

ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE SUBOTICA
CENTAR ZA HIGIJENU I HUMANU EKOLOGIJU
ODELJENJE FIZIČKO-HEMIJSKA ISPITIVANJA
ODSEK ZA VODE I VAZDUH
LABORATORIJA ZA ISPITIVANJE VAZDUHA I BUKE

**MONITORING
AMBIJENTALNOG VAZDUHA
U SUBOTICI TOKOM 2022. GODINE**

Godišnji izveštaj

Evidencioni broj izveštaja AE0223

Subotica, 13. januar 2023.

Izrada izveštaja

***Zavod za javno zdravlje Subotica
Subotica, Zmaj Jovina 30***

Direktor Zavoda za javno zdravlje Subotica

V.d. direktora spec. dr med. Vesna Vukmirović

Načelnik

Centra za higijenu i humanu ekologiju

Prim. spec. dr med. Karolina Berenji

Rukovodilac

Odeljenja za fizičko-hemijska ispitivanja

Mr Sc Dijana Barna, dipl. ing. tehnologije

Šef odseka za vode i vazduh

Martina Crnković, master hemičar

Laboratorija za ispitivanje vazduha i buke

***mr Mirjana Bonić, magistar hemijskih nauka
Zoltan Vidaković, dipl. ing. zaštite životne sredine***

***Tehničari Odeljenja za fizičko-hemijska
ispitivanja***

***Zita Kolar, hem. tehničar
Nada Đurić, hem. tehničar
Tanja Rakić, hem. tehničar
Maja Rudić, hem. tehničar
Jasmina Bukvić, hem. tehničar
Bea Laudanček, hem. tehničar
Stela Matak Miljački, hem. tehničar
Filep Nataša, hem. tehničar
Zdenka Mesaroš, hem. tehničar
Dragana Pavlović, hem. tehničar***

Izveštaj pripremili

***mr Mirjana Bonić, magistar hemijskih nauka
Zoltan Vidaković, dipl. ing. zaštite životne sredine***

Saradnici

***Mr Sc Aleksandar Stanić, dipl. ing. tehnologije,
spec. sanitarne hemije***

S A D R Ź A J

	Broj strane
U V O D	4
1. MONITORING AMBIJENTALNOG VAZDUHA NA TERITORIJI GRADA SUBOTICE ZA 2022. GODINU	5
2. METODOLOGIJA RADA	7
3. GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA	9
4. TABELARNI PRIKAZ REZULTATA	20
5. ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA	23
6. ZAKLJUČAK	28
7. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE KVALITETA VAZDUHA	30
8. SLIKE SA MERNIH MESTA	31
9. SKICA MERNOG MESTA	33

U V O D

Praćenje kvaliteta vazduha na teritoriji Grada Subotice tokom 2022. godine je sprovedeno sa osnovnim ciljem da se dobiju podaci o koncentracionom nivou zagađujućih materija u vazduhu kako bi se ocenio kvalitet vazduha u gradu. Dobijeni podaci su neophodni za pravilan odabir preventivnih mera u cilju zaštite zdravlja ljudi od prekomernog zagađenja vazduha, kao i zbog unapređenja zdravlja ljudi i očuvanja životne sredine.

Program ispitivanja kvaliteta vazduha u Subotici u 2022. godini je definisan u ugovorima:

- "Ugovor o javnoj nabavci usluge monitoringa parametara životne sredine – vazduh, voda i buka, redni broj JN K 27/21", broj: IV-404-210/2021, za period ispitivanja od 01.07.2021. do 01.07.2022. godine,

- "Ugovor o javnoj nabavci usluge monitoringa parametara životne sredine – vazduh, voda i buka, redni broj JN K 51/22", broj: IV-404-337/2022, za period ispitivanja od 05.08.2022. do 30.06.2023. godine,

koji su potpisali **Grad Subotica, Gradska uprava Subotica i Zavod za javno zdravlje Subotica.**

Ugovorene obaveze su u skladu sa odredbama iz:

- Zakona o javnom zdravlju, „Sl. glasnik RS” br. 72/2009,
- Zakona o zaštiti vazduha, „Sl. glasnik RS” br. 36/2009 i 10/2013 i
- Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha, „Sl. glasnik RS” br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013.

1. MONITORING AMBIJENTALNOG VAZDUHA NA TERITORIJI SUBOTICE ZA 2022. GODINU

Shodno ciljevima ispitivanja, monitoringom ambijentalnog vazduha je utvrđen: broj i razmeštaj mernih mesta, parametri ispitivanja, period ispitivanja, učestalost uzimanja uzoraka, obrada podataka i izveštavanje.

Na osnovu rezultata monitoringa koncentracija zagađujućih materija u vazduhu prethodnih godina: 2015., 2016., 2017. i 2018., se zaključilo da su suspendovane čestice PM10 i PM2.5 bile dominantne zagađujuće materije na mernim mestima u gradu Subotici.

Stoga je program ispitivanja kvaliteta ambijentalnog vazduha u Subotici od jula 2018. godine definisan tako da se monitoring suspendovanih čestica PM10 i PM2,5 sa povremenih (indikativnih) merenja poveća na kontinualna (fiksna) merenja. Istovremeno su se u svakom uzorku suspendovanih čestica PM10 ispitivale koncentracije teških metala i metaloida: olova, kadmijuma, nikla i arsena, dok je ispitivanje koncentracije benzo(a)pirena u suspendovanim česticama PM10 bilo indikativno.

Merno mesto za uzorkovanje suspendovanih čestica je ranijih godina bila Gradska bolnica Subotica (Izvorska 3, Koordinate: 46,082414N, 19.672381E). Od jula 2018. godine merno mesto je na urbanoj lokaciji, u dvorištu osnovne škole “Sonja Marinković” Mala škola Subotica. Ova urbana lokacija je izabrana jer se na Automatskoj stanici, na centralnoj gradskoj raskrsnici u Subotici, na saobraćajnoj lokaciji, već vrši monitoring kvaliteta vazduha.

Izvor emisije zagađujućih materija u gradskoj sredini je saobraćaj tokom cele godine, a tokom zimskog perioda su to i individualna ložišta.

Tabela 1. Vrste zagađujućih materija u ambijentalnom vazduhu koji je uzorkovan na mernom mestu u dvorištu osnovne škole “Sonja Marinković” Mala škola Subotica, period i dinamika ispitivanja koncentracije ovih zagađujućih materija **tokom 2022. godine**

Merno mesto			Vrste zagađujućih materija u vazduhu	Period ispitivanja	Dinamika ispitivanja
Naziv i adresa	Koordinate	Tip stanice			
Subotica – Osnovna škola “Sonja Marinković”; Mala škola, Sonje Marinković br. 45	46°05'32.9" N, 19°40'02.20" E	Urbana	- koncentracija suspendovanih čestica PM10 i teški metali/metaloid (Pb, Cd, Ni, As) iz suspendovanih čestica PM10 (grupa parametara A)	od 01.01.2022. do 31.12.2022.	24-časovno, (svakodnevno) tokom cele godine (336 analiza)
Subotica – Osnovna škola “Sonja Marinković”; Mala škola, Sonje Marinković br. 45	46°05'32.9" N, 19°40'02.20" E	Urbana	- koncentracija suspendovanih čestica PM2.5 (grupa parametara C)	od 01.01.2022. do 31.12.2022.	24-časovno, (svakodnevno) tokom cele godine (336 analiza)
Subotica – Osnovna škola “Sonja Marinković”; Mala škola, Sonje Marinković br. 45	46°05'32.9" N, 19°40'02.20" E	Urbana	- benzo(a)piren iz suspendovanih čestica PM10 (grupa parametara B).	od 01.01.2022. do 31.12.2022.	24-časovno, 8 ravnomerno raspoređenih nedelja tokom godine (56 analiza)

Opis mikrolokacije mernog mesta

Kod izbora mikrolokacije za fiksna merenja koncentracija suspendovanih čestica PM10, PM2.5 i teških metala/metaloida (Pb, Cd, Ni, As) iz suspendovanih čestica PM10, i povremenih merenja benzo(a)pirena iz suspendovanih čestica PM10 uzeti su u obzir faktori koji su navedeni u Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha ("Službeni glasnik RS" br. 11/2010, 75/2010 i 63/2013) PRILOG I, Odeljak C IZBOR MIKROLOKACIJA ZA FIKSNA MERENJA.

Opis mikrolokacije:

Subotica – Osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola, ulica Sonje Marinković br. 45

- Usisna cev na uzorkivaču suspendovanih čestica je na otvorenom u odnosu na zgradu škole odnosno u luku od 270°, a najbliži uzorkivač suspendovanih čestica je od zgrade škole udaljen oko 4 m;
- Prisutna je prepreka (ograda na školskom dvorištu visine 2,9 m) koja se nalazi sa jugozapadne i sverozapadne strane u odnosu na uzorkivače suspendovanih čestica;
- Ograda na školskom dvorištu je udaljena od uzorkivača sa severozapadne strane 1 m, a sa jugozapadne strane oko 3 m;
- Sa južne i istočne strane u odnosu na uzorkivače se nalazi otvoren prostor školskog dvorišta;
- Jugoistično na 6 m od uzorkivača se nalazi drvo;
- Usisna cev se nalazi sa gornje strane na uzorkivaču suspendovanih čestica na visini iznad 1,5 m (1,8 m iznad tla);
- Usisna cev za uzimanje uzoraka suspendovanih čestica se ne nalazi u neposrednoj blizini izvora emisije jer na najbližoj zgradi škole nema dimnjaka (daljinski sistem grejanja – gradska toplana);
- Izduvna cev uzorkivača suspendovanih čestica se nalazi sa donje strane uzorkivača na oko 20 cm od tla;
- Na razmaku od 0,5 m od izduvne cevi uzorkivača se ne oseti protok vazduha iz izduvne cevi;
- Razmak između uzorkivača suspendovanih čestica je od 1 m do 1,5 m;
- Ponovno usisavanje ispuštenog vazduha je izbegnuto jer su usisne cevi sa gornje strane a izduvne cevi sa donje strane na uzorkivačima suspendovanih čestica (referentni uzorkivači su u skladu sa CEN EN 12341 (2014));
- Smanjeni su izvori ometanja, jer su uzorkivači postavljeni u deo školskog dvorišta gde ne ometaju školske aktivnosti;
- Uzorkivači su smešteni u žičane metalne kaveze kroz koje vazduh nesmetano cirkuliše;
- Smešteni su u školsko dvorište, pa se ne vide i nisu dostupni za neovlašćena lica;
- Pristup mernom mestu je iz školskog dvorišta odnosno preko velike kapije u ogradi školskog dvorišta;
- Dostupna je električna energija – utičnica na zgradi škole.

2. METODOLOGIJA RADA

Zavod za javno zdravlje Subotica poseduje Sertifikat o akreditaciji, pod akreditacionim brojem 01-054, kojim se potvrđuje da Zavod zadovoljava zahteve standarda SRPS ISO/IEC 17025 za obavljanje poslova ispitivanja koji su u važećem Obimu akreditacije.

Zavod za javno zdravlje Subotica poseduje Dozvolu za merenje kvaliteta vazduha, od Ministarstva zaštite životne sredine Republike Srbije, broj: 353-01-00355/2020-03 od 11.03.2020.

Kao garanciju uspešnosti sistema menadžmenta kvalitetom, Zavod poseduje sertifikat SRPS ISO 9001:2015.

2.1. Uzorkovanje ambijentalnog vazduha

Uzorkovanje suspendovanih čestica (PM10 i PM2,5) iz ambijentalnog vazduha se vršilo sekvencijalnim uzorkivačima ambijentalnog vazduha marke SVEN LECKEL Model SEQ 47/50-RV Nemačka i uzorkivačem ambijentalnog vazduha tipa MSV6 marke SVEN LECKEL Nemačka, dok je frakcija PM10 uzorkovana povremeno i referentnim uzorkivačem TCR Tecora Sentinel (serijskog broja 938536).

2.2. Metode ispitivanja zagađujućih materija u vazduhu

Tabela 2. Metode ispitivanja koje su korištene za određivanje koncentracije zagađujućih materija u ambijentalnom vazduhu

Vrsta zagađujućih materija čija se koncentracija meri	Metoda ispitivanja (tehnika ispitivanja)	Akreditovana metoda
PM10	SRPS EN 12341:2015 (gravimetrija) Relevantni podaci: - Proširena merna nesigurnost sa intervalom pouzdanosti od 95 %, izražena na dnevnoj graničnoj vrednosti za suspendovane čestice frakcija PM10 iznosi 8,9 % odnosno $\pm 4,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. - Granica kvantifikacije za suspendovane čestice frakcija PM ₁₀ iznosi $< 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	Da
PM2,5	SRPS EN 12341:2015 (gravimetrija) Relevantni podaci: - Proširena merna nesigurnost sa intervalom pouzdanosti od 95 %, izražena na graničnoj vrednosti sa periodom usrednjavanja kalendarska godina za PM2,5 iznosi 12,0 % odnosno $\pm 3,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. - Granica kvantifikacije za suspendovane čestice frakcija PM _{2,5} iznosi $< 1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	Da
Teški metali (Pb, As, Cd, Ni) u PM10	DM 105 Određivanje Pb, Cd, As i Ni u frakciji PM10 i PM2,5 suspendovanih čestica (ICP-OES) Relevantni podaci: - Proširena merna nesigurnost sa intervalom pouzdanosti od 95 %, izražena na dnevnoj graničnoj vrednosti za olovo (Pb) u suspendovanim česticama frakcija PM ₁₀ iznosi $\pm 0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$.	Da

	- Granica kvantifikacije za koncentraciju olova (Pb) u suspendovanim česticama frakcija PM₁₀ iznosi < 0,0006 µg/m³. - Proširena merna nesigurnost sa intervalom pouzdanosti od 95 %, izražena na ciljnoj vrednosti za kadmijum (Cd) u suspendovanim česticama frakcija PM₁₀ iznosi ± 0,50 ng/m³ (period usrednjavanja jedna godina). - Granica kvantifikacije za koncentraciju kadmijuma (Cd) u suspendovanim česticama frakcija PM₁₀ iznosi < 0,22 ng/m³. - Proširena merna nesigurnost sa intervalom pouzdanosti od 95 %, izražena na ciljnoj vrednosti za nikl (Ni) u suspendovanim česticama frakcija PM₁₀ iznosi ± 3,8 ng/m³ (period usrednjavanja jedna godina). - Granica kvantifikacije za koncentraciju nikla (Ni) u suspendovanim česticama frakcija PM₁₀ iznosi < 0,45 ng/m³. - Proširena merna nesigurnost sa intervalom pouzdanosti od 95 %, izražena na ciljnoj vrednosti za arsen (As) u suspendovanim česticama frakcija PM₁₀ iznosi ± 0,54 ng/m³ (period usrednjavanja jedna godina). - Granica kvantifikacije za koncentraciju arsena (As) u suspendovanim česticama frakcija PM₁₀ iznosi < 0,63 ng/m³.	
--	---	--

Tabela 3. Eksterno nabavljene usluge ispitivanja

Vrsta zagađujućih materija čija se koncentracija meri	Metoda ispitivanja (tehnika ispitivanja)	Akreditovana metoda	Napomena
PAH (benzo(a)piren)	SRPS ISO 15549:2010	Da	Eksterno nabavljenu uslugu ispitivanja je izvršio: Gradski zavod za javno zdravlje Beograd

2.3. Izrada Izveštaja o ispitivanju kvaliteta vazduha

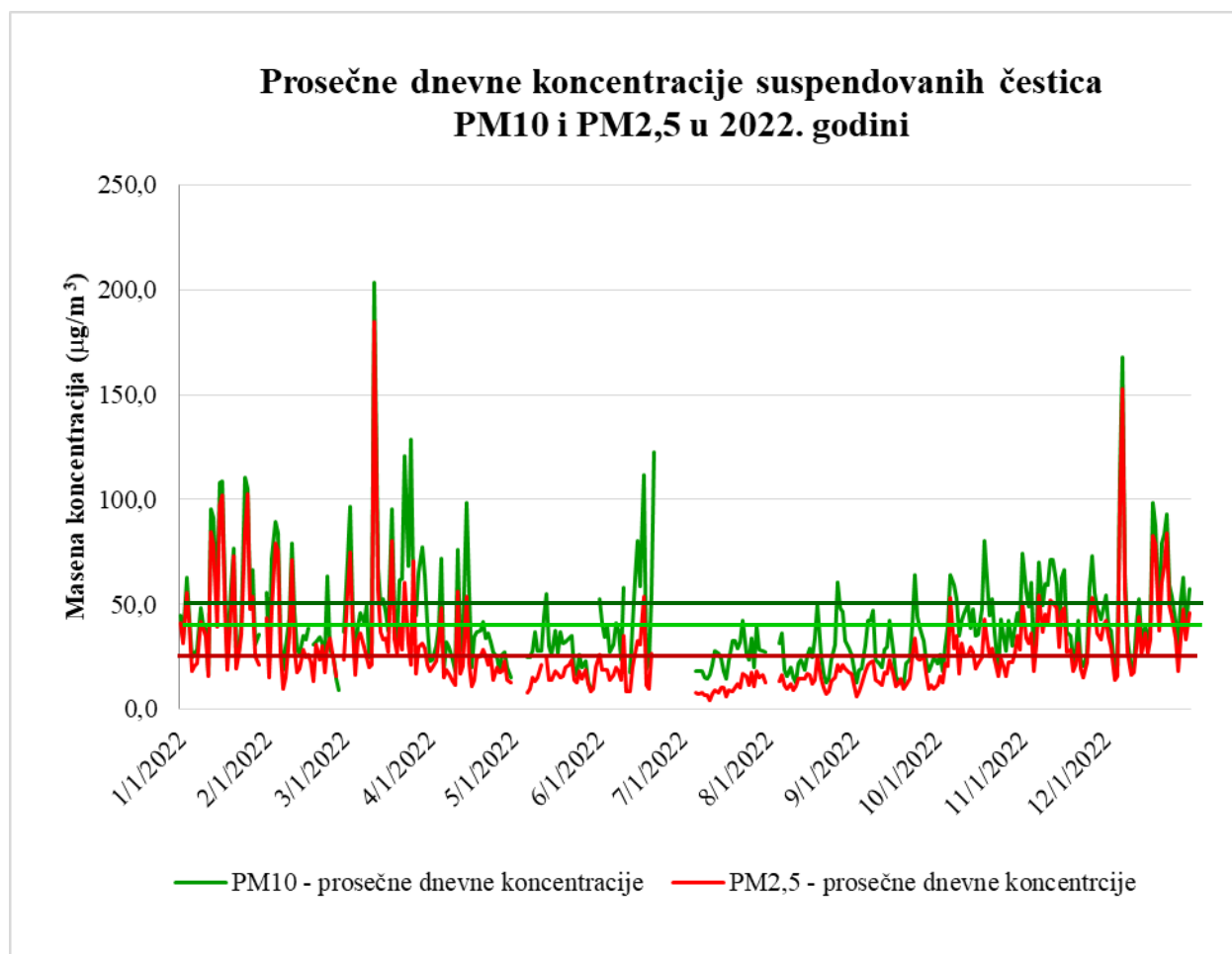
Meteorološki podaci su preuzeti sa sajta: <http://www.sumeteo.info>.

Prikupljeni podaci o koncentracijama zagađujućih materija u vazduhu su sistematizovani, obrađeni, analizirani i interpretirani u skladu sa Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik RS 11/2010, 75/2010 i 63/2013) i Zakonom o zaštiti vazduha, „Sl. glasnik RS” br. 36/2009 i 10/2013.

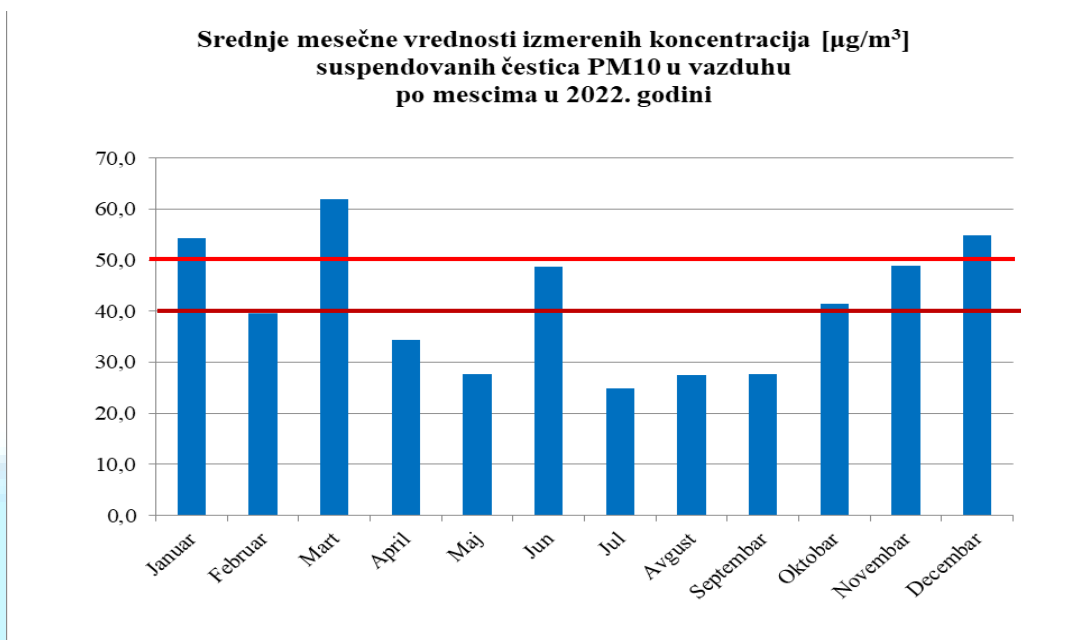
Izveštaji o ispitivanju kvaliteta vazduha su Gradskoj upravi Subotica dostavljani tokom 2022. godine do 12. u mesecu za prethodni mesec.

Godišnji izveštaj Monitoring ambijentalnog vazduha u Subotici tokom 2022. godine je dostavljen Gradskoj upravi Subotica do 16. januar 2023. godine.

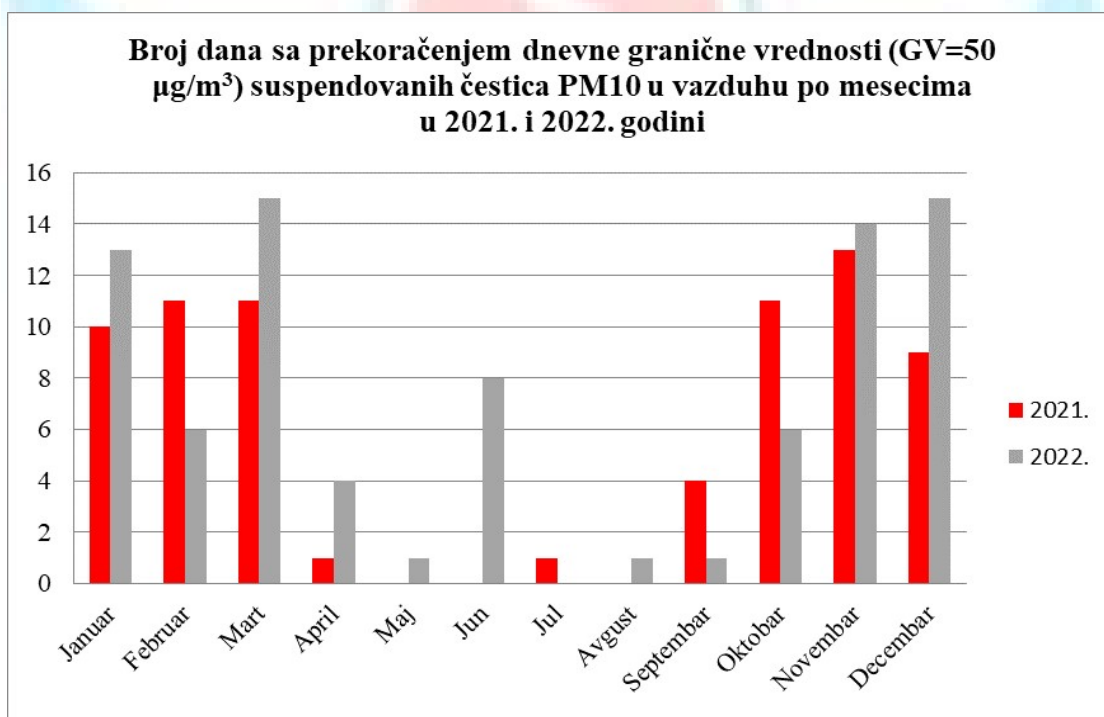
3. GRAFIČKI PRIKAZ REZULTATA



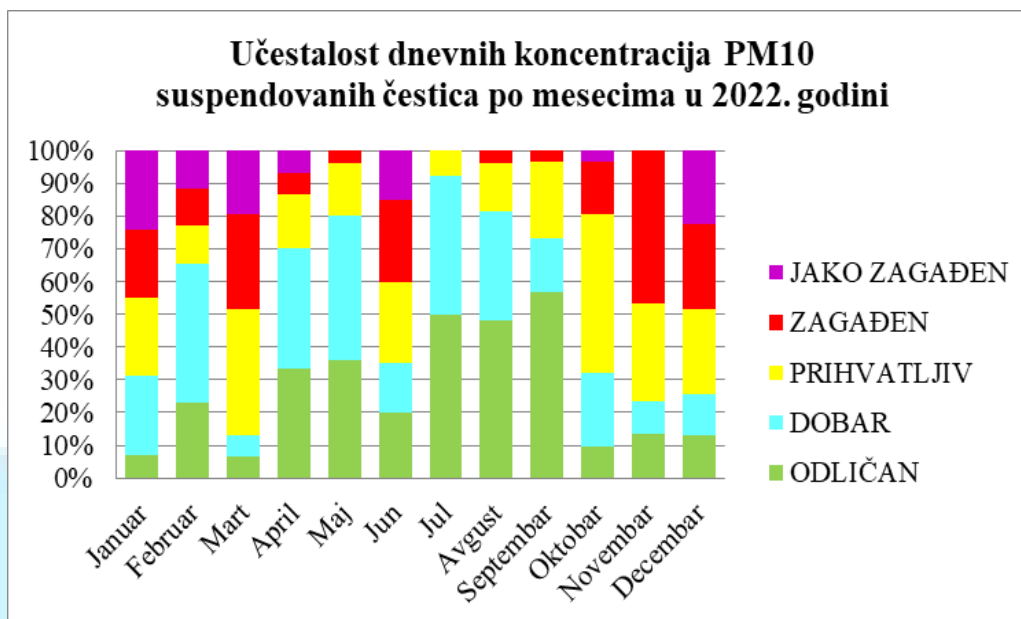
Grafikon 1. Srednje dnevne koncentracije suspendovanih čestica PM10 i PM2,5 u vazduhu na mernom mestu osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici po danima u 2022. godini - (za PM10: **GV** je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan, **GV** je $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 godina, za PM2,5: **GV** je $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 godina)



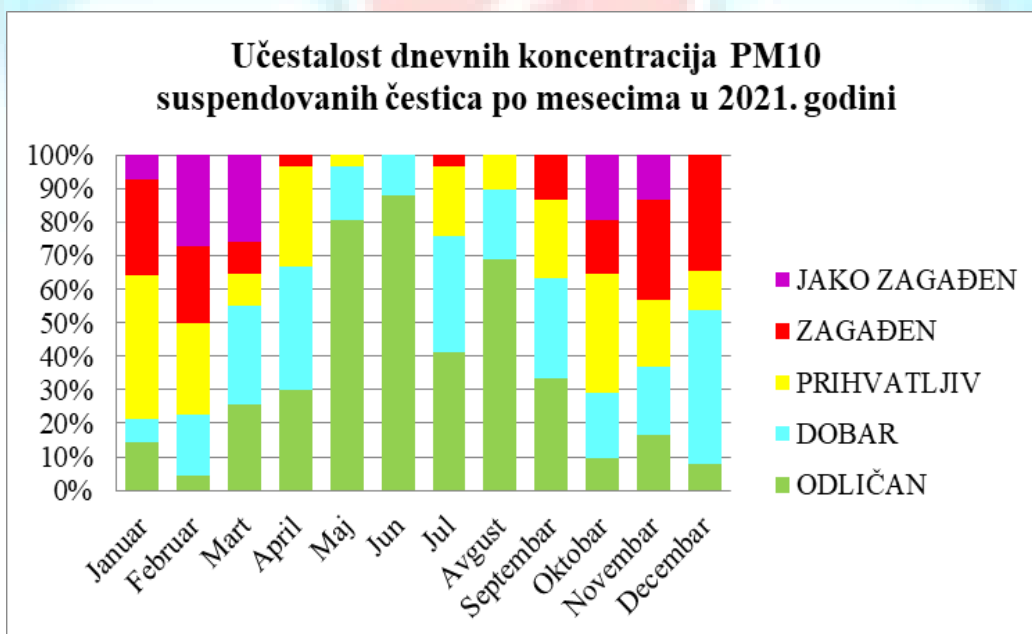
Grafikon 2. Srednje mesečne koncentracije **suspendovanih čestica PM10** u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** u Subotici po mesecima u 2022. godini (**GV** je 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan, **GV** je 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 godina)



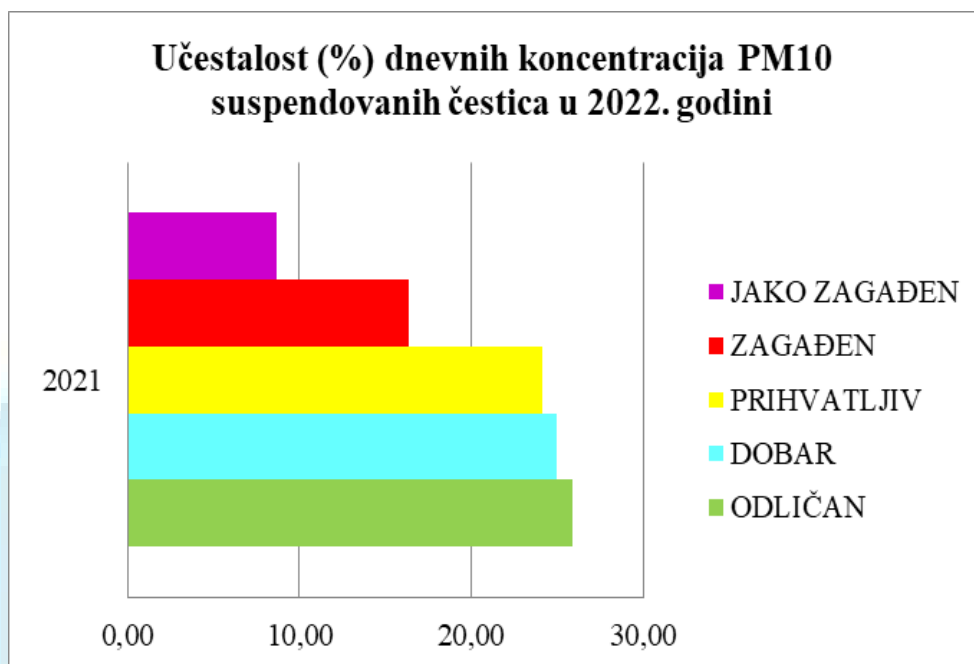
Grafikon 3. Broj dana po mesecima u 2022. i u 2021. godini u kojima je prekoračena dnevna granična vrednost za koncentraciju **suspendovanih čestica PM10** u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** u Subotici (**GV** je 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan)



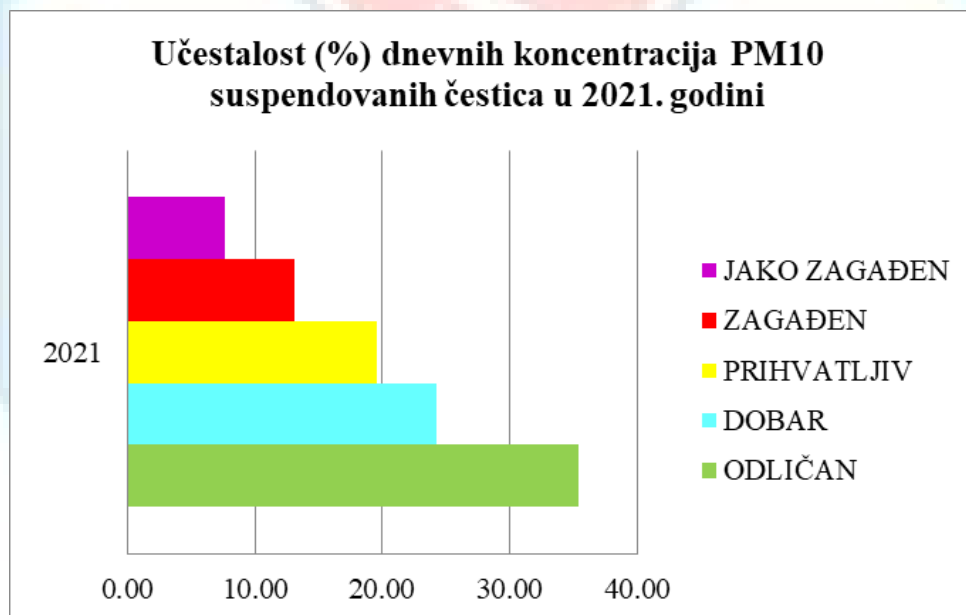
Grafikon 4. Kvalitet vazduha - učestalost (%) klasa kvaliteta vazduha po Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11 određenih na osnovu dnevnih vrednosti koncentracija **suspendovanih čestica PM10** u vazduhu po mesecima u 2022. godini na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** u Subotici



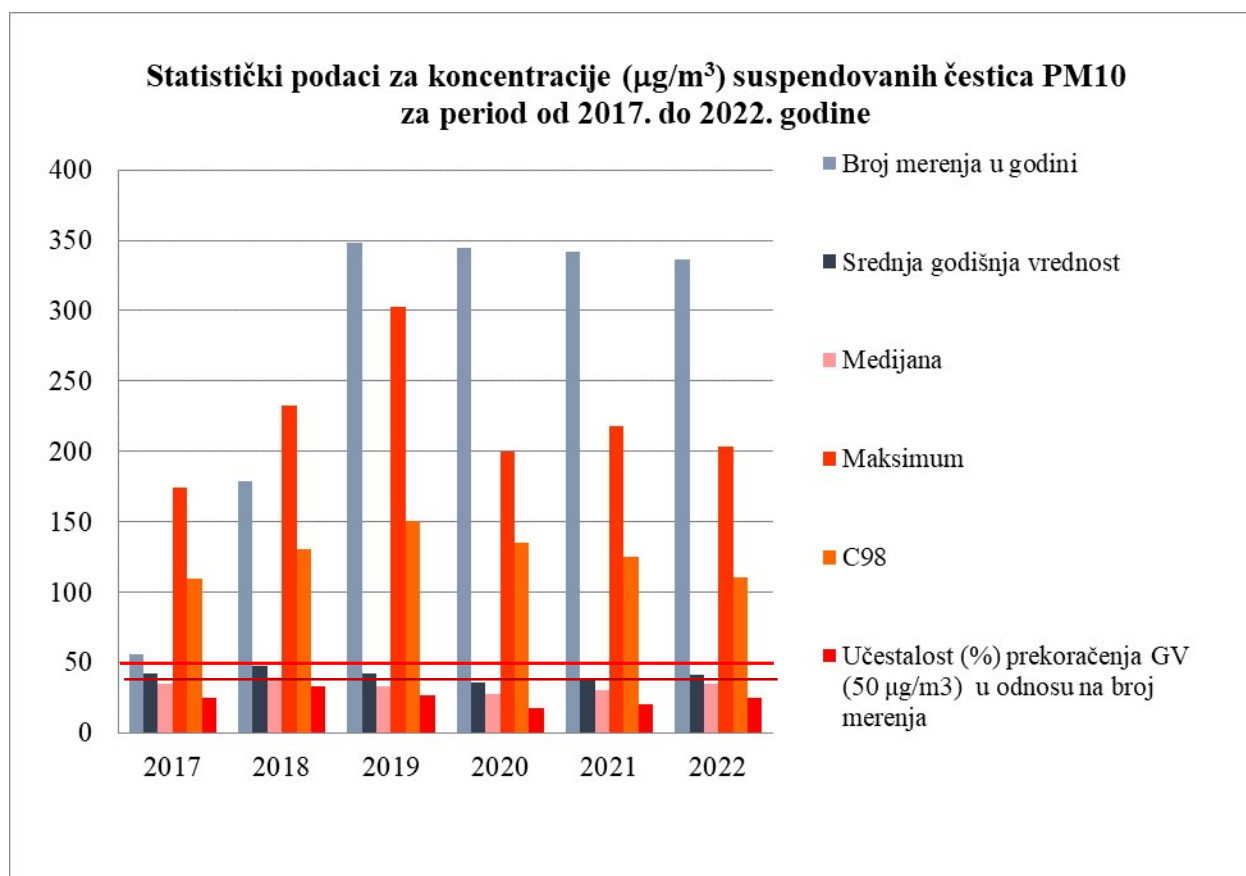
Grafikon 5. Kvalitet vazduha - učestalost (%) klasa kvaliteta vazduha po Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11 određenih na osnovu dnevnih vrednosti koncentracija **suspendovanih čestica PM10** u vazduhu po mesecima u 2021. godini na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** u Subotici



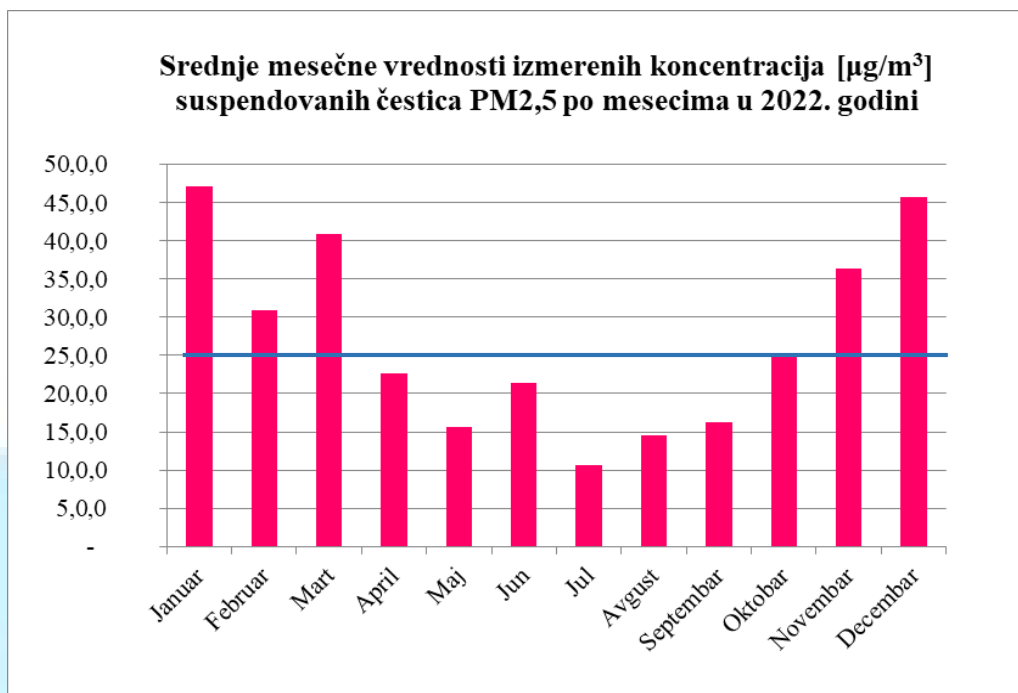
Grafikon 6. Kvalitet vazduha - učestalost (%) klasa kvaliteta vazduha po Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11 određenih na osnovu dnevnih vrednosti kocentracija **suspendovanih čestica PM10** u vazduhu u 2022. godini na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** u Subotici



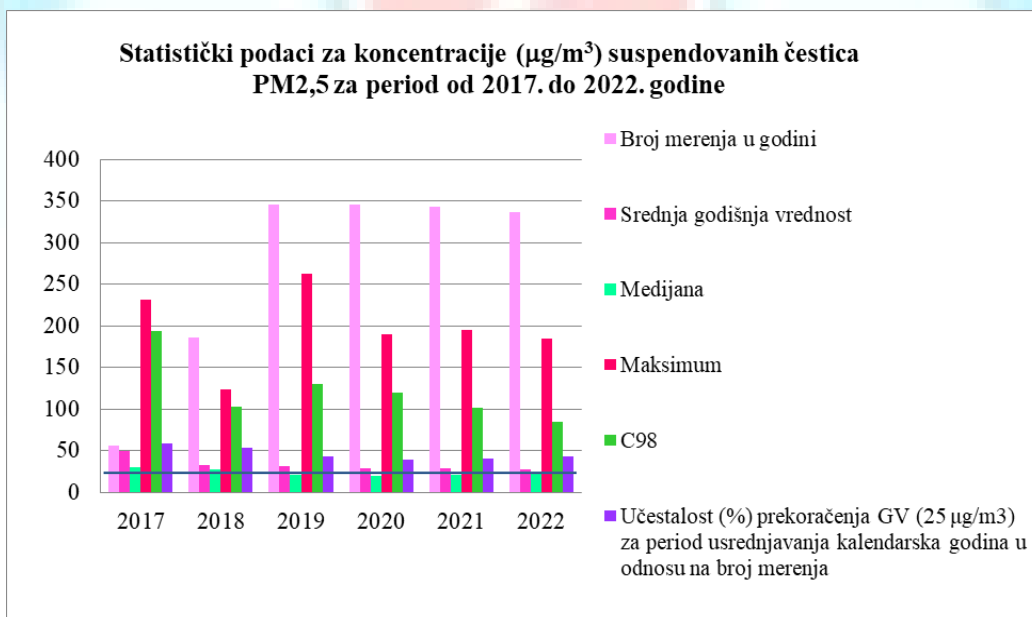
Grafikon 7. Kvalitet vazduha - učestalost (%) klasa kvaliteta vazduha po Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11 određenih na osnovu dnevnih vrednosti kocentracija **suspendovanih čestica PM10** u vazduhu u 2021. godini na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** u Subotici



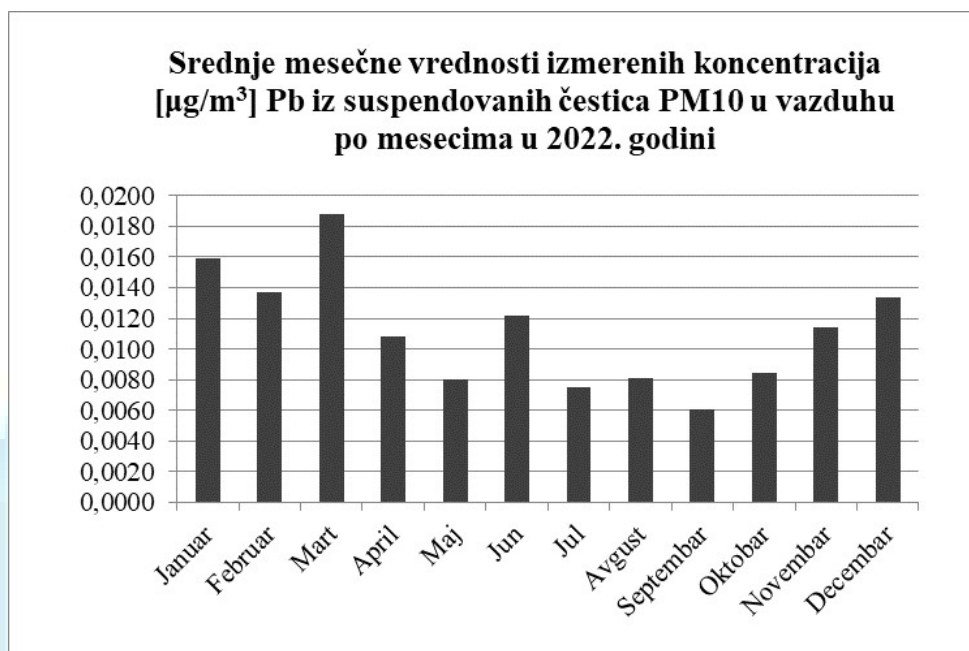
Grafikon 8. Prikaz broja merenja i srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] i ostalih statističkih podataka za **suspendovane čestice PM10** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom na mernim mestima: **Gradska Bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) i **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine), (**GV** je $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan, **GV** je $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 godina)



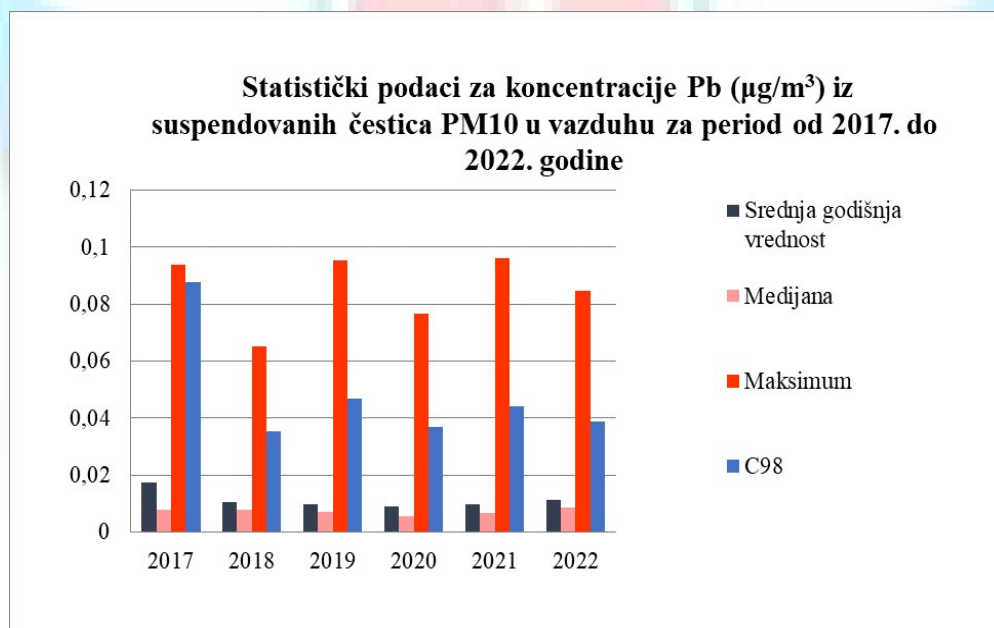
Grafikon 9. Srednje mesečne koncentracije **suspendovanih čestica PM_{2,5}** u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** u Subotici po mesecima u 2022. godini (**GV** je 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja kalendarska godina)



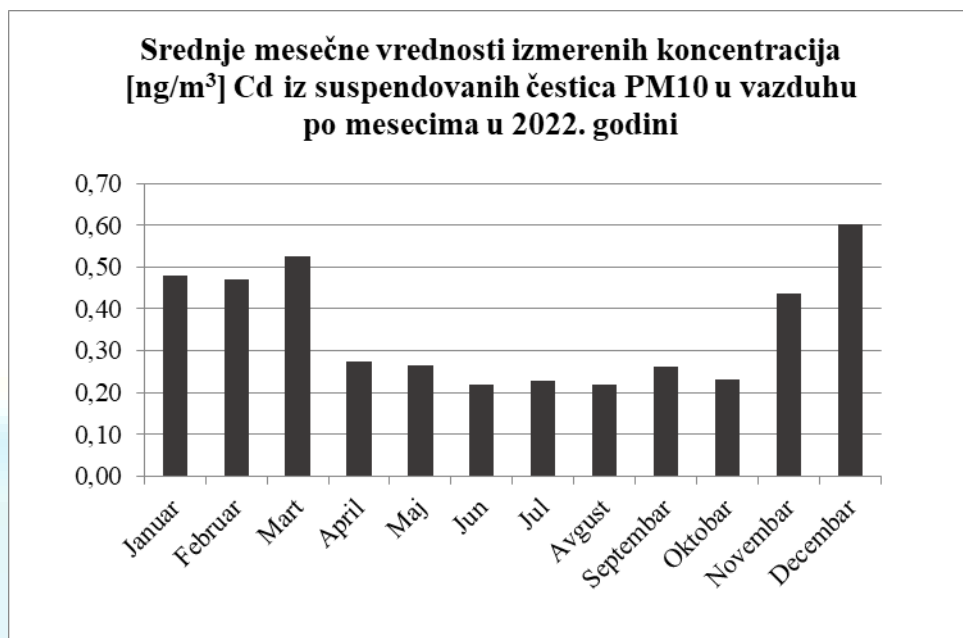
Grafikon 10. Prikaz broja merenja i srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] i ostalih statističkih podataka za **suspendovane čestice PM_{2,5}** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom na mernim mestima: **Gradska Bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) i **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine), (**GV** je 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja kalendarska godina)



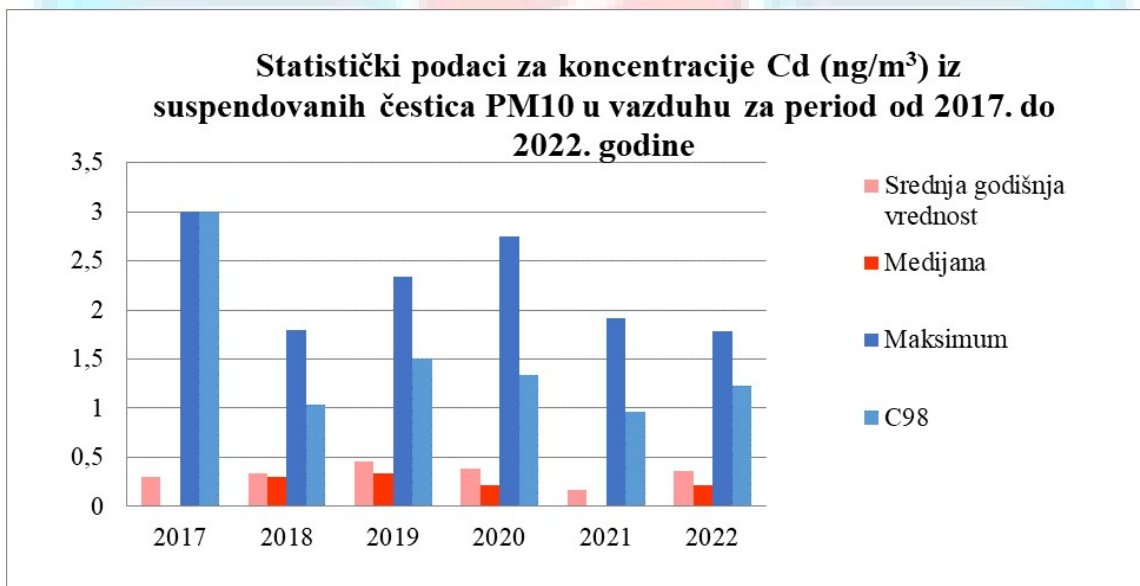
Grafikon 11. Srednje mesečne vrednosti izmerenih koncentracija **olova (Pb)** iz PM10 u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola Subotica** po mesecima u 2022. godini (**GV** i **TV** su $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan)



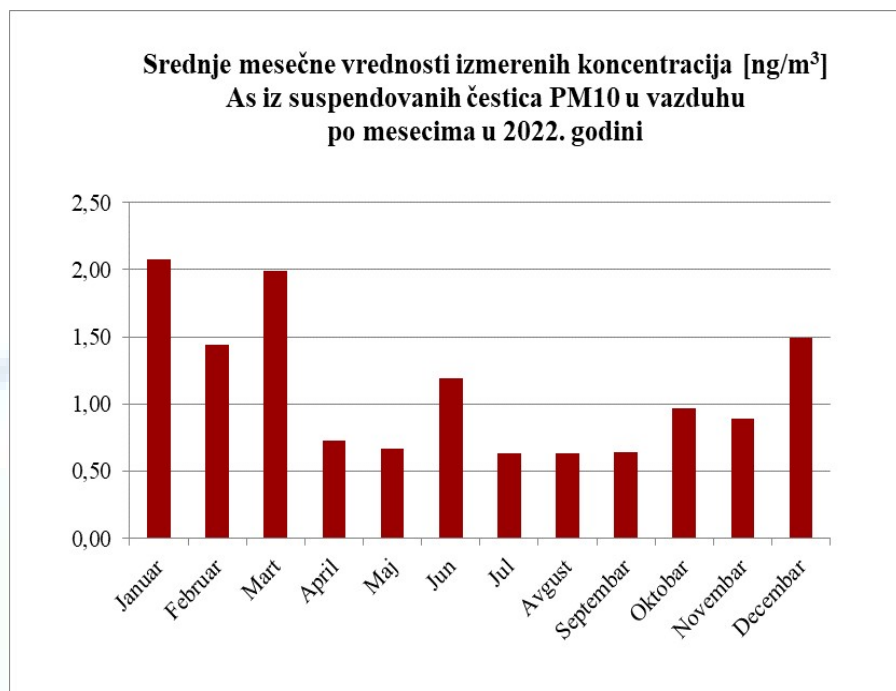
Grafikon 12. Prikaz srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] i ostalih statističkih podataka za **Pb iz suspendovanih čestica PM10** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom na mernim mestima: **Gradska Bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) i **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine), (**GV** je $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan, **GV** je $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja kalendarska godina)



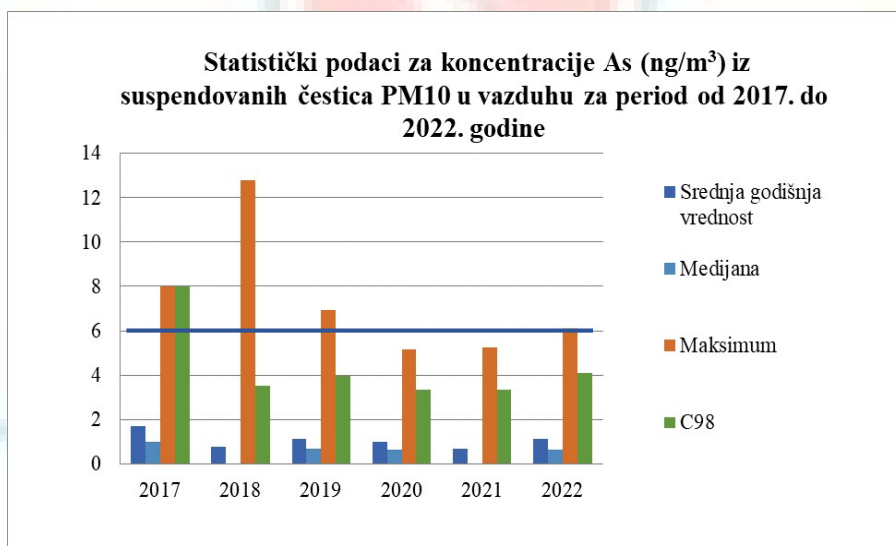
Grafikon 13. Srednje mesečne vrednosti izmerenih koncentracija **kadmijuma (Cd)** u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola Subotica** po mesecima u 2022. godini (**Ciljna vrednost** je 5 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)



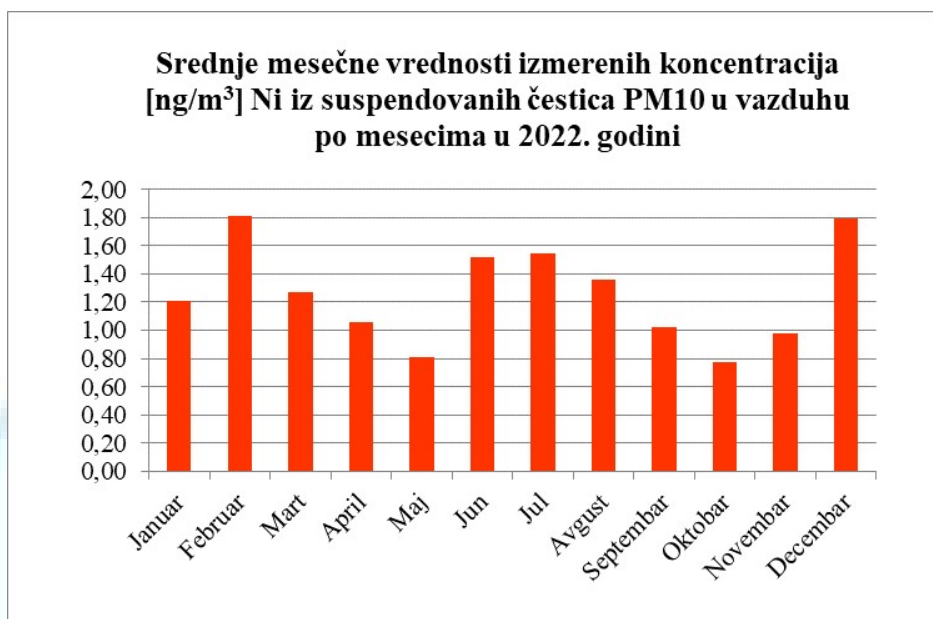
Grafikon 14. Prikaz srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija [ng/m³] i ostalih statističkih podataka za **Cd iz suspendovanih čestica PM10** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom na mernim mestima: **Gradska Bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) i **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine), (**Ciljna vrednost** je 5 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)



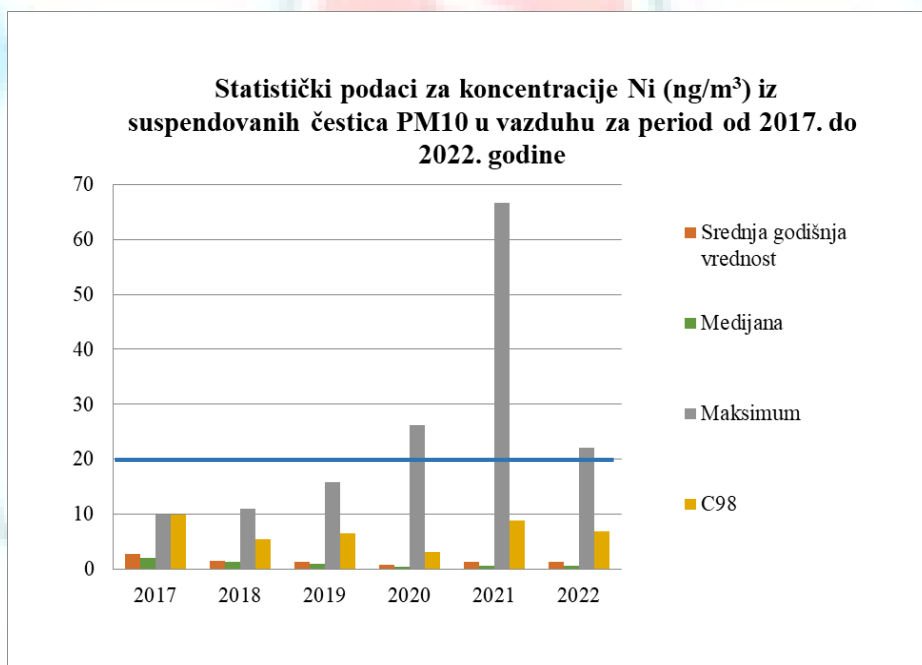
Grafikon 15. Srednje mesečne vrednosti izmerenih koncentracija **arsena (As)** u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola Subotica** po mesecima u 2022. godini (**Ciljna vrednost** je 6 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)



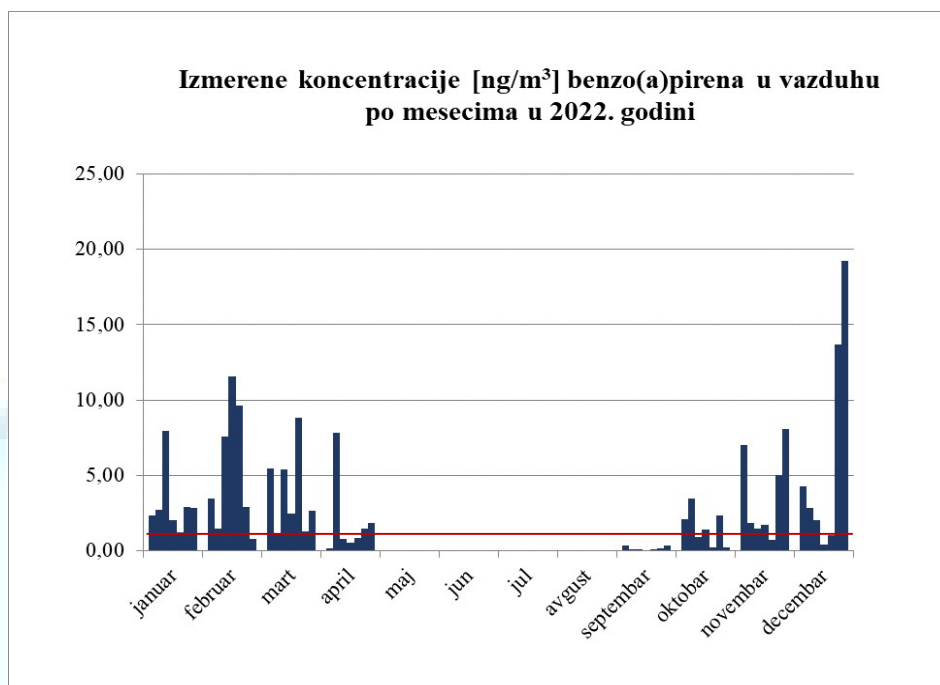
Grafikon 16. Prikaz srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija [ng/m³] i ostalih statističkih podataka za **As iz suspendovanih čestica PM10** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom na mernim mestima: **Gradska Bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) i **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine), (**Ciljna vrednost** je 6 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)



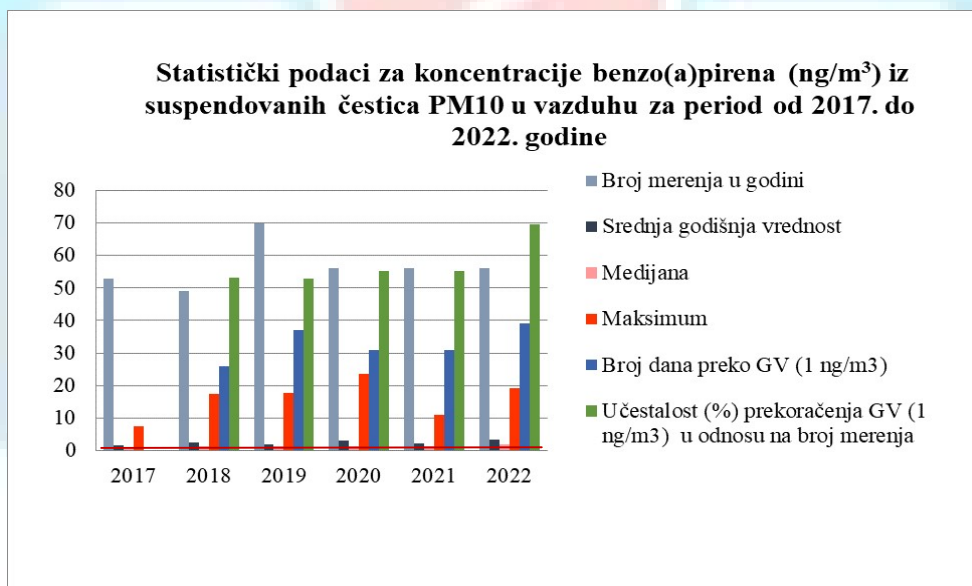
Grafikon 17. Srednje mesečne vrednosti izmerenih koncentracija **nikla (Ni)** u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** Subotica po mesecima u 2022. godini (**Ciljna vrednost** je 20 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)



Grafikon 18. Prikaz srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija [ng/m³] i ostalih statističkih podataka za **Ni iz suspendovanih čestica PM10** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom na mernim mestima: **Gradska Bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) i **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine), (**Ciljna vrednost** je 20 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)



Grafikon 19. Izmerene koncentracije **benzo(a)pirena** u vazduhu na mernom mestu **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola Subotica** po mesecima u 2022. Godini (**Ciljna vrednost** je 1 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)



Grafikon 20. Prikaz broja merenja i srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija [ng/m³] i ostalih statističkih podataka za **benzo(a)piren iz suspendovanih čestica PM10** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom na mernim mestima: **Gradska Bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) i **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine), (**Ciljna vrednost** je 1 ng/m³ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10)

4. TABELARNI PRIKAZ REZULTATA

Tabela 4. Prikaz srednjih vrednosti izmerenih koncentracija **suspendovanih čestica PM10** [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom u Subotici na dva merna mesta: **1) Gradska bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) – **mm 1** i **2) osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine) – **mm 2**

Parametar	Statistička obrada	REZULTATI					
	Merno mesto	mm 1	mm 1 i mm 2	mm 2	mm 2	mm 2	mm 2
PM10	Godina ispitivanja	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
	Broj merenja u godini	56	179	348	345	342	336
	Srednja godišnja vrednost	42,2	47,6	42,6	36,5	38,5	41,4
	Medijana	35,5	40	33,0	27,7	30,6	35,0
	C98	109,6	130,6	151,2	135,3	125,0	110,3
	C95	79,0	103	96,2	98,0	91,3	91,7
	C90,4	75,4	87	74,7	66,5	69,4	71,6
	Minimum	3	5	4	7,4	7,2	9,0
	Maksimum	174	233	303,0	200,0	218,4	203,6
	Broj dana > GV*	14	60	93	62	71	84
	Broj dana > GV**	21	87	128	93	110	130

* Broj dana preko granične vrednosti ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja 1 dan.

** Broj dana preko granične vrednosti ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja kalendarska godina.

Tabela 5. Prikaz srednjih vrednosti izmerenih koncentracija **suspendovanih čestica PM2,5** [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom u Subotici na dva merna mesta: **1) Gradska bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) – **mm 1** i **2) osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine) – **mm 2**

Parametar	Statistička obrada	REZULTATI					
	Merno mesto	mm 1	mm 1 i mm 2	mm 2	mm 2	mm 2	mm 2
PM2,5	Godina ispitivanja	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
	Broj merenja u godini	56	186	345	346	343	336
	Srednja godišnja vrednost	48,8	33,0	30,9	28,5	29,3	27,9
	Medijana	30,5	27,0	21,5	19,6	21,2	21,6
	C98	194,2	102,1	130,5	119,6	101,0	84,4
	C95	138,3	76,0	74,7	81,0	78,0	71,8
	C90,4	108,2	60,5	59,5	57,0	60,9	53,0
	Minimum	8	7	4	3,2	0,4	4,4
	Maksimum	231	124	263	189,7	194,7	184,5
	Broj dana > GV*	33	99	147	134	139	143

* Broj dana preko granične vrednosti ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja kalendarska godina.

Tabela 6. Prikaz srednjih vrednosti izmerenih koncentracija **teških metala olova (Pb)** [$\mu\text{g}/\text{m}^3$], **kadmijuma (Cd)**, **nikla (Ni)**, i **arsena (As)** [ng/m^3] iz **suspendovanih čestica PM10** u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom u Subotici na dva merna mesta: **1) Gradska bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) – **mm 1** i **2) osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine) – **mm 2**

Statistička obrada - REZULTATI								
Merno mesto	mm 1				mm 1 i mm 2			
Godina	2017.				2018.			
Metali	Pb	Cd	As	Ni	Pb	Cd	As	Ni
Koncentracija	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$
Broj merenja u godini	53	53	53	53	179	179	179	179
Srednja vrednost	0,0173	0,3	1,7	2,7	0,0106	0,33	0,78	1,54
Medijana	0,0080	<1	1	2,0	0,0080	0,30	<0,6	1,30
C98	0,0879	3	8	10,0	0,0355	1,04	3,54	5,36
C95	0,0838	2	8	7,8	0,0268	0,91	2,80	4,21
C90,4	0,0572	1	5	7,0	0,0234	0,80	2,20	3,39
Minimum	<0,001	<1	<1	<1	<0,0010	<0,3	<0,6	<0,5
Maksimum	0,094	3	8	10	0,0652	1,8	12,8	10,9
Merno mesto	mm 2				mm 2			
Godina	2019.				2020.			
Metali	Pb	Cd	As	Ni	Pb	Cd	As	Ni
Koncentracija	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$
Broj merenja u godini	348	348	348	348	345	345	345	345
Srednja vrednost	0,0099	0,46	1,14	1,39	0,0089	0,38	0,99	0,83
Medijana	0,0070	0,34	0,69	0,91	0,0055	0,22	0,63	0,45
C98	0,0470	1,50	3,95	6,46	0,0367	1,34	3,34	3,09
C95	0,0274	1,13	2,58	4,10	0,0283	1,06	2,70	2,02
C90,4	0,0197	0,81	2,08	2,61	0,0190	0,71	2,05	1,27
Minimum	<0,0006	<0,22	<0,60	<0,36	<0,0006	<0,22	<0,63	<0,45
Maksimum	0,0954	2,34	6,92	15,80	0,0766	2,75	5,15	26,22
Merno mesto	mm 2				mm 2			
Godina	2021.				2022.			
Metali	Pb	Cd	As	Ni	Pb	Cd	As	Ni
Koncentracija	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\mu\text{g}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$	$[\text{ng}/\text{m}^3]$
Broj merenja u godini	342	342	342	342	336	336	336	336
Srednja vrednost	0,0097	0,17	0,70	1,33	0,0113	0,36	1,12	1,25
Medijana	0,0065	<0,22	<0,63	0,56	0,0087	0,22	0,63	0,57
C98	0,0440	0,96	3,35	8,80	0,0387	1,23	4,11	6,88
C95	0,0264	0,76	2,67	3,55	0,0296	0,87	3,04	4,07
C90,4	0,0204	0,56	2,13	2,18	0,0228	0,74	2,35	2,34
Minimum	<0,0006	<0,22	<0,63	<0,45	<0,0006	<0,22	<0,63	<0,45
Maksimum	0,0961	1,92	5,24	66,64	0,0845	1,78	6,08	22,04

- 1) Uredba propisuje graničnu vrednost za olovo (Pb) od $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan, odnosno GV od $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja kalendarska godina.
- 2) Uredba propisuje ciljnu vrednost za kadmijum (Cd) $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10.

- 3) Uredba propisuje ciljnu vrednosti za arsen (As) 6 ng/m^3 za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10.
- 4) Uredba propisuje ciljnu vrednost za nikl (Ni) 20 ng/m^3 za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10.

Tabela 7. Prikaz srednjih vrednosti izmerenih koncentracija **benzo(a)pirena** [ng/m^3] u vazduhu za 2022. godinu u poređenju sa 2017., 2018., 2019., 2020. i 2021. godinom u Subotici na dva merna mesta: 1) **Gradska bolnica Subotica** (period od 2017. do juna 2018. godine) – **mm 1** i 2) **osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola** (period od jula 2018. do kraja 2022. godine) – **mm 2**

Parametar	Statistička obrada	REZULTATI					
	Merno mesto	mm 1	mm 1 i mm 2	mm 2	mm 2	mm 2	mm 2
benzo(a)piren	Godina ispitivanja	2017.	2018.	2019.	2020.	2021.	2022.
	Broj merenja u godini	53	49	70	56	56	56
	Srednja godišnja vrednost	1,69	2,33	1,94	2,92	2,27	3,25
	Medijana	0,79	1,14	1,14	1,27	1,18	1,97
	Minimum	0,04	0,06	0,04	0,01	0,07	0,05
	Maksimum	7,32	17,25	17,77	23,65	10,80	19,20
	Broj dana > CV *	-	26	37	31	31	39

* Uredba propisuje ciljnu vrednost (CV) za benzo(a)piren 1 ng/m^3 za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10.

Tabela 8. Učestalost (%) klasa kvaliteta vazduha po **Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11** određenih na osnovu dnevnih vrednosti koncentracija **suspendovanih čestica PM10** u 2022. godini

Koncentracija PM10 za period usrednjavanja 24 h [$\mu\text{g/m}^3$]	Klasa kvaliteta vazduha	Broj dana u 2022. godini sa odgovarajućom klasom kvaliteta vazduha	Učestalost (%)
0,0 – 25,0	odličan	87	25,89
25,1 – 35,0	dobar	84	25,00
35,1 – 50,0	prihvatljiv	81	24,11
50,1 – 75,0	zagađen	55	16,37
> 75,0	jako zagađen	29	8,63

Tabela 9. Učestalost (%) klasa kvaliteta vazduha po **Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11** određenih na osnovu dnevnih vrednosti koncentracija **suspendovanih čestica PM10** u 2021. godini

Koncentracija PM10 za period usrednjavanja 24 h [$\mu\text{g/m}^3$]	Klasa kvaliteta vazduha	Broj dana u 2021. godini sa odgovarajućom klasom kvaliteta vazduha	Učestalost (%)
0,0 – 25,0	odličan	121	35,38
25,1 – 35,0	dobar	83	24,27
35,1 – 50,0	prihvatljiv	67	19,59
50,1 – 75,0	zagađen	45	13,16
> 75,0	jako zagađen	26	7,60

5. ANALIZA REZULTATA ISPITIVANJA

5.1. Rezultati ispitivanja koncentracije suspendovanih čestica PM10 u ambijentalnom vazduhu

Granična vrednost (GV) koncentracije suspendovanih čestica PM10 za jedan dan iznosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a za kalendarsku godinu iznosi $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Po Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha, u toku godine ne sme biti više od 35 prekoračenja dnevne GV.

Uzorkovanje vazduha u cilju monitoringa koncentracije suspendovanih čestica PM10 u vazduhu u Subotici je u 2022. godini vršeno na urbanoj lokaciji na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola, kao fiksno merenje. Ova merenja su započela u julu 2018. godine. Tako je u 2019. godini broj dana i analiza PM10 čestica bio 348 (vremenska pokrivenost 95,3%), a u 2020. godini je broj dana i analiza PM10 čestica bio 345 (vremenska pokrivenost 94,3%), dok je u 2021. odnosno u trećoj kalendarskoj godini na istom mernom mestu broj dana uzorkovanja i analiza PM10 čestica bio 342 (vremenska pokrivenost 93,7%). U četvrtoj kalendarskoj godini 2022. na istom mernom mestu broj dana uzorkovanja i analiza PM10 je bio 336 (vremenska pokrivenost 92,0%).

Do juna 2018. godine, u cilju monitoringa koncentracije suspendovanih čestica PM10 u vazduhu u Subotici, vršena su indikativna (povremena) merenja na mernom mestu Gradska Bolnica Subotica.

Ukoliko je tridesetšesta u opadajućem nizu dnevnih koncentracija PM10 veća od dnevne granične vrednosti GV ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) zaključuje se da je bilo više od dozvoljenog broja prekoračenja dnevnih koncentracija PM10.

U 2022. godini granična vrednost GV ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) koncentracije suspendovanih čestica PM10 za period usrednjavanja jedan dan je na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola Subotica prekoračena kod 84 od ukupno 336 uzoraka (25,0 %)

U 2021. godini granična vrednost GV ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) koncentracije suspendovanih čestica PM10 za period usrednjavanja jedan dan je na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola Subotica prekoračena kod 71 od ukupno 342 uzoraka (20,8 %), dok je u 2020. godini ova granična vrednost prekoračena kod 62 od ukupno 345 uzoraka (18,0 %). U 2019. godini je ova granična vrednost prekoračena kod 93 od ukupno 348 uzoraka (26,7 %).

Od poslednje 4 kalendarske godine na ovom mernom mestu, u 2019. godini su u najvećem broju dana (93) izmerene koncentracije suspendovanih čestica PM10 prelazile graničnu vrednost GV ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za razliku od 2020. godine kada je broj ovih dana bio najmanji (62 dana). Od 2020. godine do 2022. godine se uočava trend u porastu broja dana (redom: 62, 71, 84) u kojima izmerena koncentracija suspendovanih čestica PM10 prelazi graničnu vrednost GV ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) prema Uredbi.

U skladu sa povećanjem broja dana u kojima su izmerene koncentracije suspendovanih čestica PM10 prelazile graničnu vrednost GV ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) u poslednje 3 kalendarske godine uočava se i trend povećanja godišnjih srednjih vrednosti izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM10: u 2020. godini ($36,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), u 2021. ($38,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) i u 2022. godini ($41,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$). U 2019. godini je srednja godišnja vrednost izmerenih koncentracija PM10 čestica bila $42,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Za razliku od 2020. i 2021. godine, u 2019. i u 2022. godini srednje vrednosti izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM10 PRELAZE graničnu vrednost koncentracije PM10 čestica za kalendarsku godinu GV = $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ prema Uredbi.

Indikativno merenje tokom 2017. godine, na mernom mestu Gradska Bolnica Subotica, je pokazalo da srednja vrednosti izmerenih koncentracija PM10 prekoračuje GV ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja kalendarska godina prema Uredbi, jer je $42,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Srednja godišnja vrednost izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM10 na oba merna mesta u Subotici: kod Gradske Bolnice i kod osnovne škole "Sonja Marinković" Mala škola, za 2018. godinu, je $47,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ova srednja godišnja vrednost izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM10 je prosek ukupno 179 dana uzorkovanja na oba merna mesta i prekoračuje GV ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja kalendarska godina prema Uredbi.

Po **Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11**, kada su srednje godišnje koncentracije suspendovanih čestica PM10 između vrednosti $40,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $48,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vazduh je po kvalitetu **zagađen**. Vazduh je po kvalitetu **prihvatljiv** ako se srednje godišnje vrednosti izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM10 nalaze u opsegu koncentracija od $28,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do $40,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

U poslednje 4 kalendarske godine na mernom mestu u dvorištu osnovne škole “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici, na osnovu vrednosti srednjih godišnjih koncentracija suspendovanih čestica PM10 može se zaključiti da je u 2020. i 2021. godini vazduh po kvalitetu bio **prihvatljiv**, dok je 2019. i 2022. godine vazduh po kvalitetu bio **zagađen**.

U 2022. godini, na mernom mestu osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola, od ukupno 336 dana odnosno od 336 uzoraka suspendovanih čestica PM10 iz ambijentalnog vazduha, srednja dnevna koncentracija suspendovanih čestica PM10 u vazduhu je 252 dana bila ispod dnevne granične vrednosti ($\text{GV} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) odnosno kod 252 uzorka (75,0 %) je vazduh po kvalitetu bio u prve tri klase SAQI_11, “odličan”, “dobar” i “prihvatljiv”. Kod 55 uzoraka suspendovanih čestica PM10 odnosno 55 dana (16,4 %) je vazduh bio “zagađen”, dok je kod 29 uzoraka suspendovanih čestica PM10 odnosno 29 dana (8,6 %) vazduh bio “jako zagađen” tokom 2022. godine.

U Subotici u 2021. godini, na istom mernom mestu, od ukupno 342 dana odnosno od 342 uzorka suspendovanih čestica PM10 iz ambijentalnog vazduha, srednja dnevna koncentracija suspendovanih čestica PM10 u vazduhu je 271 dan bila ispod dnevne granične vrednosti ($\text{GV} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) odnosno kod 271 uzorka (79,2 %) je vazduh po kvalitetu bio u prve tri klase SAQI_11, “odličan”, “dobar” i “prihvatljiv”. Kod 45 uzoraka suspendovanih čestica PM10 odnosno 45 dana (13,2 %) je vazduh bio “zagađen”, dok je kod 26 uzoraka suspendovanih čestica PM10 odnosno 26 dana (7,6 %) vazduh bio “jako zagađen” tokom 2021. godine.

Nakon klasifikovanja kvaliteta vazduha po **Indeksu kvaliteta vazduha SAQI_11** na osnovu srednjih dnevnih koncentracija suspendovanih čestica PM10, tokom 2021. i 2022. godine, može se zaključiti da je 2022. godine vazduh bio “zagađeniji” za desetak dana u odnosu na 2021. godinu.

5.2. Rezultati ispitivanja koncentracije suspendovanih čestica PM2,5 u ambijentalnom vazduhu

Za suspendovane čestice PM2,5 granična vrednost (GV) od $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ je propisana u Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha, samo za period usrednjavanja od jedne kalendarske godine.

Tokom, druge polovine 2018. godine, zatim 2019., 2020., 2021. i 2022. godine, uzorkovanje ambijentalnog vazduha u Subotici je u cilju monitoringa koncentracije suspendovanih čestica PM2,5, vršeno na urbanoj lokaciji na mernom mestu osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola Subotica, kao fiksno merenje (najmanje 336 dana godišnje).

Broj dana uzorkovanja odnosno broj analiza suspendovanih čestica PM2,5 je u 2022. godini bio 336 (vremenska pokrivenost 92,0 %). U 2021. godini je broj dana uzorkovanja bio 343 (vremenska pokrivenost 94,0 %), a u 2020. i 2019. godini redom: 346 dana (vremenska pokrivenost 94,5%) i 345 dana (vremenska pokrivenost 94,5 %).

Uzorkovanje vazduha u cilju monitoringa koncentracije suspendovanih čestica PM2,5 u vazduhu u Subotici je u prvoj polovini 2018. godine vršeno na mernom mestu Gradska Bolnica kao indikativno (povremeno) merenje, a u drugoj polovini iste godine na mernom mestu osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola Subotica kao fiksno merenje, što je ukupno 186 dana uzorkovanja i merenja srednje dnevne koncentracije suspendovanih čestica PM2,5. Tokom 2017. godine merno mesto za monitoring suspendovanih čestica PM2,5 je bila Gradska Bolnica Subotica. To je bilo indikativno (povremeno) merenje.

Na mernom mestu osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola Subotica, za 2022. i 2021. godinu, srednje godišnje vrednosti izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM2,5 iznose, redom: $27,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $29,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a za 2020. i za 2019. godinu srednje godišnje vrednosti izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM2,5 iznose redom: $28,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $30,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pri fiksnim merenjima, za sve 4

navedene kalendarske godine, srednje godišnje vrednosti izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM_{2,5} PRELAZE graničnu vrednost koncentracije PM_{2,5} čestica za kalendarsku godinu (GV = 25 µg/m³) koja je propisana u Uredbi. Poređenjem srednjih godišnjih vrednosti izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM_{2,5} u periodu od 2019. do 2022. godine se uočava da je srednja godišnja koncentracija PM_{2,5} čestica najniža za 2022. godinu (27,9 µg/m³).

Poređenja radi, u 2022. godini je godišnja granična vrednost (GV = 25 µg/m³) koncentracije PM_{2,5} čestica prekoračena kod 143 uzoraka (42,5 %), zatim u 2021. godini je godišnja granična vrednost (GV = 25 µg/m³) koncentracije PM_{2,5} čestica prekoračena kod 139 uzoraka (40,5 %), a u 2020. godini kod 134 uzoraka (38,7 %) PM_{2,5} čestica. Broj uzoraka ambijentalnog vazduha u 2019. godini u kojima srednja dnevna koncentracija PM_{2,5} čestica prekoračuje godišnju graničnu vrednost iznosi 147 što je 42,6 % od ukupnog broja dana tokom kojih su PM_{2,5} čestice uzorkovane iz ambijentalnog vazduha.

Dakle, u poslednje 4 kalendarske godine na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola Subotica, u 2019. godini su u najvećem broju dana (147) izmerene koncentracije suspendovanih čestica PM_{2,5} prelazile godišnju graničnu vrednost GV (25 µg/m³) za razliku od 2020. godine kada je broj ovih dana bio najmanji (134 dana). Od 2020. godine do 2022. godine se uočava trend u porastu broja dana (redom: 134, 139, 143) u kojima izmerena koncentracija suspendovanih čestica PM_{2,5} prelazi graničnu vrednost GV (25 µg/m³) prema Uredbi.

U 2018. godini srednja godišnja vrednost izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM_{2,5} na oba merna mesta u Subotici: kod Gradske Bolnice i kod osnovne škole "Sonja Marinković" Mala škola, je 33,0 µg/m³, što je srednja vrednost koncentracije na osnovu 186 uzoraka PM_{2,5} čestica.

U prvoj polovini 2018. godine na mernom mestu Gradska Bolnica Subotica srednja vrednost izmerenih koncentracija PM_{2,5} je bila gotovo identična sa graničnom vrednošću (GV = 25 µg/m³) za period usrednjavanja kalendarska godina, i iznosila je 25,5 µg/m³.

U 2017. godini, na mernom mestu Gradska Bolnica Subotica, srednja vrednost izmerenih koncentracija PM_{2,5} prekoračuje graničnu vrednost GV (25 µg/m³) za period usrednjavanja kalendarska godina, jer je 48,8 µg/m³. To je vrednost dobijena na osnovu povremenih merenja odnosno 56 uzoraka PM_{2,5} čestica.

5.3. Rezultati ispitivanja koncentracije teških metala olova (Pb), kadmijuma (Cd), nikla (Ni) i arsena (As) u suspendovanim česticama PM₁₀

Uzorkovanje vazduha u cilju monitoringa koncentracije suspendovanih čestica PM₁₀ i koncentracije teških metala olova (Pb), kadmijuma (Cd), nikla (Ni) i arsena (As) u suspendovanim česticama PM₁₀ u vazduhu u Subotici je u 2022. godini vršeno na urbanoj lokaciji na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola, kao fiksno merenje. Ova merenja su započela u julu 2018. godine.

U 2019. godini broj dana i analiza koncentracije teških metala olova (Pb), kadmijuma (Cd), nikla (Ni) i arsena (As) u PM₁₀ česticama bio 348 (vremenska pokrivenost 95,3%), a u 2020. godini je broj dana i analiza koncentracije navedenih metala i arsena u PM₁₀ česticama bio 345 (vremenska pokrivenost 94,3%), dok je u 2021. odnosno u trećoj kalendarskoj godini na istom mernom mestu broj dana uzorkovanja i analiza koncentracije olova (Pb), kadmijuma (Cd), nikla (Ni) i arsena (As) u PM₁₀ česticama bio 342 (vremenska pokrivenost 93,7%). U četvrtoj kalendarskoj godini na istom mernom mestu odnosno u 2022. godini je broj dana i analiza koncentracije navedenih metala i arsena u PM₁₀ česticama bio 336 (vremenska pokrivenost 92,0%).

Do juna 2018. godine, u cilju monitoringa koncentracije suspendovanih čestica PM₁₀ i koncentracije teških metala olova (Pb), kadmijuma (Cd), nikla (Ni) i arsena (As) u PM₁₀ česticama u ambijentalnim vazduhu u Subotici, vršena su indikativna (povremena) merenja na mernom mestu Gradska Bolnica Subotica.

Poređenjem srednjih godišnjih vrednosti za masene koncentracije teških metala (Pb, Cd, Ni) i metaloida (As) u suspendovanim česticama PM₁₀ iz vazduha i odgovarajućih graničnih i ciljnih vrednosti

prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha, uočava se da prekoračenja u 2022. godini nije bilo, kao ni u 2021., 2020., 2019., 2018. i 2017. godini.

U navedenom periodu od 2017. do 2022. godine, srednje godišnje vrednosti za masene koncentracije teških metala (Pb, Cd, Ni) i metaloida (As) u suspendovanim česticama PM10 iz vazduha, na oba merna mesta u gradu, su daleko ispod odgovarajućih graničnih i ciljnih vrednosti.

Srednje godišnje koncentracije olova (Pb) u PM10 česticama, u periodu od 2017. do 2022. godine, su oko 50 puta niže od godišnje granične vrednosti ($GV = 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za olovo.

Srednje godišnje koncentracije kadmijuma (Cd) u PM10 česticama, u periodu od 2017. do 2022. godine, su od 11 puta (za 2019. godinu) do 29 puta (za 2021. godinu) niže od godišnje ciljne vrednosti ($CV = 5 \text{ ng}/\text{m}^3$) za kadmijum. U 2022. godini srednja godišnja koncentracija kadmijuma (Cd) u PM10 česticama je 13,9 puta niža od godišnje ciljne vrednosti ($CV = 5 \text{ ng}/\text{m}^3$) za kadmijum koja je propisana u Uredbi.

Srednje godišnje koncentracije arsena (As) u PM10 česticama, u periodu od 2017. do 2022. godine, su od 3,5 puta (za 2017. godinu) do 8,5 puta (za 2021. godinu) niže od godišnje ciljne vrednosti ($CV = 6 \text{ ng}/\text{m}^3$) za arsen. U 2022. godini srednja godišnja koncentracija arsena (As) u PM10 česticama je 5,4 puta niža od godišnje ciljne vrednosti ($CV = 6 \text{ ng}/\text{m}^3$) za arsen koja je propisana u Uredbi.

Srednje godišnje koncentracije nikla (Ni) u PM10 česticama, u periodu od 2017. do 2022. godine, su između 7,4 puta (za 2017. godinu) i 24 puta (za 2020. godinu) niže od godišnje ciljne vrednosti ($CV = 20 \text{ ng}/\text{m}^3$) za nikl. U 2022. godini srednja godišnja koncentracija nikla (Ni) u PM10 česticama je 16 puta niža od godišnje ciljne vrednosti ($CV = 20 \text{ ng}/\text{m}^3$) za nikl koja je propisana u Uredbi.

Maksimalne vrednosti koncentracije olova (Pb) u PM10 česticama izmerene tokom fiksnih merenja u periodu od 2019. do 2022. godine, kao i tokom indikativnih (povremenih) uzorkovanja PM10 suspendovanih čestica iz vazduha tokom 2017. i 2018. godine nisu prekoračivale graničnu vrednost za olovo propisanu Uredbom za period usrednjavanja jedan dan ($GV = 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kao ni graničnu vrednost za olovo za period usrednjavanja kalendarska godina ($GV = 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Maksimalne vrednosti koncentracije kadmijuma (Cd) u PM10 česticama izmerene tokom fiksnih merenja u periodu od 2019. do 2022. godine, kao i tokom indikativnih (povremenih) uzorkovanja PM10 suspendovanih čestica iz vazduha tokom 2017. i 2018. godine nisu prekoračivale ciljnu vrednost za kadmijum ($CV = 5 \text{ ng}/\text{m}^3$) propisanu Uredbom za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10.

Maksimalne vrednosti koncentracije arsena (As) u PM10 česticama izmerene tokom fiksnih merenja u periodu od 2019. do 2022. godine, kao i tokom indikativnih (povremenih) uzorkovanja PM10 suspendovanih čestica iz vazduha tokom 2017. i 2018. godine, su u periodu od 2017. do 2019. godine prekoračivale ciljnu vrednost za arsen ($6 \text{ ng}/\text{m}^3$) propisanu Uredbom za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10. Izmerene maksimalne vrednosti koncentracije arsena (As) u PM10 česticama u 2020. i 2021. godini su bile ispod ove vrednosti, dok je u 2022. godini izmerena maksimalna vrednost koncentracije arsena (As) u PM10 česticama $6,08 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Od svih maksimalnih vrednosti koncentracije nikla (Ni) u PM10 česticama koje su izmerene tokom fiksnih merenja u periodu od 2019. do 2022. godine, kao i tokom indikativnih (povremenih) uzorkovanja PM10 suspendovanih čestica iz vazduha tokom 2017. i 2018. godine, samo su maksimalne vrednosti koncentracije nikla u suspendovanim česticama PM10, koje su uzorkovane u periodu od 2020. do 2022. godine, prekoračivale ciljnu vrednost za nikl ($20 \text{ ng}/\text{m}^3$) propisanu Uredbom za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10.

5.4. Rezultati ispitivanja koncentracije benzo(a)pirena u suspendovanim česticama PM10 u ambijentalnom vazduhu

Uzorkovanje vazduha u cilju monitoringa benzo(a)pirena u suspendovanim česticama PM10 u vazduhu u Subotici je u 2022. godini vršeno na urbanoj lokaciji na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola, kao indikativno (povremeno) merenje. Uzorkovanje suspendovanih čestica

PM10 i određivanje koncentracije benzo(a)pirena na ovom mernom mestu je započelo u julu 2018. godine.

Srednja vrednost izmerenih koncentracija benzo(a)pirena (predstavnik policikličnih aromatičnih ugljovodonika, PAH) u PM10 česticama u ambijentalnom vazduhu tokom 2022. godine ($3,25 \text{ ng/m}^3$) oko 3 puta prekoračuje ciljnu vrednost CV (1 ng/m^3 za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10). Ova vrednost je viša od srednjih vrednosti izmerenih koncentracija benzo(a)pirena u PM10 česticama za 2019. godinu ($1,94 \text{ ng/m}^3$), za 2020. godinu ($2,92 \text{ ng/m}^3$) i 2021. godinu ($2,27 \text{ ng/m}^3$).

Broj dana u 2019. godini u kojima je ova ciljna vrednost prekoračena je 37 dana što je 52,9 % u odnosu na ukupan broj dana u kojima se merila koncentracija benzo(a)pirena u PM10 česticama. Broj dana u 2020. i u 2021. godini u kojima je ova ciljna vrednost prekoračena je isti za obe godine i iznosi 31 dan, što je 55,4 % u odnosu na ukupan broj dana u kojima se merila koncentracija benzo(a)pirena u PM10 česticama za svaku godinu posebno. Učestalost prekoračenja ciljne vrednosti za koncentraciju benzo(a)pirena u PM10 česticama je u 2022. godini nešto viša i iznosi 39 dana što je 69,6% u odnosu na ukupan broj dana u kojima se merila koncentracija benzo(a)pirena u PM10 česticama.

Uzorkovanje vazduha u cilju monitoringa koncentracije benzo(a)pirena u PM10 česticama u vazduhu u Subotici je u prvoj polovini 2018. godine vršeno na mernom mestu Gradska Bolnica kao indikativno merenje. Prethodnih godina merno mesto za monitoring benzo(a)pirena u PM10 česticama je bila Gradska Bolnica Subotica, to su bila takođe indikativna (povremena) merenja.

Srednja vrednost izmerenih koncentracija benzo(a)pirena (PAH) u PM10 česticama u ambijentalnom vazduhu tokom 2018. godine na oba merna mesta je $2,33 \text{ ng/m}^3$ i prekoračuje ciljnu vrednost CV (1 ng/m^3 za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10). Srednja vrednost izmerenih koncentracija benzo(a)pirena u PM10 česticama u ambijentalnom vazduhu tokom 2017. godine takođe prekoračuje ovu ciljnu vrednost jer je $1,69 \text{ ng/m}^3$.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu srednjih godišnjih koncentracija zagađujućih materija dobijenih monitoringom kvaliteta vazduha na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola u Subotici, kao i na osnovu prekoračenja graničnih i tolerantnih vrednosti koncentracija zagađujućih materija, a u skladu sa važećom Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha i Zakonom o zaštiti vazduha, u ovom Godišnjem izveštaju je izvršena ocena kvaliteta vazduha za 2022. godinu.

Prema Uredbi rok za dostizanje graničnih vrednosti za suspendovane čestice PM10 je 1. januar 2016. godine, a za PM2,5 je 1. januar 2019. godine. Tada su granice tolerancije pale na nulu, a tolerantne vrednosti koncentracija PM10 i PM2,5 čestica su se izjednačile sa odgovarajućim graničnim vrednostima. Ako za neku zagađujuću materiju nije propisana granica tolerancije, njena granična vrednost se uzima kao tolerantna vrednost.

Prema Zakonu o zaštiti vazduha, treću kategoriju, prekomerno zagađen vazduh, ima vazduh u kome su prekoračene tolerantne vrednosti za jednu ili više zagađujućih materija.

Na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola u Subotici, tokom fiksnih merenja u 2022. godini srednja godišnja vrednost koncentracije suspendovanih čestica PM10 iznosi 41,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i PRELAZI graničnu vrednost ($\text{GV} = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) koncentracije PM10 čestica za kalendarsku godinu koja je propisana Uredbom.

Tokom 2022. godine od ukupno 336 dana tokom kojih su suspendovane čestice PM10 uzorkovane iz vazduha na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola u Subotici, određene vrednosti koncentracija PM10 čestica kod 84 uzorka (25,0 % ispitivanih uzoraka) odnosno 84 dana PRELAZE graničnu vrednost ($\text{GV} = 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) propisanu Uredbom za period usrednjavanja 1 dan.

U 2022. godini, tokom fiksnih merenja, na mernom mestu osnovna škola "Sonja Marinković" Mala škola u Subotici, srednja godišnja vrednost izmerenih koncentracija suspendovanih čestica PM2,5 je 27,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i PRELAZI graničnu vrednost koncentracije PM2,5 čestica ($\text{GV} = 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) propisanu Uredbom za period usrednjavanja kalendarska godina.

Tokom 2022. godine u Gradu Subotici vazduh je bio treće kategorije, prekomerno zagađen vazduh, usled prekoračenih godišnjih graničnih vrednosti koncentracije suspendovanih čestica PM10 i PM2,5.

Prekomerno zagađenom vazduhu doprinosi i više od 35 dana, odnosno više od Uredbom dozvoljenog broja dana, u kojima je prosečna dnevna koncentracija suspendovanih čestica PM10 prekoračivala graničnu vrednost od 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ za period usrednjavanja 1 dan za PM10 čestice.

U 2022. godini, tokom fiksnih merenja, određene vrednosti koncentracija olova (Pb) u frakciji PM10 čestica kod svih uzoraka NE PRELAZE graničnu vrednost ($\text{GV} = 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja 1 dan koja je u Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha propisana za olovo.

U 2022. godini, na osnovu fiksnih merenja, srednja godišnja vrednost za masenu koncentraciju olova (Pb) u suspendovanim česticama PM10 iz ambijentalnog vazduha je 0,0113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i NE PRELAZI graničnu vrednost za olovo ($\text{GV} = 0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) za period usrednjavanja kalendarska godina, prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha.

U 2022. godini, na osnovu fiksnih merenja, srednja godišnja vrednost za masenu koncentraciju kadmijuma (Cd) u suspendovanim česticama PM10 iz ambijentalnog vazduha je 0,36 ng/m^3 i NE

PRELAZI ciljnu vrednost ($CV = 5 \text{ ng/m}^3$) za kadmijum za period usrednjavanja kalendarska godina, prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha.

U 2022. godini, na osnovu fiksnih merenja, srednja godišnja vrednost za masenu koncentraciju nikla (Ni) u suspendovanim česticama PM10 iz ambijentalnog vazduha je $1,25 \text{ ng/m}^3$ i NE PRELAZI ciljnu vrednost ($CV = 20 \text{ ng/m}^3$) za nikl za period usrednjavanja kalendarska godina, prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha.

U 2022. godini, na osnovu fiksnih merenja, srednja godišnja vrednost za masenu koncentraciju arsena (As) u suspendovanim česticama PM10 iz ambijentalnog vazduha je $1,12 \text{ ng/m}^3$ i NE PRELAZI ciljnu vrednost ($CV = 6 \text{ ng/m}^3$) za arsen za period usrednjavanja kalendarska godina, prema Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha.

Benzo(a)piren (predstavnik policikličnih aromatičnih ugljovodonika, PAH) se nalazi u PM10 česticama i nastaje kao proizvod nepotpunog sagorevanja fosilnih goriva i biomase.

U ambijentalnom vazduhu tokom 2022. godine, na osnovu indikativnih merenja (56 uzoraka), srednja godišnja vrednost izmerenih koncentracija benzo(a)pirena ($3,25 \text{ ng/m}^3$) u frakciji PM10 suspendovanih čestica PREKORAČUJE ciljnu vrednost ($CV = 1 \text{ ng/m}^3$) za prosečnu godišnju vrednost ukupnog sadržaja suspendovanih čestica PM10.

Drumski saobraćaj je linijski izvor zagađenja vazduha koji je u Gradu prisutan tokom cele godine, dok su individualna ložišta u domaćinstvima tačkasti izvori zagađenja koji su prisutni samo tokom sezone loženja od polovine oktobra do polovine aprila.

Drumski saobraćaj kao izvor emisije zagađujućih materija, zagađuje vazduh preko izduvnih gasova koji se oslobađaju prilikom sagorevanja pogonskog goriva, što najverovatnije ne doprinosi značajnije prekoračenju graničnih vrednosti propisanih Uredbom. Veći uticaj drumskog saobraćaja na zagađenje suspendovanim česticama potiče od resuspenzije sitnih čestica sa tla. Kretanjem vozila duž saobraćajnica dolazi vrtloženja vazduha i do pokretanja materijala koji se na njima nalazi (zemljište, otpaci, prašina iz raznih izvora).

U zimskom periodu, posebno za vreme veoma niskih temperatura, u odnosu na druge izvore zagađenja u gradu, izdvaja se doprinos emisije suspendovanih čestica PM2.5 iz sagorevanja fosilnih goriva i drva na individualnim ložištima u domaćinstvima.

7. PREDLOG MERA ZA POBOLJŠANJE KVALITETA VAZDUHA

Smanjenju zagađivanja vazduha koje potiče iz stacionarnih izvora doprinosi širenje daljinskog sistema grejanja i nastavljajanje procesa gasifikacije, kao i obezbeđenje kontrole procesa sagorevanja u kotlarnicama. Od velikog značaja su mere unapređenja procesa proizvodnje u industriji uz redovnu kontrolu emisije zagađujućih supstanci.

Uredno čišćenje i pranje saobraćajnica, popločanih površina i redovno odnošenje smeća doprinosi smanjenju zagađivanja vazduha. Od posebnog značaja je sprečavanje nastanka divljih deponija i uklanjanje postojećih nehygienskih deponija uz sistematsko regulisanje odlaganja otpada u smislu izgradnje hygienske deponije. Spaljivanje otpada neophodno je zameniti naprednijim metodama razvrstavanja i uklanjanja otpada.

U cilju smanjenja potrošnje energije u domaćinstima posebnu pažnju treba posvetiti merama termoizolacije kao racionalnoj meri za smanjenje utrošenog goriva, što direktno dovodi i do smanjenja aerozagađenja.

U cilju **smanjenja aerozagađenja uzrokovano saobraćajem**, neophodno je:

- smanjiti korišćenje fosilnih goriva,
- izbegavati korišćenje automobila (koristiti automobile na električni pogon),
- koristiti gradski prevoz,
- voziti bicikl,
- obezbediti viši nivo tehničke ispravnosti vozila,
- obezbediti kvalitetno gorivo i sprečavati prodaju goriva lošeg kvaliteta,
- izgraditi kvalitetne i bezbedne biciklističke i pešačke staze.

U cilju **smanjenja postojećeg aerozagađenja** potrebno je više pažnje posvetiti i **kontroli difuznih zagađivača**:

- smanjiti korišćenje fosilnih goriva (prelazak na daljinski sistem grejanja),
- kontrolisati ispravnost funkcionisanja sistema sagorevanja individualnih ložišta,
- proširenje gasovodne mreže u gradu,
- proširivanje sistema centralnog grejanja.

U cilju **smanjenja zagađenja vazduha suspendovanim materijama** potrebno je više pažnje posvetiti:

- čišćenju i pranju ulica,
- negovanju i proširivanju zelenih površina,
- sadnji zaštitnog zelenog pojasa pored saobraćajnica,
- pretvaranju zapuštenih i korovom zaraslih parcela u parkove i dečja igrališta,
- sanaciji divljih deponija.

Neophodno je sprovoditi akcije, uz aktivno uključivanje stanovništva, grada i inspeksijskih službi.

U cilju razvijanja ekološke svesti, pored stalne edukacije stanovništva, neophodno je pravovremeno i objektivno informisanje o preduzetim akcijama za čistiji vazduh, kao i informisanje o postignutim efektima.

8. SLIKE SA MERNIH MESTA

Merno mesto osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici
- uzorkovanje suspendovanih čestica PM10, PM2,5
u periodu od jula 2018. do kraja 2021. godine



Merno mesto Subotica – Gradska Bolnica Subotica
(Izvorska 3, Koordinate: 46,082414N, 19.672381E)
– uzorkovanje suspendovanih čestica PM10 i PM2,5
u periodu od 2017. do juna 2018. godine



9. SKICA MERNOG MESTA

Merno mesto osnovna škola “Sonja Marinković” Mala škola u Subotici - uzorkovanje suspendovanih čestica PM10 i PM2,5 u periodu od jula 2018. do kraja 2022. godine

