

**Originalni naučni članak****UDK 502/504(497.6 BANJALUKA)**

## **ISPITIVANJE UTICAJA LEBDEĆIH ČESTICA, PM<sub>10</sub>, NA KVALITET VAZDUHA U GRADU BANJA LUKA**

**<sup>1</sup>Dejan Šukalo, <sup>2</sup>Božidarka Arsenović**<sup>1,2</sup>„Nezavisni univerzitet NUBL“ Fakultet za ekologiju, Banja Luka,  
Republika Srpska <sup>2</sup>„Orao“ a.d. Bijeljina, Republika Srpska

### **Sažetak**

U radu su prikazani rezultati kontinuiranih mjerenja lebdećih čestica u vazduhu, PM<sub>10</sub>, (aerodinamičkog prečnika ispod 10 μm) mjerenih na jednoj lokaciji u gradu Banja Luka i to u ljetnom periodu i periodu grejne sezone. Istraživanja su vršena sa ciljem utvrđivanja uticaja emisije iz domaćinstava, industrijskih i energetskih postrojenja u toku trajanja sezone grijanja objekata na kvalitet vazduha. Kao neophodan uslov za ocjenu kvaliteta vazduha, praćeni su i meteorološki parametri bitni za utvrđivanje veze između stanja atmosfere i zagađenosti vazduha.

### **Abstract**

This paper presents the results of continuous measurements particular matters in air (aerodynamic diameter smaller than 10 μm) in Banja Luka in summer period and period heating season. Goal of this investigation was to determine the influence of emission from households, industry and energy process during the season of heating objects on air quality.

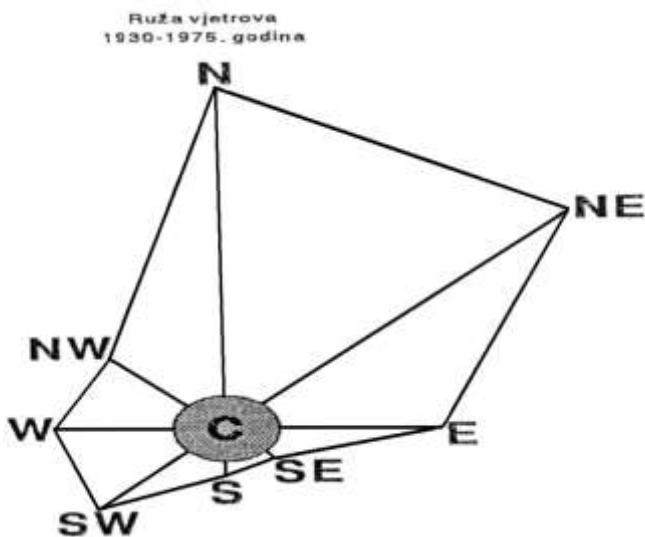
Meteorological parameters are important for determination connection between atmosphere and air pollution.

### **Uvod**

Praćenje kvaliteta vazduha se vrši u čitavom svijetu na lokalnom, nacionalnom i globalnom nivou. Lokalno praćenje kvaliteta vazduha obuhvata pojedina urbana područja, gradove i njihovu bližu ili širu okolinu, kao i pojedine oblasti. Kvalitet vazduha na nacionalnom nivou prate određene zemlje, dok praćenje na globalnom nivou vrše međunarodne organizacije. Tako su Svjetska zdravstvena organizacija (VHO) i Svjetska meteorološka organizacija (WMO) zajednički uspostavile svjetski sistem praćenja kvaliteta čovjekove okoline (GEMS) za zaštitu životne sredine. EPA (Environmental Protection Agency) je kao glavne zagađivače vazduha označila čvrste čestice: sumpordioksid, ugljenmonoksid, azotne okside, ozon i teške metale za koje je definisala standarde u cilju zaštite zdravlja ljudi i ekosistema. Ove materije predstavljaju primarne zagađujuće materije čije koncentracije variraju

zavisno od meteoroloških uslova (najveće su koncentracije u jesen i zimu), njihovom interakcijom nastaju mnogo opasnije i nedovoljno ispitane sekundarne zagađujuće materije. Čvrste čestice u vazduhu se definišu kao svaka dispergovana materija (čvrsta ili tečna) čiji su pojedini agregati veći od pojedinačnih molekula. Zavisno od veličine, razvrstavaju se u dvije grupe i to taložne čestice čija je veličina veća od  $10\ \mu\text{m}$  i lebdeće čestice – aerosoli, čija je veličina manja  $10\ \mu\text{m}$ . Lebdeće čestice prašine, pepele, tečnih kapi dima i drugih kondenzovanih gasovitih jedinjenja suspendovanih u vazduhu (aerosoli) smatraju se najštetnijim zagađivačima vazduha.[1,2]. Posebno su opasne čestice prečnika  $2.5\ \mu\text{m}$ , označene kao  $\text{PM}_{2.5}$  koje udisanjem dospjevaju do najmanjih alveola u plućima i sa sobom unose brojne opasne materije. Zbog ovoga je EPA 1997. godine, osim standarda za  $\text{PM}_{10}$ , koji iznosi  $50\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  na godišnjem nivou, uvrstila i standard  $\text{PM}_{2.5}$  koji iznosi samo  $15\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  na godišnjem nivou.

Banja Luka se nalazi na  $44^\circ 27' 27''$  sjeverne geografske širine i  $17^\circ 11' 14''$  istočne geografske dužine. Grad je smješten u prostranoj terciarnoj kotlini i njenim terasama, nalazi se na kontaktu Peripanonskog središnjeg prostora i Dinarskih planina, pripada Peripanonskoj Bosni. Taj prostor se nalazi na prelazu između Panonske nizije i Dinarskih planina. Na slici 1 prikazana je ruža vjetrova banjalučke regije.



Slika 1. Ruža vjetrova banjalučke regije[3]

## 1. Eksperimentalni dio

Ispitivanja koncentracija lebdećih čestica,  $\text{PM}_{10}$  su vršena u periodu od maja 2008. godine do kraja oktobra 2008. godine, tj. u periodu toplijih dana i u periodu od novembra 2008. godine do kraja aprila 2009. godine u krugu Hidrometeorološke stanice u Banja Luci. Hidrometeorološka stanica se nalazi na  $44^\circ 47'$  geografske širine i  $17^\circ 13'$  geografske dužine na nadmorskoj visini od 153 metra.

Za mjerenje sadržaja lebdećih čestica u vazduhu korišten je instrument – analizator, FH 62 I – R THERMO. Ovaj analizator vrši mjerenje lebdećih čestica promjera manjih od 10  $\mu\text{m}$ .

- Mjerno područje: 0-5000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Donja granica detekcije: 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Metoda mjerenja: apsorpcija  $\beta$  zračenja

Ocjena kvaliteta vazduha sa aspekta koncentracija prisutnih čestica u vazduhu u Republici Srpskoj, vrši se na osnovu Pravilnika o vrijednostima kvaliteta vazduha ("Službeni glasnik Republike Srpske", broj 39/2005) kojim su utvrđene vrijednosti kvaliteta vazduha i ciljane vrijednosti kvaliteta vazduha, kao indikatori planiranja kvaliteta vazduha u prostoru, te pragovi upozorenja i pragovi/granice uzbune za pravovremeno djelovanje u slučaju kratkotrajnih pojava nedozvoljeno zagađenog vazduha.



Slika 2. Analizator FH 62 I-R THERMO za mjerenje ukupnih lebdećih čestica promjera  $< 10 \mu\text{m}$

## 2. Rezultat i diskusija

Rezultati mjerenja koncentracije ukupnih lebdećih čestica,  $\text{PM}_{10}$  na lokaciji Hidrometeorološka stanica – Banja Luka u periodu od maja 2008. godine do oktobra 2008. godine prikazani su u tabeli 1, dok su u tabeli 2 prikazani rezultati mjerenja koncentracija ukupnih lebdećih čestica,  $\text{PM}_{10}$  od novembra 2008. do aprila 2009. godine u Banjaluci.

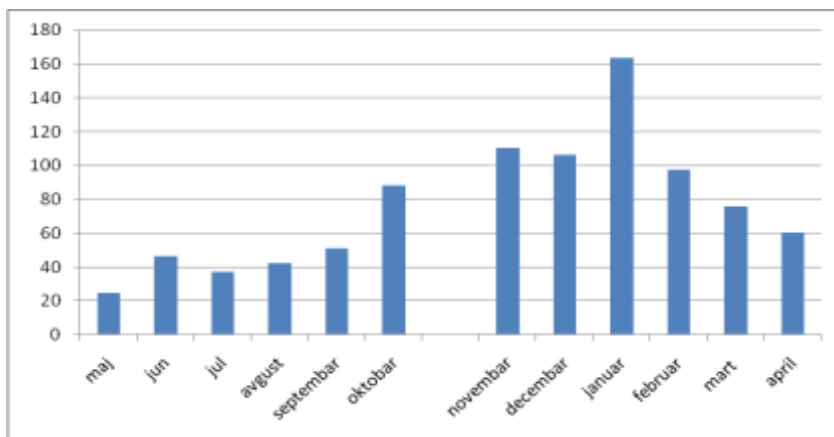
Tabela 1. Srednje mjesečne koncentracije ukupnih lebdećih čestica, PM<sub>10</sub> u periodu maj 2008 – oktobar 2008. godine u Banjaluci

Mjesec	Srednja mjesečna koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Maj	24.71
Jun	46.46
Jul	37.31
Avgust	42.35
Septembar	51.02
Oktobar	88.44

Tabela 2. Srednje mjesečne koncentracije ukupnih lebdećih čestica, PM<sub>10</sub> u periodu novembar 2008.– april 2009. godine u Banjaluci

Mjesec	Srednja mjesečna koncentracija, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Novembar	110.43
Decembar	106.22
Januar	163.33
Februar	97.34
Mart	76.06
April	60.43

Na slici 3 dat je grafički prikaz srednjih mjesečnih koncentracija ukupnih lebdećih čestica PM<sub>10</sub> u periodu maj 2008. – april 2009. godine u Banjaluci.



Rezultati mjerenja koncentracije ukupnih lebdećih čestica u periodu maj 2008 – oktobar 2008. godine, (tabela 1) i novembar 2008 – april 2009. godina (tabela 2) pokazuju da je izmjerena koncentracija ovih čestica značajno manja u ljetnom nego u zimskom periodu. Naime, u periodu maj – avgust 2008. godine srednje mjesečne koncentracije lebdećih čestica su se kretale od  $24.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $42.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , odnosno, sa pojavom hladnijih dana septembra i oktobra iste godine, dolazi do porasta sadržaja ispitivanih čestica (prosjeak za ova dva mjeseca iznosi  $69.73 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Prema dobijenim rezultatima ispitivanja sadržaja lebdećih čestica u periodu novembar 2008 – april 2009. (tabela 2), potvrđeno je maksimalno srednjemjesečno prisustvo lebdećih čestica u januaru 2009. godine ( $163.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Srednja vrijednost dobijenih koncentracija za  $\text{PM}_{10}$  za novembar; decembar protekle godine – januar; februar tekuće godine, ima vrijednost  $102.30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . To je zimski period tj. grejne sezone. Povećanje koncentracija je rezultat povećanih emisija iz domaćinstava i gradske toplane.

Praćenjem smjera i brzine vjetra ustanovljeno je da je najčešći vjetar na ovoj lokaciji smjera WNW u kom se nalazi naselje koje za zagrijavanje domaćinstava u toku zime koristi ugalj ili drvo. Ovom povećanju doprinosi i blizina saobraćajnice sa velikim intenzitetom saobraćaja u toku dana. Poznato je da se na ovim prostorima koristi ugalj vrlo lošeg kvaliteta i visokog sadržaja sumpora te da se na našim saobraćajnicama nalazi veliki broj starih i dotrajalih vozila koja, takođe, koriste goriva vrlo lošeg kvaliteta i veoma često nekontrolisanog sastava.

Koncentracije ukupnih lebdećih čestica u toku ljetnih mjeseci imaju vrijednosti koje su karakteristične za urbana i industrijska naselja. Bez obzira na slabo razvijene industrijske kapacitete u Banjaluci i ove vrijednosti nisu zanemarive, imajući u vidu vrlo intezivan saobraćaj koji se odvija u gradu.

Sve izmjerene vrijednosti u zimskom periodu, dakle, sasvim jasno pokazuju prekoračenje granične vrijednosti od  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na godišnjem nivou, propisanu prema ranije pomenutom Pravilniku o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha [1;4].

### Zaključak

Na osnovu dobijenih rezultata mjerenja koncentracija ukupnih lebdećih čestica,  $\text{PM}_{10}$  u gradu Banja Luka u periodu maj 2008 – april 2009. godine može se zaključiti:

1. Potvrđen je značajan porast koncentracije ukupnih lebdećih čestica,  $\text{PM}_{10}$  u toku zimskog perioda, tj. u toku grejne sezone. Najveća vrijednost ukupnih lebdećih čestica izmjerena je u januaru mjesecu tekuće godine i ona iznosi  $163.33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sve dobijene vrijednosti mjerenja  $\text{PM}_{10}$  u zimskom periodu ukazuju na značajno prekoračenje granične vrijednosti od  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  na godišnjem nivou, propisanu Pravilnikom o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha na našem prostoru.

2. Dobijene vrijednosti srednje mjesečnih koncentracija lebdećih čestica,  $PM_{10}$  za period maj – avgust 2008. godine su se kretale od  $24.71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  do  $42.35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , odnosno, sa pojavom hladnijih dana septembra i oktobra iste godine, dolazi do porasta sadržaja ispitivanih čestica. Koncentracije ukupnih lebdećih čestica u toku ljetnih mjeseci imaju vrijednosti koje su karakteristične za urbana i industrijska naselja. Bez obzira na slabo razvijene industrijske kapacitete u Banjaluci i ove vrijednosti nisu zanemarive, imajući u vidu vrlo intenzivan saobraćaj u gradu.

3. Za bolju ocjenu kvaliteta vazduha u Banjaluci neophodan je veći broj mjernih stanica u gradu koje će vršiti kontinuirana praćenja osnovnih polutanata u vazduhu. Veliki doprinos očuvanju kvaliteta vazduha može dati izrada Strategije za zaštitu vazduha koja će sadržavati katastar zagađivača u Republici Srpskoj kao i mrežu stanica za monitoring kvaliteta vazduha.

### Literatura:

1. R. Radić, N. Knežević, V. Lazić, B. Arsenović, (2006), Uticaj lebdećih čestica na kvalitet vazduha u gradu Banja Luka. XX Simpozijum o koroziji i zaštiti materijala, CDZM, Knjiga radova Podgorica, (str. 129-134)
2. Đuković J, Bojanić V. Aerozagađenje, Institut zaštite i ekologije, Banja Luka, 2000.
3. Marijanac, Z., (1994), Klima grada Banja Luka, Zbornik II, Pedagoška akademija, Banja Luka
4. Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha ("Službeni glasnik Republike Srpske", broj 39/2005).
5. Zakon o zaštiti vazduha ("Službeni glasnik Republike Srpske", broj 53/2002)
6. [www.environment-agency.gov.uk](http://www.environment-agency.gov.uk) MCERTS Performance Standards for OPAMs, Version 1, January 2004.