

# Ispitivanje kvaliteta vazduha na području grada Bijeljina

## Investigation of air quality of the city of Bijeljina

Božidarka Arsenović, „Orao“ a.d. Bijeljina, Dijana Đurić, Geografski fakultet Beograd, Neđo Đurić, Tehnički institut Bijeljina, Miodrag Senić, „Orao“ a.d. Bijeljina

**Sažetak** – U radu su prikazani rezultati kontinuiranih mjerenja sadržaja sumpordioksida, SO<sub>2</sub> mjerenih na tri lokacije u gradu Bijeljina. Istraživanja su vršena sa ciljem utvrđivanja uticaja emisije iz domaćinstava, industrijskih i energetske postrojenja u toku 2010.-2014. godine 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.

**Ključne riječi** – zagađenje vazduha, polutanti, SO<sub>2</sub>

**Abstract** – This paper presents the results of continuous measurements of sulfur dioxide, SO<sub>2</sub> measured at three locations in the town of Bijeljina. 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 the period 2010.-2014. hearing. Meteorological parameters are important for determination connection between atmosphere and air pollution.

**Keywords** – air pollution, pollutants, SO<sub>2</sub>

### I. UVOD

Problemu zagađenja vazduha posvećuje se mala pažnja. Obično se smatra da se u atmosferu mogu ispustiti zagađujuće materije bez štete po životnu sredinu, smatrajući da će vjetar odnijeti zagađenje. Upravo se navedeno dešava i tada problem lokalnog zagađenja vazduha postaje međunarodni i tek se tada počinja razmišljati o posljedicama.

Problem zagađenja vazduha je u velikoj mjeri prisutan i u Republici Srpskoj. Mali broj lokalnih zajednica vrši praćenje kvaliteta vazduha, a i monitoring emisije nije zastupljen u mjeri u kojoj je neophodno.

Zagađenje vazduha, koje ima sve veći uticaj na zdravlje stanovništva, postaje problem koji treba rješavati. U tom smislu je očekivati i da Republika Srpska, pored ostalih

obaveza, uskladi zakonsku regulativu sa standardima Evropske unije i razvije mrežu monitoringa.

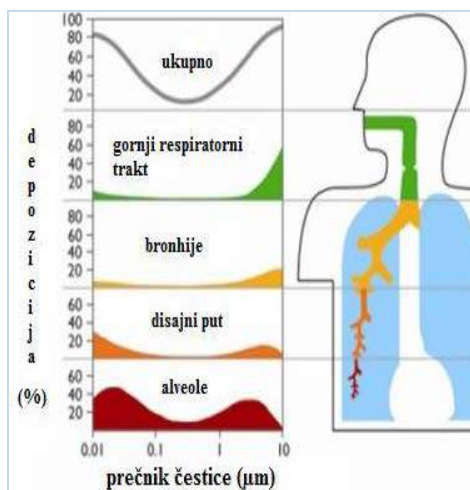
Za život na Zemlji najznačajniji je najbliži sloj Zemljinoj površini, troposfera, do visine od oko 12-15 km, u kojem se odvija život. Obezbeđuje osnovne uslove za život na Zemlji: kiseonik neophodan za disanje, ugljen-dioksid neophodan za biosintezu, azot neophodan za sintezu biljnih bjelančevina i sunčevu radijaciju [2]. U troposferi se nalazi najveća količina atmosferske vode i u njemu se odvija proces kruženja vode u prirodi i stvaranje gotovo svih oblaka i padavina. Zbog toga, od pojava u troposferi najvećim dijelom zavise klimatske promjene.

### II. ZAGAĐIVAČI KOJI SE POJAVLJUJU U ATMOSFERI

Praćenje kvaliteta vazduha se vrši u cijelom svijetu na lokalnom, nacionalnom i globalnom nivou. Lokalno praćenje kvaliteta vazduha obuhvata pojedina urbana područja, 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 μm i lebdeće čestice – aerosoli, čija je veličina manja 10 μm. Lebdeće čestice prašine, pepela, 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 μm, označene kao PM<sub>2.5</sub> koje udisanjem dospjevaju do najmanjih alveola u plućima i sa sobom unose brojne opasne materije, slika 1.

Čestice rasipaju sunčeve zrake u različite talasne dužine, zavisno od veličine čestica, njihove koncentracije, njihove prirode i dr, dok dio sunčeve radijacije i same adsorbuju.



Sl. 1. Depozicija čestica u respiratorni sistem u zavisnosti od veličine



Slika 2: Otežano disanje oboljelih od astme

Čestice iz vazduha mogu da imaju toksične uticaje, bilo patološke ili fiziološke prirode na tri načina: po svojoj prirodi čestice mogu biti toksične, prisustvo inertne čestice u respiratornom sistemu može da ometa izbacivanje iz toga sistema drugih toksičnih materija, slika 2 i čestice mogu da služe kao nosači toksičnih materija.

**Sumpor dioksid,  $SO_2$**  je gas bez boje, ne gori niti stvara eksplozivne smješe. Oštro je mirisa. (većina ljudi ga može osjetiti već kod njegovih koncentracija u vazduhu od 1 ppm). Dobro je rastvorljiv u vodi (11.3 g/100 ml vode na sobnoj temperaturi).

Glavni izvor emisije  $SO_2$  povezan sa djelovanjem čovjeka je izgaranje fosilnih goriva opterećenih sumpornim spojevima naročito uglja i ložljivih ulja. U blizini grada Bijeljine, na udaljenosti od 18 km, nalazi se veliki izvor  $SO_2$ , Termoelektrana Ugljevik. Ovaj energetski objekat koristi uglj sa visokim sadržajem sumpora (4-5%), [3] tako da dolazi do značajne emisije ovog polutanta, (ova emisija se procjenjuje na oko 143 678 t/godišnje).

U gradovima su to najčešće mala ložišta pa se tako ovaj polutant smatra jednim od najopasnijih komponenti gradskog smoga u zimskim mjesecima. S obzirom na uticaje sumpor dioksida na čovjeka, potrebno je istaći da on sjedinjen sa finom prašinom ima izraženo štetno dejstvo nasluzokožu (oči) i disajne puteve. Uticaj  $SO_2$  na biljni svijet je značajno izražen a ogleda se prvenstveno u razgrađivanju hlorofila i odumiranju pojedinih tkiva. Ovo negativno dejstvo  $SO_2$  posebno je izraženo kod osjetljivih vrsta zimzelenih šuma koje trpe štete već pri koncentracija od 0.05 mg/m<sup>3</sup>.

**Ugljen monoksid, CO** je jedan od najrasprostranjenijih aerozagađivača koji nastaje nepotpunim sagorijevanjem fosilnih goriva u energetskim postrojenjima, automobilima, domaćinstvima i pri različitim industrijskim procesima. Procjenjuje se da je emisija CO iz motornih vozila, kaonajvećeg pojedinačnog emitera u atmosferu do 60% od ukupno emitovanog [2,3]. Osim toga, značajni su i prirodni izvori ugljen monoksida, čije količine su približno jednake količinama antropogenog porijekla. Izvori CO antropogenog

porijekla su obično smješteni u urbanim i industrijskim sredinama. Time i tako nastali CO ima poseban uticaj na njegovu ukupnu koncentraciju u urbanim sredinama, odnosno na ukupno aerozagađenje. Iako je ukupna količina CO nastala prirodnim putem velika, zbog njegove velike disperzije, taj uticaj na aerozagađenje je zanemarljiv.

Od **oksida azota,  $NO_x$**  koji se pojavljuju u vazduhu najznačajniji su polutanti **azot monoksid,  $NO$**  i **azot dioksid,  $NO_2$** . Povećanje ukupne koncentracije ovih oksida su karakteristične za kasne jesenje i zimske dane zbog izgaranja većih količina tečnih, čvrstih i gasovitih goriva (proizvodnja toplotne energije).

Dejstvo NO na čovjeka je slično dejstvu CO, tj. dolazi do istiskivanja kiseonika iz krvi, odnosno nastanka methemoglobina, čime je ugroženo snabdijevanje organizma  $O_2$ . Činjenica je da su koncentracije NO koje se pojavljuju u atmosferi jedva škodljive, međutim, njihov značaj kao aerozagađivača je bitan, prvenstveno zbog stvaranja azotdioksida,  $NO_2$  koji je toksičniji i naročito štetan za disajne organe. Dejstvo  $NO_x$  na biljke se ispoljava, prvenstveno kroz uticaje  $NO_2$ , (voštani izgled lišća, nekroza i prevremeno opadanje lišća). S obzirom na ove negativne uticaje, u svijetu se danas smatra da su sve vrste biljaka zaštićene od uticaja  $NO_x$  za dugotrajne koncentracije od 0.03 mg/m<sup>3</sup>.

**Ozon,  $O_3$**  kao alotropska modifikacija kiseonika sa tri atom O, nastaje u atmosferi prilikom električnih pražnjenja i djelovanjem ultraljubičastih, UV zraka. Obzirom da je molekula  $O_3$  vrlo nestabilna, sunce ga, ne samo stvara, već i stalno razgrađuje, stvarajući ponovo molekularni kiseonik,  $O_2$  i slobodne atome kiseonika, O.  $O_3$  je opšteprisutan u Zemljinoj atmosferi: u slojevima pri zemlji je jedan od opasnih zagađivača sa štetnim uticajem na pluća; ozon u gornjim slojevima atmosfere upija UV zračenje sa sunca, sprečavajući na taj način da, po život opasno UV zračenje, ne dođe do Zemlje. Upijajući većinu UV-B zraka sa sunca prije nego što dođu do Zemlje, ozonski omotač štiti našu planetu od štetnih uticaja po život.  $O_3$  generišu brojni električni uređaji, posebno oni koji koriste visok napon poput laserskih

štampanja, mašina za fotokopiranje ili lučno zavarivanje, kao i svi električni motori (srazmjerno veličini i snazi motora).

Udisanjem, tzv. prizemni  $O_3$  dolazi u kontakt sa svim dijelovima disajnog sistema u kome se u potpunosti resorbuje uz lokalno i sistemsko djelovanje.

Emisija **ugljovodnika** u atmosferu iz urbanih i industrijskih područja, kao posljedica cjelokupne ljudske aktivnosti, veoma je značajna. Emisori su: motorna vozila, oko 50%, industrijski procesi, do 15%, isparavanje rastvarača, do 10% kao i drugi izvori (izgaranje fosilnih goriva, šumski požari, požari smetljišta).

### III. ZAKONSKA REGULATIVA

Nivo koncentracije zagađujućih materija utvrđuje se mjerenjem koncentracija zagađujućih materija u vazduhu, na određenom mjestu, kojom se izražava kvalitet vazduha, naziva se **emisija**. Nadležno Ministarstvo propisuje granične vrijednosti emisije, obezbjeđuje propisno praćenje kvaliteta vazduha u naselju i evidenciju podataka, obezbjeđuje praćenje osnovnih meteoroloških elemenata i prati uticaj zagađenog vazduha na zdravlje ljudi [4]. Cilj kontrole kvaliteta vazduha je zaštita zdravlja ljudi, odnosno, utvrđivanje izvora zagađenja, utvrđivanje stepena zagađenja, utvrđivanje kretanja zagađenosti vazduha u toku godine, procjena opterećenosti pojedinih lokacija, utvrđivanje kritičnih situacija u cilju upozorenja javnosti, utvrđivanje mjera zaštite.

U Republici Srpskoj zakon i pravilnici koji regulišu problematiku zaštite vazduha, monitoringa i graničnih vrijednosti kvaliteta vazduha su:

1. Zakon o zaštiti vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 53/02),
2. Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05),
3. Pravilnik o monitoringu kvaliteta vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05),

4. Pravilnik o monitoringu emisija zagađujućih materija u vazduh (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05).

**Pravilnikom o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha** utvrđene su granične vrijednosti kvaliteta vazduha i ciljne vrijednosti kvaliteta vazduha, kao indikatori planiranja kvaliteta vazduha u prostoru, te pragovi upozorenja i pragovi/granice uzbune za pravovremeno djelovanje u slučaju kratkotrajnih pojava prekograničnog zagađenja vazduha.

Kvalitet vazduha je predstavljen koncentracijom date zagađujuće materije u vazduhu i izražava se u mikrogramima zagađujuće materije po kubnom metru vazduha, svedeno na temperaturu od 293 [K] i pritisak od 101.3 [kPa], [5].

### IV. MONITORING KVALITETA VAZDUHA NA PODRUČJU GRADA BIJELJINE

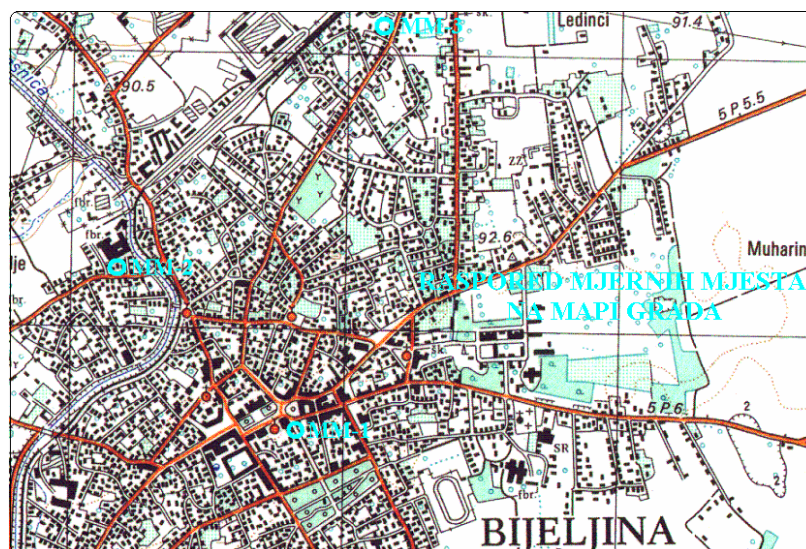
Za praćenje kvaliteta vazduha u gradu Bijeljini postavljene su tri mjerne stanice; jedna sa automatskim monitoring sistemom koji obezbjeđuje podatke o trenutnim koncentracijama polutanata, njihovim prosječnim vrijednostima u željenom definisanom vremenu i opremom za mjerenje osnovnih meteoroloških parametara, kao i dvije mjerne stanice sa poluautomatskim sistemom praćenja sadržaja polutanata u vazduhu. Monitoring sistem praćenja emisije polutanata u Bijeljini vrši Tehnički institut Bijeljina uz korištenje savremene metodologije i moderne opreme.

Na slici 3 su prikazane lokacije mjernih stanica:

MM 1 - mjerna stanica, plato ispred zgrade Opštine Bijeljina,

MM 2 - mjerna stanica u ulici Sremska kod prijemne zgrade preduzeća "Panafleks" i

MM 3 - mjerna stanica u ulici Dimitrija Tucovića, Laboratorija preduzeća "Žitopromet".



Sli. 3. Raspored mjernih stanica na mapi grada (N.Božić,2009.)

## V. EKSPERIMENTALNI DIO

## Metodologija i metode

Praćenje koncentracije sumpor dioksida vršilo se automatskim monitorom APSA - 370 marke HORIBA (Japan) čije su karakteristike:

1. monitor za mjerenje sumpordioksida u atmosferskom vazduha: SO<sub>2</sub>
2. mjerni opseg: 0 [ppm] до 0.05/0.1/0.2/0.5 [ppm]

3. minimalna osjetljivost: 0.5 [ppb]
4. princip mjerenja: metod ultraviolettne fluorescencije, EN 14212

Na slici 4 dat je slikovit prikaz automatske mobilne mjerne stanice, slika 4-a dok su na slici 4-b prikazanimonitori za mjerenje SO<sub>2</sub>,NO<sub>x</sub>, CO, ozona, LČ<sub>10</sub> i ULČ.



a)



b)

Sl. 4. Automatska mjerna stanica, a; Monitori za mjerenje koncentracija: SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>3</sub>, LČ<sub>10</sub> i ULČ, b; Tehnički institut Bijeljina (slika N. Božić, 2015.)

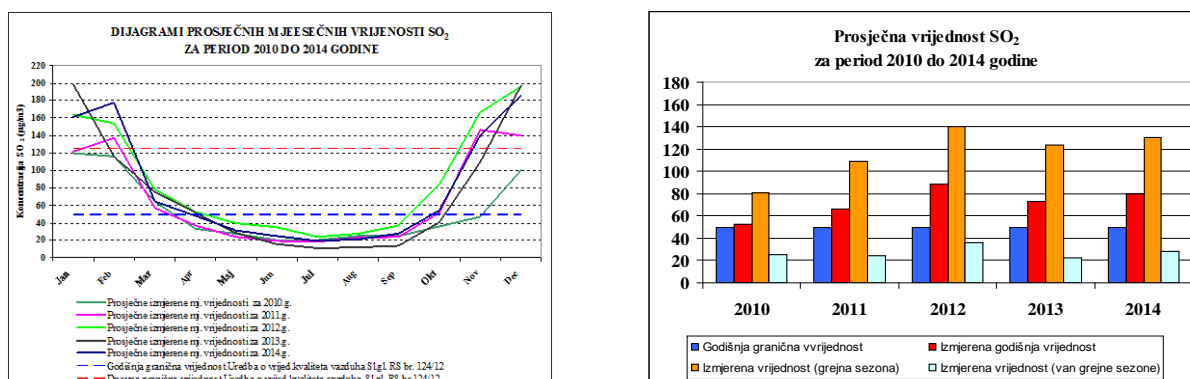
## VI. REZULTATI ISPITIVANJA I ANALIZA DOBIJENIH REZULTATA

U tabeli 1 prikazane su vrijednosti prosječnih mjesečnih koncentracija SO<sub>2</sub> za period 2010.-2014. godine.

TABELA 1 PROSJEČNE MJESEČNE VRIJEDNOSTI KONCENTRACIJA SO<sub>2</sub> ZA PERIOD 2010.-2014. GODINE

	Prosječne mjesečne koncentracije SO <sub>2</sub> [µg/m <sup>3</sup> ]					Granična godišnja vrijednost
	2010	2011	2012	2013	2014	
januar	120.1	121.3	163.8	199.1	161.5	50
februar	115.6	136.8	153.8	116.1	177.9	50
mart	64.6	57.2	78.3	75.9	64.3	50
april	33.2	36.4	52.3	51.6	47.5	50
maj	27.2	24.0	39.9	28.1	31.4	50
jun	19.8	19.4	34.8	15.5	24.7	50
jul	20.3	18.6	23.7	10.9	19.5	50
avgust	24.9	23.2	27.3	12.3	21.4	50
septembar	24.7	23.8	37.2	13.5	27.6	50
oktobar	36.3	51.6	84.0	40.5	54.2	50
novembar	47.0	146.5	166.2	109.8	139.6	50
decembar	100.4	139.8	195.7	197.3	185.6	50
<b>Pros. god. vrijednost</b>	<b>52.8</b>	<b>66.6</b>	<b>88.1</b>	<b>72.55</b>	<b>79.6</b>	<b>50</b>

Na slici 5 dat je grafički prikaz rezultata mjerenja.

Sl. 5. Dijagrami prosječnih mjesečnih vrijednosti koncentracija SO<sub>2</sub> za period 2010-14 godine

Rezultati mjerenja koncentracije SO<sub>2</sub> u vazduhu grada Bijeljine pokazuju da su izmjerene godišnje vrijednosti tokom perioda od pet godina veće od godišnje granične vrijednosti (50 µg/m<sup>3</sup>). Ovdje treba naglasiti da je ovo posljedica imisije u sezoni grijanja oktobar – mart kada su prosječne mjesečne vrijednosti bile u većini mjeseci znatno više od godišnje granične vrijednosti od 50 µg/m<sup>3</sup>. U toku ljetne sezone (april – septembar) prosječne mjesečne koncentracije su znatno ispod godišnje granične vrijednosti.

## VII. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata ispitivanja sadržaja SO<sub>2</sub> mjenjenih u gradu Bijeljina, može se zaključiti da su koncentracije sumpor dioksida u stalnom porastu od 2010. godine, što se može očekivati i u budućnosti zbog stalnog priliva stanovništva u gradsku sredinu i stalnog porasta količina uglja koje se sagorijevaju.

U zimskom periodu, kada su jako niske temperature, u gradu se osjete povećane koncentracije i ostalih zagađujućih materija.

## LITERATURA

- [1] D. Šukao, B. Arsenović: „Ispitivanje uticaja lebdećih čestica, PM<sub>10</sub>, na kvalitet vazduha u gradu Banja Luka“ VI Naučni skup sa međunarodnim učešćem, Sinergija, 2010; Zbornik radova (str 257-279)
- [2] N.Božić: „Kvalitet vazduha u regionu SI BiH i značaj informisanja o kvalitetu“; Studija o kvalitetu vazduha u SI BiH; Centar za ekologiju i energiju, Tuzla 2009.
- [3] N.Đurić, N.Božić, R.Babić, B.Stojanović, M.Vidaković: „Monitoring ukupnih azotnih oksida u vazduhu grada Bijeljine“; UDC 504.3.054.(497.6 Bijeljina); Tehnički institut Bijeljina; Arhiv za tehničke nauke, G III, N<sup>o</sup> 3
- [4] P. Ilić: „Zagađenje i kontrola kvaliteta vazduha u funkciji zaštite životne sredine“; Nezavisni univerzitet Banja Luka, 2014.
- [5] Đuković J, Bojanić V. Aerozagađenje, Institut zaštite i ekologije, Banja Luka, 2000.
- [6] B.Arsenović: „Hemija i biohemija životne sredine“ Nezavisni univerzitet Banja Luka, 2013.
- [7] Zakon o zaštiti vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 53/02)
- [8] Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05)

[9] Pravilnik o monitoringu kvaliteta vazduha (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05)

[10] Pravilnik o monitoringu emisija zagađujućih materija u vazduh (Sl. glasnik Republike Srpske broj 39/05).