresa	Premanturska cesta 215, 52100 Pula			
I. 4.4.	Telefon				
	Fax				
I. 4.5.	e-mail	martina.car@kastijun.hr			
I. 4.6.	Web adresa				
I. 5.	Obavijest o vremenu: CET				
II. PODACI O POSTAJI					
II. 1. Opći podaci					
II. 1.1.	Ime postaje	AMP Kaštijun			
II. 1.2.	Ime grada	Pula			
II. 1.3.	Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	KAŠT01			
II. 1.4.	Kod postaje	IS0601			
II. 1.5.	Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Ekonerg d.o.o.			
II. 1.6.	Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	KAŠTIJUN d.o.o., Grad Pula, Istarska županija, Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja			
II. 1.7.	Ciljevi mjerenja	Praćenje kvalitete zraka i utjecaja ŽCGO na kvalitetu zraka			
II. 1.8.	Geografske koordinate*	h	y	x	
		mjereno	41	44°50'16" S	13°53'02" I
		mjereno			
II. 1.9.	NUTS				
II. 1.10.	Onečišćujuće tvari koje se mjere na postaji	NO₂; H₂S; NH₃; PM₁₀; PM_{2,5}; R-SH (merkaptani)			
II. 1.11.	Meteorološki parametri	da			
II. 1.12.	Druge informacije	mjenja se obavljaju prema zakonski propisanim metodama			
II. 2. Klasifikacija postaje					
II. 2.1.	Tip područja				
II. 2.1.1.	Gradsko				
II. 2.1.2.	Prigradsko da				
II. 2.1.3.	Ruralno				
II. 2.2.	Tip postaje u odnosu na izvor emisija				
II. 2.2.1.	Prometna				
II. 2.2.2.	Industrijska da				
II. 2.2.3.	Pozadinska				



II. 2.3.	Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1.	Područje za koje je postaja reprezentativna	radius 2000 m
II. 2.3.2.	Gradske i prigradske postaje	
	- broj stanovnika grada/naselja	1500
II. 2.3.3.	Prometne postaje	
	- procijenjena količina prometa	
	- udaljenost od kamenog ruba pločnika	
	- udio teških motornih vozila u prometu	
	- brzina prometa	
	- udaljenost do fasade zgrade i visina zgrade	
	- širina prometnice/ulice	
II. 2.3.4.	Industrijske postaje	
	- tip industrije	Gospodarenje komunalnim otpadom
	- udaljenost od izvora/područja izvora	30 m
II. 2.3.5.	Ruralne pozadinske postaje	
	- blizina grada	-
	- regionalne	-
	- daljinski prijenos	-
III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA		
III. 1. Mjerna oprema		
III. 1.1. Naziv		
III. 1.2. Analitička metoda ili mjerna metoda		
NO ₂	automatski analizator	Kemiluminescencija
NH ₃	automatski analizator	kemiluminiscencija uz prethodnu konverziju NH ₃ u NO _x
H ₂ S	automatski analizator	UV fluorescencija uz prethodno uklanjanje SO _x i konverziju H ₂ S u SO ₂
PM ₁₀ , PM _{2,5}	automatski analizator	Optičko rasipanje svjetlosti
R-SH (merkaptani)	automatski analizator	GC - elektrokemijska ćelija
III. 2. Značajke uzorkovanja		
III. 2.1.	Lokacija mjernog mjesta	
III. 2.2.	Visina mjesta uzorkovanja	3 m
III. 2.3.	Učestalost integriranja podataka	60 min (iz 5 sekundnih)



5.2 Mjerni sustav

Postaja je standardnog tipa izotermičkog skloništa s kontroliranim klimatskim uvjetima. Instrumenti i uzorkivači rade na osnovu mjernih metoda navedenih u Pravilniku o praćenju kvalitete zraka. Mjerni sustavi povezani su mobilnim internetom s nadzornim računalom u Laboratoriju za praćenje kvalitete zraka tvrtke Ekoneg pomoću sustava za prikupljanje i slanje podataka IDA ZRW. Mjerni sustav sastoji se od sljedećih komponenti opisanih u tablici 4:

Tablica 4.

Komponenta sustava	Proizvođač
Izotermičko sklonište za smještaj mjernih uređaja	-
APSA 370 CU H ₂ S analizator	Horiba
APNA-370 NO ₂ analizator	Horiba
API-T201 NH ₃ analizator	Enviro Technology
Medor GC 866 analizator sumpornih spojeva (R-SH)	Chromatotec
APDA-372 PM ₁₀ i PM _{2,5} analizator	Horiba
Sustav za kontrolu odziva MCZ	MCZ
Kalibracijska boca	UTP- Soul group
Sustav za prikupljanje i slanje podataka	Horiba
Termostatirani sustav grijanja i hlađenja	LG



5.3 Specifikacija mjernih instrumenata i analiti

Sva mjerenja izvode se kontinuirano prema metodama definiranim u Pravilniku o praćenju kvalitete zraka. U tablici 5 prikazani su mjerni princip, vrijeme usrednjavanja i granica detekcije za pojedini analizator.

Tablica 5.

Instrument, analit	Mjerni princip	Vrijeme usrednjavanja (min)	Granica detekcije ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Horiba APSA-370 CU, H ₂ S	UV fluorescencija	60	1,52
Horiba APNA-370, NO ₂	kemiluminiscencija	60	8,23
API-T201, NH ₃	kemiluminiscencija	60	15,24
MEDOR GC 866, R-SH	GC – plinska kromatografija	60	0,1
APDA-372, PM ₁₀ i PM _{2,5}	optičko rasipanje svjetlosti	60	-



5.4 Lokacija

5.4.1 Makrolokacija

Postaja je smještena unutar granica posjeda ŽCGO Kaštijun (Slika1). Na sjevero-zapadu se nalazi Grad Pula.



Slika 1. Makrolokacija postaje Kaštijun



5.4.2 Mikrolokacija

Nakon utvrđivanja makrolokacije i analize naseljenosti u okolici kao i smjerova strujanja zraka odlučeno je da se postaja postavi na jugozapadnom dijelu posjeda južno od uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (Slika 2). Pri tome odabrana se mikrolokacija tako da oko ulaza sonde za uzorkovanje strujanje zraka nije ometano u području od 270° i više od 15 m od najbliže građevine.

Na slici 2 označena je mikrolokacija postaje.



Slika 2. Mikrolokacija postaje Kaštijun

Najbliža naselja Banjole, Pomer i Vinkuran nalaze se u radijusu od oko 1,5 do 2 kilometra južno odnosno jugozapadno od postrojenja pa bi se u slučaju predominantnih strujanja zraka mogli naći na području utjecaja eventualnih emisija onečišćujućih tvari u zrak iz ŽCGO na kvalitetu zraka. Ova mikro lokacije osigurava mogućnosti mjerenja mogućih utjecaj emisija u zrak iz ŽCGO na kvalitetu zraka.

5.5 Klasifikacija postaje

Postaja je po tipu područja industrijska jer je isključiva namjena postaje praćenje utjecaja ŽCGO Kaštijun na kvalitetu zraka.



6. SAŽETAK QA/QC PLANA MREŽE

Za postizanje ciljane kvalitete podataka definiran je sustav kvalitete. Kod kreiranja QA/QC plana prvenstveno smo se vodili odrednicama norme HRN EN ISO/IEC 17025 – Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija te naputcima iz „Criteria for EUROAIRNET The EEA Air Quality Monitoring and Information Network“ EEA Technical Report No. 12 i “QA/QC checks on air quality data in AIRBASE and on the Eol 2004 data Procedures and results” ETC/ACC Technical paper 2005/3 September 2005 Wim Mol and Patrick van Hooydonk.

Sustav osiguranja i provjere kvalitete mjerenja sadržava sljedeće komponente:

1. Dnevna automatska provjera odaziva instrumenata na nulti i span plin
2. Redovna dnevna validacija podataka i stanja instrumenata
3. Redovni dvotjedni obilasci postaja
4. Po potrebi ugađanje instrumenata na postaji
5. Mjesečna izvješća
6. Godišnji servisi
7. Godišnje umjeravanje instrumenata i ispitivanje radnih karakteristika sukladno relevantnim normama
8. Izvanredni servisi – nakon značajnijih zahvata na instrumentima obavezno umjeravanje
9. Sudjelovanje u usporednim mjerenjima

7. SAŽETAK POSTUPKA PROVJERE VALJANOSTI MJERNIH PODATAKA

Podaci o koncentracijama satnih vremena usrednjavanja onečišćujućih tvari u zraku koje se prate mjerenjem kvalitete zraka na postaji, prema donesenim programima mjerenja razine onečišćenosti zraka predstavljaju osnovni izvor podataka potrebnih za izvještavanje i razmjenu informacija sukladno regulativi RH i EU.

Kao takvi moraju biti valjani odnosno provjereni (validirani) prema referentnim dokumentima navedenim u točki 3.

7.1 Sažeti opis svih aktivnosti

Slijedeći odredbe odluke EK 2011/850/EU, a u skladu s normom HRN EN ISO/IEC 17025 te normama za pojedine onečišćujuće tvari, validacija podataka obavlja se na osnovu provedbe QA/QC plana mjerenja kao i kritičke i logičke provjere mjernih podataka.

Postupak se sastoji od provjere tehničke ispravnosti instrumenata i sustava za mjerenje, provjere ispunjavanja kriterija kontrole kvalitete mjerenja i kritičke i logičke provjere mjernih podataka.

Ove aktivnosti obavljaju se svakodnevno za protekla 24 sata na centralnom računalu pomoću podataka iz baze podataka i direktnim pristupom računalima ili datalogerima u svakoj pojedinoj postaji. Baza podataka sastoji se od svih mjernih, QA/QC i servisnih podataka o mreži koja se kontinuirano popunjava najnovijim podacima.

7.2 Provjera statusa tehničke ispravnosti mjerene opreme

Provjera statusa instrumenata uređaja obavlja se na način da se direktno putem programa Data communication server i internetske veze centralno računalo spoji na računalo u provjeravanoj stanici koje je povezano sa svim relevantnim komponentama mjernog sustava postaje. Ovo omogućava uvid u statuse tehničke ispravnost uređaja sukladno protokolima postavljenim od strane proizvođača opreme.



7.3 Provjera ispunjavanja QC standarda

Svi uređaji za mjerenje kvalitete zraka u okviru provedbe QC mjerenja imaju automatsku periodičku (svakih 25 sati) provjeru odziva na nulti i span (konc. analita u iznosu od 80% mjernog područja) plin. Sukladno zadanim standardima svaka provjera bit će označena sa slovo E (error) ukoliko rezultati provjere prelaze zadane granice.

Na osnovu ove provjere može se zaključiti na koji način provjeravani instrument reagira na poznatu koncentraciju plina odnosno neprisutnost istog u nultom (filtriranom) zraku i postoje li trendovi u odgovoru instrumenta. Općenito ovako dobivene informacije predstavljaju kvalitetan uvid u funkcionalnost instrumenta te omogućavaju pravovremenu reakciju prije negoli se kvaliteta podataka spusti ispod postavljenih granica.

7.4 Kričička i logička provjera mjernih podataka

Programi Data Communication Server Presentation i ISKAZ preko baze podataka sa svih postaja omogućava uvid u sve mjerne, servisne i statusne podatke sa postaja. Ovo podrazumijeva 10 minutne i satne mjerne vrijednosti, postotak obuhvata rezultata, radovi na održavanju, alarmi i drugo. Kričička i logička provjera podataka predstavlja procjenjivanje valjanosti podataka uzimajući u obzir sve parametre koji mogu govoriti o valjanosti podataka poput izuzetno visokih rezultata, rezultata koji se prebrzo mijenjaju i rezultata koji previše odstupaju od očekivanih pri danim uvjetima (meteorološkim, prometnim, lokacijskim itd). Također uzima u obzir i usporedbu s prethodnim mjerenjima pri sličnim uvjetima i mjerenjima drugih onečišćujućih tvari kao i mjerenja s drugih (obližnjih) postaja u mreži. Općenito ovaj postupak predstavlja upotrebu svih znanja, saznanja i iskustava na području kvalitete zraka sa ciljem što kvalitetnije procjene valjanosti podataka.

7.5 Označavanje statusa valjanosti mjernih rezultata

Označavanje statusa valjanosti mjernih podataka obavlja se u ISKAZ-u i excel validacijskim listama svakodnevno na osnovi gore opisanog postupka.

Podaci se označavaju na sljedeći način:

LEGENDA	
zapis bez GV	
zapis < 0	
zapis < GV	
zapis > GV	
odr. zero/span	
QA postupak	instrument na redovnoj kalibraciji ili redovnom održavanju
obuhvat < 75%	
dodatna provjera	
nema zapisa	
ne validno	broj+N može biti i u drugoj boji ove legende

7.6 Način prikazivanja validiranih podataka

Validirani podaci prikazuju se u xls formatu. Podaci za sve onečišćujuće tvari sadržani su u jednoj datoteci u obliku triju tablica na tri lista nazvana „Prilog 1“, „Prilog 2“ i „Prilog 3“ u ovisnosti koju vrstu podataka prikazuje. Osim validiranih satnih vrijednosti tablice sadržavaju i statističke podatke kako je to opisano u Pravilniku o praćenju kvalitete zraka. Tablice se nalaze u prilogima u elektroničkom obliku na USB-u.



8. TEHNIČKA ISPRAVNOST I MJERNA SLJEDIVOST

8.1 Tehnička ispravnost postaja

Svi postupci osiguravanja tehničke ispravnosti postaje obavljani su od strane ovlaštenog servisera za instrumente proizvođača API, Horiba i Chromatotec, tvrtki Ekonerg i Orion.

8.2 Onečišćujuće tvari koje su praćene tijekom godine

Onečišćujuće tvari koje je tvrtka Ekonerg pratila na mjernoj postaji Kaštijun u 2023. godini:

- Dušikov dioksid (NO₂)
- Sumporovodik (H₂S)
- Amonijak (NH₃)
- Merkaptani (R-SH)
- Lebdeće čestice aerodinamičkog promjera < 2,5 μm (PM_{2,5})
- Lebdeće čestice aerodinamičkog promjera < 10 μm (PM₁₀)

8.3 Mjerna sljedivost i osiguranje kvalitete mjerenja

Praćenje koncentracija gore navedenih onečišćujućih tvari izvodilo se kontinuiranim mjerenjima prema Zakonu o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22) i Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20). U periodu od 01.01.2023. do 31.12.2023. godine rad instrumenta je redovno provjeravan preko analiziranja dobivenih rezultata i putem "zero" i "span" provjera. Rezultati provjera nalaze se u bazi podataka postaje.

Svi mjerni instrumenti umjereni su u akreditiranom umjernom laboratoriju tvrtke Ekonerg sukladno propisanim radnim postupcima prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 i relevantnim normama za svaku metodu.

Certifikati o umjeravanju sa dokazima mjerne sljedivosti do SI jedinica prema ISO 17025 nalaze se u dokumentaciji postaje.



9. PREGLED FUNKCIONALNOSTI POSTAJE

Tijekom 2023. godine na postaji je ostvaren prosječni obuhvat podataka od 99,3% za satno odnosno 98,9% za 24-satno vrijeme usrednjavanja.

Obuhvat podataka mjerne postaje Kaštijun za 2023. godinu prikazan je u tablici 6.

Tablica 6. Ostvaren obuhvat podataka u 2023. godini

Postaja Kaštijun	NO ₂ [%]	H ₂ S [%]	NH ₃ [%]	PM ₁₀ [%]	PM _{2,5} [%]	merkaptani [%]	sr.vr. [%]
satni podaci	99,6	99,6	99,2	99,6	99,6	98,0	99,3
24-satni podaci	99,4	99,4	98,8	99,5	-	97,2	98,9

10. REZULTATI

10.1 Koncentracije onečišćujućih tvari i obrada podataka

Tijekom 2023. dobiveni rezultati prikazani su i obrađeni u prilogima 1-3 (nalaze se u elektroničkom obliku na USB-u).

- Prilog 1. Tablični prikaz koncentracija onečišćujućih tvari satnih vremena usrednjavanja
- Prilog 2. Tablični prikaz koncentracija onečišćujućih tvari 24 satnih vremena usrednjavanja
- Prilog 3. Statistička obrada podataka sa kategorizacijom zraka



10.2 Evaluacija mjernih podataka

10.2.1 Zakonska osnova i izjava o sukladnosti

Ocjenjivanje razine onečišćenosti zraka izvedeno je sukladno Članku 20. i 21. Zakona o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22) te Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20).

Izjava o sukladnosti izmjerenih vrijednosti temeljena je na Prilozima 1, 2, 3 i 5 Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 77/20).

Pravilo odlučivanja definirano je u Članku 21. Zakona o zaštiti zraka (NN 127/19, 57/22) i Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20).

10.2.2 Granične vrijednosti i učestalost dozvoljenih prekoračenja

Za evaluaciju rezultata korištene su, sukladno gore spomenutoj Uredbi, granične vrijednosti i učestalost dozvoljenih prekoračenja iz tablice 7.

Tablica 7. Razine granične vrijednosti (GV) i učestalost dozvoljenih prekoračenja

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Razina granične vrijednosti (GV)	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
NO ₂	1 sat	200 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 18 puta tijekom kalendarske godine
	1 godina	40 µg/m ³	–
H ₂ S	1 sat	7 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 24 puta tijekom kalendarske godine
	24 sata	5 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine
Amonijak (NH ₃)	24 sata	100 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine
Merkaptani	24 sata	3 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 7 puta tijekom kalendarske godine
PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	GV ne smije biti prekoračena više od 35 puta tijekom kalendarske godine
	1 godina	40 µg/m ³	–
PM _{2,5}	1 godina	25 µg/m ³	–



10.2.3 Studije ekvivalencije

U 2020. godini Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada (IMI), izradio je studije ekvivalencije za ne-referentne metode mjerenja frakcije lebdećih čestica PM₁₀ i PM_{2,5} na mjernoj postaji Kaštijun. „Studija ekvivalencije za ne-referentnu metodu mjerenja frakcije lebdećih čestica PM_{2,5} na mjernoj postaji Kaštijun“ izrađena je u lipnju 2020., dok je „Studija ekvivalencije za ne-referentnu metodu mjerenja frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na mjernoj postaji Kaštijun“ izrađena u prosincu 2020.

U okviru ovih studija analiziran je stupanj ekvivalencije rezultata određivanja masene koncentracije frakcije lebdećih čestica PM₁₀ i PM_{2,5} metodom ortogonalnog svjetlosnog raspršenja na česticama s masenim koncentracijama određenim gravimetrijskom metodom sukladno HRN EN 12341 u svrhu kategorizacije kvalitete zraka s obzirom na postojeće propise (Zakon o zaštiti zraka, NN 127/19, 57/22; Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 72/20). Određivanje ekvivalencije te posljedično korekcija izmjerenih rezultata na pojedinom mjernom mjestu su nužni s obzirom na objektivne faktore poput sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnog za to mjereno mjesto te zbog utjecaja dizajna ulaznog dijela uređaja, povišene radne temperature u uređaju što uzrokuje gubitak hlapivih komponenti već sakupljenih čestica, kao i s obzirom na subjektivne faktore, prvenstveno načina i učestalosti održavanja mjernog uređaja.

Rezultati ekvivalencija omogućuju sezonske korekcije mjernih rezultata te korekcije statističkih parametra za kategorizaciju kvalitete zraka.

Masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcija lebdećih čestica određivane su ne-referentnom metodom ortogonalnog raspršenja svjetlosti pomoću automatskog analizatora Horiba APDA-372 (s/n 11273) trajno instaliranog na mjernoj postaji.

Dnevni uzorci PM₁₀ i PM_{2,5} frakcija lebdećih čestica sakupljani su referentnim sakupljačima Sven Leckel SEQ 47/50-CD (s/n 17/0118) u skladu sa zahtjevima referentne normirane gravimetrijske metode HRN EN 12341.

Pri određivanju korekcijskih funkcija obrađivali su se podaci prema klimatološkoj definiciji sezona.

Sezona	Razdoblje
Proljeće	01.03. – 31.05.
Ljeto	01.06. – 31.08.
Jesen	01.09. – 30.11.
Zima	01.12. – 28.02.

Rezultati proračuna su ocijenjeni usporedbom iznosa proširene relativne mjerne nesigurnosti s maksimalno dozvoljenom vrijednošću, te svrstani u dvije kategorije prikazane zelenom i crvenom bojom zbog preglednosti:

1. **Zadovoljava**
2. **Ne zadovoljava**

Studijama je provedena korekcija nagiba regresijskog pravca i korekcija odsječka pravca na ordinati čime se za korekciju rezultata određenih ne-referentnom metodom trebaju koristiti **korekcijske funkcije** (pravci).

Također, studijama su određene **korekcijske funkcije za svaku sezonu** i godišnja korekcijska funkcija usprkos nezadovoljavajućeg obuhvata podataka.

Studije su izrađene sukladno 'Guide to the demonstration of equivalence of ambient air monitoring methods'.

Tablica 8. Usporedba izvornih i sezonski korigiranih podataka određenih referentnim SEQ47/50 sakupljačem i automatskim analizatorom za $PM_{2,5}$ frakciju tijekom 2019. i 2020. godine.

Izvorni podaci	Korigirani podaci	Korekcijska funkcija
Zima ; N = 50 ; $R^2 = 0,983$		
$y = 0,963x + 0,108$ U = 11,5 %	$y = 0,999x + 0,019$ U = 9,9 %	$y_1 = 1,038y - 0,112$
Proljeće ; N = 47 ; $R^2 = 0,915$		
$y = 0,950x + 0,901$ U = 11,0 %	$y = 0,998x + 0,025$ U = 13,7 %	$y_1 = 1,053y - 0,949$
Ljeto ; N = 38 ; $R^2 = 0,943$		
$y = 0,841x + 0,932$ U = 31,0 %	$y = 0,995x + 0,037$ U = 10,9 %	$y_1 = 1,189y - 1,107$
Jesen ; N = 45 ; $R^2 = 0,918$		
$y = 0,987x + 1,512$ U = 12,6 %	$y = 0,999x + 0,005$ U = 13,7 %	$y_1 = 1,014y - 1,532$
Cjelogodišnje razdoblje ; N = 180 ; $R^2 = 0,957$		
$y = 0,947x + 0,826$ U = 11,7 %	$y = 0,999x + 0,013$ U = 10,3 %	$y_1 = 1,056y - 0,873$

Tablica 9. Usporedba srednjih vrijednosti masenih koncentracija određenih referentnim SEQ47/50 sakupljačem i automatskim analizatorom za $PM_{2,5}$ frakciju po sezonama izražene u $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Proljeće	Ljeto	Jesen	Zima
SEQ 47/50	10,46	7,16	9,28	13,54
APDA-370 izvorni	10,07	7,40	7,88	13,94
APDA-370 korigirani	10,46	7,16	9,28	13,54

Tablica 10. Usporedba izvornih i sezonski korigiranih podataka određenih referentnim SEQ47/50 sakupljačem i automatskim analizatorom za PM_{10} frakciju tijekom 2019. i 2020. godine.

Izvorni podaci	Korigirani podaci	Korekcijska funkcija
Zima ; N = 40 ; $R^2 = 0,975$		
$y = 1,023x - 2,501$ U = 11,3 %	$y = 0,999x + 0,009$ U = 11,6 %	$y_1 = 0,978y + 2,445$
Proljeće ; N = 41 ; $R^2 = 0,884$		
$y = 1,227x - 5,584$ U = 24,9 %	$y = 0,987x + 0,248$ U = 16,8 %	$y_1 = 0,815y + 4,551$
Ljeto ; N = 28 ; $R^2 = 0,858$		
$y = 1,330x - 4,588$ U = 48,3 %	$y = 0,978x + 0,267$ U = 20,9 %	$y_1 = 0,752y + 3,450$
Jesen ; N = 42 ; $R^2 = 0,956$		
$y = 1,041x - 3,490$ U = 8,2 %	$y = 0,999x + 0,015$ U = 9,2 %	$y_1 = 0,961y + 3,353$
Cjelogodišnje razdoblje ; N = 151 ; $R^2 = 0,959$		
$y = 1,038x - 2,445$ U = 9,8 %	$y = 0,999x + 0,016$ U = 9,9 %	$y_1 = 0,964y + 2,356$



Tablica 11. Usporedba srednjih vrijednosti masenih koncentracija određenih referentnim SEQ47/50 sakupljačem i automatskim analizatorom za PM_{10} frakciju po sezonama izražene u $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Proljeće	Ljeto	Jesen	Zima
SEQ 47/50	19,34	12,20	16,85	30,24
APDA-372 izvorni	18,14	11,63	14,04	28,43
APDA-372 korigirani	19,34	12,20	16,95	30,25

Ove studije predstavljaju prve studije ekvivalencije provedene za automatski analizator određivanja masenih koncentracija lebdećih čestica nove generacije. Automatski analizator koristi mjerni princip ortogonalnog raspršenja svjetlosti sa novom generacijom izvora bijele svjetlosti te brojanja čestica u rasponu aerodinamičkog promjera od 0,18 μm do 18 μm .

Korigirani podaci **zadovoljavaju** zahtjevu za relativnom proširenom mjernom nesigurnošću nižom od 25 % za sve četiri sezone, te je na osnovi dobivenih rezultata i dosadašnjih iskustava preporučljivo provoditi **sezonsku korekciju rezultata** određenih automatskim analizatorom lebdećih čestica.



10.2.4 Evaluacija rezultata

Pri evaluaciji rezultata korišteno je pravilo zaokruživanja koje je propisano Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 72/20), članak 23., i Provedbenom odlukom Komisije IPR (2011/850/EZ), Annex I part A(2).

Podaci PM_{10} i $PM_{2,5}$ su korigirani sa sezonskim faktorima korekcije iz studije ekvivalencije automatske mjerne metode prema referentnoj gravimetrijskoj metodi.

Satno usrednjavanje

Tijekom 2023. godine niti koncentracije NO_2 niti koncentracije H_2S nisu prekoračile graničnu vrijednost za satno vrijeme usrednjavanja.

Dnevno usrednjavanje

U 2023. godini koncentracije H_2S , NH_3 i merkaptana nisu prekoračile graničnu vrijednost za 24 satno vrijeme usrednjavanja

Koncentracije lebdećih čestica PM_{10} prekoračile su graničnu vrijednost 7 puta za 24 satno vrijeme usrednjavanja (označeno crvenom bojom – Prilog 2) što je manje od dozvoljenog broja prekoračenja GV od 35 puta.

Na slici 3 prikazani su dani prekoračenja GV PM_{10} za 24 satno vrijeme usrednjavanja (nakon korekcije s korekcijskim funkcijama iz studije ekvivalencije). Dani u kojima su zabilježena prekoračenja označeni su crvenom bojom.

Godišnje usrednjavanje

Koncentracije NO_2 , PM_{10} i $PM_{2,5}$ nisu prekoračile godišnju graničnu vrijednost.

Pragovi upozorenja

Koncentracije NO_2 nisu prekoračile prag upozorenja.

Pragovi procjene

S obzirom na pragove procjene koncentracije NO_2 nalaze se ispod donjeg praga procjene, koncentracije $PM_{2,5}$ nalaze između donjeg i gornjeg praga procjene, dok se koncentracije PM_{10} nalaze iznad gornjeg praga procjene

Iz raspoloživih podataka nije moguće sa sigurnošću utvrditi predominantni izvor onečišćenja.



2023

siječanj '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

veljača '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28				

ožujak '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

travanj '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30						

svibanj '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
	1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12	13
14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31			

lipanj '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
				1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	

srpanj '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
						1
2	3	4	5	6	7	8
9	10	11	12	13	14	15
16	17	18	19	20	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

kolovoz '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
		1	2	3	4	5
6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19
20	21	22	23	24	25	26
27	28	29	30	31		

rujan '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30

listopad '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

studeni '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

prosinac '23						
Su	M	Tu	W	Th	F	Sa
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Slika 3. Kalendar prekoračenja granične vrijednosti GV koncentracija PM_{10} za 24-satno vrijeme usrednjavanja u 2023. godini na postaji Kaštijun



11. KATEGORIZACIJA ZRAKA

Prema rezultatima mjerenja, a sukladno regulativi Republike Hrvatske iz točke 3. ovog izvješća zrak je na ovom području za 2023. godinu klasificiran kao I kategorije u odnosu na NO₂, lebdeće čestice PM₁₀ i lebdeće čestice PM_{2,5} s obzirom na zaštitu zdravlja ljudi. Kategorizacija kvalitete zraka s obzirom na PM₁₀ i PM_{2,5} napravljena je na osnovu korigiranih podataka.

Sukladno regulativi Republike Hrvatske iz točke 3. ovog izvješća zrak je na ovom području za 2023. godinu klasificiran kao I kategorije u odnosu na H₂S, NH₃ i merkaptane (R-SH) s obzirom na kvalitetu življenja (dodijavanje mirisom).

Tablica 12 prikazuje statističku obradu podataka i kategorizaciju kvalitete zraka.

Tablica 12. Statistička obrada mjernih podataka

STATISTIČKA OBRADA MJERNIH REZULTATA NA POSTAJI KAŠTIJUN ZA 2023. GODINU						
Statistički parametar / Onečišćujuća tvar	NO ₂ µg/m ³	H ₂ S µg/m ³	NH ₃ µg/m ³	PM ₁₀ kor. µg/m ³	PM _{2,5} kor. µg/m ³	merkaptani µg/m ³
Minimalna satna vrijednost	-0,7	-0,2	0,1	3,4	0,6	0,0
Maximalna satna vrijednost	66,3	6,8	40,7	258,8	147,6	20,2
Median satnih vremena usrednjavanja	4,7	0,9	6,3	15,9	9,0	0,1
Percentil 99,73 satnih vremena usrednjavanja	-	4,6	-	-	-	-
Percentil 99,79 satnih vremena usrednjavanja	44,2	-	-	-	-	-
Srednja vrijednost satnih vremena usrednjavanja	7,4	1,0	7,2	20,6	12,3	0,3
Minimalna 24 satna vrijednost	0,6	0,2	1,1	6,0	-	0,0
Maximalna 24 satna vrijednost	30,1	2,9	27,3	85,6	-	2,7
Median 24 satnih vremena usrednjavanja	5,8	1,0	6,4	17,5	-	0,1
Percentil 98,1 24 satnih vremena usrednjavanja	-	2,1	18,3	-	-	1,4
Percentil 90,4 24 satnih vremena usrednjavanja	-	-	-	36,0	-	-
Srednja vrijednost 24 satnih vremena usrednjavanja	7,4	1,0	7,2	20,6	-	0,3
Valjanih rezultata satnih vremena usrednjavana (%)	99,6	99,6	99,2	99,6	99,6	98,0
Valjanih rezultata 24 satnih vremena usrednjavana (%)	99,4	99,4	98,8	99,5	-	97,2
Broj prekoračenja satnog GV	0	0	-	-	-	-
Broj prekoračenja 24 satnog GV	-	0	0	7	-	0
Prekoračenje godišnje GV	NE	-	-	NE	NE	-
Prekoračenje praga obavješćivanja	-	-	-	-	-	-
Prekoračenje praga upozorenja	NE	-	-	-	-	-
Pragovi procjene	< donjeg	-	-	> gornjeg	> donjeg < gornjeg	-
Kategorija kvalitete zraka	prva	prva	prva	prva	prva	prva



PRILOZI

- Prilog 1. Tablični prikaz koncentracija onečišćujućih tvari satnih vremena usrednjavanja
- Prilog 2. Tablični prikaz koncentracija onečišćujućih tvari 24 satnih vremena usrednjavanja
- Prilog 3. Statistička obrada podataka sa kategorizacijom kvalitete zraka
- Prilog 4. Elektronička verzija izvješća