

*Originalan naučni rad*  
*UDC: 546.224:504.3.054(497.6)*

## SADRŽAJ SUMPOR DIOKSIDA U VAZDUHU GRADA BIJELJINE

Neđo Đurić<sup>1</sup>, Jovan Đuković<sup>1</sup>, Nada Božić<sup>1</sup>, Radenko Babić<sup>1</sup>, Bosiljka Stojanović<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Tehnički institut, Bijeljina, E.mail: [tehnicki@tehnicki-institut.com](mailto:tehnicki@tehnicki-institut.com)*

### REZIME

U području grada Bijeljine praćen je kvalitet vazduha u periodu oktobar 2008- mart 2009 godine. Postavljene su tri mjerne stanice od kojih jedna sa automatskim monitorom sumpor dioksida i opremom za praćenje osnovnih meteoroloških parametara. Praćenje sadržaja sumpor dioksida je bilo svakodnevno. Dobijeni rezultati, prikazani tabelarno i grafički, pokazuju da je kvalitet vazduha u gradu Bijeljini ugrožen, posebno u jesenjem i zimskom periodu zbog veće emisije sumpor dioksida i nepovoljnih meteoroloških uslova. Obzirom na veliki izvor sumpor dioksida, Termoelektranu Ugljevik, sadržaj sumpor dioksida u vazduhu je niži nego što bi se očekivalo. Razlog je visoki dimnjak Termoelektrane i prenošenje emitovanog sumpor dioksida na veće udaljenosti a time i veću disperziju.

*Ključne riječi: sumpor dioksid, imisija, sadržaj u vazduhu, monitoring sistem, meteorološki parametri, koncentracije u vazduhu,*

## SULFUR CONTENT DIOKSIDA IN THE AIR CITY BIJELJINA

### SUMMARY

In the area of the town of Bijeljina followed the air quality in the period October 2008 - March 2009 year. There are three metering stations, one with an automatic monitor sulfur dioxide and equipment for monitoring osnoprnih of meteorological parameters. Up sulfur dioxide was the day. The results, table and shown graphically, indicate that the quality of air in the town of Bijeljina endangered, especially in autumn and winter because of increased sulfur dioxide emissions and adverse weather conditions. Given the large source of sulfur dioxide, thermal power plants Ugljevik, the content of sulfur dioxide in air is lower than would be expected. The reason is the high chimney TPPs and transfer emitovanog sulfur dioxide to greater distances and thus greater dispersion.

*Keywords: sulfur dioxide, imisija content in the air, the monitoring system, meteorological parameters, concentrations in the air*

### UVOD

Sumpor dioksid u najvećem obimu nastaje kod procesa spaljivanja fosilnih goriva koja u sebi sadrže jedinjenja sumpora. To su u prvom redu pojedini ugljevi koji često sadrže i nekoliko procenata

sumpora. U procesu izgaranja fosilnih goriva najveći dio sumpora prelazi u sumpor dioksid (90-95%) koji zajedno sa dimnim gasovima odlazi u atmosferu.

Sumpor dioksid je polutant koji nepovoljno utiče na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Poseban problem predstavlja njegova konverzija u atmosferi u sulfitnu i sulfatnu kiselinu koje zajedno sa padavinama dolaze na zemljinu površinu i dovode do zakiseljavanja zemljišta, vodenih sistema i do štetnog uticaja na konstrukcije i druge materijale, biosferu i zdravlje ljudi.

U području grada Bijeljine najznačajniji izvori sumpor dioksida su procesi spaljivanja fosilnih goriva u sistemima za toplifikaciju i u pojedinim industrijskim pogonima za proizvodnju vodene pare koja se koristi za toplifikaciju i za industrijske potrebe. U blizini grada Bijeljine, na udaljenosti od 18 km, nalazi se veliki izvor sumpor dioksida-Termoelektrana Ugljevik. Ovaj energetska objekat koristi ugalj sa visokim sadržajem sumpora (4-5%) tako da dolazi do velike emisije sumpor dioksida. Ova emisija se procjenjuje na oko 143 678 t/godini (1). Osim toga realno se može očekivati da dio sumpor dioksida koji se emituje iz termoelektrani postrojenja u Srbiji (Termoelektrane u Obrenovcu i Kostolcu) dolazi, nošen vazдушnim strujanjima, do Semberije, odnosno grada Bijeljine.

Praćenje sadržaja sumpor dioksida u vazduhu je veoma važno da bi se sagledao njegov mogući uticaj na životnu sredinu i zdravlje ljudi u gradu Bijeljini. Tehnički institut Bijeljina je razvio monitoring sistem praćenja imisije polutanata, a među njima i sumpor dioksida, u području grada Bijeljine. Rezultati tih istraživanja su predmet ovoga rada.

## EKSPERIMENTALNI DIO

### Metodologija i metode

U području grada Bijeljine postavljen je monitoring sistem za praćenje kvaliteta vazduha. Postavljene su tri mjerne stanice od kojih je jedna sa modernim automatskim monitorima i opremom za mjerenje osnovnih meteoroloških parametara. Druge dvije mjerne stanice su opremljene sa uređajima za automatsko uzorkovanje vazduha i određivanje sumpor dioksida u laboratoriji.

Mjerna stanica (MM1) koristi automatski monitor sumpor dioksida čije su osnovne karakteristike uređaja:

APSA – 370 (HORIBA – Japan)  
mjerni opseg: 0 ppm do 0.05/0.1/0.2/0.5 ppm  
minimalna osjetljivost: 0.5 ppb  
princip mjerenja: UV – metoda.

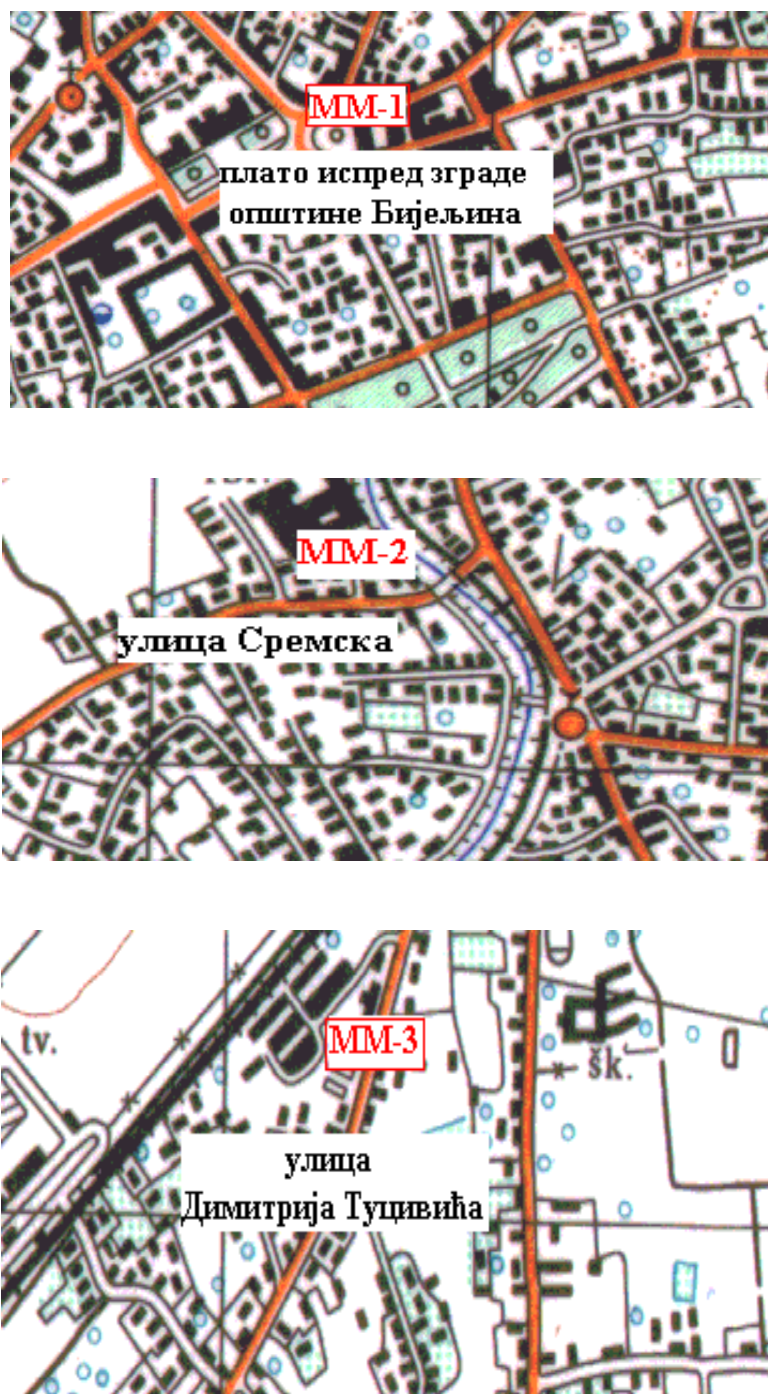
Automatski uređaji za uzorkovanje vazduha (mjerne stanice MM2 i MM3) su sljedećih karakteristika:  
AT - 801X2 (dvokanalni četvorodnevni uzorkivač vazduha) (Proizvođač Pro – Ekos, Srbija)  
radni opseg: 0,3 - 1,7 l/min  
reprodukcija mjerenja:  $\pm 1$  digit ( $\pm 0,05$  l/min).

Uzorak vazduha se uvodi u rastvor vodonik peroksida, gdje sumpor dioksid prelazi u odgovarajuću kiselinu koja se određuje titracijom sa hidroksidom, a nakon toga se izvrši proračun sadržaja sumpor dioksida u vazduhu.

## LOKACIJA MJERNIH STANICA

U području Bijeljine postavljene su tri mjerne stanice na sljedećim lokacijama:  
MM1 mjerna stanica, plato ispred zgrade Opštine Bijeljina,  
MM2 mjerna stanica u ulici Sremska kod prijemne zgrade preduzeća «Panafleks»  
MM3 mjerna stanica u ulici Dimitrija Tucovića, Laboratorija preduzeća «Žitopromet».

Prikaz lokacija mjernih stanica u gradu Bijeljini je dat na slici 1.



Slika 1. Prikaz lokacija mjernih stanica u gradu Bijeljini  
Figure 1. Showing location of measurement stations in the town of Bijeljina

## REZULTATI PRAĆENJA SADRŽAJA SUMPOR DIOKSIDA

Rezultati praćenja sadržaja sumpor dioksida na mjernim stanicama MM1, MM2 i MM3 u vremenu oktobar 2008-mart 2009 su navedeni u tabelama 1 i 2.

Tabela 1. Vrijednosti koncentracija sumpor dioksida na mjernim stanicama u oktobru, novembru i decembru 2008 godine  
Table 1. Values of concentration of sulfur dioxide in the measurement stations in October, November and December 2008 years

SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>											
Datum	Oktobar 2008			Novembar 2008			Decembar 2008			PGV	VV
	MM1	MM2	MM3	MM1	MM2	MM3	MM1	MM2	MM3		
1	18,5	-	-	20,6	48,3	32,4	94,2	113,5	30,9	90	240
2	11,3	-	-	39,8	38,8	55,3	118,7	65,9	69,2	90	240
3	5,4	-	-	23,8	28,5	21,9	208,0	23,0	0,0	90	240
4	7,6	-	-	21,4	115,0	120,9	125,0	66,6	28,4	90	240
5	22,4	-	-	43,2	123,6	204,2	87,2	62,6	43,7	90	240
6	46,0	-	-	48,8	145,1	142,5	98,8	18,8	10,1	90	240
7	52,7	-	-	17,3	185,9	193,9	121,0	0,0	5,7	90	240
8	41,7	-	-	25,3	0	0	144,7	36,9	33,0	90	240
9	32,9	-	-	28,8	0	0	124,5	150,5	113,4	90	240
10	37,9	-	-	97,4	171,0	136,5	93,9	94,6	111,9	90	240
11	17,1	-	-	122,1	138,1	89,5	76,5	12,9	21,8	90	240
12	39,6	-	-	122,1	114,4	158,6	52,5	6,3	5,4	90	240
13	48,1	19,4	-	74,6	96,1	169,1	61,3	12,9	5,4	90	240
14	48,7	2,2	-	132,3	36,8	22,3	56,8	25,7	20,3	90	240
15	66,6	3,1	-	135,6	82,6	73,7	81,6	12,7	10,5	90	240
16	72,1	13,6	-	132,6	53,5	0	70,6	6,3	5,5	90	240
17	43,7	30,4	19,4	133,3	61,6	22,8	80,1	6,4	5,4	90	240
18	40,7	29,4	9,7	138,2	63,7	30,8	107,2	14,2	6,1	90	240
19	91,9	42,2	28,7	145,5	244,2	128,1	126,7	5,9	5,4	90	240
20	133,3	32,7	31,9	128,3	253,3	183,3	134,7	91,6	15,4	90	240
21	105,4	10,5	10,9	135,0	68,2	66,3	109,7	78,3	21,5	90	240
22	56,3	27,5	21,4	70,6	302,7	69,6	164,5	121,2	81,3	90	240
23	105,3	19,9	9,9	99,7	107,5	106,7	133,8	13,2	5,1	90	240
24	54,0	30,5	10,5	60,7	6,4	0	172,1	150,9	68,4	90	240
25	83,3	20,3	-	88,2	0	0	135,0	12,5	0,0	90	240
26	142,2	31,5	-	130,3	174,2	62,2	25,4	6,8	5,3	90	240
27	31,6	10,9	54,6	71,8	133,4	225,4	44,0	82,8	53,8	90	240
28	-	9,3	21,8	53,4	37,4	33,6	88,5	57,6	10,2	90	240
29	-	-	21,2	104,3	80,8	30,6	93,5	61,5	57,6	90	240
30	-	-	5,3	117,0	164,6	68,9	88,2	75,5	63,8	90	240
31	21,2	10,3	21,5				98,9	85,0	71,9	90	240
Prosjeck	52,8	20,2	20,5	85,4	102,5	81,6	104,1	48,6	31,9		
Maksim.	142,2	42,2	54,6	145,5	302,7	225,4	200,8	150,9	113,4		

Tabela 2. Vrijednosti koncentracija sumpor dioksida na mjernim stanicama u januaru, februaru i martu 2009 godine  
Table 2. Values of concentration of sulfur dioxide in the measurement stations in January, February and March 2009 years

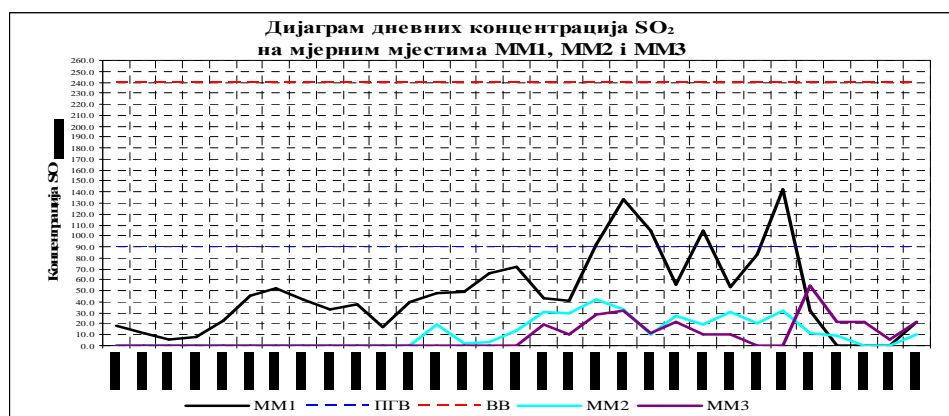
SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup>											
Datum	Januar 2009			Februar 2009			Mart 2009			PGV	VV
	MM1	MM2	MM3	MM1	MM2	MM3	MM1	MM2	MM3		
1	106,8	154,7	55,5	129,6	43,3	43,6	137,4			90	240
2	142,1			81,6	25,5	45,8	109,9	121,7	83,4	90	240

3	203.2			77.9	40.8	34.9	165.9	6.1	5.4	90	240
4	321.6			140.8	151.7	84.5	71.8	5.3	43.5	90	240
5	233.2	29.3	17.2	125.0	105.8	142.1	49.4	83.8	36.3	90	240
6	208.8	35.9	30.6	45.7	167.0	91.9	53.6	6.0	5.6	90	240
7	135.1	51.8	23.0	48.2	158.0	93.3	81.7	6.2	5.7	90	240
8	282.6	93.0	110.7	47.2		92.2	98.5	163.4	136.6	90	240
9	435.0	187.6	94.8	144.0	123.4	109.3	84.3	40.2	5.7	90	240
10	373.7	65.1	114.4	87.1	78.0	87.1	95.0	178.7	142.5	90	240
11	72.6	32.7	49.3	116.1	16.2	11.7	114.2	55.2	11.7	90	240
12	126.3	51.5	88.7	140.8	24.4	91.3	70.5	124.4	108.4	90	240
13	175.8	29.6	69.5	134.7	30.8	60.1	69.1	36.6	5.8	90	240
14	197.1	86.1	74.5	151.6	13.0	89.5	71.9	124.2	106.4	90	240
15	305.5	116.6	69.4	151.7	57.6	76.1	106.9	82.2	48.2	90	240
16	240.4	55.1	44.4	187.7	200.4	150.7	28.2	36.9	11.6	90	240
17	112.3	75.5	45.1	140.9	34.6	35.2	34.9	75.3	69.1	90	240
18	90.7	142.5	163.8	170.0	71.3	35.5	25.9	13.7	5.9	90	240
19	140.2	186.2	141.4	148.5	38.5	74.4	27.9	55.3	47.0	90	240
20	108.8	159.6	193.5	186.3	140.8	42.3	43.3	6.8	5.9	90	240
21	118.4	55.3	64.7	187.1	77.9	140.6	36.9	6.3	5.8	90	240
22	143.9	14.0	11.7	122.6	168.7	120.6	18.0	12.9	5.6	90	240
23	77.6	55.0	34.8	135.4	164.8	170.8	72.5	141.5	150.7	90	240
24	59.3	73.2	70.7	242.8	76.1	54.6	116.2	11.5	5.9	90	240
25	93.8	84.3	65.8	257.0	167.8	122.9	123.9	95.5	47.3	90	240
26	83.4	67.1	47.1	254.6	215.1	145.0	93.6	38.5	6.2	90	240
27	140.9	86.9	103.3	194.1	106.8	47.5	74.9	53.0	56.1	90	240
28	97.1	108.3	90.1	122.7	137.3	119.4	42.9	26.1	23.3	90	240
29	129.8	115	125.9				37.3	7.0	5.4	90	240
30	159.3	40	87.0				50,7	6,8	5,7	90	240
31	115.8	52	93.2				97,9	6,1	5,6	90	240
Prosjek	170.8	79.6	78.7	141.8	97.6	86.2	72.3	54.2	40.1		
Maksim.	435.0	187.6	193.5	257.0	215.1	170.8	165.9	178.7	150.7		

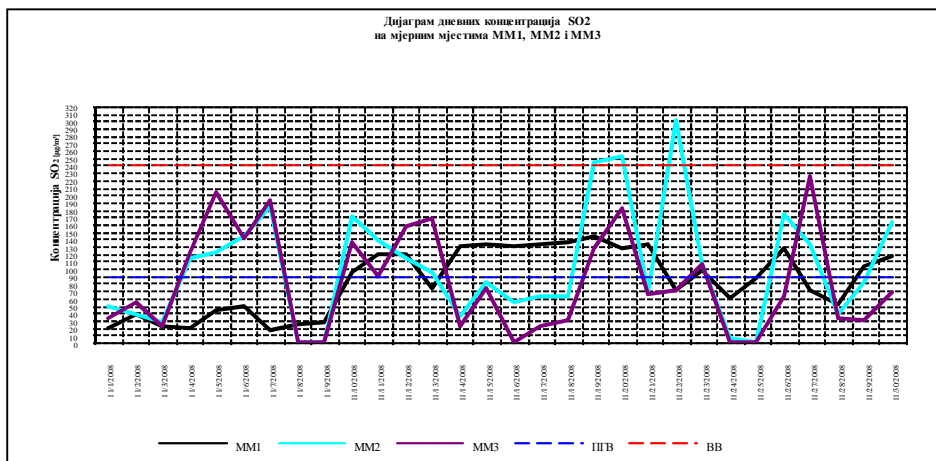
PGV- prosječna godišnja vrijednost (Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha, Službeni glasnik RS br. 39/05)

VV-Visoka vrijednost (Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha, Službeni glasnik RS br. 39/05)

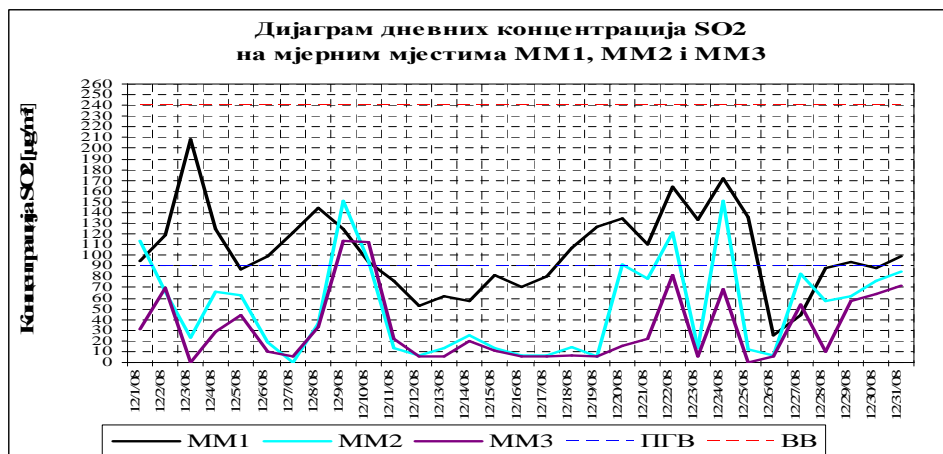
Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor dioksida prema vremenu sadrže slike 2 – 7 i ruže vjetrova u periodu praćenja koncentracija polutanata slika 8.



Slika 2. Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor dioksida prema vremenu za oktobar 2008  
Figure 2. Graphically show the concentration of sulfur dioxide after the time for October 2008



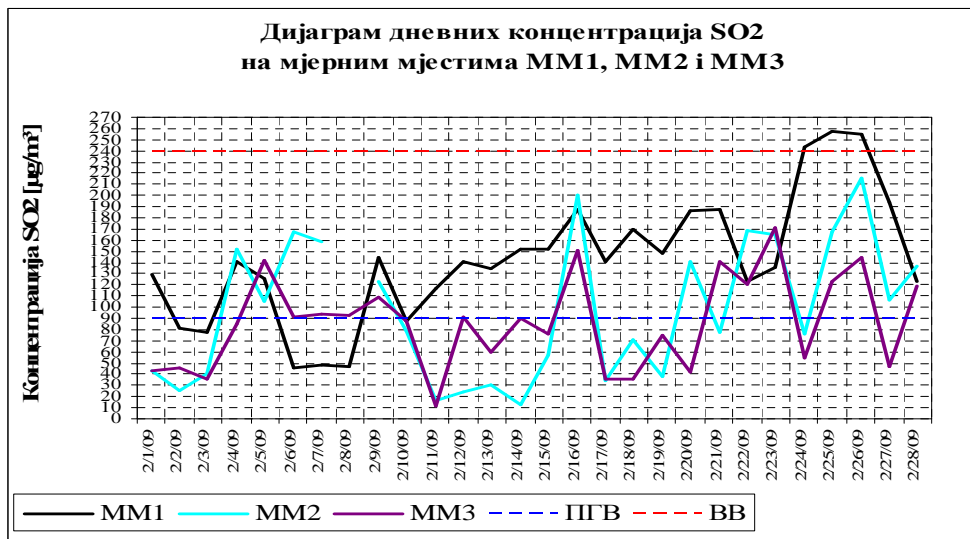
Slika 3. Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor dioksida prema vremenu za novembar 2008  
 Figure 3. Graphically show the concentration of sulfur dioxide after the time for November 2008



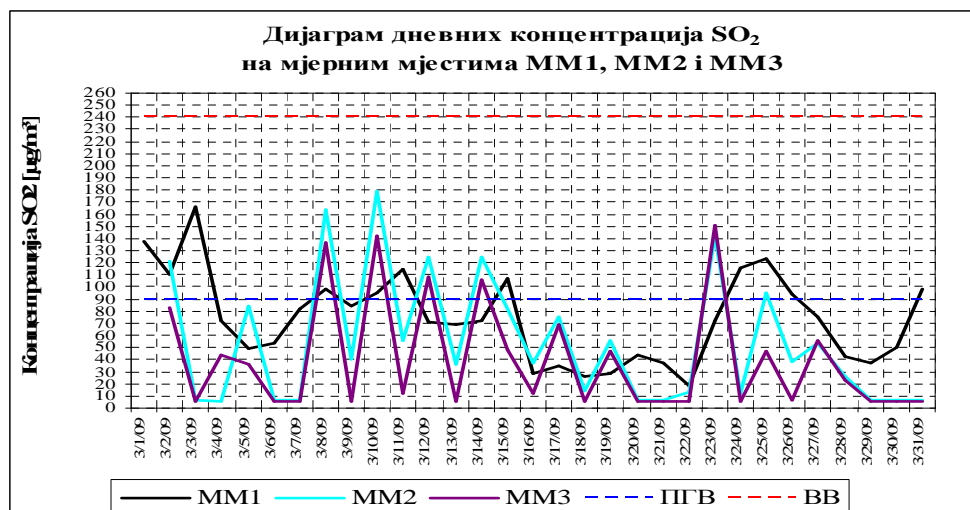
Slika 4. Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor dioksida prema vremenu za decembar 2008  
 Figure 4. Graphically show the concentration of sulfur dioxide after the time for the December 2008



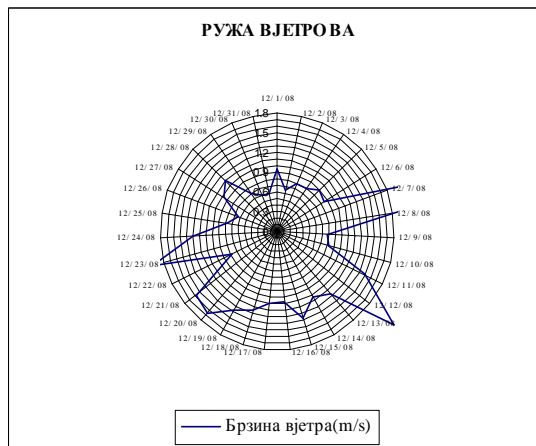
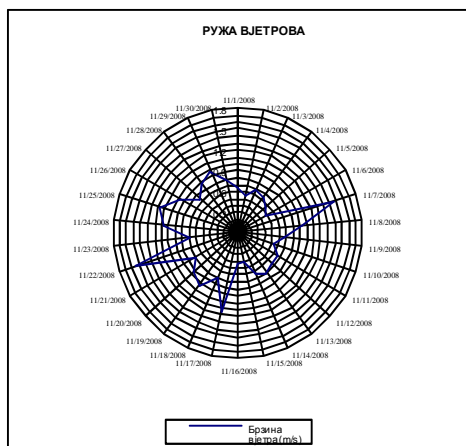
Slika 5. Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor dioksida prema vremenu za januar 2009  
 Figure 5. Graphically show the concentration of sulfur dioxide after the time for January 2009

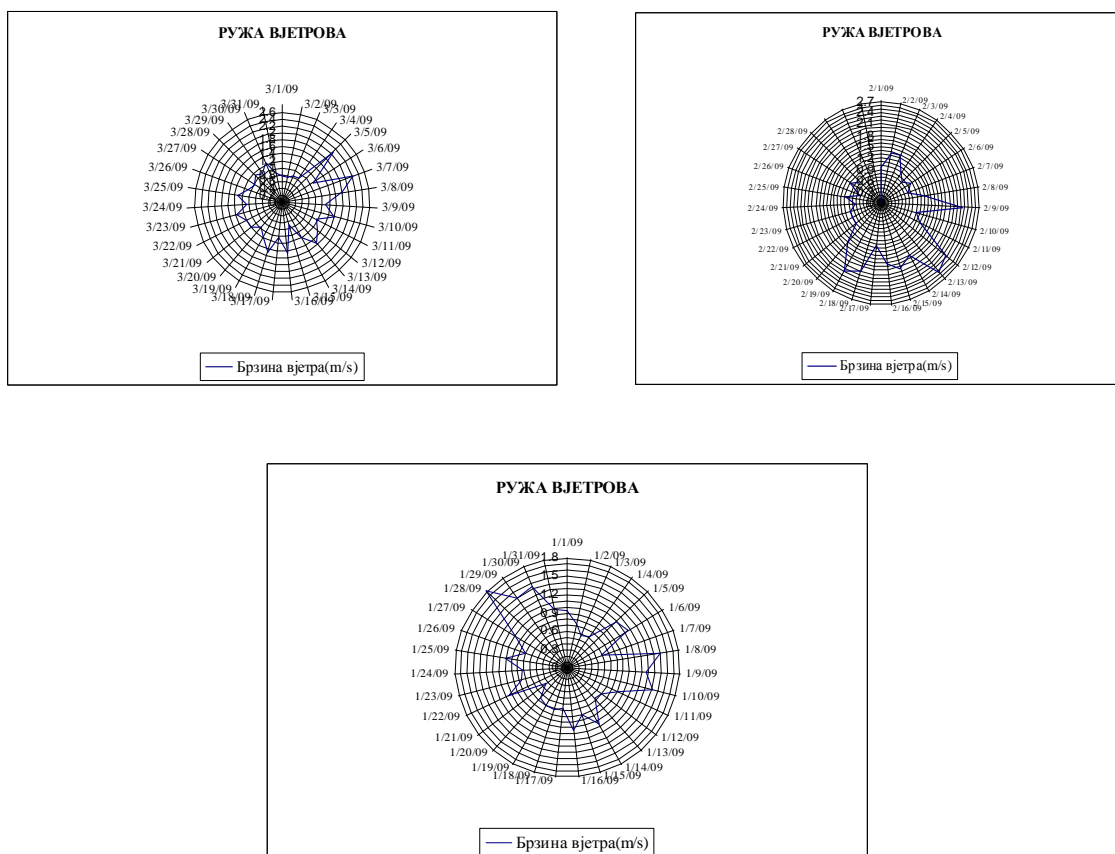


Slika 6. Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor dioksida prema vremenu za februar 2009  
Figure 6. Graphically show the concentration of sulfur dioxide after the time for February 2009



Slika 7. Grafički prikaz odnosa koncentracija sumpor dioksida prema vremenu za mart 2009  
Figure 7. Graphically show the concentration of sulfur dioxide after the time for March 2009





Slika 8. Ruže vjetrova za mjerni period  
Figure 8. Image Wind rose for the period

## RAZMATRANJE DOBIJENIH REZULTATA

Rezultati praćenja sadržaja sumpor dioksida u vazduhu grada Bijeljine pokazuju da su prosječne mjesečne vrijednosti bile u oktobru  $33,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  što je znatno niže od prosječno dozvoljene godišnje vrijednosti ( $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). U mjesecu novembru ta vrijednost je bila  $89,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i niža je od dozvoljene vrijednosti. Slični rezultati su i u mjesecu decembru  $62,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Prosječna mjesečna vrijednost u mjesecu januaru je bila  $109,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , u mjesecu februaru  $108,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i u mjesecu martu  $55,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Prikazane prosječne vrijednosti koncentracija sumpor dioksida u vazduhu pokazuju da su te koncentracije u mjesecima oktobru, novembru, decembru i martu u dozvoljenim granicama, dok su koncentracije u januaru i februaru veće od dozvoljenih, na što utiču i meteorološki uslovi i intenzitet emisije sumpor dioksida u tome periodu.

Prosječne dnevne vrijednosti sumpor dioksida na području grada Bijeljine prelaze dozvoljene vrijednosti u oktobru 2008 godine u toku četiri dana, u novembru u toku 15 dana, u decembru u toku 19 dana, u toku januara 26 dana, februara 22 dana i marta 12 dana.

Ciljne vrijednosti kvaliteta vazduha ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) u mjernom periodu su prekoračene u mjesecu novembru u toku 9 dana, decembru u toku 3 dana, januaru u toku 11 dana, februaru u toku 8 dana i martu u toku 3 dana.

Kada su u pitanju visoke vrijednosti (VV) uočava se da su ove vrijednosti prekoračene u mjesecu novembru u toku 3 dana, januaru u toku 6 dana i februaru u toku 3 dana.



## ZAKLJUČAK

Kvalitet vazduha u području grada Bijeljine u periodu mjerenja (jeseni i zimski period) je nezadovoljavajući kada je u pitanju kriterijum dugotrajnog djelovanja obzirom da prosječne mjesečne koncentracije prelaze dozvoljene godišnje koncentracije u mjesecima novembru, decembru, januaru i februaru. U mjesecima oktobru i martu nema prekoračenja ovih vrijednosti.

Prekoračenje visokih vrijednosti je bilo u toku 6 mjeseci 12 puta, što je više od dozvoljenih 7 puta u toku godine.

Ukupni rezultati praćenja kvaliteta vazduha pokazuju da je grad Bijeljina sa nezadovoljavajućim kvalitetom vazduha, mada ne u obimu u kome bi se očekivalo obzirom na veliki izvor sumpor dioksida koji se nalazi u njenoj blizini. Vjerovatni razlog je visoki dimnjak Termoelektrane Ugljevik tako da je prenošenje i disperzija emitovanog sumpor dioksida ostvareno na većem prostoru i većim udaljenostima.

Neophodno je i dalje nastaviti praćenje kvaliteta vazduha u području Bijeljine i Semberije i raditi na smanjenju emisije sumpor dioksida iz uređaja za toplifikaciju i iz Termoelektrane Ugljevik uvođenjem procesa odsumporavanja dimnih gasova.

## LITERATURA

1. Đuković, J. i saradnici: Studija uticaja na životnu sredinu postrojenja za odsumporavanje dimnih gasova u Termoelektrani Ugljevik, koje se namjerava izgraditi, Tehnološki fakultet Zvornik 2009.
2. Pravilnik o graničnim vrijednostima kvaliteta vazduha (Službeni glasnik RS 39/05)
3. Tehnički institut Bijeljina, Mjerenje aerzagadenja na području grada Bijeljine, Tromjesečni (kvartalni) izvještaj za oktobar, novembar i decembar 2008 godine, januar 2009 godine.
4. Tehnički institut Bijeljina, Mjerenje aerzagadenja na području grada Bijeljine, Tromjesečni (kvartalni) izvještaj za januar, februar i mart 2009 godine, april 2009 godine.
5. Zakon o zaštiti životne sredine (Službeni glasnik RS 28/07).
6. Zakon o zaštiti vazduha (Službeni glasnik RS 53/02).