

# MERENJE KONCENTRACIJA ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA APARATOM ZA UZORKOVANJE VAZDUHA – TIP 5G 8D-V1

*Svetislav Lj. Marković<sup>1</sup>, Andrijana Maksimović*

## **REZIME**

Podaci o monitoringu na teritoriji Republike Srbije, izbor mernih mesta, kao i osnovni instrumenti za praćenje kvaliteta ambijentalnog vazduha opisani su u ovom radu. U praktičnom delu rada prikazan je postupak merenja zagađujućih materija aparatom za uzorkovanje vazduha TIP 5G 8D-V1, rezultati ispitivanja zadatih parametara na godišnjem nivou, a zatim i diskusija istih. Cilj ovog rada je da se na osnovu tabelarno, grafički i tekstualno prikazanih podataka o zagađenosti vazduha, prikažu srednje godišnje vrednosti polutanata radi adekvatne ocene kvaliteta vazduha.

**Ključne reči:** monitoring, kvalitet vazduha, sumpor-dioksid, čađ, azot-dioksid, aparat TIP 5G 8D-V1

## **DETECTION OF CONCENTRATION OF AIR POLLUTANTS USING DEVICE - TYPE 5G 8D-V1**

## **ABSTRACT**

The data on monitoring in the territory of the Republic of Serbia, the selection of measurement points as well as the basic instruments for monitoring the quality of ambient air, are described in this paper. The practical part of the paper presents the procedure for measuring pollutants using the air sampling device TYPE 5G 8D-V1, the results of testing the specified parameters on an annual basis followed by a discussion of the same. The aim of this paper is to present, based on tabular, graphical, and textual data on air pollution, the mean annual values of pollutants for an adequate assessment of air quality.

**Key words:** monitoring, air quality, sulfur dioxide, soot, nitrogen dioxide, device type 5G 8D-V1

---

<sup>1</sup> Fakultet tehničkih nauka Čačak

## 1. UVOD

Zagađenje vazduha u ovom trenutku predstavlja jedan od najvažnijih ekoloških rizika po zdravlje ljudi. U Republici Srbiji postoji određeni broj „crnih tačaka“, na kojima industrija zagađuje vazduh (termoelektrane, železare i fabrike cementa, rudarstvo, itd.), dok istovremeno saobraćaj i javni transport u velikim gradovima i individualna ložišta za grejanje domaćinstava zagađuju vazduh u skoro svim opštinama. Na teritoriji Čačka nema izrazito velikih izvora zagađenja vazduha poput velikih industrijskih kompleksa, kamenoloma itd. Osnovni izvori zagađenja su: intenzivan lokalni i tranzitni drumski saobraćaj i postrojenja za proizvodnju toplotne energije.

Praćenje nivoa zagađenosti vazduha vrši se merenjem koncentracija različitih zagađujućih materija, kao što su sumpor-dioksid, azot-dioksid, čađ, suspendovane čestice, olovo, benzen, ugljen-monoksid, prizemni ozon, arzen, kadmijum, živa, nikl i benzo(a)piren u vazduhu. [4]

## 2. UZORKOVANJE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJAMA APARATOM 5G 8D – V1

Aparat za uzorkovanje SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> i čađi se postavlja u zatvorenoj prostoriji u kojoj je obezbeđeno stalno napajanje električnom energijom. Temperatura prostorije ne sme biti veća od 5° C. Aparat za uzorkovanje suspendovanih čestica postavlja se na otvorenom prostoru.



*Slika 1. – Položaj usisnog creva sa levkom; Merno mesto "Putevi"*

Usisna cev za uzimanje uzoraka vazduha mora biti na otvorenom tako da omogućava slobodno strujanje vazduha (u luku od najmanje 270°) i bez prepreka koje bi mogle uticati na strujanje vazduha (to je najčešće udaljenost od nekoliko metara od zgrada, balkona, drveća i drugih prepreka, ili najmanje 0,5m od najbliže ugrade, u

slučaju da merno mesto za uzimanje uzoraka reprezentuje kvalitet vazduha u okolini zgrade).

U većini slučajeva usisna cev za uzimanje uzoraka postavlja se na visinu između 1,5m (zona disanja) i 4m iznad tla. Kako bi se izbegao direktan uticaj emisija zagađujućih materija koje nisu izmešane sa okolnim vazduhom, usisna cev za uzimanje uzoraka se ne sme postaviti u neposrednoj blizini izvora emisije. Za sve zagađujuće materije, usisna cev namenjena za uzimanje uzoraka vazduha u svrhu praćenja uticaja saobraćaja mora biti udaljena najmanje 25m od ivice glavnih raskrsnica i najviše 10m od ivičnjaka.

## 2.1. Puštanje aparata u rad i kontrola

Pre početka merenja preporučuje se testiranje uređaja radi kontrole rada. Test mod se startuje istovremenim pritiskanjem tastera ▲ - gore i ▼ - dole. U test modu uređaj radi po 5 sekundi na svakom kanalu.



Slika 2. - Aparat u radu na liniji 1 - (Merno mesto "Putevi")

Ukoliko se vrši provera zaptivosti uređaja u gasnoj ispiralici ne sme biti apsorpcionog rastvora, jer može doći do njegovog usisavanja u usisnu instalaciju kroz kućište filtra. Proveru zaptivosti obavljati sa praznom ispiralicom ili umesto ispiralice crevom  $\varnothing 10/6$  kratko spojiti kućište filtra sa pregradnim brzorastavljajućim priključkom. [5]

Prebaciti prekidač napajanja u položaj uključeno. Pale se tinjalica i displej na kom se pojavljuje naziv proizvođača i serijski broj ASVCo analizatora, a nakon toga se pojavljuje početni ekran sa prikazanim tekućim datumom, vremenom, temperaturama  $T_g$  i  $T_a$ . Uređaj je sada spreman za zadavanje parametara u podmeniju **Zadavanje**.

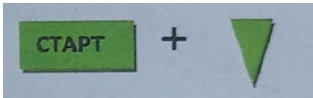


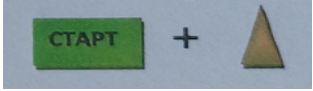
## 2.2. Zadavanje željenih parametara

**Stop/Prog** – ulazak u osnovni meni, u podmeni ili pamćenje željenih vrednosti;  
**▲ - gore** – povećavanje vrednosti parametara pri zadavanju i prelazak na sledeću tačku menija ili podmenija;

**▼ - dole** – smanjivanje vrednosti parametara pri zadavanju i prelazak na prethodnu tačku menija ili podmenija;

**Start** – vraćanje na prethodni ekran – korak unazad (taster ima sličnu funkciju kao ESC na tastaturi računara).

Tabela 1: Rad na osmokanalnom aparatu za uzorkovanje vazduha[5]

Radnja	Postupak	Šematski prikaz
Zaustavljanje uzorkovanja	Istovremenim pritiskom 5 sekundi taster START i strelica dole	
Očitavanje podataka	Pritiskom na taster STOP do dolaska željenog podatka, a strelicom na gore se očitava odabrani parametar	
Resetovanje aparata	Istovremenim pritiskom 5 sekundi na taster strelice gore i strelice dole	
Zamena ispiralica	Izvršiti izmenu ispiralica i filter papira	
Startovanje aparata	Istovremenim pritiskom 5 sekundi taster START i strelica gore	

### 2.3. Označavanje i transport uzoraka

Uzorci za ispitivanje SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> i čađi se označavaju identifikacionim brojem koji se sastoji iz dve oznake (broj mernog mesta/broj ispiralice – filter papira) i datuma uzorkovanja.

Ispiralice i filter papiri se označavaju na sledeći način: broj mernog mesta / broj ispiralice – filter papira. Uzorci za ispitivanje suspendovanih čestica se označavaju identifikacionim brojem koji se sastoji iz dve oznake: broj mernog mesta / broj filter papira i datuma uzorkovanja. Uzorci za ispitivanje taložnih materija označavaju se identifikacionim brojem koji se sastoji iz oznake mernog mesta i perioda uzorkovanja.

Nalog za ispitivanje mora sadržati sledeće podatke:

- Datum i vreme izdavanja naloga;
- Identifikacioni broj uzorka (broj mernog mesta/broj ispiralice – filter papira / datum uzorkovanja);
- Period uzorkovanja;
- Zapremina vazduha u l/24h, odnosno l/min, provučena kroz apsorpcioni rastvor;
- Vrsta zagađujuće materije koja se ispituje – parameter ispitivanja;
- Sve potrebne napomene.

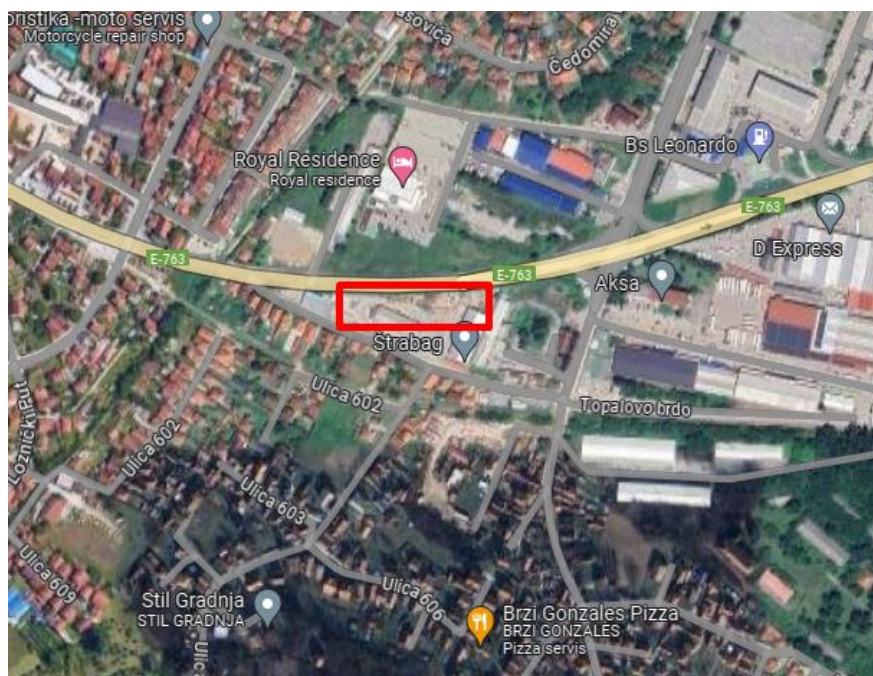
Uzorci vazduha za fizičko – hemijsku analizu transportuju se u dobro zatvorenim staklenim ispiralicama, koje se smećaju u odgovarajuće posude, kako bi se sačuvala od oštećenja. Uzorci vazduha za fizičko – hemijsku analizu se istog dana dopremaju u laboratoriju. Uzorci za ispitivanje taložnih materija (sedimentator sa levkom) se transportuju u žičanoj korpi da ne bi došlo do izlivanja sadržaja.

Nakon završetka ispitivanja uzorci vazduha se ne čuvaju – uklanjaju se ispuštanjem u kanalizaciju uz prethodno razblaživanje do koncentracije shodno Odluci o zaštiti kanalizacije otpadnih voda u opštini.

### 3. MERNO MESTO BR.3 - "PUTEVI"

Grad Čačak je među gradovima sa najvećim brojem automobila po glavi stanovnika, takođe, samo na gradskom području imamo 11.400 domaćinstava sa individualnim ložištima, ne uključujući ona koja koriste gas za grejanje. Ipak, prava slika kvaliteta vazduha u Čačku dobija se na godišnjem nivou, a prema tim podacima naš grad nije u kategoriji najzagađenijih.

Sva merenja, obrada i analiza podataka, obavljaju se u akreditovanoj laboratoriji Zavoda za javno zdravlje Čačak, korišćenjem akreditovanih metoda za merenje zagađujućih materija. Jedinstvenim sistemom monitoringa kvaliteta vazduha uspostavljena je državna i lokalna mreža mernih stanica i mernih mesta za fiksna merenja nivoa zagađujućih materija u vazduhu. Državnu mrežu u neposrednom okruženju grada Čačka, čine četiri stanice za automatsko merenje kvaliteta vazduha i **merno mesto "Putevi", Ulica 600 br.2** – Saobraćajna zona, dok lokalnu mrežu mernih mesta čini merno mesto 'Kosta Novaković' – Centralna urbana zona grad. [1]



*Slika 3.. – Makrolokacija mernog mesta br.3 – Čačak [2]*



*Slika 4. – Merno mesto "Putevi" – Aparat za uzorkovanje vazduha 5G 8D-VI[1]*

#### 4. REZULTATI ISPITIVANJA

**Sumpordioksid** – 24h vrednosti SO<sub>2</sub> tokom 2023.godine, kretale su se od 0,4 µg/m<sup>3</sup> do 7 µg/m<sup>3</sup>. U posmatranom periodu nije bilo dana sa pojedinačnim koncentracijama SO<sub>2</sub> preko dozvoljene granične vrednosti. Godišnji prosek za SO<sub>2</sub> na posmatranoj lokaciji za kalendarsku godinu iznosio je 3,95 µg/m<sup>3</sup> što je znatno ispod granične vrednosti za kalendarsku godinu (50 µg/m<sup>3</sup>).

**Čađ** – 24h vrednosti čađi tokom 2023. godine kretale su se od 3 µg/m<sup>3</sup> do 44 µg/m<sup>3</sup>. Broj dana sa pojedinačnim koncentracijama čađi preko dozvoljene granične vrednosti iznosio je 5. Srednja godišnja vrednost za čađ u saobraćajnoj zoni iznosila je 5,78 µg/m<sup>3</sup>.

**Azot-dioksid** – 24h vrednosti NO<sub>2</sub> tokom posmatranog perioda kretale su se od 3 µg/m<sup>3</sup> do 76 µg/m<sup>3</sup>. U posmatranom periodu nije bilo dana sa pojedinačnim koncentracijama NO<sub>2</sub> preko dozvoljene granične vrednosti. Godišnji prosek za NO<sub>2</sub> u zoni saobraćaja iznosio je 19,49 µg/m<sup>3</sup>. Dobijene vrednosti nisu prelazile dozvoljenu graničnu vrednost za kalendarsku godinu (40 µg/m<sup>3</sup>).

#### ГОДИШЊИ ИЗВЕШТАЈ О КОНТРОЛИ КВАЛИТЕТА ВАЗДУХА

Табела 1: ОСНОВНЕ ЗАГАЂУЈУЋЕ МАТЕРИЈЕ

МЕСТО – ЧАЧАК	ЛОКАЦИЈА: САОБРАЋАЈНА ЗОНА » ПУТЕВИ «					ГОДИНА: 2023		Укупне таложне материје
	SO <sub>2</sub>	Чађ	Сусп.чест.	Азотдиоксид/24	Азотдиоксид/8	Приземни озон	СО	
СТАТИСТИКА / ПАРАМЕТРИ	mikro g/m <sup>3</sup>	mikro g/m <sup>3</sup>	mikro g/m <sup>3</sup>	mikro g/m <sup>3</sup>	mikro g/m <sup>3</sup>	mikro g/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>3</sup>	mg/m <sup>2</sup> /dan
<b>ГРАНИЧНА ВРЕДНОСТ</b>	<b>50</b>	<b>50</b>		<b>40</b>			<b>5</b>	<b>200</b>
Број мерења	350	350		343				12
Средња год. вредност	3.95	5.78		19.49				111.47
Медијана ( Ц50 )	2.00	5.00		22.00				
Фреквенца високих конц. (Ц98)	3.00	33.00		51.00				
Мин. вредност	1	5		10				
Макс. вредност	5	104		92				
Број дана > гранична вредност / датум	0	5		1				

Слика 5. – Табеларни приказ годишњег извештаја о контроли квалитета ваздуха [1]

#### 4.1. Diskusija rezultata

Na osnovu prikazanih rezultata o загаđenosti vazduha na području grada Čačka, zaključujem sledeće:

- srednje godišnje koncentracije sumpordioksida na ispitivanim punktovima nisu prekoračivale graničnu vrednost za kalendarsku godinu od 50 µg/m<sup>3</sup> ;
- srednje godišnje koncentracije čađi nisu prelazile vrednost od 50 µg/m<sup>3</sup>;
- izmerene srednje godišnje vrednosti NO<sub>2</sub> tokom 2023.godine, na oba merna mesta ne prelaze graničnu vrednost za kalendarsku godinu od 40 µg/m<sup>3</sup> i ispod su tolerantne vrednosti za kalendarsku godinu od 40 µg/m<sup>3</sup>.

Izmerene vrednosti SO<sub>2</sub> su bile oko 4 µg/m<sup>3</sup> tokom 2023.godne, što je manje od zakonom dozvoljene granice koja iznosi 50 µg/m<sup>3</sup>. Srednja godišnja vrednost



koncentracije NO<sub>2</sub> je bila 19,49 µg/m<sup>3</sup>, dakle manja od zakonom dozvoljene koja iznosi 40 µg/m<sup>3</sup>. Tokom 2023.godine bilo je 5 dana kada je koncentracija čađi bila iznad granične vrednosti, koja iznosi 50 µg/m<sup>3</sup>, pri čemu je srednja godišnja vrednost bila oko 6 µg/m<sup>3</sup>.

U Čačku je tokom 2023. godine registrovano zagađenje vazduha, pre svega indeksom crnog dima. Povećane vrednosti, pre svega, su deo uticaja saobraćaja, kao i velike potrošnje energije, zapravo korišćenje uglja lošeg kvaliteta. [3]

Po mom mišljenju, neki od ključnih ciljeva svakako bi trebalo da budu unapređenje lokalnog registra izvora zagađenja, gasifikacija i korišćenje prirodnog gasa kao goriva u toplanama i kotlarnicama, korišćenje obnovljivih izvora energije, unapređenje stanja energetske efikasnosti objekata, smanjenje aerozagađenja poreklom iz toplotnih postrojenja, ložišta, saobraćaja, pošumljavanje i ozelenjavanje, edukacija stanovništva i zaposlenih, kao i brojni drugi ciljevi. Posebno treba raditi na unapređenju monitoring i sistema informisanja građana o svim bitnim ekološkim temama, naravno i o kvalitetu vazduha.

## 5. ZAKLJUČAK

Na kvalitet vazduha u Čačku najviše utiče čađ, kao jedan od najčešće prisutnih polutanata. Ovaj zagađivač u kombinaciji sa ostalim polutantima iz vazduha (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, suspendovane čestice PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>, ozon, benzen, ukupne taložne materije, teški metali) utiče na respiratorni, kardiovaskularni, hematopoetski, imuni, nervni, skeletni i reproduktivni sistem u zavisnosti od izloženosti zagađenju. Najosetljivija populacija su deca, stare osobe, trudnice i osobe sa hroničnim bolestima.

U cilju smanjenja zagađivanja vazduha postoje dve vrste mera. Kratkoročnim merama mogu se predvideti mere u vezi sa saobraćajem motornih vozila, u skladu sa posebnim zakonom, radovima na izgradnji, radom industrijskih postrojenja, upotrebom proizvoda koji ne sadrže zagađujuće materije i grejanjem domaćinstava, kao i specifične aktivnosti namenjene zaštiti osetljivih grupa stanovništva, naročito dece. Dugoročne mere zahtevaju sprovođenje strategije kvaliteta vazduha, dalje jačanje monitoring kvaliteta vazduha, očuvanje zelene površine u urbanim sredinama, podržavanje projekata i aktivnosti koje imaju za cilj promovisanje obnovljivih izvora energije i energetske aktivnosti.

## 6. LITERATURA

- [1] Godišnji izveštaj o kontroli kvaliteta vazduha na teritoriji grada Čačka; <https://aero.zdravljecacak.org/>
- [2] <https://www.google.com/maps>
- [3] <https://www.zdravljecacak.org/>
- [4] Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama o merenju imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka ("Sl. glasnik RS", br.54/92 30/99 i 19/2006), dostupno na: [www.ekologija.pf.ns.ac.yu](http://www.ekologija.pf.ns.ac.yu)
- [5] Uputstvo za korišćenje osmokanalnog mikrokontrolerskog uzorkivača vazduha 5G 8D-V1 za kontinualno praćenje kvaliteta vazduha ; <https://megasolution.rs/>