

J.U. ZAVOD ZA JAVNO
ZDRAVSTVO KANTONA

SARAJEVO



P.I. INSTITUTE FOR PUBLIC
HEALTH OF CANTON

SARAJEVO

Bosna i Hercegovina
Federacija Bosna i Hercegovina
Kanton Sarajevo
Ministarstvo komunalne privrede,
infrastrukture, prostornog
uređenja, građenja i zaštite okoliša

IZVJEŠTAJ O MONITORINGU KVALITETA ZRAKA U KANTONU SARAJEVO ZA 2023. GODINU

VD DIREKTORA

Zlatan Hamza dr.med



Adresa: dr. Mustafe Pintola br.1, 71210 Ilidža
Tel/fax: 627-889; 622-227
web: <http://www.zzjzks.ba>
e-mail info@zzjzks.ba



Sadržaj

1 KVALITET ZRAKA	3
1.1 PRIRODNE KARAKTERISTIKE	3
1.2 LOKALNA EMISIJA	3
1.3 DALJINSKI TRANSPORT	3
2 SISTEM PRAĆENJA KVALITETA ZRAKA U KANTONU SARAJEVO.....	4
2.1 OPIS PROJEKTA	4
2.2 PROJEKTNE AKTIVNOSTI.....	4
2.3 MONITORING KVALITETA ZRAKA OBUHVATA	5
2.4 ZAHTJEVI KVALITETA ZRAKA	5
2.5 ZNAČENJE IZRAZA	5
3 METODE.....	8
4 LOKACIJE I OPREMA ZA MONITORING	10
4.1 Automatska stanica za praćenje kvaliteta zraka "Vijećnica" (bivša stanica Alipašina – Skenderija)	10
4.2 Automatska stanica za praćenje kvaliteta zraka Otoka - Referentna stanica.....	11
4.3 Mobilna stanica za praćenje kvaliteta zraka - Referentna stanica	12
4.4 Automatska stanica za praćenje kvaliteta zraka Ilijaš - Referentna stanica.....	14
4.5 Automatska stanica za praćenje kvaliteta zraka Ilidža - Referentna stanica.....	15
4.6 Automatska stanica za praćenje kvaliteta zraka Vogošća- Referentna stanica.....	16
5 ZAKONSKA REGULATIVA.....	17
5.1 Osiguranje i kontrola rezultata mjerenja (QA/QC).....	18
6 REZULTATI MJERENJA za 2023. godinu	19
6.1 AUTOMATSKE STANICE	19
6.1.1 Vijećnica	19
6.1.2 Otoka.....	19
6.1.3 Mobilna stanica Hadžići.....	20
6.1.4 Ilijaš.....	21
6.1.5 Ilidža.....	21
6.1.6 Vogošća.....	22
6.1.7 Meterološki parametri	25
7 ANALIZA.....	27
7.1 Prema godinama i različitim lokacijama za određeni polutant	27
7.2 Analiza teških metala (nikl, olovo, arsen i kadmij)	39
7.3 Primjena Plana interventnih mjera za slučajeve prekomjernog zagađenja zraka u Kantonu Sarajevo za 2023.	39
8 ANALIZA DOSADAŠNJIH AKTIVNOSTI	41
9 PRIJEDLOZI ZA UNAPREĐENJE ISPITIVANJA I UPRAVLJANJA KVALITETOM ZRAKA U KANTONU SARAJEVO.....	43

Izrada izvještaja: Odjel sanitarne hemije

Datum izrade: april/maj 2024.

1 KVALITET ZRAKA

Kvalitet zraka nekog područja tj. vremenska, kvantitativna i kvalitativna promjenjivost sastava zraka u nekom prostoru, ovisan je o mnogim faktorima, no pojedine ipak treba izdvojiti:

1.1 PRIRODNE KARAKTERISTIKE

- ☞ orografske karakteristike posebno u smjerovima sjever- jug i istok- zapad,
- ☞ klimatske karakteristike,
- ☞ prostorne i vremenske manifestacije bazičnih sistema,
- ☞ lokalnu cirkulaciju i vremenske promjene.

1.2 LOKALNA EMISIJA

- ☞ neujednačena prostorna raspodjela plošnih, linijskih i tačkastih izvora,
- ☞ relativno mala heterogenost tih izvora vezano za vrste emisije,
- ☞ neujednačena kontinuiranost emisije pojedinih izvora,
- ☞ postojanje (ili saniranje) starih ili novih "crnih tačaka".

1.3 DALJINSKI TRANSPORT

- ☞ transport prirodnom emisijom onečišćene mase zraka,
- ☞ transport antropogenom emisijom onečišćene mase zraka,
- ☞ složenost cirkulacijskih sistema u kotlinama.,
- ☞ superpozicija s lokalnim emisijama,
- ☞ problem definiranja objektivnih pokazatelja,
- ☞ promjena koncentracija po visini,
- ☞ prostorno- vremenske razlike učinaka,
- ☞ specifični lokalni transport,
- ☞ moguće sinergističke učinke.

Ako prihvatimo tumačenja prema definiciji Međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO), "*Zrak je onečišćen ako sadrži tvari koje potječu od ljudske aktivnosti ili prirodnih procesa, u koncentraciji, trajanju i/ili uvjetima da može narušiti kvalitet življenja, zdravlje i dobrobit ljudi i okoliša*".

Uvaživši ove definicije, jasno je da su navedeni faktori od gotovo isključivog značaja, općenito, ali i posebno u slučaju Kantona Sarajevo.

Neupitna je potreba inkorporiranja elemenata okoliša, a time i kontrole kvalitete zraka u prostorno planiranje Kantona Sarajevo. Jedan od vrlo bitnih elemenata na polju kvalitete zraka je sistematsko praćenje, odnosno mjerenje u cilju dobivanja temeljnih pokazatelja za urbanistička saobraćajna i javnozdravstvena planiranja i mjere. To je posebno bitno za područje Kantona Sarajevo, gdje je u proteklih dvadeset godina došlo do značajnije promjene socioloških, energetskih i saobraćajnih indikatora.

Sistem jedinica praćenja i metoda praćenja, uključujući organizaciju dobivanja i korištenja datih podataka koji se odnose na zrak naziva se Sistem praćenja kvaliteta zraka (Monitoring kvaliteta zraka). Monitoring kvaliteta zraka je osnovni alat za osiguranje potrebnog kvaliteta zraka.

2 SISTEM PRAĆENJA KVALITETA ZRAKA U KANTONU SARAJEVO

Metode mjerenja, uslove za prihvatljivosti mjerenja, granične vrijednosti, vrste zagađujućih materija propisane su Pravilnikom o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka (Sl. novine FBiH 1/12, 44/19).

Monitoring kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo vrši se u skladu sa zahtjevima Pravilnika o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka ("Sl. novine FBiH" br.1/12,44/19) za potrebe Ministarstva komunalne privrede, infrastrukture, prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša Kantona Sarajevo od strane J.U. Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo. Cilj projekta je ostvariti kontinuirani monitoring zagađujućih materija tokom čitave godine na teritoriji Kantona Sarajevo u svrhu zaštite zdravlja građana i okoliša kroz pravovremene informacije o stanju kvaliteta zraka. Na osnovu trendova praćenja indikatora zagađenosti zraka nadležne institucije dobivaju informacije na osnovu kojih se mogu praviti planovi za dugoročno unapređenje postojećeg stanja kvaliteta zraka kao i saniranje postojećeg stanja. Također, monitoring kvaliteta zraka omogućava hitno i pravovremeno postupanje u slučajevima prekomjerne zagađenosti zraka.

2.1 OPIS PROJEKTA

Prikupljanje podataka sa mjernih stanica i mjernih uređaja, izrada dnevnih informacija i prezentacija na web-stranicama www.fhmzbih.gov.ba; <http://zzjzks.ba/>. i dok se ne osposobi stranica kvalitetzraka.ba, komentar informacija, izrada preporuka i uputstava za pojedine kategorije stanovništva, izrada mjesečnih i godišnjih izvještaja o kvalitetu zraka na osnovu mjerenih vrijednosti praćenih parametara sa komentarom.

2.2 PROJEKTNE AKTIVNOSTI

1. Kontinuirani rad na prikupljanju podataka sa mjernih stanica i mjernih uređaja.
2. Svakodnevna validacija prikupljenih podataka i procjena stanja kvaliteta zraka.
3. Komentar informacija, izrada preporuka i uputstava za pojedine kategorije stanovništva.
4. Obaveza obavještavanja stanovništva putem sredstava javnog informisanja u slučajevima povećanog zagađenja s preporukama o načinu ponašanja u takvim izvanrednim okolnostima.
5. Davanje sugestija za unaprijeđenje internog plana interventnih mjera za slučajeve prekomjernog zagađenja u Kantonu Sarajevo.
6. Učestvovanje u provedbi Plana interventnih mjera za slučajeve prekomjernog zagađenja u Kantonu Sarajevo putem učešća u radu Stručnog tijela.
7. Analiza dobivenih trenutnih vrijednosti s vrijednostima predhodnih godina uz preporuke za naredni period u cilju boljeg upravljanja kvalitetom zraka na području kantona.
8. Planiranje nabavke, priprema i provođenje nabavke rezervnih dijelova, potrošnog materijala, analizatora i stanica za potrebe monitoringa.
9. Učešće u formiranju zakonske regulative u smislu davanja mišljenja, preporuka.
10. Planiranje i provođenje svih aktivnosti u cilju obezbjeđenja kontinuiranog monitoringa kvaliteta zraka (premještanje stanica, kalibracije analizatora..).

2.3 MONITORING KVALITETA ZRAKA OBUHVATA

- 1) kriterije za određivanje minimalnog broja mjernih mjesta i lokacija za uzimanje uzoraka u slučaju fiksnih mjerenja i u slučaju kada su fiksna mjerenja dopunjena indikativnim mjerenjima ili postupcima modeliranja, a sve u zavisnosti od namjene površine, sadržaja i kapaciteta;
- 2) metodologiju mjerenja i ocjenjivanja kvaliteta zraka (referentne metode mjerenja i kriteriji za ocjenjivanje koncentracija);
- 3) zahtjeve u pogledu podataka koji se koriste za ocjenjivanje kvaliteta zraka;
- 4) način obezbjeđenja kvaliteta podataka za ocjenjivanje kvaliteta zraka (prema zahtjevu standarda BAS EN ISO/IEC17025);
- 5) obim i sadržaj informacija o ocjenjivanju kvaliteta zraka.

2.4 ZAHTJEVI KVALITETA ZRAKA

- 1) granične vrijednosti zagađujućih materija u zraku;
- 2) gornje i donje granice ocjenjivanja zagađujućih materija u zraku;
- 3) granice tolerancije i tolerantne vrijednosti;
- 4) koncentracije opasne po zdravlje ljudi i koncentracije o kojima se izvještava javnost (pragovi upozorenja i prag uzbune);
- 5) kritični nivoi zagađujućih materija u zraku;
- 6) ciljne vrijednosti, nacionalni i dugoročni ciljevi zagađujućih materija u zraku;
- 7) rokovi za postizanje graničnih i/ili ciljnih vrijednosti, u slučajevima kada su one prekoračene.

Vrijednosti iz stava 1. ovog člana se utvrđuju za pojedina područja pri izradi prostornih i urbanističkih planova, izrade programa toplifikacije i prometa, mogućeg unošenja zagađujućih materija u prostor, izbora lokacije izvora zagađivanja i određivanje parametara ispusta (dimnjaka), a da prirodni sadržaji (ljudi, biljke i životinje) i izgrađena dobra ne budu ugroženi djelovanjem zagađujućih materija, kao i kod poduzimanja sanacionih mjera čiji je cilj zaštita zdravlja ljudi, ekosistema i izgrađenih sadržaja od djelovanja zagađujućih materija u ambijentalnom zraku.

2.5 ZNAČENJE IZRAZA

- ✓ "*mjerenje*" - je skup postupaka kojima se određuje vrijednost neke veličine;
- ✓ "*period mjerenja*" - je vremenski razmak između prvog i posljednjeg mjerenja;
- ✓ "*mjerni postupak*" - je skup postupaka opisanih prema vrsti, koji se upotrebljavaju za vršenje pojedinih mjerenja u skladu sa određenom metodom;
- ✓ "*mreža*" - je skup dvije ili više mjernih stanica i/ili mjernih mjesta za monitoring kvaliteta zraka;
- ✓ "*stanica*" - je stacionaran i/ili mobilni objekat opremljen za mjerenje/uzimanje uzoraka, obradu i prenos podataka i za zapažanje pojava značajnih za monitoring kvaliteta zraka;
- ✓ "*procjena*" - označava svaku prihvatljivu metodu koja se koristi za mjerenje, izračunavanje, predviđanje ili procjenjivanje nivoa;
- ✓ "*granična vrijednost*" - označava nivo određen na osnovu naučnog znanja s ciljem izbjegavanja, sprečavanja ili smanjivanja štetnih uticaja na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini. ovaj nivo se mora dostići u određenom periodu i kasnije ne smije biti prekoračen;

- ✓ "*ciljna vrijednost*" - označava nivo određenu s ciljem izbjegavanja više dugotrajnih štetnih uticaja na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini; ovaj nivo se mora dostići u određenom periodu gdje je to moguće;
- ✓ "*planovi za kvalitet zraka*" - označavaju planove u kojima su utvrđene mjere za dostizanje graničnih i ciljnih vrijednosti;
- ✓ "*dugoročni cilj*" - je nivo koji treba postići tokom određenog dužeg perioda. radi otklanjanja mogućnosti nastupanja štetnih posljedica po zdravlje ljudi i/ili okoliš u cjelini, osim u slučajevima kada to nije moguće ostvariti kroz proporcionalno ekonomične mjere;
- ✓ "*prag uzbune*" - znači nivo iznad kojeg postoji rizik po ljudsko zdravlje prilikom kratkog izlaganja i na kojem će biti preduzeti direktni koraci;
- ✓ "*prag upozorenja*" - znači nivo iznad koga postoji rizik po ljudsko zdravlje usljed kratkog izlaganja za izuzetno osjetljive dijelove stanovništva i o kome je potrebno dati najnovije informacije.
- ✓ "*kritični nivo*" - je nivo utvrđen na osnovu naučnih saznanja iznad kojeg mogu nastupiti direktni štetni uticaji na pojedine receptore, kao što su vegetacija i prirodni ekosistemi ali ne na ljude;
- ✓ "*PM₁₀*" - je frakcija lebdećih čestica (particulate matter) koja prolazi kroz ulaz uzorkivača sa 50% uspješnosti u odstranjivanju čestica aerodinamičkog dijametra 10 µm prema referentnoj metodi za uzimanje uzoraka propisanoj standardom BAS EN 12341;
- ✓ "*azotni oksidi*" - su zbir zapreminskih udjela azot monoksida i azot dioksida izraženih u jedinicama masene koncentracije azot-dioksida (NO₂) u mikrogramima po kubnom metru (µg/m³);
- ✓ "*granica tolerancije*" znači postotak dozvoljenog prekoračenja granične vrijednosti pod propisanim uslovima;
- ✓ "*tolerantna vrijednost*" - znači graničnu vrijednost uvećanu za granicu tolerancije;
- ✓ "*EMEP (European Monitoring and Evaluation Programme)*" - je Program saradnje za praćenje i procjenu prekograničnog prenosa zagađujućih materija u zraku na velikim udaljenostima u Evropi;
- ✓ "*maksimalno dozvoljena koncentracija*" - je maksimalna koncentracija zagađujuće materije u zraku koja se ne smije prekoračiti u cilju izbjegavanja ozbiljnih kratkoročnih posljedica po ekosisteme i zdravlje ljudi;
- ✓ "*čađ*" - je masena koncentracija suspendiranih čestica ekvivalentna smanjenju refleksije filter papira zbog skupljanja crnih čestica i mjeri se samo u aglomeracijama gdje prevladavaju crne čestice;
- ✓ "*nacionalni cilj*" - za smanjenje izloženosti je postotak smanjenja prosječne izloženosti stanovništva u Federaciji Bosne i Hercegovine ustanovljen za referentnu godinu, sa ciljem smanjenja štetnih efekata po zdravlje ljudi, koji će se ukoliko je moguće dostići u određenom periodu.

Dugi niz godina Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo, na 5 (pet). a od polovice 2008. godine na 3 (tri) mjerna mjesta, u toku 24^h, svih 365 dana, određivao koncentracije sumpornog dioksida i čađi.

Mjerenja su se vršila standardnim i referentnim metodama, koje nisu bile automatizirane i informatički podržane. Primjenom ovih metoda uzorci se skupljaju 24^h i zatim dostavljaju u laboratoriju na analizu. Rezultati su prosječni za predhodna 24^h. Tokom 2018. obavljen je prestanak mjerenja pomoću manuelnih stanica radi zastarjelosti, nemogućnosti kvalitetnog servisiranja i održavanja kao i zbog opasnosti u radu sa solima žive koje su opasne i za zdravlje ljudi i za okoliš. Također, Zavod od polovine 2008. godine prati i zagađenje zraka pomoću automatskih stanica za kontinuirani monitoring koje vrše očitavanje i prikaz svakog satnog mjerenja u "real time" na web stranici <http://kvalitetzraka.ba/>. Tokom 2020. radi prestanka rada web servera iz razloga zastarjelosti aplikacije i nemogućnosti prikupljanja i objave podataka izvršeno je preusmjeravanje prikaza podataka na web stranicu Federalnog hidrometeorološkog zavoda. Od strane Zavoda za

javno zdravstvo izvršena je priprema dokumentacije vezane za nabavku web stranice koja je po sastavu specifična u smislu da je on line prikupljanje podataka mjerenja i prikaz u realnom vremenu. Tokom 2021. zbog nemogućnosti realizacije postupka javne nabavke (nepotpune ponude i žalbe ponuđača) nije se uspostavio web prikaz rezultata mjerenja na stranici <http://kvalitetzraka.ba/>.

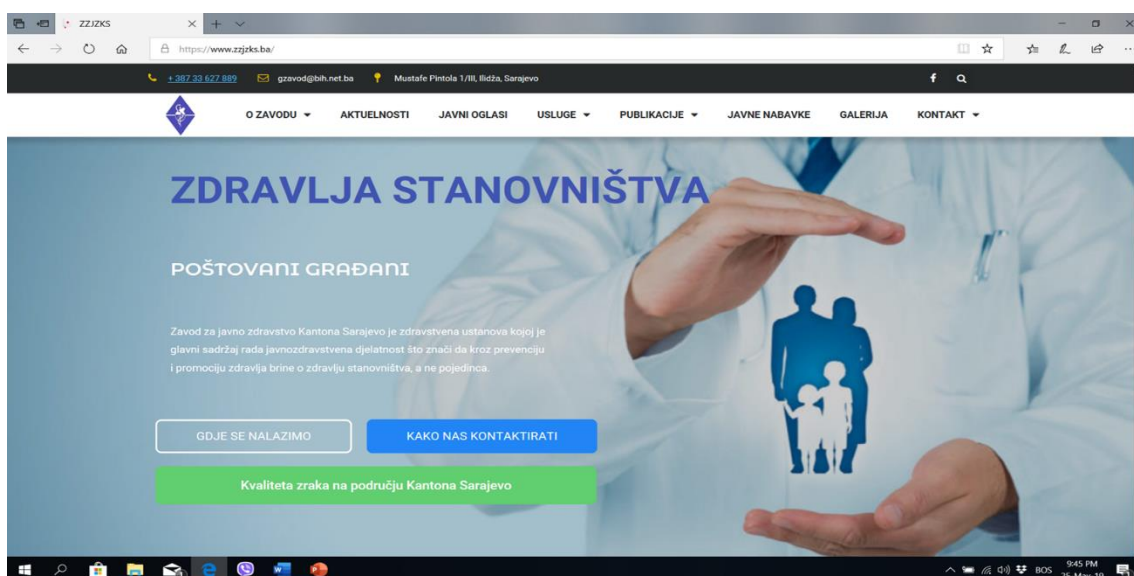
Kantonalnu mreža stanica sačinjavaju tri automatske stacionarne, jedna polumobilna i jedna mobilna automatska stanica. Stanice su stacionirane u:

- Automatska stacionarna stanica koja je ranije bila postavljena u Alipašinoj ulici premještena je na lokalitet Vijećnice;
- Polumobilna automatska stanica na Otoci koja je sredinom 2015. prebačena na novu lokaciju koja se nalazi uz rijeku Miljacku u neposrednoj blizini predhodne lokacije;
- Mobilna stanica koja je stacionirana na lokalitetu Doma zdravlja Ilidža;
- Stacionarna automatska stanica na krovu Doma zdravlja Ilidža.
- Stacionarna automatska stanica u Ilijašu.

Tokom 2021. nabavljena je nova automatska stanica u Vogošći ali se još uvijek čekaju elektroenergetske saglasnosti tako da će stanica odmah nakon dobivanja električne energije biti uvezana u postojeći sistem automastkih stanica.

Stanice su uvezane informatički i centar za praćenje njihovog rada je u Zavodu. U cilju zaštite zdravlja stanovništva Zavod na svojoj web stranici <https://www.zzjzks.ba/> svakodnevno objavljuje saopštenja i informacije o mjerama predostrožnosti u cilju zaštite zdravlja ljudi, naročito ugroženih populacija itd.)

Stanice mjere, osim meteoroloških parametara (vlage, temperature, smjera i brzine vjetrova), koncentracije lebdećih čestica - PM₁₀, sumpor dioksid, ozon, nitrogenove okside (NO, NO₂, NO_x), ugljen monoksid te koncentracije VOC jedinjenja (benzen, toluen, etil benzen, m&p ksilen i o- ksilen). Krajem 2018. na lokalitetu Doma zdravlja Ilidža postavljena je na krov i nova automatska stanica koja mjeri osim standardnih meteoroloških parametara i koncentraciju sumpordioksida i frakcije PM čestica i to PM_{1,2,5,4,10} kao i totalne suspendovane čestice TSM a od 2020. i ugljen monoksid, amonijak, vodik sulfid, mirise, azotne okside. Krajem 2021. realizacijom nabavke potrebne opreme oslobođena je mobilna stanica koja je prebačena na lokalitet Hadžića gdje je otpočela sa mjerenjima.



Slika 1. web stranica <https://www.zzjzks.ba/>

3 METODE

Analizator koncentracije azotnih oksida (NO-NO₂-NO_x)

Standard: Referentna metoda za analizu azotnog dioksida i oksida azota je naznačena u EN 14211- *Ambient Air - Determination of the mass concentration of nitrogen oxides – Chemiluminescence Method*).

Princip mjerenja: modulacioni tip unakrsnog toka, reducirani pritisak kemiluniscencija (CLD)

Primjena: praćenje koncentracije azotnih oksida u ambijentalnom zraku.

Analizator koncentracije sumpor dioksida

Standard: BAS EN 14212

Princip mjerenja: ultravioletna fluorescencija UVF

Primjena: praćenje koncentracije sumpordioksida u ambijentalnom zraku.

Analizator koncentracije ugljen monoksida

Standard: BAS EN 14626

Princip mjerenja: modulacija unakrsnog toka, tehnologija ne-disperzivne infracrvene apsorpcije (NDIR-CFM)

Primjena: praćenje koncentracije ugljen monoksida u ambijentalnom zraku.

Analizator koncentracija BTEX spojeva

Princip mjerenja: gasni hromatograf s jednom komorom visokih performansi s jonizacijskim detektorom plamena (FID)

Primjena: praćenje koncentracije VOC jedinjenja (benzen, toluen, etil benzen, m&p ksilen i o- ksilen).

Analizator za čestice PM₁₀

Standard: BAS EN 12341-1

Princip mjerenja: apsorpcija beta zračenja

Primjena: praćenje koncentracije čestica prašine veličine do 10 µm.

Analizator za ozon

Standard: BAS EN 14625

Princip mjerenja: nedispezivna ultraljubičaste apsorpcija (NDUV)

Primjena: praćenje koncentracije ozona u ambijentalnom zraku.

Analizator za mjerenje frakcija PM

Omogućava kontinuirana i istodobna mjerenja PM₁, PM_{2.5}, frakcije koje se mogu udisati (PM₄), torakalnih frakcija (PM₁₀), frakcije koje se može udisati (TSP), broja čestica. Koristi priznatu mjernu tehnologiju raspršivanja optičke svjetlosti. Sistem je također opremljen držačem filtra za umetanje apsolutnog filtra (promjera 47 ili 50 mm) što omogućuje obavljanje gravimetrijske korelacije na licu mjesta ili naknadnu analizu sastava aerosola.

Analizator za mjerenje amonijaka

Analizator NH₃ za mjerenje koncentracije amonijaka u ambijentalnom zraku kao analizator NO, NO₂, NO_x sa dodatnim integrisanim modulom za konverziju NH₃ u NO

Analizator za mjerenje vodik sulfida

Standard: BAS EN 14212

Princip mjerenja: ultravioletna fluorescencija UVF, mjerenje sumpor dioksida uz konverter H₂S sa minimalno 90% efikasnosti pretvorbe termalnom oksidacijom.

Primjena: praćenje vodik sulfida u ambijentalnom zraku

Analizator H₂S, SO₂, merkaptane, sulfidi, odoranti, mirisi

gasni kromatograf koji istovremeno mjeri SO₂, H₂S, MM, EM, DMS, DMDS, DES, u skladu sa standardom ISO 19739:2004, DIN 51855/7 i ASTM D 7493-08 SO₂, H₂S, MM, EM, DMS, DMDS, DES, te vrši proračun indeksa mirisa prema EN 13725

4 LOKACIJE I OPREMA ZA MONITORING

4.1 AUTOMATSKA STANICA ZA PRAĆENJE KVALITETA ZRAKA "VIJEĆNICA" (BIVŠA STANICA ALIPAŠINA – SKENDERIJA)



Slika 2. Automatska stanica "Vijećnica"

Opšti podaci

Lokacija :

Stanica za praćenje kvaliteta zraka dugo godina je bila stacionirana na Skenderiji, na tramvajskom stajalištu. Zemljopisna dužina (longituda) i zemljopisna širina (latituda) lokacije: E 18° 24' 44.5". N 43° 51' 28.04" do 31.11.2015. kada je stanica isključena radi premještanja na novu lokaciju. Nova lokacija je Vijećnica (N: 43°51'32" i E: 18°26'5") koja bolje odgovara zahtjevima za reprezentativnošću mjerenja proisteklim iz zakonske regulative.

Parametri mjerenja:

Mjerenja kvaliteta zraka koja se vrše na predmetnoj lokaciji obuhvataju mjerenje meteoroloških i ambijentalnih parametara kvaliteta zraka.

Ambijentalna mjerenja obuhvataju praćenje koncentracija slijedećih parametara:

- ❖ azotni oksidi (NO, NO₂, NO_x),
- ❖ sumpordioksid (SO₂),
- ❖ lebdeće čestice prečnika ispod 10 µm (PM₁₀),
- ❖ karbon monoksid (CO);

Meteorološki parametri:

- ❖ brzina i smjer vjetra,
- ❖ temperatura,
- ❖ relativna vlažnost,
- ❖ atmosferski pritisak;

Mjerna oprema za kvalitet zraka

Analizator

HORIBA APSA – 370
HORIBA APNA – 370
HORIBA APMA – 370
HORIBA APDA- 371
Sistem za uzorkovanje

Kalibraciona jedinica AFCU-360 HORIBA

Mjereni polutant

SO₂
NO/NO₂/NO_x
CO
Lebdeće čestice PM₁₀
--

--

4.2 AUTOMATSKA STANICA ZA PRAĆENJE KVALITETA ZRAKA OTOKA - REFERENTNA STANICA



Slika 3. Polumobilna automatska stanica "Otoka"

Opšti podaci

Lokacija :

Stanica za praćenje kvaliteta zraka nalazi se na Otoci, preko puta Doma zdravlja Kumrovec uz obalu rijeke Miljacke.

Zemljopisna dužina (longituda) i zemljopisna širina (latituda) lokacije: 18° 21' 48,50", 43° 50' 53,47'.

Parametri mjerenja:

Mjerenja kvaliteta zraka koja se vrše na predmetnoj lokaciji obuhvataju mjerenje meteoroloških i ambijentalnih parametara kvaliteta zraka.

Ambijentalna mjerenja obuhvataju praćenje koncentracija slijedećih parametara:

- ❖ azotni oksidi (NO, NO₂, NO_x),
- ❖ sumpordioksid (SO₂),
- ❖ ozon (O₃),
- ❖ lebdeće čestice prečnika ispod 10 μm (PM₁₀);

Meteorološki parametri:

- ❖ brzina i smjer vjetrova,
- ❖ temperatura,
- ❖ relativna vlažnost,
- ❖ atmosferski pritisak,
- ❖ količina padavina;

Mjerna oprema za kvalitet zraka

Analizator

HORIBA APSA-370

HORIBA APNA-370

HORIBA APOA – 370

HORIBA APDA-371 BAM1020

Od 27.12.2023. na stanicu instaliran analizator

HORIBA APDA-372

Sistem za uzorkovanje

Kalibraciona jedinica AFCU - 360 HORIBA

Mjereni polutant

SO₂

NO/NO₂/NO_x

O₃

Lebdeće čestice PM₁₀

Lebdeće čestice PM frakcija

1;2,5;4;10

--

4.3 MOBILNA STANICA ZA PRAĆENJE KVALITETA ZRAKA - REFERENTNA STANICA



Slika 4. Mobilna automatska stanica od sredine novembra 2021. prebačena na lokalitet Hadžića

Opšti podaci

Lokacija:

Stanica je trenutno stacionirana na lokalitetu Doma zdravlja "Hadžići" radi poređenja i omogućavanja kontinuiranog mjerenja na lokalitetu gdje nema kontinuiranog mjerenja.

Mobilna stanica, datum početka mjerenja na lokaciji Op.Hadžići: 16.11.2021. god.

Lokacija stanice: Dom zdravlja Hadžići, Anđelka Lažetića 2, 71240 Hadžići

Nadm.visina: 684 m

Koordinate: LAT: 43.8226643779334; LONG: 18.20134821996004 ili N43°29'21.592" E18°12'4.853"

Parametri mjerenja:

Ambijentalna mjerenja obuhvataju praćenje koncentracija slijedećih parametara:

- ❖ azotni oksidi (NO, NO₂, NO_x),
- ❖ sumpordioksid (SO₂),
- ❖ ozon (O₃),
- ❖ ugljen monoksid (CO),
- ❖ lebdeće čestice prečnika ispod 10 µm (PM₁₀),
- ❖ BTEX (benzen, toluen, etil benzen, ksilen),
- ❖ SO₂, merkaptani, sulfidi, odoranti, mirisi,
- ❖ amonijak (NH₃);

Meteorološki parametri:

- ❖ brzina i smjer vjetra,
- ❖ temperatura,
- ❖ relativna vlažnost,
- ❖ atmosferski pritisak;

Oprema za mjerenje kvaliteta zraka

Analizator

HORIBA APSA – 370

HORIBA APNA – 370

HORIBA APOA – 370

HORIBA APNA-370

HORIBA APMA – 370

Verewa F710-20 Dust analyser 27.12.

zamjenjen (radi kvara i starosti) s

analizatorom PM₁₀ sa stanice Otoka

BAM1020

Chromatotec BTEX

Chromatotec/Medor, GC 866, model

M52022

Sistem za uzorkovanje

Kalibraciona jedinica AFCU - 360 HORIBA

Mjereni polutant

SO₂

NO/NO₂/NO_x

O₃

NH₃

CO

Lebdeće čestice PM₁₀

benzene/toulene/ethylbenzene/xylene

Dietil sulfid, dimetil disulfid, H₂S, SO₂,

metil-merkaptan, etil-merkaptan,

dimetil sulfid

--

--

4.4 AUTOMATSKA STANICA ZA PRAĆENJE KVALITETA ZRAKA ILIJAŠ - REFERENTNA STANICA



Slika 5. Automatska stanica "Ilijaš"

Opšti podaci

Lokacija

Stanica za praćenje kvaliteta zraka nalazi se u dvorištu Osnovne škole "Hašim Spahić". Zemljopisna dužina (longituda) i zemljopisna širina (latituda) lokacije: 43° 57' 37", 18° 16' 7").

Parametri mjerenja:

Imisijska (ambijentalna mjerenja) obuhvatila su sljedeće parametre:

- ❖ azotni oksidi (NO, NO₂, NO_x),
- ❖ sumpordioksid (SO₂),
- ❖ lebdeće čestice prečnika ispod 10 µm (PM₁₀)

Meteorološki parametri:

- ❖ brzina i smjer vjetera,
- ❖ temperatura,
- ❖ relativna vlažnost,
- ❖ atmosferski pritisak;

Oprema za mjerenje kvaliteta zraka

Analizator

HORIBA APSA – 370

HORIBA APNA – 370

HORIBA APDA- 371

Sistem za uzorkovanje

Kalibraciona jedinica AFCU – 360- RC

HORIBA

Mjereni polutant

SO₂

NO/NO₂/NO_x

Lebdeće čestice PM₁₀

--

--

4.5 AUTOMATSKA STANICA ZA PRAĆENJE KVALITETA ZRAKA ILIDŽA - REFERENTNA STANICA



Slika 6. Automatska stanica "Ilidža"

Stanica za praćenje kvaliteta zraka nalazi se na krovu J.U. Dom zdravlja Ilidža. Zemljopisna dužina (longituda) i zemljopisna širina (latituda) lokacije: 18° 18' 40,09", 43° 49' 48,15'. Stanica počela sa mjerenjima 25. decembra 2018.

Opšti podaci

Parametri mjerenja:

Ambijentalna mjerenja obuhvatila su sljedeće parametre:

- ❖ sumpordioksid (SO_2),
- ❖ lebdeće čestice prečnika 1;2,5;4;10 μm (PM) i TSM,
- ❖ azotni oksidi (NO , NO_2 , NO_x),
- ❖ vodik sulfid (H_2S),
- ❖ ugljen monoksid (CO);

Meteorološki parametri:

- ❖ brzina i smjer vjetra,
- ❖ temperatura,
- ❖ relativna vlažnost,
- ❖ atmosferski pritisak;

Oprema za mjerenje kvaliteta zraka

Analizator

HORIBA APSA – 370

HORIBA APDA- 372

HORIBA APNA – 370

Sistem za uzorkovanje

Kalibraciona jedinica AFCU – 360- RC

HORIBA

Mjereni polutant

SO_2

Lebdeće čestice PM frakcija 1;2,5;4;10

$\text{NO}/\text{NO}_2/\text{NO}_x$

--

4.6 AUTOMATSKA STANICA ZA PRAĆENJE KVALITETA ZRAKA VOGOŠĆA- REFERENTNA STANICA



Slika 7. Automatska stanica "Vogošća"

Stanica za praćenje kvaliteta zraka nalazi se Zemljopisna dužina (longituda) i zemljopisna širina (latituda) lokacije: 18° 34' 11,36", 43° 89' 96,98'. Stanica počela sa mjerenjima u avgustu 2022.

Opšti podaci

Parametri mjerenja:

Ambijentalna mjerenja obuhvatila su sljedeće parametre:

- ❖ sumpordioksid (SO₂),
- ❖ lebdeće čestice prečnika 1;2,5;4;10 μm (PM) i TSM,
- ❖ azotni oksidi (NO,NO₂,NO_x);

Meteorološki parametri:

- ❖ brzina i smjer vjetra,
- ❖ temperatura,
- ❖ relativna vlažnost,
- ❖ atmosferski pritisak;

Oprema za mjerenje kvaliteta zraka

Analizator

HORIBA APSA – 370

HORIBA APDA- 372

HORIBA APNA – 370

Sistem za uzorkovanje

Kalibraciona jedinica AFCU – 360- RC

HORIBA

Mjereni polutant

SO₂

Lebdeće čestice PM frakcija 1;2,5;4;10

NO/NO₂/NO_x

--

5 ZAKONSKA REGULATIVA

Tabela 1: Granične vrijednosti, gornja i donja granica ocjenjivanja, tolerantne vrijednosti i pragovi upozorenja / uzbune propisane Pravilnikom o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka (Sl. novine FBiH 1/12, 44/19).

Polutant	Vrijeme prosječenja	Granična vrijednost	Gornja granica ocjenjivanja ⁽¹⁾	Donja granica ocjenjivanja ⁽¹⁾	Prag uzbune / upozorenja	Minimalna raspoloživost podataka
SO ₂	Jedan sat	350 ⁽⁷⁾ µg/m ³	-	-	500 ⁽¹⁰⁾ µg/m ³	75 %
	Jedan dan	125 ⁽⁷⁾ µg/m ³	75 ⁽²⁾ µg/m ³	50 ⁽²⁾ µg/m ³	-	75 %
	Godina	50 µg/m ³	-	-	-	90 %
NO ₂	Jedan sat	200 ⁽⁹⁾ µg/m ³	105 ⁽³⁾ µg/m ³	75 ⁽³⁾ µg/m ³	400 ⁽¹⁰⁾ µg/m ³	75 %
	Jedan dan	85 µg/m ³	-	-	-	75 %
	Godina	40 µg/m ³	32 µg/m ³	26 µg/m ³	-	90 %
CO	8-časovno	10 mg/m ³	7 ⁽⁴⁾ mg/m ³	5 ⁽⁴⁾ mg/m ³	-	75 %
	Jedan dan	5 mg/m ³	-	-	-	75 %
	Godina	3 mg/m ³	-	-	-	90 %
PM ₁₀ (LČ ₁₀)	Jedan dan	50 ⁽⁵⁾ µg/m ³	35 ⁽⁵⁾ µg/m ³	25 ⁽⁵⁾ µg/m ³	-	75 %
	Godina	40 µg/m ³	28 µg/m ³	20 µg/m ³	-	90 %
O ₃	8-časovno	120 ⁽⁸⁾ µg/m ³	-	-	240 / 180 ⁽⁹⁾	75 %
Benzen	Godina	5 µg/m ³	3.5 µg/m ³	2 µg/m ³	-	90 %
PM2.5 prvi stadij	Godina	25 µg/m ³	17 µg/m ³	12 µg/m ³	-	90 %
PM2.5 drugi stadij	Godina	20 µg/m ³	17 µg/m ³	12 µg/m ³	-	90 %
H ₂ S	Jedan sat	7 µg/m ³⁽¹¹⁾				
	Jedan dan	5 µg/m ³⁽¹¹⁾				
	Godina	2 µg/m ³				
NH ₃	Jedan dan	100 µg/m ³⁽¹¹⁾				
	Godina	30 µg/m ³				
Ukupne lebdeće čestice	Jedan dan	250 µg/m ³				
	Godina	90 µg/m ³				

¹ Gornja i donja granica ocjenjivanja za zaštitu zdravlja ljudi. Prilog VIII odjeljak B definira načine utvrđivanja prekoračenja gornje i donje granice ocjenjivanja

² Vrijednosti propisane za dnevne prosjeke i ne smije se prekoračiti više od 3 puta u toku godine za SO₂.

³ Vrijednosti propisane za jednočasovne prosjeke i ne smiju biti prekoračene više od 18 puta u toku godine za NO₂.

⁴ Vrijednosti propisane za 8-časovne srednje vrijednosti i ne smiju biti prekoračene više od 18 puta u toku godine za CO.

⁵ Vrijednosti propisane za dnevne srednje vrijednosti i ne smiju biti prekoračene više od 35 puta u toku godine za PM₁₀.

⁶ Vrijednost je propisana za jedno-časovne srednje vrijednosti i ne smiju biti prekoračene više od 24 puta u jednoj kalendarskoj godini za SO₂.

⁷ Vrijednosti su propisane za jednodnevne prosjeke i ne smiju biti prekoračene više od 3 puta u jednoj kalendarskoj godini

⁸ Granična vrijednost je prema važećem Pravilniku data kao dugoročni cilj izražena kao maksimalna dnevna osmočasovna vrijednost

⁹ Koncentracije moraju biti prekoračene u najmanje tri uzastopna sata na lokacijama reprezentativnim za kvalitet zraka na području čija površina nije manja od 100 km², ili u zonama ili aglomeracijama, ako je njihova površina manja.

¹⁰ Rok za dostizanje 01.januar 2024.

¹¹ Vrijednosti su propisane za jednodnevne prosjeke i ne smiju biti prekoračene više od 7 puta u jednoj kalendarskoj godini

Relevantna zakonska regulativa čini i :

1. Zakon o zaštiti okoliša ('Službene novine FBiH' broj 33/03, 38/09);
2. Zakon o zaštiti zraka ('Službene novine FBiH' broj 33/03)- u pralamentarnoj proceduri prijedlog novog zakona;
3. Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o zaštiti zraka ('Službene novine FBiH' broj br. 04/10');
4. Plan interventnih mjera u slučajevima prekomjerne zagađenosti zraka u Kantonu Sarajevo ('Službene novine Kantona Sarajevo',52/21 a zatim krajem 2023. objavljen pod brojem: 49/23);
5. Odluka o donošenju Akcionog plana za smanjenje emisije čestičnih tvari u zrak na području Kantona Sarajevo ('Službene novine Kantona Sarajevo', 16/13);
6. Odluka o zaštiti i poboljšanju kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo ('Službene novine Kantona Sarajevo', 23/16);- u fazi izmjene
7. Kantonalni plan zaštite okoliša Kantona Sarajevo za period 2017 – 2022.

5.1 OSIGURANJE I KONTROLA REZULTATA MJERENJA (QA/QC)

Federalni hidrometerološki zavod je obavio Priručnik za kontrolu i osiguranje kvaliteta rezultata mjerenja (QA/QC) koji predstavlja smjernice i procedure za rad operatera koji se bave monitoringom kvaliteta zraka.

Zavod za javno zdravstvo vrši svakodnevno validaciju podataka mjerenja prema uslovima koji utiču na mjerenja i prikazuje validirane podatke. Softwer za obradu podataka pohranjuje sirove podatke mjerenja uz obavještenja o prepoznatim odtupanjima. Svi analizatori prolaze godišnji servis kao i zamjenu svih dijelova prema specifikacijama proizvođača opreme kao i stanju analizatora. Svaka tri mjeseca se vrši kalibracija analizatora koji podliježu kalibraciji od strane ovlaštenog servisera sa smjesama certificiranih kalibracionih gasova. Također, vrši se kalibracija od strane osoblja Zavoda sa kalibracionom jedinicom koja je nabavljena tokom 2022. uz redovnu kalibraciju vrši se i provjera tkz. zero/spam sa smjesom gasova koje se nalaze u svakoj stanici. Naredni korak je uspostavljanje testa ekvivalencije za analizu PM₁₀ usporedbom sa standardnom gravimetrijskom metodom. Kada je u pitanju eksterna provjera potrebno je da Zavod učestvuje i u testovima osposobljenosti (proficiency testing) u budućnosti.

Zajedničkim naporima se pokušava uvesti protokol validacije podataka na nivou Federacije i u narednim godinama se očekuje i iskorak u tom segmentu.

6 REZULTATI MJERENJA ZA 2023. GODINU

Radi lakšeg pregleda i analize u tabelama su prikazane prosječne mjesečne vrijednosti praćenih polutanata. U dijagramima pripadajućih stanica prikazane su prosječne dnevne vrijednosti praćenih polutanata.

6.1 AUTOMATSKE STANICE

6.1.1 Vijećnica

Tabela 2. Pregled prosječnih mjesečnih vrijednosti praćenih parametara

2023.	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	CO
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[mg/m ³]
Januar	30	32	17	0,8
Februar	19	24	14	0,5
Mart	19	19	10	0,5
April	15	16	7	0,4
Maj	26	14	3	0,3
Juni	34	17	5	0,2
Juli	20	18	6	0,3
August	28	14	4	0,6
Septembar	26	13	1	1,0
Oktober	19	17	4	0,4
Novembar	21	28	6	0,7
Decembar	33	31	10	0,7
PROSJEK	24	20	7	0,5

6.1.2 Otoka

Tabela 3. Pregled prosječnih mjesečnih vrijednosti praćenih parametara

2023.	PM ₁₀	NO ₂	O ₃	SO ₂
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Januar	96	45	22	33
Februar	80	50	33	35
Mart	83	39	47	24
April	28	33	66	17
Maj	23	28	54	12
Juni	23	27	48	13
Juli	32	31	58	13
August	32	31	50	10
Septembar	33	33	41	9
Oktober	40	32	31	12
Novembar	51	39	23	17
Decembar	93	63	19	24
PROSJEK	51	38	41	18

6.1.3 Mobilna stanica Hadžići

Tabela 4a. Pregled prosječnih mjesečnih vrijednosti praćenih parametara

2023.	PM ₁₀	CO	NO ₂	O ₃	SO ₂	B	T	E	X	NH ₃
	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
Januar	65	1,2	26	24	24	2,7	1,8	0,9	0,0	4,5
Februar	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Mart	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
April	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Maj	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Juni	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Juli	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
August	9	0,3	10	62	2	1,4	2,1	8,9	1,1	9,4
Septembar	15	0,3	13	53	8	0,8	0,8	0,5	2,1	2,9
Oktoabar	13	0,4	15	42	12	0,7	0,8	0,2	0,8	6,6
Novembar	124	0,7	23	34	16	1,6	1,8	0,3	1,1	3,1
Decembar	68	0,8	26	32	25	6,6	9,0	1,2	2,6	3,3
PROSJEK	49	0,6	19	41	14	2,3	2,7	2,0	1,3	5,0

* van upotrebe zbog kvara kombija za smještaj analizatora
stanica prebačena na lokaciju Hadžića 16.11.2021. sa početkom mjerenja 17.11.

Tabela 4b. Pregled prosječnih mjesečnih vrijednosti praćenih parametara

2023.	DES	DMS	M_H2S	M_SO2	METHYLSH	ETHYLSH	DMS
	ug/m ³	mg/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³	ug/m ³
Januar	1,5	0,0	0,1	31	<0,01	0,0	0,0
Februar	*	*	*	*	*	*	*
Mart	*	*	*	*	*	*	*
April	*	*	*	*	*	*	*
Maj	*	*	*	*	*	*	*
Juni	*	*	*	*	*	*	*
Juli	*	*	*	*	*	*	*
August	4,6	0,8	1,0	30	0,80	2,2	3,8
Septembar	6,8	0,2	0,3	16	0,20	0,4	1,5
Oktoabar	9,6	0,0	0,1	8	<0,01	0,1	0,3
Novembar	8,7	0,0	0,4	22	<0,01	0,1	0,1
Decembar	7,1	0,0	0,6	42	<0,01	0,1	0,2
PROSJEK	6,4	0,2	0,4	25	0,20	0,5	1,0

* van upotrebe zbog kvara kombija za smještaj analizatora

6.1.4 Ilijaš

Tabela 5. Pregled prosječnih mjesečnih vrijednosti praćenih parametara

2023.	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Januar	92	27	57
Februar	92	26	60
Mart	62	18	29
April	34	13	24
Maj	26	10	15
Juni	25	9	13
Juli	37	11	18
August	31	10	16
Septembar	31	10	7
Oktobar	37	13	10
Novembar	60	18	16
Decembar	105	28	36
PROSJEK	53	16	25

6.1.5 Iliđa

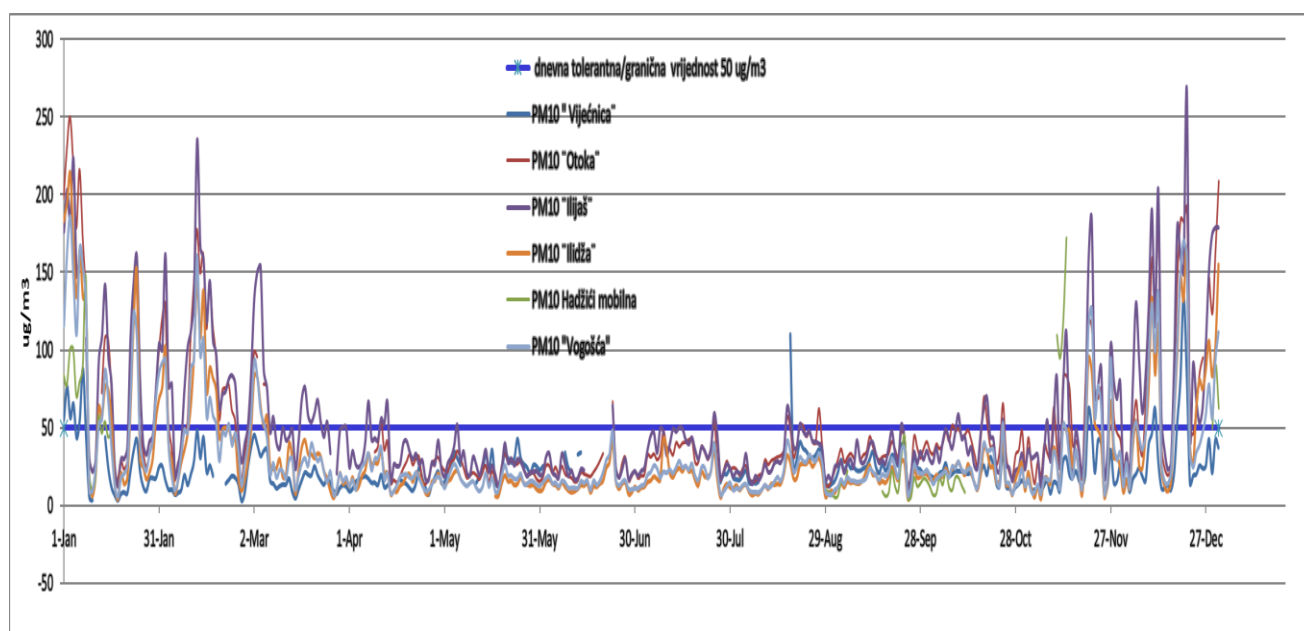
Tabela 6. Pregled prosječnih mjesečnih vrijednosti praćenih parametara

2023.	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	PM _{2.5}	H ₂ S
	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]	[µg/m ³]
Januar	75	35	46	73	14
Februar	57	38	39	52	14
Mart	32	30	19	27	10
April	18	22	21	15	8
Maj	14	18	9	10	9
Juni	14	17	15	10	3
Juli	19	20	17	13	3
August	17	19	10	12	3
Septembar	17	19	6	10	5
Oktobar	21	21	7	14	9
Novembar	32	29	13	29	10
Decembar	68	38	30	64	11
PROSJEK	32	26	19	27	8

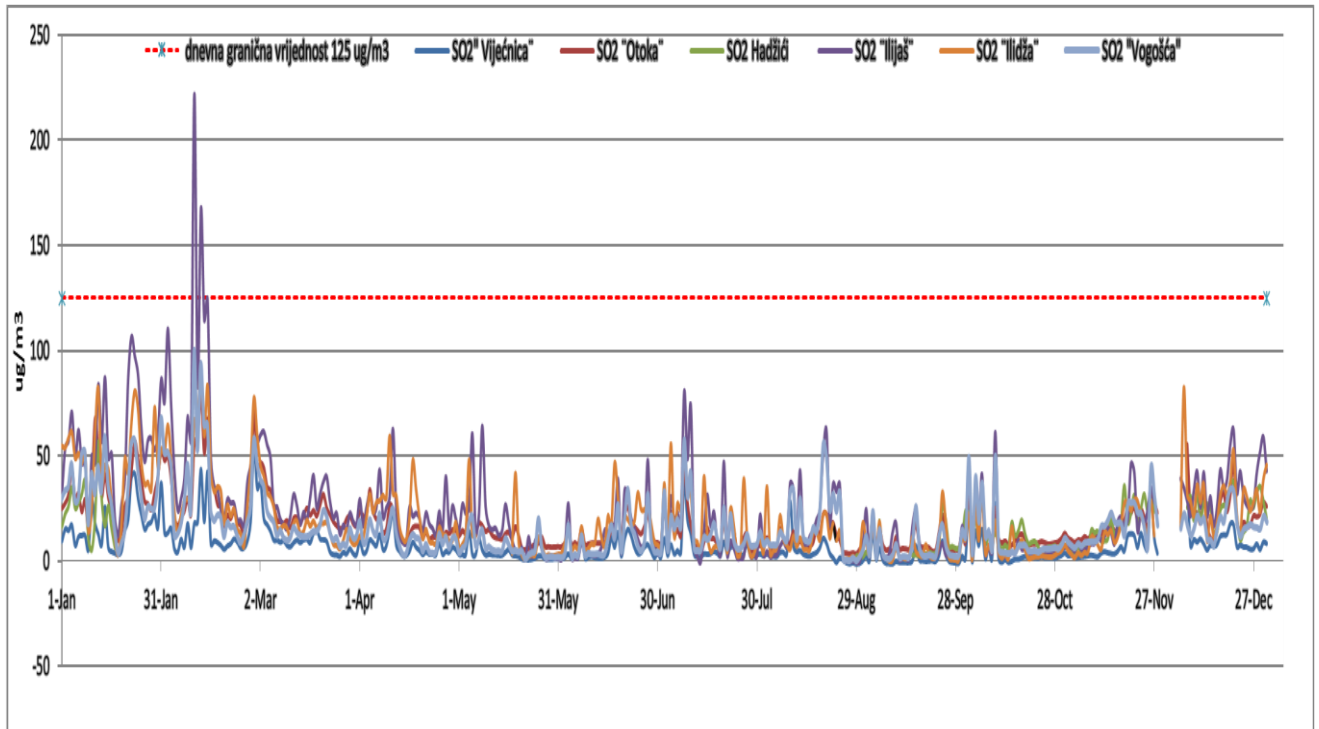
6.1.6 Vogošća

Tabela 7. Pregled prosječnih mjesečnih vrijednosti praćenih parametara

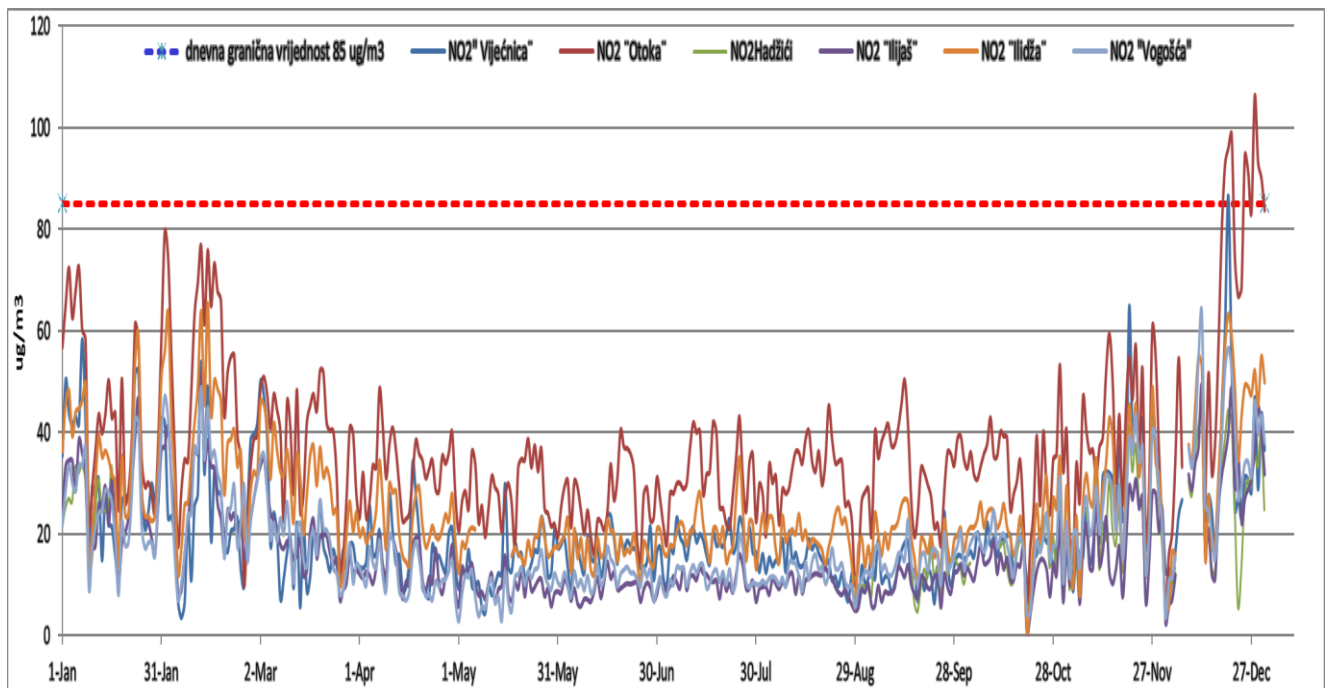
2023.	PM ₁₀	NO ₂	SO ₂	PM _{2,5}
	[μg/m ³]	[μg/m ³]	[μg/m ³]	[μg/m ³]
Januar	72	25	34	70
Februar	56	28	34	50
Mart	31	19	16	26
April	19	12	11	15
Maj	16	10	7	11
Juni	17	11	10	11
Juli	20	12	15	13
August	19	12	16	13
Septembar	20	15	7	11
Oktobar	22	17	12	14
Novembar	37	26	17	33
Decembar	66	34	18	61
PROSJEK	33	18	16	27



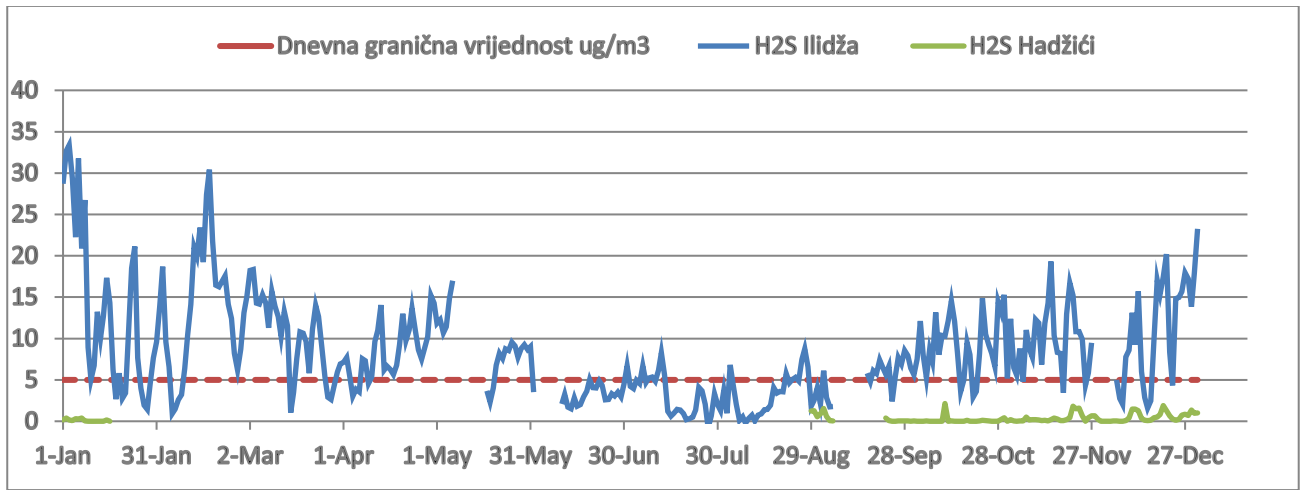
Dijagram 1.: Kretanje prosječnih dnevnih koncentracija PM₁₀ tokom godine



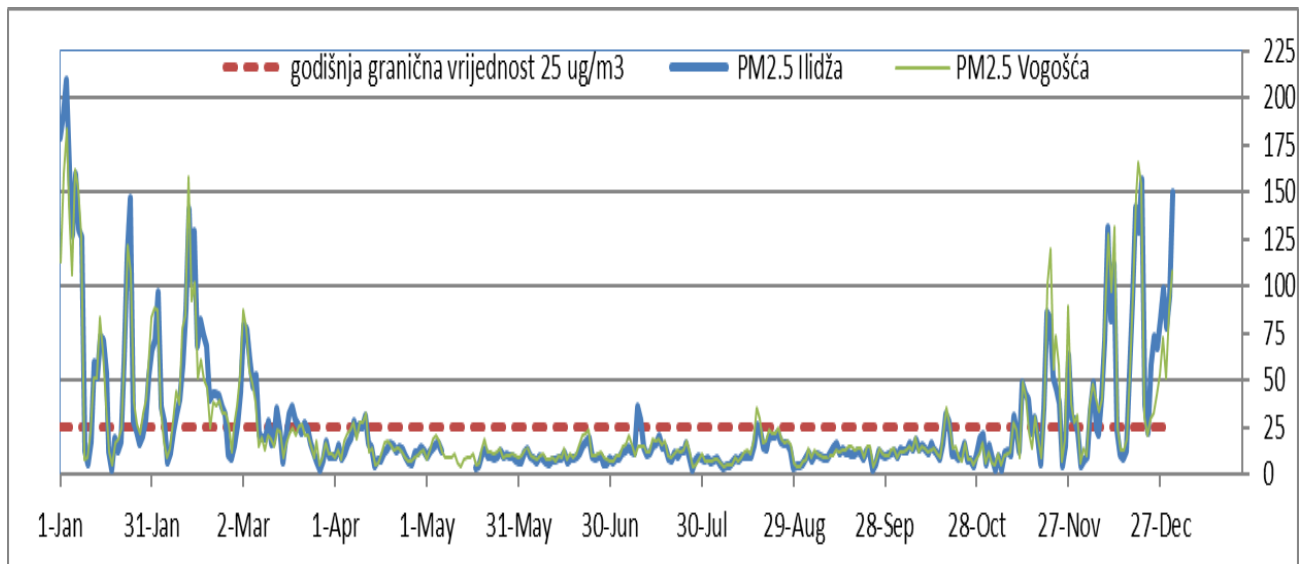
Dijagram 2. Kretanje prosječnih dnevni koncentracija SO₂ tokom godine



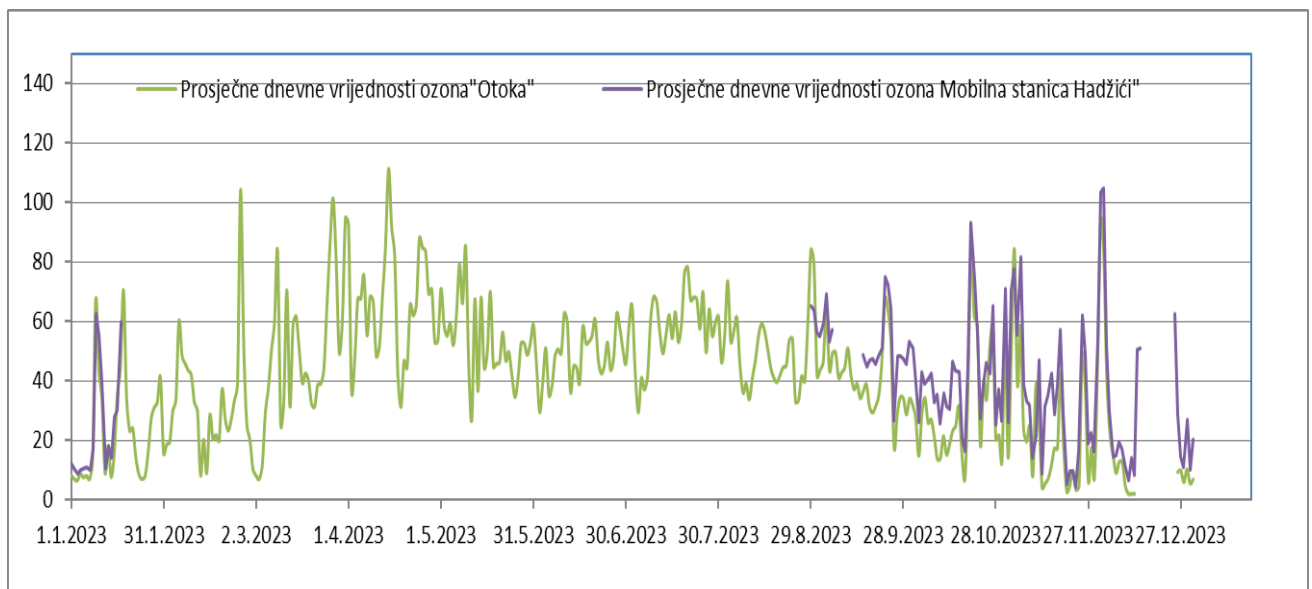
Dijagram 3. Kretanje prosječnih dnevni koncentracija NO₂ tokom godine



Dijagram 4. Kretanje prosječnih dnevnih koncentracija H₂S tokom godine

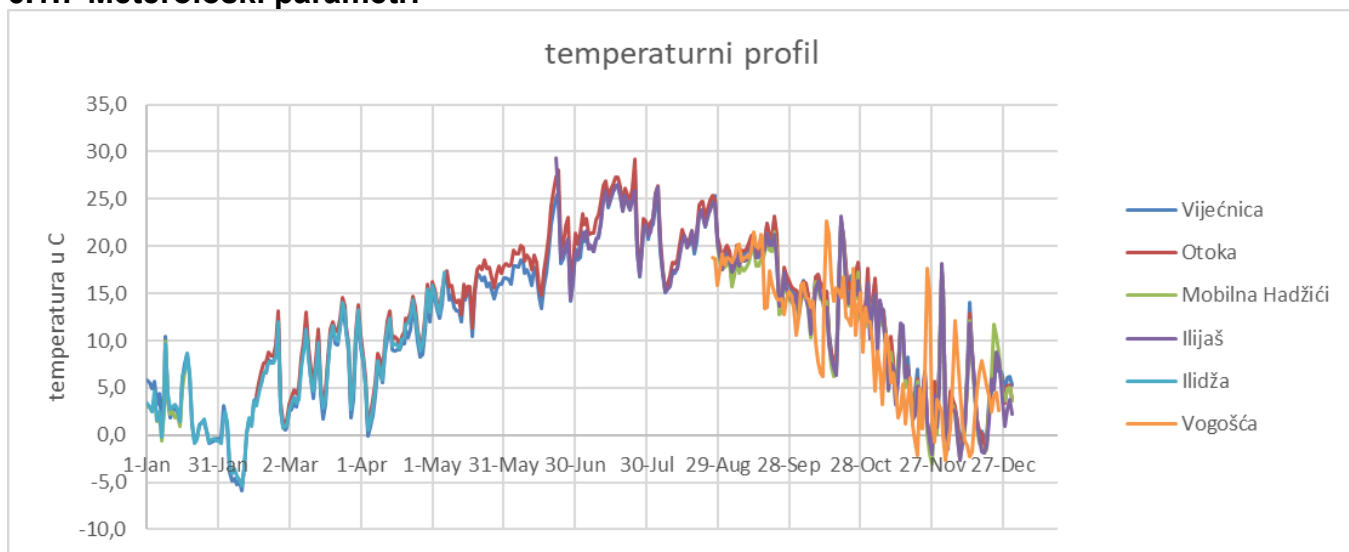


Dijagram 5. Kretanje prosječnih dnevnih koncentracija PM_{2.5} tokom godine

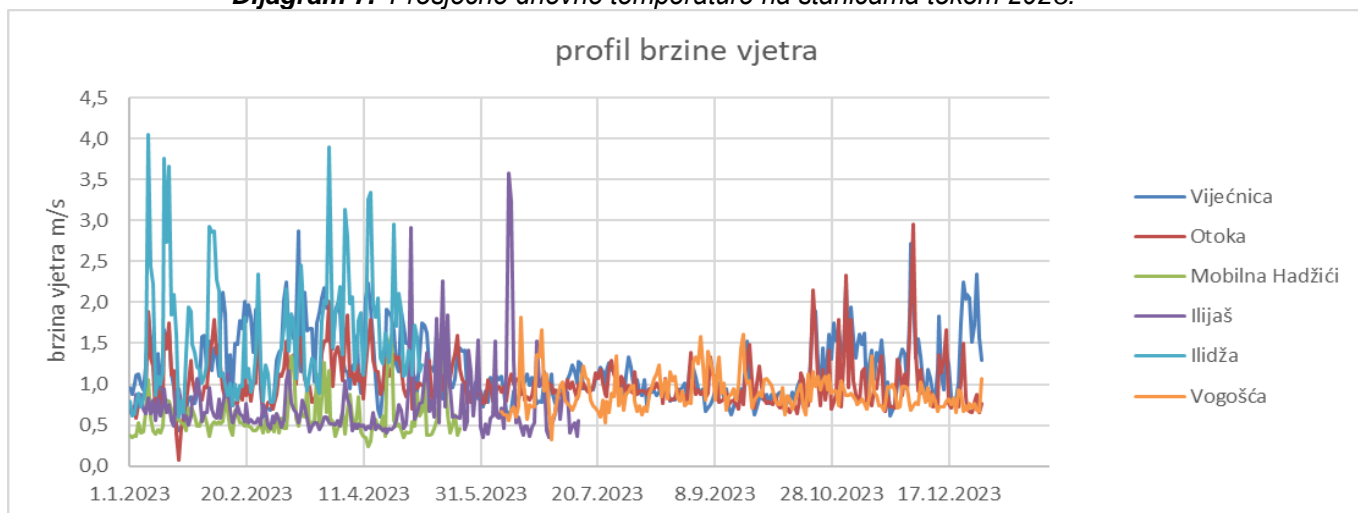


Dijagram 6. Kretanje prosječnih dnevnih koncentracija O₃ tokom godine

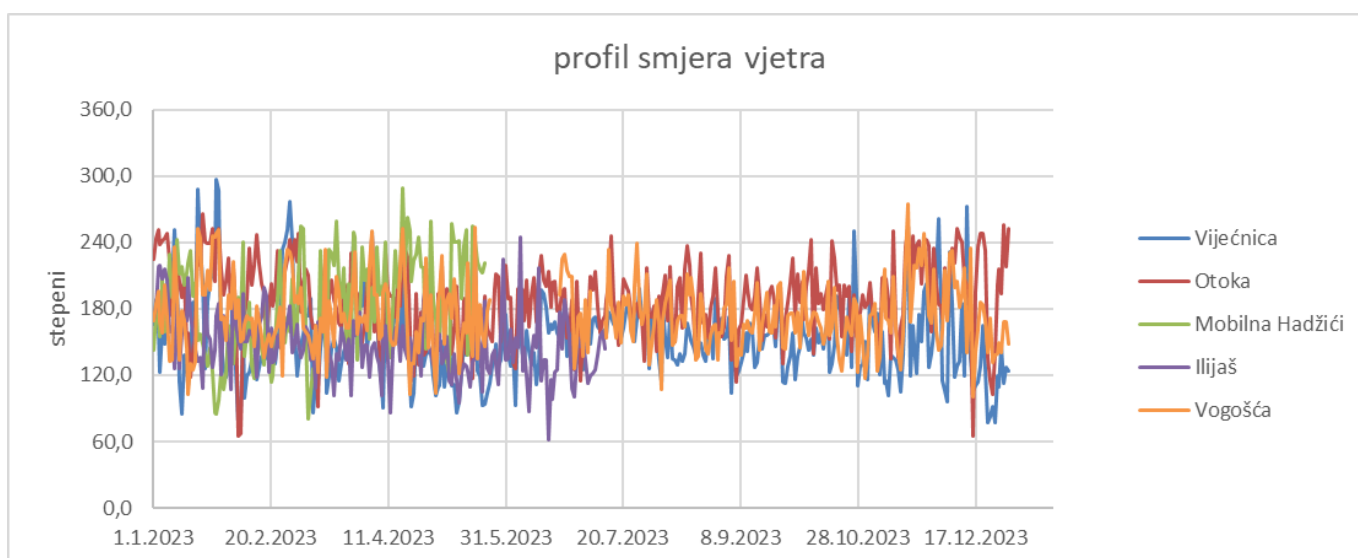
6.1.7 Meterološki parametri



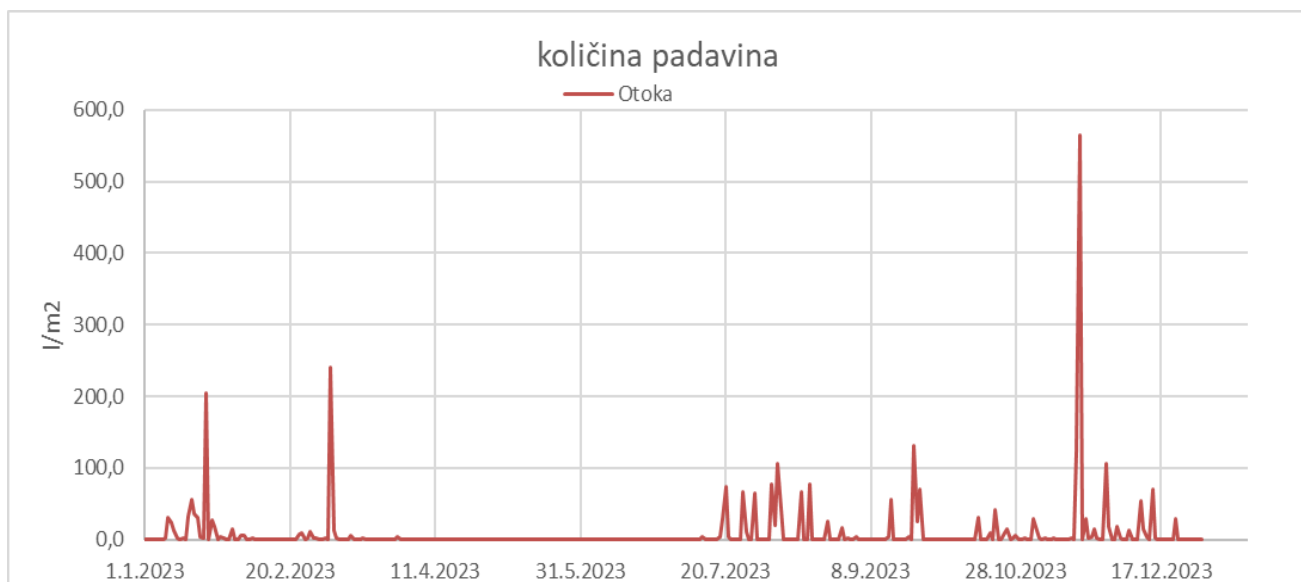
Dijagram 7. Prosječne dnevne temperature na stanicama tokom 2023.



Dijagram 8. Prosječne dnevne brzine vjetra na stanicama tokom 2023.



Dijagram 9. Prosječni dnevni smjerovi vjetra na stanicama tokom 2023.



Dijagram 10. Prosječna količina padavina tokom 2023.

Atmosferski pritisak na stanicama tokom godine:

Vijećnica – 953 mbar (931-975);
 Mobilna stanica Hadžići- 946mbar (922-968);
 Otoka - 956 mbar (934-978);
 Ilijaš - 963 mbar (943-985);
 Ilidža - 956 mbar (934-978);
 Vogošća-958 mbar (936-980).

Relativna vlažnost na stanicama tokom godine:

Vijećnica – 69 % (38-92);
 Mobilna stanica Hadžići- 79 % (46-100);
 Otoka - 78% (44-100);
 Ilijaš - 80% (28-100);
 Vogošća- 78% (52-100).

7 ANALIZA

7.1 PREMA GODINAMA I RAZLIČITIM LOKACIJAMA ZA ODREĐENI POLUTANT

NO₂

Tabela 8. Pregled prosječnih godišnjih vrijednosti za azot dioksid na automatskim stanicama

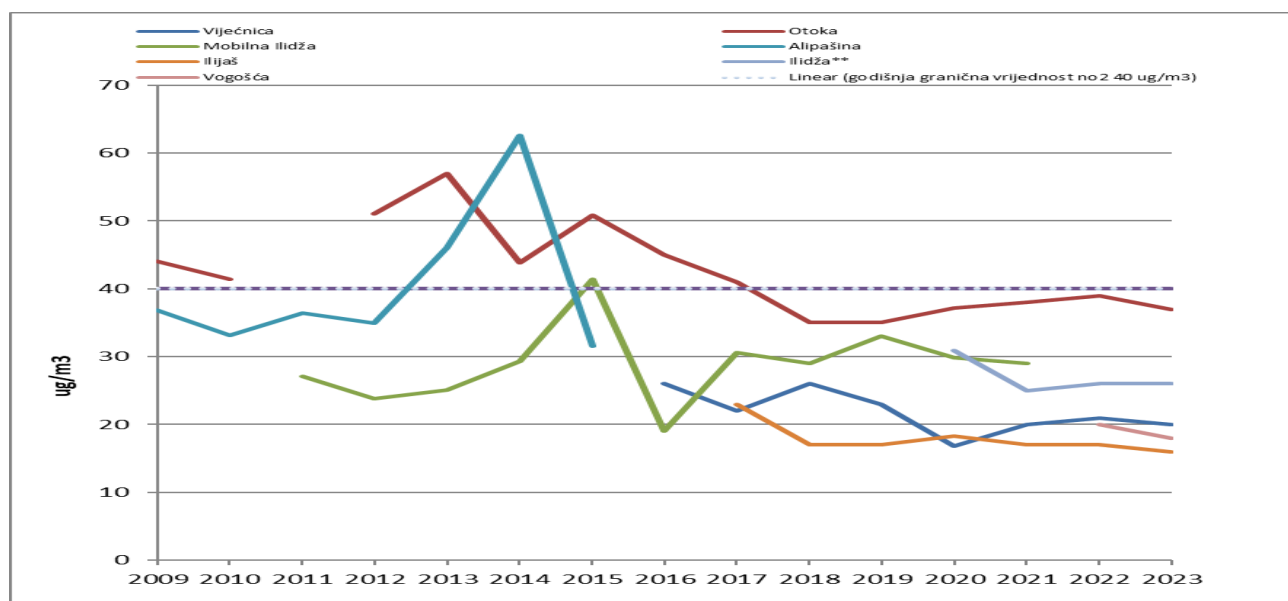
	Alipašina	Vijećnica	Otoka	Mobilna Ilidža	Ilijaš*	Ilidža**	Mobilna Hadžići***	Vogošća****
2009	37		44					
2010	33		41					
2011	36			27				
2012	35		51	24				
2013	46		57	25				
2014	63		44	29				
2015	32		51	41				
2016		26	45	19				
2017		22	41	31	23			
2018		26	35	29	17			
2019		23	35	33	17			
2020		17	37	30	18	31		
2021		20	38	29	17	25		
2022		21	39		17	26	17	20
2023		20	37		16	26	20	18

* stanica počela sa radom krajem 2017.

** stanica počela sa radom oktobar 2020.

*** mobilna na lokaciji Hadžića

**** stanica počela sa radom avgust 2022.



Dijagram 11. Prikaz kretanja prosječnih godišnjih koncentracija azot dioksida tokom svih godina praćenja automatskim stanicama

Tabela 9. Statistički pokazatelji mjerenja azot dioksida na automatskim stanicama tokom 2023.

2023.	Ilijaš	Iliđža	Vogošća	Hadžići	Otoka	Vijećnica
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	362	352	362	123	359	359
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	99	96	99	34*	98	98
Broj prekoračenja prosječne dnevne granične vrijednosti	0	0	0	0	8	1
Broj prekoračenja gornje granice ocjenjivanja (po danu) 32 µg/m ³	30	81	41	19	206	40
Broj prekoračenja donje granice ocjenjivanja po danu 26 µg/m ³	56	124	70	33	280	69
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [µg/m ³]	52	65	63	44	106	87
Prosječna godišnja vrijednost [µg/m ³]	16	26	18	21	37	20
Ostvareni broj satnih prosjeka	8562	8406	8637	2921	8584	8570
% validnih satnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	98	96	99	33*	98	98
Broj prekoračenja prosječne satne granične vrijednosti 200 µg/m ³	0	0	0	0	0	0
Maksimalno izmjerena satna vrijednost (µg/m ³)	95	119	90	99	186	139
Broj prekoračenja gornje granice ocjenjivanja (satne) 105 µg/m ³	0	4	0	0	179	20
Broj prekoračenja donje granice ocjenjivanja (satne) 75 µg/m ³	11	123	24	7	782	135
99,79 % percentil	70	93	78	69	143	106

*nedovoljan broj ostvarenih validnih podataka radi kvara kombija analizator bez mjerenja za veći dio godine

Godišnja srednja granična vrijednost za azot dioksid iznosi 40 µg/m³ uz uslov 90% ostvarenih validnih podataka tokom godine. Eventualno do 75% prihvatljivosti broja validnih podataka pod uslovom jednake rasprostranjenosti tokom godine. Niti jedna stanica nije dostigla tu vrijednost. Najveća prosječna godišnja vrijednost je zabilježena na Otoci i iznosi 37 µg/m³ što je dosta blizu propisan emaksimalne godišnje granične vrijednosti. Iz Tabele 8. vidljivo je da su svi godišnji prosjeci uglavnom u istom ili sličnom rangu. Tokom 2023., osim stanice u Hadžićima koja nije imala dovoljan broj validnih podataka, sve stanice su imale obuhvat 96 % i više validnih mjerenja (Tabela 9.).

Prosječna dnevna granična vrijednost iznosi 85 µg/m³ pod istim uslovima procenta validnosti podataka. Zabilježen je broj prekoračenja dnevne granične vrijednosti jedino na stanici Otoka (osam dana) i jedan put na Vijećnici. Najviše zabilježene prosječne dnevne vrijednosti kao i najveći godišnji prosjek zabilježen je na Otoci kao i predhodnih godina.

Gornja granična vrijednost ocjenjivanja 32 µg/m³ su prekoračene su na svim stanicama koja su ostavila dovoljan broj validnih mjerenja i naravno donja granica ocjenjivanja od 26 µg/m³.

Kada su u pitanju satni prosjeci, prema Pravilniku dozvoljeno je maksimalno 200 µg/m³ i to nije zabilježeno niti na jednoj mjernoj lokaciji. Maksimalno izmjerena satna vrijednost tokom godine izmjerena je na Otoci 186 µg/m³. Percentil od 99,79 koji se primjenjuje za satna mjerenja azotdioksida a koji odgovara 19 -toj najvišoj izmjerenoj satnoj vrijednosti tokom 2023. pokazuje Otoku kao najugroženiju zonu.

Broj prekoračenja gornje satne granice ocjenjivanja 105 µg/m³ (dozvoljeno 18 satnih prekoračenja tokom godine) ostvarile su stanice Vijećnica i Otoka (179).

Broj prekoračenja donje satne granice ocjenjivanja 75 µg/m³ (dozvoljeno 18 satnih prekoračenja tokom godine) ostvarile su sve stanice osim Ilijaša).

Iz dijagrama 11. može se zaključiti da je tokom godina praćenja uticaj saobraćaja najizraženiji i dalje na lokalitetu Otoke koja već godinama bilježi povremeno prekoračenja kako satnih i dnevnih prosječnih graničnih vrijednosti.

SO₂

Tabela 10. Pregled prosječnih godišnjih vrijednosti sumpor dioksida mjerenih automatskim stanicama

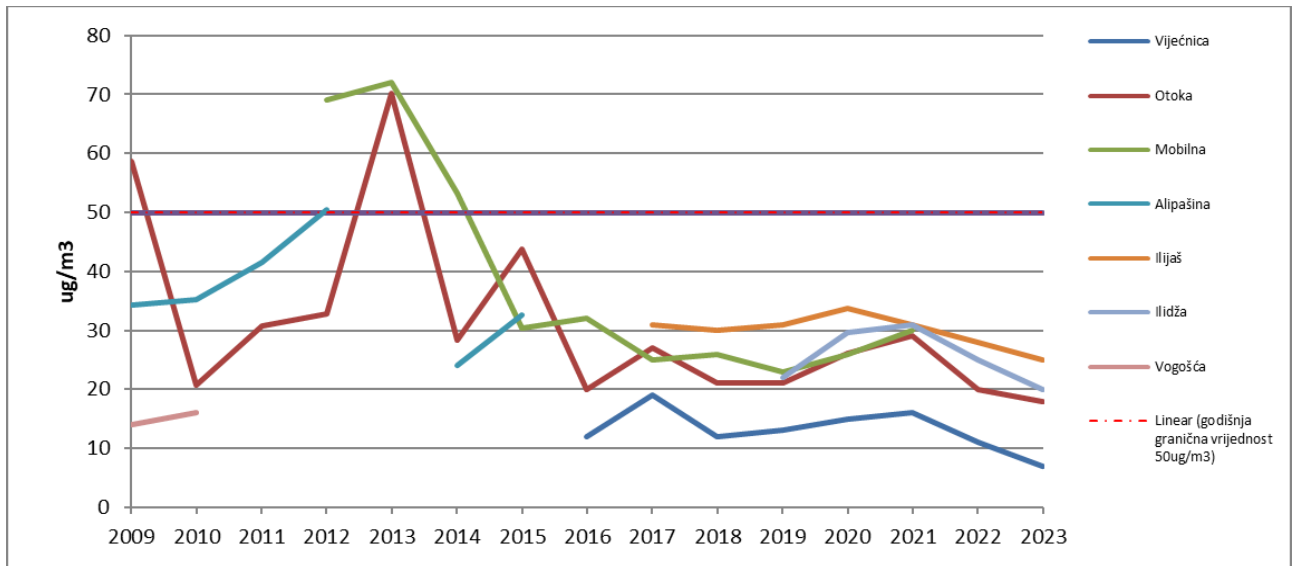
	Alipašina	Vijećnica	Otoka	Mobilna	Ilijaš*	Iliđa**	Mobilna Hadžići***	Vogošća****
2009	34		59					
2010	35		21					
2011	42		31					
2012	51		33	69				
2013			70	72				
2014	24		28	53				
2015	33		44	30				
2016		12	20	32				
2017		19	27	25	31			
2018		12	21	26	30			
2019		13	21	23	31	22		
2020		15	26	26	34	30		
2021		16	29	30	31	31		
2022		11	20		28	25	23	14
2023		7	18		25	20	16	16

* stanica počela sa radom krajem 2017.

**stanica počela sa radom krajem 2018.

*** mobilna na lokaciji Hadžića

**** stanica počela sa radom avgust 2022.



Dijagram 12. Prikaz kretanja prosječnih godišnjih koncentracija sumpor dioksida tokom svih godina praćenja automatskim stanicama

Tabela 11. Statistički pokazatelji mjerenja sumpor dioksida na automatskim stanicama tokom 2023.

2023.	Ilijaš	Ilidža	Vogošća	Hadžići	Otoka	Vijećnica
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	358	348	359	124	357	357
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	98	95	98	34*	98	98
Broj prekoračenja prosječne dnevne granične vrijednosti 125 µg/m ³	2	0	0	0	0	0
Broj prekoračenja gornje granice ocjenjivanja (po danu) 75 µg/m ³	15	6	2	0	1	0
Broj prekoračenja donje granice ocjenjivanja (po danu) 50 µg/m ³	46	27	16	1	11	1
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [µg/m ³]	222	92	100	57	79	53
Prosječna godišnja vrijednost [µg/m ³]	25	19	16	16	18	7
Percentil 99,2 dnevnih vrijednosti	115	82	65	37	68	42
Ostvareni broj satnih prosjeka	8496	8330	8575	2971*	8533	8512
% validnih satnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	97	95	98	34	97	97
Broj prekoračenja prosječne satne granične vrijednosti 350 µg/m ³	14	1	3	0	0	0
Maksimalno izmjerena satna vrijednost [µg/m ³]	699	403	457	252	179	336
99.73 percentil satnih vrijednosti	306	172	200	96	115	101

*nedovoljan broj ostvarenih validnih podataka radi kvara kombija analizator bez mjerenja za veći dio godine

Mjerenja sumpordioksida tokom 2023. su vršena na svim stanicama i generalno se može zaključiti da Kanton Sarajevo, osim povremeno u Ilijašu, nema problem sa ovim polutantom.

Godišnja srednja granična vrijednost za sumpor dioksid iznosi 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ uz uslov 90% ostavarenih validnih podataka tokom godine. Eventualno do 75% prihvatljivosti broja validnih podataka pod uslovom jednake rasprostranjenosti tokom godine. Niti jedna stanica nije dostigla tu vrijednost. Iz Tabele 10. je vidljivo da su svi godišnji prosjeci u padu u odnosu na predhodne godine osim Vogošće koja za predhodnu 2022. godinu nije imala dovoljan broj validnih podataka za usporedbu. Tokom 2023. osim stanice u Hadžićima, koja nije ostavariła dovoljan broj validnih podataka, a sve stanice su imale obuhvat 95 % i više validnih mjerenja. Prosječna dnevna granična vrijednost iznosi 125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pod istim uslovima procenta validnosti podataka. Zabilježen je broj prekoračenja dnevne granične vrijednosti jedino na stanici u Ilijašu (dva dana). Pravilnikom je dozvoljeno tri puta tokom godine. Najviše zabilježene prosječne dnevne vrijednosti kao i najveći godišnji prosjek bilježen je u Ilijašu kao i predhodnih godina. Percentil 99,2 dnevnih vrijednosti (četvrta najveća izmjerena dnevna vrijednost) je najviši zabilježen u Ilijašu 115 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a zatim na Ilidži.

Kada su u pitanju satni prosjeci, prema Pravilniku dozvoljeno je maksimalno 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i to su zabilježile stanice u Ilijašu, Ilidži i Vogošći ali nisu prelazile dozvoljeni broj dvadeset i četiri satna prekoračenja tokom godine. Maksimalno izmjerena satna vrijednost tokom godine izmjerena je u Ilijašu 699 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Percentil od 99,73 koji se primjenjuje za satna mjerenja sumpordioksida a koji odgovara 25 -toj najvišoj izmjerenoj satnoj vrijednosti tokom 2023. pokazuje u Ilijašu 306 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kao najveću vrijednost od svih stanica.

U tabeli 11. zabilježen je broj i vrijednost satnih prekoračenja koja se pripisuju daljinskom transportu na osnovu poznatih izvora emisija, pravca vjetera kao i na osnovu mjerenja drugih stanica u Federaciji na potezu od termoelektrane Kakanj do Sarajeva o čemu je obaviješteno i nadležno Federalno ministarstvo okoliša i turizma. Sve stanice su povremeno u manjem obimu bilježile prekoračenja dnevnih gornjih i donjih granica ocjenjivanja (Tabela 11).

Obzirom da je tokom godine dolazilo do povremenih skokova u izmjerenim koncentracijama sumpordioksida urađen je pregled po stanicama i usporedba međusobno istovremeno izmjerenih satnih vrijednosti na različitim stanicama. Izmjerene visoke koncentracije SO_2 izmjerene na stanici Ilijaš (koje su posljedica daljinskog transporta) su se očitavale na ostalim stanicama u tom periodu od nekoliko sati u ovisnosti od promjene smjera vjetera. Također, nije bilo prekoračenja dozvoljene prosječne satne granične vrijednosti, tri uzastopna sata tokom godine osim u slučaju daljinskog transporta u Ilijašu.

Tabela 12. Prikaz prosječnih satnih vrijednosti koncentracija sumpordioksida kao posljedica daljinskog transporta

	Vijećnica SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mobilna SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Otoka SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Bjelave SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ilijaš SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ilidža SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Vogošća SO_2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
4.7.2023 14:00	6,51		86,5	73,6	251,6	402,6	168,9
10.7.2023 12:00	5,8		21,8	2,5	669,7	209,7	372,7
9.8.2023 17:00	10,36		10,0		390,2	4,6	24,9
12.8.2023 12:00	6,53		9,9	3,4	366,7	13,0	136,7
19.8.2023 15:00	8,7		109,4	88,9	369,2	78,4	368,1
20.8.2023 13:00	21,85		18,7	31,8	361,6	22,6	94,8
24.8.2023 12:00	<1		3,4	9,2	407,1	35,4	277,7
10.10.2023 14:00	52,97	11,5	14,1	99,0	465,7	9,2	57,2
10.10.2023 15:00	181,3	10,8	35,6	106,6	323,3	8,9	457,4

PM₁₀

Tabela 13. Pregled prosječnih godišnjih vrijednosti čestica prašine PM₁₀ mjerenih automatskim stanicama

	Alipašina	Vijećnica	Otoka	Mobilnax	Ilijaš*	Ilidža**	Mobilna Hadžići***	Vogošća****
2009	58		61					
2010	48		57					
2011	85		88	33				
2012	76		81	35				
2013	72		79	63				
2014	57		59	54				
2015	48		83	60				
2016		49	59	58				
2017		39	49	63	106			
2018		41	57	72	71			
2019		35	58	45	67	31		
2020		35	52		67	53		
2021		27	41	35	53	35		
2022		27	50		59	38	43	42
2023		24	49		53	32		33

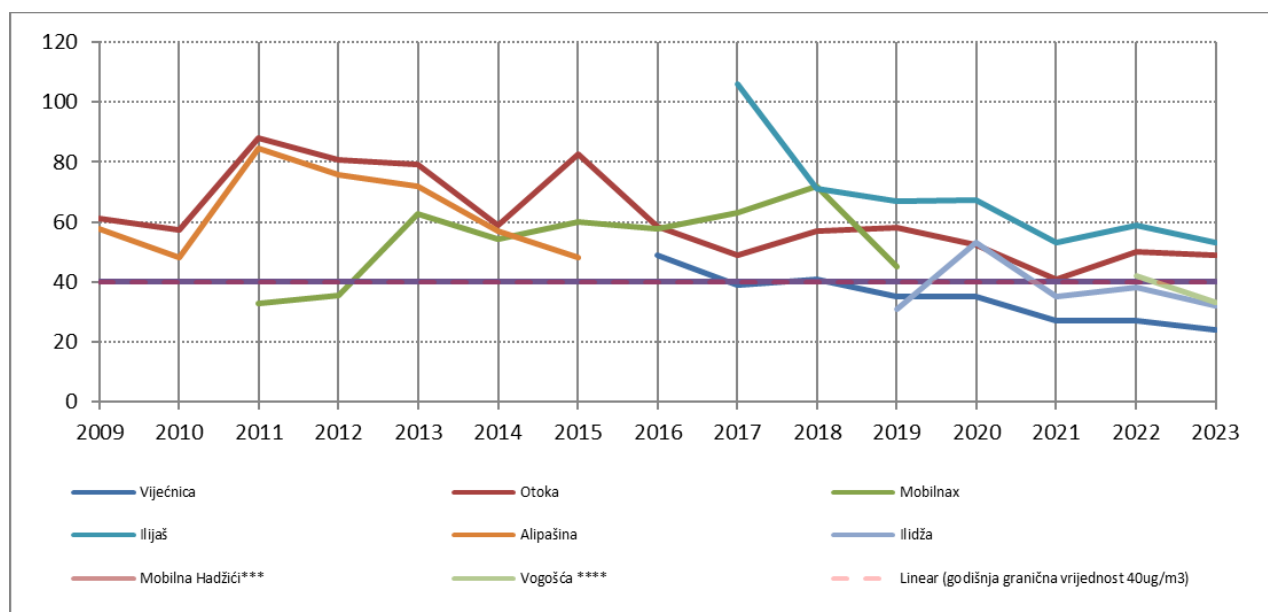
* stanica počela sa radom krajem 2017.

**stanica počela sa radom krajem 2018.

x broj prekoračenja za 2019. manji jer stanica nije radila u decembru
teoretski bi srednja vrijednost trebala iznositi cca 55ug/m³

*** mobilna na lokaciji Hadžića

**** stanica počela sa radom avgust 2022.



Dijagram 13. Prikaz kretanja prosječnih godišnjih koncentracija PM₁₀ tokom svih godina praćenja automatskim stanicama

Tabela 14. Statistički pokazatelji mjerenja PM₁₀ na automatskim stanicama tokom 2023.

2023.	Vogošća	Otoka	Vijećnica	Hadžići	Ilijaš	Iliđža
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	365	326	294	58	355	355
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	100	89*	81*	16*	97	97
Broj prekoračenja prosječne dnevne granične vrijednosti	57	83	15	16	112	57
Broj prekoračenja gornje granice ocjenjivanja	92	150	43	21	191	85
Broj prekoračenja donje granice ocjenjivanja	142	235	93	22	272	128
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	186	250	135	172	268	214
Prosječna godišnja vrijednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	33	49	24	38	53	32
Percentil 90.4	77	104	37	14	112	76
Maksimalno izmjerena satna vrijednost	330	433	206	244	452	449

*nedovoljan broj ostvarenih validnih podataka radi kvara

Iz dijagrama 13. jasno je vidljivo da Kanton Sarajevo najveći problem ima s koncentracijom prašine mjerene frakcije PM₁₀ i da je to već niz godina prekoračenje godišnje granične vrijednosti od 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ na većem broju stanica.

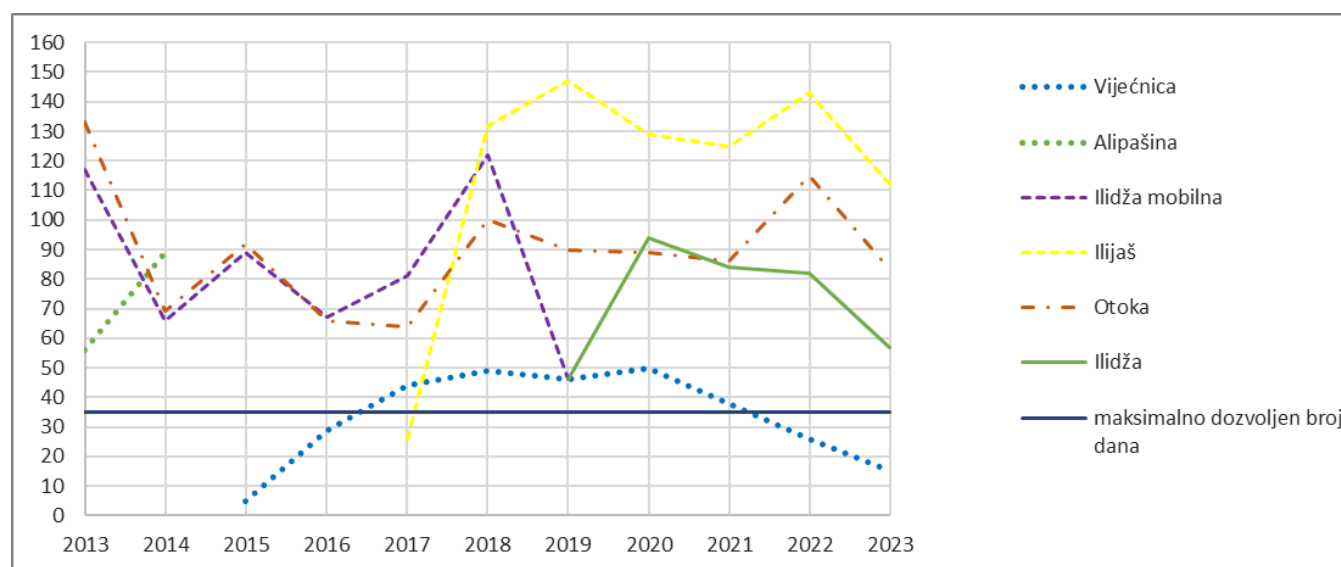
Za ocjenu stanja kvaliteta zraka potrebno je da tokom godine se ostvari 90% validnih podataka. Izuzetno se može koristiti obuhvat validnih podataka iznad 75% uz uslov da su validna mjerenja raspoređena ravnomjerno tokom godine. Godišnji broj validnih mjerenja na stanicama zadovoljava uslove Pravilnika osim za stanice Hadžići, Vijećnica i Otoka. Kao što se može vidjeti iz Tabele 14. stanica Hadžići nije ostvarila ni minimalan broj validnih mjerenja dok za stanice Otoka i Vijećnica se mogu uzeti prosjeci jer se radi o povremenim prekidima zbog kvarova tokom godine.

Tokom 2023. primjetan je pad na svim mjernim mjestima ali i dalje značajan broj prekoračenja dnevne granične vrijednosti od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ koja je prekoračila dozvoljeni broj predviđen Pravilnikom (35 tokom godine) na svim stanicama osim Vijećnice. Maksimalna granična satna vrijednost nije definisana postojećom zakonskom regulativom i primjetno je da u zimskom periodu satne vrijednosti budu i po 8 puta veće od prosječne dnevne vrijednosti.

Preporučeni percentil 90.4 odnosno 36-ta najviša izmjerena prosječna dnevna vrijednost u seriji podataka pokazuje da je kvalitet zraka, kada je ovaj polutant u pitanju, u Ilijašu najlošiji. Tokom godine, u zimskom periodu više puta su proglašavane epizode iz Plana interventnih mjera za slučajeve prekomjernog zagađenja baš iz razloga visokih vrijednosti ovog polutanta.

Tabela 15. Prikaz broja prekoračenja dozvoljene dnevne granične vrijednosti 50 µg/m³ PM₁₀ na automatskim stanicama tokom perioda 2013.-2023.

	Vijećnica	Alipašina	Iliđža-mobilna	Ilijaš	Otoka	Iliđža	Hadžići-mobilna	Vogošća
2013		56			133			
2014		89	117		69			
2015	5		66		92			
2016	29		89		66			
2017	44		67	26	64			
2018	49		81	132	100			
2019	46		122	147	90	46		
2020	50		46	129	89	94		
2021	38			125	86	84		
2022	26		67	143	115	82	56	44
2023	15			112	83	57	16	57

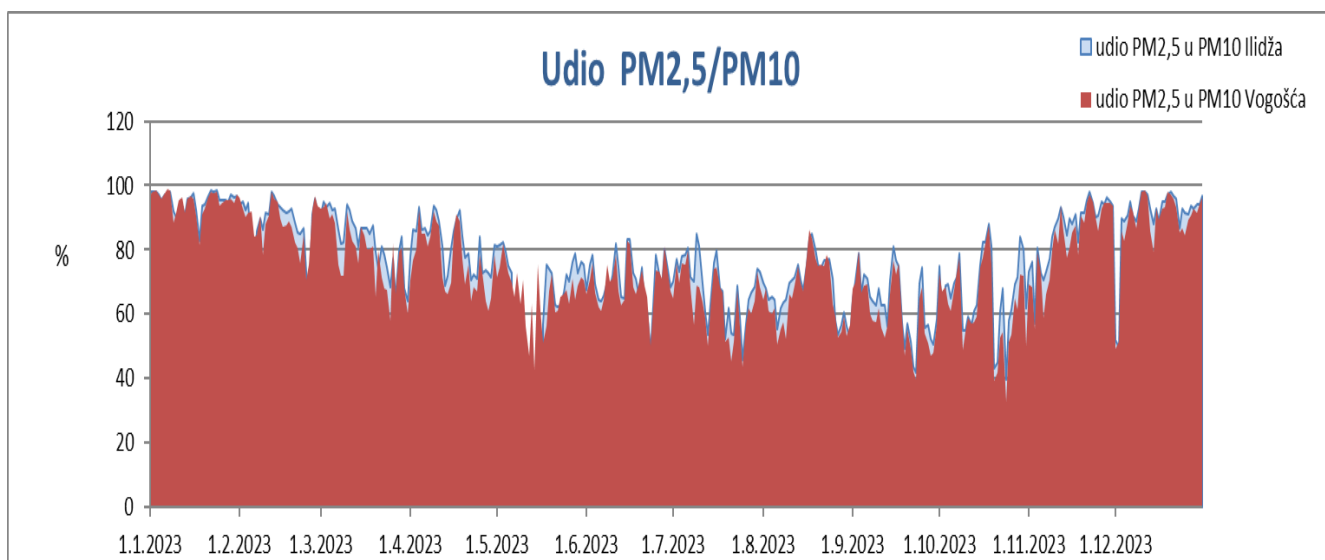


Dijagram 14. Trendovi broja prekoračenja dnevnih graničnih vrijednosti PM₁₀ za period 2013.-2023.

PM_{2,5}

Tabela 16. Statistički pokazatelji mjerenja PM_{2,5} na automatskim stanicama tokom 2023.

2023. PM _{2,5}	Vogošća	Iliđža
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	365	355
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	100	97
Broj prekoračenja gornje granice ocjenjivanja		
Broj prekoračenja donje granice ocjenjivanja		
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [µg/m ³]	183	209
Prosječna godišnja vrijednost [µg/m ³]	27	28
Percentil 90.4	73	72
Maksimalno izmjerena satna vrijednost	328	441



Dijagram 15. Udio $PM_{2,5}$ u PM_{10} tokom 2023.

Od kraja decembra 2018. uspostavljeno je mjerenje i frakcije $PM_{2,5}$ na Ilidži a toko 2022. u Vogošći i krajem 2023. na Otoci. Prosječna dozvoljena dnevna granična vrijednost nije definisana Pravilnikom. Postojećom zakonskom regulativom definisana je prosječna godišnja granična vrijednost od 25 mikrograma po metru kubnom što je prekoračeno na obje stanice (Tabela 16.). Stanice su zabilježile dovoljan broj validnih mjerenja tokom godine.

Iz dijagrama 23. jasno je da se udio $PM_{2,5}$ u PM_{10} mijenja tokom godine kako se mijenjaju izvori emisija tako da se udio kreće u rasponu od 40% ljeti do 98% zimi. Visoke koncentracije tj. visok udio $PM_{2,5}$ u PM_{10} predstavlja ozbiljan rizik po zdravlje ljudi jer veću štetu mogu pričiniti organizmu manje čestice koje dublje prodiru u organizam, krvotok i unutrašnje organe, naročito čestice PM_1 i $PM_{2,5}$. Također, analizatori koji mjere obje frakcije istovremeno mjere i frakcije PM_1 i PM_4 , čiji udjeli su također ocjenjeni kao izrazito visoki ali za njih nema propisane granične vrijednosti.

Ugljen monoksid CO

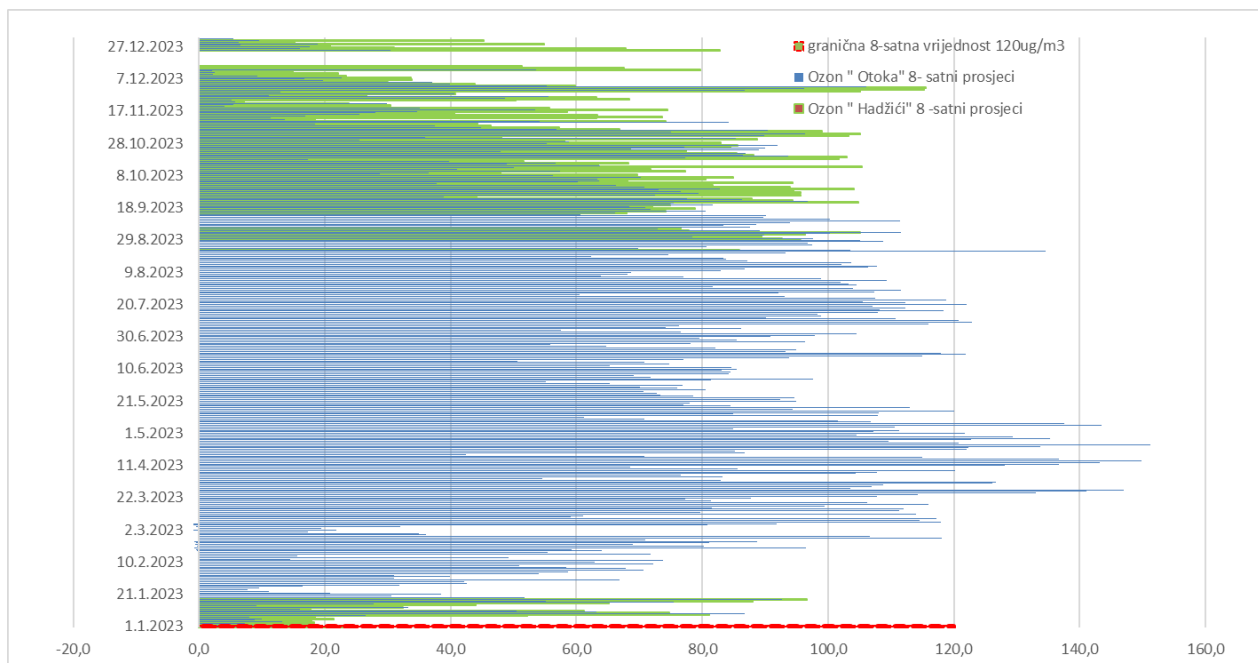
Tabela 17. Statistički pokazatelji mjerenja ugljen monoksida na automatskim stanicama tokom 2023.

2023.	Vijećnica	Hadžići
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	338	123
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	93	34
Broj prekoračenja prosječne dnevne granične vrijednosti 5 mg/m^3	0	0
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [$\mu\text{g/m}^3$]	2,1	2,1
Prosječna godišnja vrijednost [mg/m^3]	0,5	0,6
Ostvareni broj satnih prosjeka	8089	2949
% validnih mjerenja prosjeka u odnosu na teoretski broj	92	34*
Broj prekoračenja prosječne 8-satne granične vrijednosti 10 mg/m^3	0	0
Maksimalno izmjerena 8-satna vrijednost	4	4
Broj prekoračenja gornje granice ocjenjivanja za osmosatne prosjeke 7 mg/m^3	0	0
Broj prekoračenja donje granice ocjenjivanja za osmosatne prosjeke 5 mg/m^3	0	0

*Nije ostvaren dovoljan broj validnih podataka

Ugljen monoksid kao polutant, od kada se mjeri, nije pokazao prekoračenje granične vrijednosti niti na jednoj stanici.

Ozon O₃



Dijagram 16. 8 -satni prosjeci ozona tokom 2023.

Tabela 18. Statistički pokazatelji mjerenja ozona na automatskim stanicama tokom 2023.

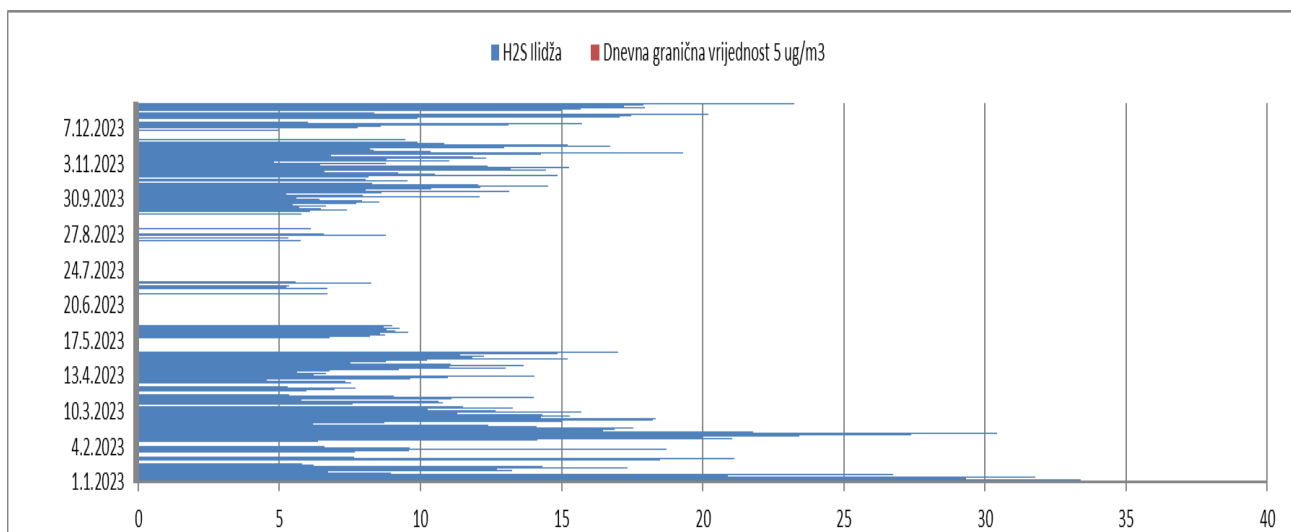
2023. O ₃	Otoka	Hadžići
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	352	123
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	96	34*
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	112	105
Prosječna godišnja vrijednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	42	38
Ostvareni broj satnih prosjeka	8457	2947
% validnih mjerenja prosjeka u odnosu na teoretski broj	97	34*
Broj prekoračenja prosječne 8-satne granične vrijednosti 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	112	0
Maksimalno izmjerena 8-satna vrijednost u $\mu\text{g}/\text{m}^3$	151	116
99.15 percentil	122	99

*Nije ostvaren dovoljan broj validnih podataka

Stanica Otoka je ostvarila dovoljan broj validnih mjerenja tokom godine. Broj prekoračenja osomosatne vrijednosti tokom godine iznosio je 112 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i desilo se niz više od tri uzastopna sata (u jednom slučaju čak 17 sati zaredom na Otoci) a dozvoljeno je 24 dana što ukazuje da je ozon postao već ozbiljan

problem u Kantonu Sarajevo. Koliko je poznato u Kantonu Sarajevo izvor emisije ozona nije poznat da bi se moglo uticati (nije posljedica industrijskog djelovanja).

Vodik sulfid H₂S



Dijagram 17. Prekoračenja prosječne dnevne vrijednosti H₂S tokom 2023.

Tabela 19. Statistički pokazatelji mjerenja vodik sulfida na automatskim stanicama tokom 2023.

2023.	Ilidža	Hadžići
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	330	125
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	90	34*
Broj prekoračenja prosječne dnevne granične vrijednosti 5 µg/m ³	218	0
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [µg/m ³]	33	2,1
Prosječna godišnja vrijednost [µg/m ³]	8,5	0,3
Ostvareni broj satnih prosjeka	7926	2997
% validnih mjerenja prosjeka u odnosu na teoretski broj	90	34*
Broj prekoračenja prosječne satne granične vrijednosti 7 µg/m ³	3311	8
Maksimalno izmjerena satna vrijednost	72	48

*Nije ostvaren dovoljan broj validnih podataka

Tokom godine na lokaciji Hadžića za kratak period mjerenja nije zabilježeno prekoračenje dnevne granične vrijednosti za vodik sulfid (dijagram 4. strana 24). Iz dijagrama 17. vidljivo je, da na lokaciji Ilidže, su kontinuirano prekoračene dnevne granične vrijednosti od 5 µg/m³ i to 66% svih mjerenja. Isti slučaj je za satne vrijednosti koje su prekoračene u 42% ostvarenih validnih mjerenja za dozvoljeno maksimalno satno prekoračenje od 7 µg/m³. Stanica u Hadžićima nije ostvarila dovoljan broj validnih mjerenja za proteklu 2023. te se ne može ni indikativno razmatrati ali se može zaključiti da su vrijednosti značajno niže nego na Ilidži za iste periode mjerenja. Na Ilidži uzrok pojave prekoračenja najvećim dijelom potiče od geotermalnih izvora i ispusta koji su otvoreni. U toku zimskog perioda primjetne su povećane koncentracije ovog polutanta iz razloga što je vodik sulfid gušći od

vazduha i ostaje u nižim slojevima što uz temperaturnu inverziju koja se javlja u pojedinim periodima zime dovodi do povećavanja izmjerenih koncentracija. Neugodan miris koji daje ovaj polutant pri ovim koncentracijama prema istraživanjima prije svega utiče na kvalitet života građana a eventualno postojanje zdravstvenih posljedica bi se trebale u budućnosti analizirati. Svakako da bi se trebale poduzeti aktivnosti na tehnološkim rješenjima za odvođenje ovih para što bi u najmanj ruku značajno poboljšalo kvalitet života građana ovog područja i doprinjelo unapređenju uslova turizma, očuvanju objekata itd..

Prema radu na polju prečišćavanja sulfida autora: M.K. AMOSA, I.A. MOHAMMED, AND S.A. YARO nivoi koncentracija vodik sulfida i zdravstvene posljedice nakon kratkotrajne izloženosti su predstavljeni u Tabeli 20. Prema tablici uglavnom zdravstvene poteškoće koje bi građani mogli osjetiti su: Neugodan miris, moguća mučnina, suzenje očiju ili glavobolja. Nos, grlo i dugotrajna iritacija; probavne smetnje i gubitak apetita; osjetilo njuha postaje zasićeno; akutni konjuktivitis (bol, suzenje i osjetljivost na svjetlo). Naravno da građani lldže nisu izloženi kratkotrajno već dugotrajno što kada uzmemo i ostale polutante, temperaturnu inverziju tokom zime samo može u sinergiji pojačati ove simptome.

Tabela 20. Odnos koncentracija i mogući zdravstveni učinak H₂S

Koncentracija (ppm/ $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Zdravstveni učinak nakon kratkotrajne izloženosti sumporovodiku
0.01 – 0.3	Prag osjeta njuha
1 – 20	Neugodan miris. moguća mučnina, suzenje očiju ili glavobolja u slučaju dulje izloženosti.
20 – 50	Nos, grlo i dugotrajna iritacija; probavne smetnje i gubitak apetita; osjetilo njuha postaje zasićeno; akutni konjuktivitis (bol, suzenje i osjetljivost na svjetlo).
100 – 200	Jaka i dugotrajna iritacija nosa i grla; potpuni gubitak osjeta mirisa.
250 – 500	Plućni edem (skupljanje tekućine u plućima).
500	Jaka iritacija pluća, uzbuđenje, glavobolja, vrtoglavica, ošamućenost, iznenadni kolaps. nesvjestica i smrt u roku od nekoliko sati, gubitak pamćenja za vrijeme izloženosti (ima za posljedicu trajno oštećenje mozga ukoliko ne dođe do momentalnog spašavanja).
500 – 1 000	Paraliza dišnog sustava, nepravilni otkucaji srca, kolaps i neminovna smrt.
> 1 000	Brzi kolaps i smrt.

BENZEN i NH₃

Tabela 21. Statistički pokazatelji mjerenja benzena i amonijaka na automatskoj mobilnoj stanici tokom 2023.

2023.	Benzen (Hadžići)	NH ₃ (Hadžići)
Ostvareni broj dnevnih prosjeka	92	123
% validnih mjerenja dnevnih prosjeka u odnosu na teoretski broj	25	34
Broj prekoračenja prosječne dnevne granične vrijednosti	Nije definisano	0 (GV 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Maksimalno izmjerena dnevna vrijednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	20	38
Prosječna godišnja vrijednost [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	2,3 (GV 5)	4,4 (GV 30)
Ostvareni broj satnih prosjeka	2169*	2927*
% validnih mjerenja prosjeka u odnosu na teoretski broj	25*	33*
Broj prekoračenja gornje granice ocjenjivanja godišnje vrijednosti 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za posljednjih 5 godina praćenja		-
Broj prekoračenja donje granice ocjenjivanja godišnje vrijednosti 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za posljednjih 5 godina praćenja		-

*Nije ostvaren dovoljan broj validnih podataka

Obzirom da mobilna stanica, koja je bila stacionirana u Hadžićima, tokom 2023. nije radila većim dijelom godine, zbog oštećenja kombija niti jedan analizator uključujući analizator BTEX i analizator za amonijak nije ostvario dovoljan broj validnih podataka. Prema važećoj zakonskoj regulativi definisane su samo granične godišnje vrijednosti za ove polutante.

7.2 ANALIZA TEŠKIH METALA (NIKL, OLOVO, ARSEN I KADMIJ)

Tokom oktobra počeo je proces analiziranja sadržaja PM₁₀ čestica. Zavod ne posjeduje svu potrebnu opremu za kondicioniranje filtera ali se pristupilo pripremi metoda za analizu metala u filterima koji su postavljeni u Vogošći i na Ilidži i to u periodima po 7 dana (na analizatorima koji mogu vršiti istovremeno analizu svih više frakcija PM čestica- Palas). Uzorci su nakon uzorkovanja razgrađivani mikrovalnom digestijom uz razradu metode za mikrovalnu digestiju i analizirani atomskom apsorpcionom spektroskopijom – grafitnom tehnikom.

Tabela 22. Mjerenja metala u uzorcima zraka tokom godine

	Metal Granična /ciljna vrijednost	Olovo 1 µg / m ³	Nikl 20 ng / m ³	Arsen 6 ng / m ³	Kadmij 5 ng / m ³
Lokacija	Period uzorkovanja				
Ilidža	25.09.- 05.10.	<0,01	3	1	<1
Vogošća	05.10.- 12.10.	0,04	6	4	3
Vogošća	12.10.- 20.10.	<0,01	6	1	1
Vogošća	20.10.- 27.10.	<0,01	5	<1	<1
Vogošća	27.10.- 03.11.	<0,01	8	<1	<1
Vogošća	03.11.- 10.11.	<0,01	5	1	<1
Vogošća	24.11.- 01.12.	<0,01	5	7	<1
Vogošća	01.12.- 08.12.	<0,01	2	5	<1
Vogošća	08.12.- 15.12.	<0,01	6	12	1,3
Vogošća	15.12.- 26.12.	<0,01	4	4	<1

Vrijednosti koje su prikazane u tabeli 21. su kumulativne za periode u prosjeku od 7 dana kontinuiranog propuštanja zraka kroz filtere. Iz dobivenih rezultata je vidljivo da u periodu od 25.09. do 26.12. nije zabilježeno povećane koncentracije olova, nikla i kadmija te da je primjećeno povećanje koncentracija arsena na stanici Vogošća u periodima od 24.11. do 01.12. i od 08.12. do 15.12. kada je na snazi bila epizoda Upozorenja za slučajeve prekomjernog zagađenja zraka u Kantonu Sarajevo koja je važila i za Vogošću.

7.3 PRIMJENA PLANA INTERVENTNIH MJERA ZA SLUČAJEVE PREKOMJERNOG ZAGAĐENJA ZRAKA U KANTONU SARAJEVO ZA 2023.

Za proteklu 2023. prema provedbi odredbi Plana interventnih mjera za slučajeve prekomjernog zagađenja u Kantonu Sarajevo proglašavane su epizode sa prekoračenjima za mjere Pripravnosti, Upozorenja i Uzbune (Tabela 23.) s tim da je u drugoj polovini godine došlo do izmjene postojećeg Plana interventnih mjera za slučajeve zagađenja zraka u Kantonu Sarajevo. Obzirom na povoljne vremenske

uslove koji su vladali naročito u januaru mjesecu nisu se stekli uslovi za proglašenja epizoda.

Tabela 23. Pregled proglašavanja/ukidanja epizoda iz Plana interventnih mjera

Period	Mjera
03.01.	Proglašena epizoda "Upozorenja" za zone A, B,C i Proglašena epizoda " Pripravnosti " za zonu D
09.01.	Ukinute epizode "Upozorenja" za zone A, B,C i " Pripravnosti "za zonu D
23.01.	Proglašena epizoda " Pripravnosti " u svim zonama
27.01.	Ukinuta epizoda "Pripravnost" u zonama A, B i C i D
12.02.	Proglašena epizoda " Pripravnosti " u svim zonama (A, B i C i D)
13.02.	Proglašena epizoda „Upozorenje“ u svim zonama (A, B i C i D)
15.02.	Ukinuta epizoda " Upozorenje " u zonama A, B i C i D
27.02.	Ukinuta epizoda " Pripravnost " u zonama A, B i C i D
03.03.	Proglašena epizoda "Pripravnost" u svim zonama (A, B i C i D)
07.03.	Ukinuta epizoda „Pripravnost“u svim zonama
10.12.	Proglašena epizoda „Upozorenje“ u zonama A, B, C i D
13.12.	Ukinuta epizoda „Upozorenje“ u zonama A, B i C i D
18.12.	Proglašena epizoda „Upozorenje“ u zonama A, B, C i D
20.12.	Proglašena epizoda „Uzbuna“ u zoni A
22.12.	Ukinuta epizoda „Upozorenje“ u zonama A, B i C i D i epizoda „Uzbuna“ u zoni A

8 ANALIZA DOSADAŠNJIH AKTIVNOSTI

Osim redovnih aktivnosti koji se provode kada je u pitanju monitoring kvaliteta zraka i izvještavanje prema ukazanoj potrebi obavljaju se i druge aktivnosti koje predstavljaju procese podrške monitoringu i njegovom unapređenju.

Tokom protekle godine provedeni su postupci nabavke opreme, rezervnih dijelova i potrošnog materijala:

Nabavka nove opreme za monitoring kvaliteta zraka:

- Komora za kondicioniranje filtera za analizu PM čestica- isporučeno;
- Izvršena je nabavka nove automatske stanice u Hadžićima- stanica još uvijek nije instalirana;
- Izvršena nabavka analizatora za istovremeni monitoring čestica PM_{2,5} i PM₁₀ te je analizator postavljen na stanicu Otoka.
- Obezbeđen servis i rezervni dijelovi kao i potrošni materijal za opremu za monitoring;
- Proveden postupak javne nabavke usluge izrade web stranice i programa za obradu podataka međutim ponuđač nije izvršio isporuku i nabavka je blokirana te predata na nadležni sud na postupanje.

Jedna od važnih aktivnosti je učešće u pripremi revizije i provođenju Plana interventnih mjera za slučajeve prekomjerne zagađenosti u KS koji je realiziran uz podršku vanjskog eksperta iz Mađarske koji je uradio pregled postojećih mjera i dao smjernice za poboljšanje efikasnosti u skladu sa mogućnostima Kantona. U periodu grijne sezone nadzor nad radom analizatora je povećan tako da su se procjene stanja kvaliteta zraka vršile i više puta dnevno ovisno o mjerenim vrijednostima i vremenskim uslovima. Stručno tijelo je tokom čitavog perioda funkcionisalo kao i danima vikenda i praznicima u cilju pravovremenog izvještavanja Ministarstva. Vlade KS i javnosti. Stručno tijelo za provedbu Plana interventnih mjera na području KS vrši redovno obavještavanje i koordinaciju prilikom epizoda prekomjerne zagađenosti i može se reći da je efikasnost na zadovoljavajućem nivou. Izrađen je i usvojen novi Plan interventnih mjera u slučajevima prekomjerne zagađenosti u Kantonu Sarajevo ('Službene novine Kantona Sarajevo'; 49/23).

Zavod je i putem svoje web stranice i putem elektronskih medija svakodnevno izdavao izvještaje prema javnosti i preporuke za građane.

Napravljen je pregled poduzetih aktivnosti u KS u kojima je i Zavod učestvovao a koje su finansirane iz manjih trust fondova Vlade Austrije kao pripremu za provođenje glavnog projekta kredita SB:

- okrugli sto za privrednike- otvaranje komunikacije sa privredom kao učesnikom u cjelokupnom procesu,

- posjeta Zavodu za javno zdravstvo Beograda BATUT kao vid jačanja saradnje i razmjene iskustava u kreiranju i uspostavljanju zakonskih osnova zemalja sa sličnom problematikom, problema u implementaciji kao i razmjene stručnih znanja vezanih za monitoring kvaliteta zraka.

- pripremljen je Izvještaj „Funkcionalni pregled upravljanja kvalitetom zraka u Kantonu Sarajevo“ uz angažovanje vanjskog konsultanta i KS je dobio vrlo važan dokument sa smjernicama uz prepoznavanje problema od zakonskih, institucionalnih do izvršnih gapova koje je potrebno prevazići.

-izmjena postojećeg plana interventnih mjera uz angažovanje eksternog konsultanta.

Zavod je učestvovao i u pripremi Strategije ograničavanja upotrebe čvrstih goriva u Kantonu Sarajevo kao i u pokretanju inicijative za izmjenu postojeće metodologije indeksiranja kvaliteta zraka koja se pokazala kao nedosljedna u svojoj primjeni.

Zavod je započeo kampanju analize filtera sa automatskih stanica na sadržaj arsena, olova, kadmija i nikla koji se zahtjevaju prema Pravilniku a koje Zavod može provesti u svojim laboratorijama. Zamišljeno je da se radi u zimskom i ljetnom periodu sa periodima prikupljanja uzorka od sedam dana. Rezultati koji su prikupljeni u zimskom periodu ukazuju da je dolazilo povremeno do prekoračenja pojedinih metala.

9 PRIJEDLOZI ZA UNAPREĐENJE ISPITIVANJA I UPRAVLJANJA KVALITETOM ZRAKA U KANTONU SARAJEVO

Tokom 2023. sve aktivnosti koje su planirane od strane Zavoda su realizirane u skladu sa raspoloživim resursima. Kontinuirano se radi u saradnji sa Ministarstvom komunalne privrede, infrastrukture, prostornog uređenja, građenja i zaštite okoliša ali i ostalim institucijama koje se bave ovom problematikom na unapređenju monitoringa kvaliteta zraka. Međutim postoje problemi i područja djelovanja na kojima i dalje treba istraživati.

1. Provedba Plana interventnih mjera mora imati što jednostavniji pristup u provedbi, bolju koordinaciju učesnika kao i evaluaciju efikasnosti mjera.
2. Prema preporukama iz Akcionog plana za smanjenje čestične tvari potrebno je nastaviti za započetim planom i provođenjem kontinuirane analize sastava čestične tvari koje bi dale analizu realne ugroženosti stanovništva i ekosistema u KS. kada je u pitanju ovaj polutant. Većim brojem sastanaka rukovodioca svih relevantnih institucija koje mogu svojim angažmanom doprinijeti smanjenju zagađenja naročito u zimskom periodu a na osnovu prioriteta koji su postavljeni u Akcionom planu smanjenja čestične tvari na području Kantona Sarajevo. Sastanci bi se trebali praviti u periodima planiranja budžeta i pred samu grijnu sezonu uz zapisnike koje bi omogućile praćenje realizacije dogovorenih aktivnosti.
3. Planiranje provjere analizatora za mjerenje frakcije PM₁₀ usporedbom sa standardnom gravimetrijskom metodom. Zavod je uz podršku nadležnog ministarstva nabavio potrebnu opremu osim analitičke vage za koju je planirana nabavka iz vlastitih sredstava ali koja nije realizirana tokom 2023. te je prebačen plan za 2024..
4. J.U. Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo treba nastaviti sa pripremama za samostalnu analizu čestične tvari. Potrebno je da se uključe svi kapaciteti koji bi omogućili u budućnosti kontinuirani monitoring sadržaja čestične tvari što je gorući problem. Za ovakav poduhvat potrebna su značajna sredstva ali u interesu zaštite zdravlja ljudi u Kantonu je neophodno znati sastav čestica prašine. Analiza benzo(a)pirena je neophodna kao oblik kontinuiranog monitoringa ali su potrebna značajna sredstva da bi se oprema nabavila i stavila u funkciju. Inače ova vrsta ispitivanja se ne vrši na teritoriji BiH.
5. J.U. Zavod za javno zdravstvo Kantona Sarajevo već posjeduje standarde BAS ISO 9001:2008. AKAZ i akreditaciju laboratorija prema zahtjevima standarda BAS EN ISO 17025:2018 za hemijske i mikrobiološke analize vode i hrane. Zavod ima tradiciju i stručan kadar svih profila za analizu stanja okoliša. Veliki napredak bi se ostvario kada bi Zavod na postojeći temelj dobio podršku da se u toku narednih par godina akreditira i za praćenje kvaliteta zraka čime bi građani dobivali još kvalitetnije analize stanja zagađenosti zraka na području Kantona Sarajevo.
6. Monitoring kvaliteta zraka se vrši kontinuirano kao i unapređenje samog monitoringa. U Zavodu na poslovima monitoringa kvaliteta zraka radi jedan i po čovjek što nikako ne može biti dovoljno i ispod svake norme je u odnosu i na zemlje u okruženju a sa daleko većim problemima. Neophodno je hitno ojačati kadrovske kapacitete na poslovima monitoringa kvaliteta zraka ali i u svakom segmentu koji je vezan za zaštitu zraka. Potrebna je edukacija u nekom centru iz regiona sa osvrtom i na specifične polutante koji se mjere kao što su merkaptani (odoranti), BTEX.

7. Indeksiranje kvaliteta zraka kao načina prikaza izmjerenih vrijednosti i približavanja građanima u smislu pojednostavljenja prikaza izmjerenih koncentracija i mogućih posljedica na njihovo zdravlje prema Pravilniku o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka (Sl. novine FBiH 1/12. 44/19) nailazi na ozbiljne probleme i na neujednačenost različitih indeksa koji različite ustanove i pojedinci primjenjuju. Vrijednosti za $PM_{2.5}$ nema definisane na dnevnom nivou iako je traženo da se uvede granična vrijednost za ovaj polutant jer pretvaranje koncentracija PM_{10} u $PM_{2.5}$ korištenjem jednog faktora tokom čitave godine nije dobar način a takav način indeksiranja mnoge ustanove i pojedinci koriste nerazumijevajući da je udio $PM_{2.5}$ u zimskom periodu i 99% u PM_{10} a u ljetnom mnogo manji. To sve dovodi do različitog kategorisanja kvaliteta zraka. Također, uvođenjem jedne vrijednosti indeksa za čitav Kanton je također neizvodljivo zbog različitosti u topografskoj građi i meterološkim uslovima kantona a samim tim i razlike u kvalitetu zraka.

Zaključak:

Monitoring kvaliteta zraka u Kantonu Sarajevo tokom 2023. doživio je značajan napredak što se vidi iz broja ostvarenih validnih podataka kao i uvođenja novih parametara ispitivanja, prvenstveno se to odnosi na sadržaj metala. Status opreme kojom se vrši monitoring je zadovoljavajući ali je potrebno u budućnosti planirati obnovu zastarjele opreme i uvoditi nove parametre ispitivanja za polutante koji su predviđeni Pravilnikom da se prate. To znači da fokus monitoringa ne treba da bude više toliko okrenut prema nabavci opreme za polutante kao što su sumpordioksid, ugljen monoksid koliko na benzo(a)pirene i određivanje sadržaja PM čestica. Posmatrajući sa aspekta zakonske regulative koja definiše ovu oblast može se reći da je u odnosu na predhodne godine poboljšan kvalitet zraka jer je ostvaren manji broj prekoračenja praćenih polutanata uz uslov da je ostvaren dovoljan broj validnih mjerenja na svim stanicama osim za lokaciju Hadžića. Razlozi za nešto bolji kvalitet zraka najviše leži u činjenici da je predhodna godina bila meterološki povoljnija većim dijelom i da periodi sa visokim koncentracijama nisu trajali u kontinuitetu vremenski dugo. Međutim smanjenje broja prekoračenja ni blizu ne odgovara zahtjevanim uslovima iz Pravilnika i potrebno je kontinuirano raditi kako na dugoročnim cijevima za smanjenje emisija tako i efikasnije primjenjivati kratkoročne mjere za zaustavljanje zagađenja. Potrebno je imati u vidu da se granice prihvatljivosti za određene polutante smanjuju i da Kanton Sarajevo kao ni BiH nije ni blizu da zadovolji ciljne vrijednosti koje su trenutne a ne da se prilagođava u budućnosti još nižim vrijednostima.

Izradila

Mr.sci. Sanela Salihagić dipl.ing.hem