

ISSN br. 0354-8651



List Saveza energetičara
Broj 3-4 / Godina XVII / Mart 2015.
UDC 627.9

energija

■ ekonomija ■ ekologija

ENERGETIKA 2015



ENERGETIKA 2015.

XXXI međunarodno savetovanje



energija



ekonomija



ekologija

ENERGETIKA 2015.

Pokrovitelji savetovanja

Ministarstvo rudarstva i energetike,
Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja,
Ministarstvo poljoprivrede i zaštite životne sredine,
Ministarstvo privrede
PKS, JP EPS, NIS a. d., JP EMS, JP Srbijagas



SAVEZ ENERGETIČARA

Adresa: 11000 Beograd, Dečanska 5

Telefon: + 381 11 32 26 007

E-mail: savezenergeticara@eunet.rs

www.savezenergeticara.org.rs

ZBORNİK RADOVA

Zlatibor, 24.03. - 27.03.2015

energija

ekonomija ekologija

Energija/Ekonomija/Ekologija

Broj 3-4, mart 2015.

Osnivač i izdavač
Savez energetičara

Predsednik SE
Prof. dr Nikola Rajaković

Sekretar SE
Nada Negovanović

Glavni i odgovorni urednik
Prof. dr Nenad Đajić

Adresa redakcije
Savez energetičara
11000 Beograd
Dečanska 5
tel. 011/322-6007

E-mail: savezenergeticara@EUnet.rs
www.savezenergeticara.org.rs

Kompjuterski prelom EKOMARK
Dragoslav Ješić

Štampa
„Akademska izdanja“,
Beograd

Godišnja pretplata
- 10.000,00 dinara
- za inostranstvo 20.000,00
dinara

Tekući račun SE
broj 355-1006850-61

Radovi su recenzirani uz
tehničku obradu.

Nijedan deo ove publikacije
ne može biti reprodukovana,
presnimavan ili prenošen bez
prethodne saglasnosti Izdavača.

IZDAVAČKI SAVET

Alaksandar Antić,
ministar rudarstva i energetike
dr Srđan Verbić, ministar
prosvete, nauke i tehnološkog
razvoja

Željko Sertić, ministar privrede
Prof. dr Snežana

Bogosavljević - Bošković,
ministar poljoprivrede i zaštite
životne sredine

Prof. dr Branko Kovačević,
dekan ETF

Prof. dr Aleksandar Gajić,
Mašinski fakultet Beograd

Prof. dr Slobodan Stupar,
pomoćnik ministra

Prof. dr Zoran Rajić, državni
sekretar

Dušan Mrakić, ministarstvo
rudarstva i energetike

Ljubo Mačić, dir. Agencije za
energetiku Srbije

Dragan Jovanović, izv. dir.
EPS

dr Kiril Kravčenko, gen.dir.
NIS ad

Aleksandar Obradović,
direktor JP EPS

Aleksej Belov, dir. Bloka
„Energetika“ NIS

Čedomir Ponoćko, dir.
TENT, d.o.o.

Nikola Petrović, gen.dir.
JP EMS

dr Aca Marković, JP EPS
Dušan Bajatović, dir.
JP Srbijagas

Milorad Grčić, dir.
RB Kolubara d.o.o.

Goran Knežević, dir. HE
Đerdap, d.o.o.

Slobodanka Krčevinac,
dir. EDB

Goran Horvat, dir. TE-KO
Kolubara

mr Bogdan Laban, dir.
Elektrovojvodina, d.o.o.

Tomislav Basta, v.d. dir. JP
Transnafta

Srđan Đurović, dir.
Elektrosrbija, d.o.o.

Aleksandar Vlajić, dir.
Obnovljivi izvori EPS

dr Miroslav Malobabić, dir.
JP Srbijagas

Darko Bulatović, dir.
„Jugoistok“ d.o.o.

Sanja Tucaković, dir.
„Centar“, d.o.o.

Dobrosav Arsović, dir.
JKP Novosadska toplana

Zoran Ivančević, dir.
Panonske TE-TO

Vuk Hamović, EFT Group

dr Nenad Popović,
ABS Holding

dr Dragan Kovačević, dir.
Elektrotehnički institut
„Nikola Tesla“

Prof. dr Sanja Vraneš, dir.
Instituta „Mihajlo Pupin“

Borislav Grubor, Instituta za
nuklearne nauke „Vinča“

Prof. dr Milorad Milovančević,
dekan Mašinskog fakulteta
u Beogradu

Prof. dr Dejan Filipović, dekan
Geografskog fakulteta

Prof. dr Šćepan Miljanić, dekan
Fakulteta za fizičku hemiju

Prof. dr Rade Dobroslovački,
dekan Fakulteta tehničkih
nauka u NS

Prof. dr Ivan Obradović, dekan
Rudarsko-geološkog fakulteta
u Beogradu

Prof. dr Jeroslav Živanić,
dekan Tehnički fakultet u
Čačku

Prof. dr Milun Babić, Fakultet
inženjerskih nauka u
Kragujevcu

Dejan Popović, N.O. EPS
Slobodan Babić, Rudnap
Group

Dr Vladimir Živanović, SE

REDAKcioni ODBOR

Prof. dr Ozren Očić

Slobodan Petrović, sekretar
Odbora za energetiku PKS

Radiša Kostić, dir.
Elektroistok-izgradnja

dr Tomislav Simović, dir.
Montinvest ad

Milorad Marković, predsednik
HK Minel

Milan Lončarević, NIS a. d.

Prof. dr Petar Đukić, TMF

Dragan Nedeljković, novinar

Dr Branislava Lepotić, dir.
JP Transnafta

Jelena Vujović, dir. za odnose
s javnošću EPS

Roman Mulić, SE

Simo Bobić, PK Beograda

Nikola Petrović, dir. Energetika
Kragujevac

Ružica Vranjković, novinar

Jelica Putniković, novinar

ees energija

■ ekonomija ■ ekologija

ORGANIZACIONO - PROGRAMSKI ODBOR

Predsednik: Prof.dr Milun Babić, Mašinski fakultet u Kragujevcu

Sekretar: Nada Negovanović, sekretar Saveza energetičara

Članovi:

Prof.dr Беляков Алексей Васильевич, Научно-исследовательский институт» ОАО «ВТИ») – Российская Федерация

Dr Matthias Jochem Mitsubishi Hitachi Power System Europe GmbH, Nemačka

Dr Jean Rizzon, Mitsubishi Hitachi Power System Europe GmbH

Dr Patrick Weckes, Mitsubishi Hitachi Power System Europe GmbH

Prof. dr Miloš Nedeljković, Mašinski fakultet Beograd

Prof. dr Adriana Sida Manea, Politehnica-University of Timisoara, Romania

dr Ivan Souček, Ph. D., Prague Institute of Chemical Technology, Czech Republic

Prof.dr Zoran Rajić, državni sekretar

Prof.dr Slobodan Stupar, pomoćnik ministra

Prof. dr Miloš Banjac, pomoćnik ministra

Prof.dr Branko Kovačević, dekan ETF u Beograd

Prof.dr Aleksandar Gajić, Mašinski fakultet Beograd

Prof.dr Dečan Ivanović, Mašinski fakultet Podgorica

Prof.dr Zdravko N.Milovanović, Mašinski fakultet Banja Luka

Prof.dr Valentino Stojkovski, Mašinski fakultet Skopje

Prof.dr Predrag Popovski, Mašinski fakultet Skopje

Prof.dr Aleksandar Nospal, Mašinski fakultet Skopje

dr Igor Krčmar, Elektrotehnički fakultet Banja Luka

Prof.dr Rade Biočanin, Univerzitet Aperiion Banja Luka

dr Tatjana Luppova, Rusija

dr. D. Seibt, Vattenfall - Nemačka

Prof.dr Nikolaj Ostrovski, Ukrajina

Mihail Cvetkov, Silovije mašini, Rusija

Prof. Daniela Marasova, CSc. Technical university of Kosice Faculty of Mining, Ecology

Prof.dr Dejan Filipović, dekan Geografskog fakulteta

Prof.dr Jeroslav Živanić, dekan Tehničkog fakulteta u Čačku

Prof.dr Slobodan Vukosavić, Elektrotehnički fakultet Beograd

Prof.dr Milan Medarević, dekan Šumarskog fakulteta u Beogradu

Dr Radoslav Raković, Energoprojekt-Entel a.d.

Prof.dr Mirko Komatina, Mašinski fakultet u Beogradu

Ljubo Mačić, Predsednik Agencije za energetiku Srbije

Prof. dr Gordana Dražić, dekan Fakulteta za primenjenu ekologiju - Futura

Prof.dr Ozren Očić, Faculty of International Engineering Management

dr Tomislav Simović, član UO SE

Dr Miodrag Arsić, IMS Beograd

Prof.dr Željko Despotović, IMP

dr Miroslav N.Malobabić, izvršni direktor JP Srbijagas

Prof.dr Nenad Đajić, glavni i odgovorni urednik časopisa ENERGIJA

Prof.dr Vladimir Živanović, Savez energetičara

energija

■ ekonomija ■ ekologija

- [129] J. Krstivojević, M. Đurić
Primena digitalne fazne komparacije u diferencijalnoj zaštiti energetskog transformatora
- [136] S. Spremić
Određivanje sadržaja vode u papiru iz relativnog zasićenja – rezultati za transformatore 35/x Kv
- [142] D. Mojić, S. Vuković, D. Ilić
Specifičnost pojave ferorezonanse
- [147] S. Đurović, V. Ostraćanin
Načini i metode za praćenje stanja metaloksidnih odvodnika prenapona
- [152] V. Šušteršič, M. Babić, S. Savić, D. Gordić, J. Glišović
Podizanje energetske efikasnosti u postrojenjima za tretman otpadnih voda primenom kogeneracije
- [159] M. Jevtić N. Stojnić
Mogućnost primene impulsne elektrohidrodinamike u čišćenju drenova bunara za vodu
- [166] R. Biočanin, T. Milešević, M. Imamović, S. Ketin
Obnovljivi izvori energije u strategiji održivog razvoja
- [176] S. Ilić, M. Stevanović, B. Branković, N. Nešić
Obnovljivi izvori energije kao potencijalna oblast za ulaganje po modelu JPP u Republici Srbiji
- [180] J. Klinko
Neki ograničavajući faktori u široj primeni obnovljivih izvora energije
- [187] Z. Veličković, M. Divković, M. Vuruna, Z. Bajić, R. Karkalić, Lj. Gigović
Brza analiza rizika korišćenjem razvijenih softverskih paketa za simulaciju hemijskih akcidenata
- [192] N. Ivanković, V. Kujović, M. Vuruna, Z. Veličković, R. Karkalić
Utvrđivanje stanja zemljišta u funkciji zaštite ekološkog prostora vojnog poligona „Pasuljanske livade
- [197] N. Jurišević, V. Šušteršič, D. Gordić, M. Babić, N. Rakić, S. Savić, D. Canović
Analiza i monitoring kvaliteta vazduha merne zone Srbija u toku kalendarske 2013.
- [205] R. Stamatović, A. Car
Analiza performansi krovne fotonaponske elektrane
- [210] S. Ilić, M. Delić, D. Ćatić
Analiza uzroka pada performansi FN solarnog sistema korišćenjem FTA metode
- [218] T. Milanov
Prilog oblikovanju prenosnih mreža 400 kV, 220 kV i 110 kV u elektroenergetskom sistemu Srbije i mreža ultravisokog napona Jugoistočne Evrope
- [227] B. Nikolić
Javno – privatno partnerstvo u energetici SAD i aktuelni trenutak domaće elektroprivrede
- [237] L. Radoja
Smanjenje potrošnje energije u zemljoradnji
- [241] S. Ćurčić, S. Vučićević, D. Jović
Raspoloživi energetske potencijali od drvne i biljne biomase sa teritorije Opštine Bajina Bašta
- [248] Š. M. Bajmak
Analiza energetske efikasnosti kompleksnih i kombinovanih sistema snabdevanja toplotnom i rashladnom energijom
- [257] N. Petrović, Č. Mitrović, G. Vorotović
Karakterizacija primarnih otpora vetroturbine sa aspekta integracije empirijskih podataka u direktna analitička rešenja
- [262] S. Savić, M. Babić, V. Šušteršič, D. Gordić, D. Vojinović
Primena kogeneracije u industriji piva u cilju podizanja energetske efikasnosti

Небојша Јуришевић, Вања Шуштершич, Душан Гордић,
Милун Бабић, Никола Ракић, Слободан Савић, Душан Цановић
Факултет инжењерских наука, Крагујевац

UDC:504.06 : 628.511

Анализа и мониторинг квалитета ваздуха мерне зоне Србија у току календарске 2013.

РЕЗИМЕ

Загађење ваздуха у великој мери утиче на квалитет живота и стање екосистема једног поднебља. Праћење стања квалитета ваздуха у Србији је деценијама стара пракса, а спроводи се двадесетчетворочасовним аутоматским и мануелним мерењима надлежних институција. У овом раду анализирани су резултати мерења имисионих материја (SO_2 , NO_2 и чађи) са мерних места унутар мерне зоне Србија одређене чланом 5. Закона о заштити ваздуха, Уредбом о одређивању зона и англомерација на територији Републике Србије, за календарску 2013.г. Резултати мануелних мерења прикупљени су из 14 градова и са 32 мерна места, сортирани су и статистички обрађени ради одређивања и поређења просечних годишњих показатеља загађености, као што су просечна годишња концентрација, медијана, број дана са концентрацијом честица преко граничних и толерантних вредности, као и ради одређивања индекса квалитета ваздуха на основу измерених просечних дневних вредности.

Кључне речи: квалитет ваздуха, аерозагађење, имисионе материје

ABSTRACT

Air pollution in general has great impact on life quality and condition of ecosystem. Air quality monitoring is a decades old tradition in Serbia conducted by 24 hour automatic and manual sampling carried out by several institutions that implement the requirements of proscribed regulations. Imission results of SO_2 , NO_2 and soot in the territory of measure zone Serbia defined by article 5 of Law on Air Protection, Regulation of zoning and agglomerations in the Republic of Serbia, for 2013th are analyzed in this paper. Results of manual measures collected in 14 cities and 32 measuring places are sorted and statistically processed so defining of average annual values such as average annual concentration, median of concentration, number of days above the limit and tolerant values can be done. Index of air quality is determined for all places that have provided results of average day imissions.

Key words: air quality, air pollution, imission pollutants

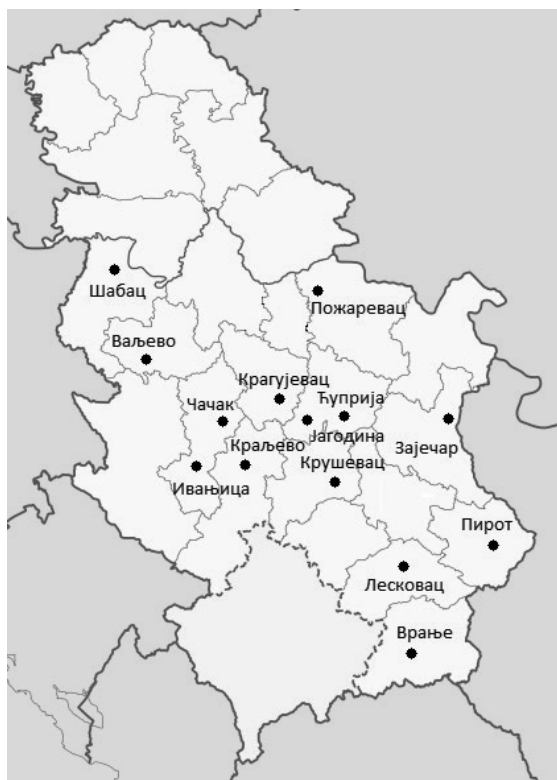
УВОД

Свакодневне људске активности, а поготову онекоје прате индустријски развој и повећање животног стандарда једног друштва као целине, узрокују емисију различитих хемијских агенаса, хемикалија, гасова, аеросоли и других честичних материја у ваздух. Присуство и концентрација ових материја у ваздуху одређују његов квалитет, а градови као центри индустријског развоја и делатности и урбане екумене заједнице за које се определило око 75% [1] европског становништва су најизложенији негативним ефектима.

Циљ истраживања је одређивање и упоређивање појединих показатеља загађености ваздуха анализом просечних годишњих резултата мануелних мерења имисионих честица у градовима зоне Србија спроведених у оквиру Института за јавно здравље Крагујевац и Завода за јавно здравље градова Шабац, Ваљево, Пожаревац, Краљево, Крушевац, Њуприја, Чачак, Ужице, Зајечар, Пирот, Лесковац и Врање, за период календарске 2013. године.

Градови са бројем мерних места и њиховим локацијама су приказани у *табели 1*.

У даљем раду локација мерног места ће бити обележена бројем уз име града.



Слика 1. - Градови мерне зоне Србија

МЕТОДЕ И МАТЕРИЈАЛ

Прикупљени подаци су добијени мануелним методама мерења коришћењем мерне опреме Института и Завода за јавно здравље градова Републике Србије.

Мерења су рађена у лиценцираним лабораторијама према предвиђеним стандардима. Метода мерења сумпор диоксида је спектрофотометријска са тетрахлормеркуратом и паразалином. За одређивање масене концентрације азот диоксида коришћена је модификована Грис Салцманова метода. Одређивање концентрације чађи у ваздуху врши се рефлектометријском методом.

Иако се према Уредби о условима за мониторинг и захтевима за квалитета ваздуха мануелне методе мерења не сматрају референтним [2], могу се користити уколико се докаже да су резултати добијени на овај начин еквивалентни оним добијеним референтним методама [3].

Критеријум оцењивања квалитета ваздуха на основу измерених вредности концентрација загађивача извршен је у складу са Уредбом о условима за мониторинг и захтевима квалитета ваздуха (табела 2).

Табела 1. - Град, број и локација мерног места [4-15]

Град	#	Локација мерног места
Šabac	1	Касарна Šabac
Šabac	2	ЈКП „Стари Град“ – Улица Војводе Јанка Веселиновића бб
Šabac	3	Топлана, Бенска бара – Ђуре Јакшића 1
Valjevo	1	Обданиште „Звончић“ – Улица Владе Даниловића (центар града)
Valjevo	2	Обданиште „Пчелица“ – Насеље V Пук
Valjevo	3	Обданиште „Колибри“ – Насеље Ново Ваљево
Požarevac	1	Централна апотека – Моше Пијаде 4
Požarevac	2	Брадарац, Пошта – Јована Шербановића 3
Požarevac	3	ОШ „Краљ Александар“ – Симе Симића 3
Požarevac	4	Железничка станица – Кнез Милошев венац бб
Kragujevac	1	ОШ „Мирко Јовановић“ – Незнаог Јунака 8
Kragujevac	2	Обданиште „Чуперак“, Илићево – 19. Октобра бб.
Kragujevac	3	Институт за јавно здравље – Николе Пашића 1
Kragujevac	4	Пивара – Здравствена станица бр. 3 – Цара Душана 16
Kragujevac	5	ЈКП Чистоћа – Индустриска 12
Kragujevac	6	Енергетика ДОО – Косовска 4А
Ђуприја	1	Завод за јавно здравље Ђуприја „Поморавље“ Ул. М. Новаковића 78
Јагодина	1	Општина, Улица Краља Петра I, бр. 6
Čačak	1	Центар Града – Коста Новаковић
Čačak	2	Саобраћајна Зона – Путеви
Ivaňica	1	Дом Здравља – 13. Септембра
Ivaňica	2	Техничка школа – Улица Бранислава Нушића
Kraljevo	1	Завод за јавно здравље Краљево – Слободана Пенезића 16
Kraljevo	2	Пљакин шанац
Kraljevo	3	Скупштина града Краљева – Цара Лазара б3
Kraljevo	4	Рибница, Дом здравља – Излетничка бб.
Kruševac	1	Трг Младих - Косанчићева 36
Kruševac	2	Ветеринарска станица Крушевац, Бивоље, Мићуна Павловића 23
Zaječar	1	„Електротимок“ – Улица Генерала Гамбете 84
Piroт	1	Индустриска зона
Leskovaц	1	Технолошки факултет – Булевар Ослобођења 124
Vranje	1	Завод за јавно здравље Врање – Леџинова 1

Табела 2. - Граничне и толерантне вредности загађивача [2]

Загађујућа материја, [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Период усредњавања	ГВ (гранична вредност)	Не сме да буде прекорачена више од X пута у календарској години	ТВ (толерантна вредност) (ГВ + граница толеранције)	2012	2013	2014	2015	2016	Оцењивања	
										Доња граница	Горња граница
Сумпор диоксид (SO_2)	1h	350	24 x	500	470	440	410	380	350	-	-
	24h	125	3 x	125						50	75
	Календарска год.	50	-	50						-	-
Азот диоксид (NO_2)	1h	150	18 x	225	217,5	210	202,5	195	187,5	75	105
	24h	85	-	125	121	117	113	109	105	-	-
	Календарска год.	40	-	60	58	56	54	52	50	26	32
Чађ	24h	50		75							
	Календарска год.	50		75							

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Статистички обрађени резултати мерења имисионих материја приказани су табеларно и графички. За свако мерно место са доступним резултатима просечних дневних мерења одређен је индекс квалитета ваздуха SAQI_11 у току године.

Сумпор диоксид (SO_2)

Просечна годишња концентрација сумпор диоксида на посматраним мерним местима, максималне и минималне дневне вредности, медијана, број дана преко граничних и толерантних вредности, као и индекс квалитета ваздуха SAQI_11 у погледу концентрација SO_2 , приказани су у табели 3.

Дневна гранична (ГВ) и толерантна (ТВ) вредност имисије сумпор диоксида је $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [2] (табела 2). Највећи број прекорачења, 7 и 6, измерен је у Шапцу на мерним местима 1 и 2 [4] (табела 3). Највиша средња годишња концентрација достигнута је у

Пожаревцу (2) $26,26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [6], а најнижа у Чачку (2) $2,82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [9]. Максимална дневна концентрација је измерена 19. децемба у Јагодини (1) $143,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [8], а минимална у Лесковцу (1) $0,83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 21. и 22. јануара [14]. Према индексу квалитета ваздуха у погледу концентрације сумпор диоксида најквалитетнији ваздух имали су градови Чачак, Ивањица, Пирот, Лековац и Врање, где је током целе године ваздух био у категорији „Одличан“.

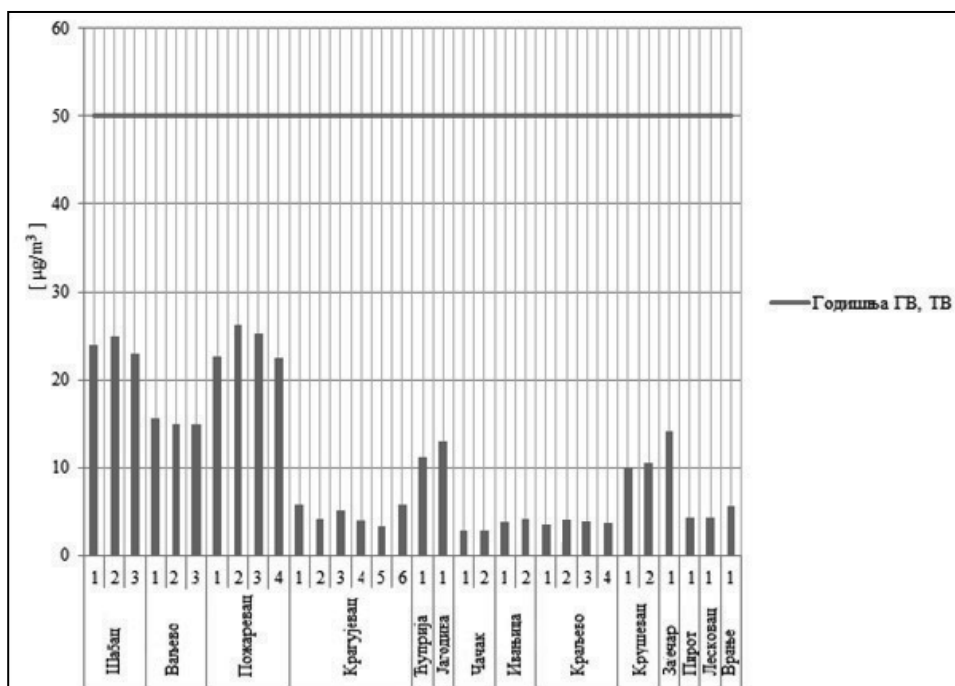


График 1. - Средња годишња вредност концентрације SO_2

Табела 3. - Имисиона мерења сумпор диоксида – статистички подаци [4-15]

Јединица:		[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[-]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[-]	[-]	Учесталост класа квалитета ваздуха [%] на основу измерених средњих дневних концентрација [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Загађујућа материја:		Број мерних дана у години	Средња годишња вредност	Медијана (C50)	Максимална измерена вредност	Минимална измерена вредност	Број дана преко ГВ	Број дана преко ТВ	Одличан	Добар	Прихваћлив	Загађен	Јако загађен
Град	#								0 – 50	50,1 - 75	75,1 - 125	125,1 – 187,5	> 187,5
Шабац	1	340	24	23	71	5.6	7	7	-	-	-	-	-
Шабац	2	315	25	24	60	6.6	6	6	-	-	-	-	-
Шабац	3	310	23	21	58	5.8	1	1	-	-	-	-	-
Ваљево	1	255	15.57	13	64	11	0	0	98.43	1.57	0	0	0
Ваљево	2	263	14.95	11	59	11	0	0	99.24	0.76	0	0	0
Ваљево	3	290	14.9	11	89	8	0	0	98.97	0.34	0.69	0	0
Пожаревац	1	356	22.61	15	116	5	0	0	91.58	6.74	1.68	0	0
Пожаревац	2	364	26.26	21.5	135	6	1	1	92.31	6.32	1.1	0.27	0
Пожаревац	3	365	25.21	20	97	6	0	0	90.96	6.3	2.74	0	0
Пожаревац	4	365	22.43	17	110	6	0	0	92.06	6.57	1.37	0	0
Крагујевац	1	365	5.74	4	61	1	0	0	98.9	1.1	0	0	0
Крагујевац	2	359	4.17	2	50	1	0	0	100	0	0	0	0
Крагујевац	3	365	5.2	4	57	1	0	0	99.18	0.82	0	0	0
Крагујевац	4	365	4	3	25	1	0	0	100	0	0	0	0
Крагујевац	5	365	3.4	2	23	1	0	0	100	0	0	0	0
Крагујевац	6	353	5.75	3	48	1	0	0	100	0	0	0	0
Ђуприја	1	318	11.27	10	135.5	10	1	1	97.18	0.94	1.57	0.31	0
Јагодина	1	327	13.04	10	143.3	8.33	2	2	96.33	1.53	1.53	0.61	0
Чачак	1	330	2.85	2	24	1	0	0	100	0	0	0	0
Чачак	2	358	2.82	2	16	1	0	0	100	0	0	0	0
Ивањица	1	365	3.77	3	19	1	0	0	100	0	0	0	0
Ивањица	2	365	4.16	3	22	1	0	0	100	0	0	0	0
Краљево	1	365	3.62	4.77	5.14	0.17	0	0	100	0	0	0	0
Краљево	2	365	4.12	5	5.9	0.47	0	0	100	0	0	0	0
Краљево	3	365	3.93	5	0.87	0.6	0	0	100	0	0	0	0
Краљево	4	365	3.98	5	5.65	0.6	0	0	100	0	0	0	0
Крушевац	1	333	10	7.7	65.9	2	0	0	99.07	0.3	0	0	0
Крушевац	2	335	10.5	8.5	44.2	2	0	0	100	0	0	0	0
Зајечар	1	338	14.09	3	140.6	0.46	1	1	97.05	1.77	0.89	0.29	0
Пирот	1	330	4.36	4	12.5	4	0	0	100	0	0	0	0
Лесковац	1	340	4.3	2.5	21.3	0.8	0	0	100	0	0	0	0
Врање	1	365	5.6	4.6	25.9	2.8	0	0	100	0	0	0	0

Градови са релативно високом просечном концентрацијом сумпор диоксида и оствареним прекорачењима граничних толерантних вредности имају релативно јако развијену индустрију. Шабац је град хемијске индустрије а у близини Пожареваца се налази термоелектрана Костолац. Градови са релативно слабом индустријом и већим надморским висинама су имали одличан квалитет ваздуха у току целе године.

Годишња гранична (ГВ) и толерантна (ТВ) вредност имисије сумпор диоксида је $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ [2]. Са *графика 1* се може видети да ни на једном посматраном мерном месту нису прекорачене прописане вредности.

Азот диоксид (NO_2)

Просечна годишња концентрација азот диоксида на посматраним мерним местима, максималне и

Табела 4. - Имисиона мерења азот диоксида – статистички подаци [4-15]

Јединица:		[-]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[-]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[-]	[-]	Учесталост класа квалитета ваздуха [%] на основу измерених средњих дневних концентрација [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Загађујућа материја:		Број мерних дана у години	Средња годишња вредност	Медијана (С50)	Максимална измерена вредност	Минимална измерена вредност	Број дана преко ГВ	Број дана преко ТВ	0 – 42.5	42.6 - 60	60,1 - 85	85,1 – 125	Јако загађен > 125
NO ₂	Град												
Шабац	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Шабац	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Шабац	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ваљево	1	255	18.9	18	51	3	0	0	97.26	2.74	0	0	0
Ваљево	2	263	19.8	17	58	3	0	0	96.2	3.8	0	0	0
Ваљево	3	290	18.4	14	70	4	0	0	94.49	5.17	0.34	0	0
Пожаревац	1	356	59.2	51	201	5	54	13	25.37	37.6	21.9	12.6	2.53
Пожаревац	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пожаревац	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Пожаревац	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Крагујевац	1	365	18	17	63	1	0	0	96.71	1.92	1.37	0	0
Крагујевац	2	357	15.2	12	66	2	0	0	97.76	1.12	1.12	0	0
Крагујевац	3	365	31.5	32	96	6	1	0	78.59	18.4	2.74	0.27	0
Крагујевац	4	365	20.9	18	83	6	0	0	96.17	2.74	1.09	0	0
Крагујевац	5	365	18.8	17	71	3	0	0	97.54	2.19	0.27	0	0
Крагујевац	6	362	19.4	16	81	4	0	0	93.1	5.8	1.1	0	0
Ђуприја	1	318	13.1	12.15	66	2	0	0	98.75	0.94	0.31	0	0
Јагодина	1	331	12.8	12.15	45.4	2	0	0	100	0	0	0	0
Чачак	1	329	46.5	40	162	3	28	2	54.4	8.2	29.2	7.59	0.61
Чачак	2	355	21.9	19	81	1	0	0	92.4	5.91	1.69	0	0
Ивањица	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ивањица	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Краљево	1	365	30.7	33.03	55.58	1	0	0	-	-	-	-	-
Краљево	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Краљево	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Краљево	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Крушевац	1	352	22.6	17	104.4	2	1	0	96.61	1.13	1.98	0.28	0
Крушевац	2	346	18.6	14.3	78.9	2	0	0	97.11	2.02	0.87	0	0
Зајечар	1	336	14.7	14.85	28.66	3.7	0	0	100	0	0	0	0
Пирот	1	347	11.2	10.4	54.4	6	0	0	99.71	0.29	0	0	0
Лесковац	1	337	37.8	34.3	98.12	3.1	4	0	65.21	21.1	12.5	1.19	0
Врање	1	365	25.4	13.95	117.9	5.2	11	1	85.22	6.57	5.2	3.01	0

минималне дневне вредности, медијана, број дана преко граничних и толерантних вредности, као и индекс квалитета SAQI₁₁ у погледу концентрације NO₂ ваздуха приказани су у *табели 4*.

Дневна гранична вредност (ГВ) имисије азот диоксида је 85 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*табела 2*), а толерантна (ТВ) 117 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [2]. Највише дана са граничним прекорачењима, 54 и 11, било је у Пожаревцу (1)

[6] и Чачку (1) [9], а на истим мерним местима су прекорачене и дневне толерантне вредности 13 и 2 пута, респективно. Максимална дневна концентрација је измерена 23. децембра у Пожаревцу (1) 201 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ [6]. Према индексу квалитета ваздуха у погледу концентрације азот диоксида најквалитетнији ваздух имао је град Пирот где је у 99.71% мерних дана у току године ваздух био категорије „Одличан“.

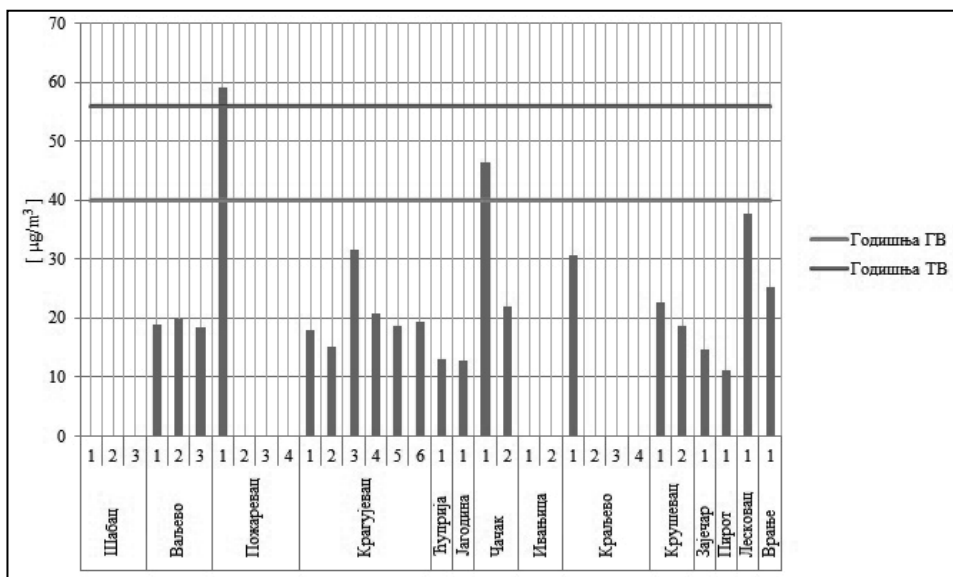


График 2. - Средња годишња вредност концентрација NO₂

Годишња гранична вредност (ГВ) имисије азот диоксида је 40 µg/m³, а толерантна (ТВ) 56 µg/m³ [2]. Толерантна годишња вредност је прекорачена на мерном месту Пожаревац (1) 59,2 µg/m³ [6], а гранична на овом и мерном месту Чачак (1) 46,5 µg/m³ [9]. Главни разлог повећане концентрације оксида азота у Пожаревцу је непосредна близина термоелектрана Костолац, док у Чачку специфичан географски положај града онемогућава проветравање испарења продуката сагоревања транзитног саобраћаја који пролази кроз град.

На мерним местима Шабац (1,2,3) [4], Пожаревац (2,3,4) [6], Ивањица (1,2) [9] и Краљево (2, 3,4) [10] дневна мерења концентрације сумпора нису рађена.

Чађ

Просечна годишња концентрација чађи на посматраним мерним местима, максималне и

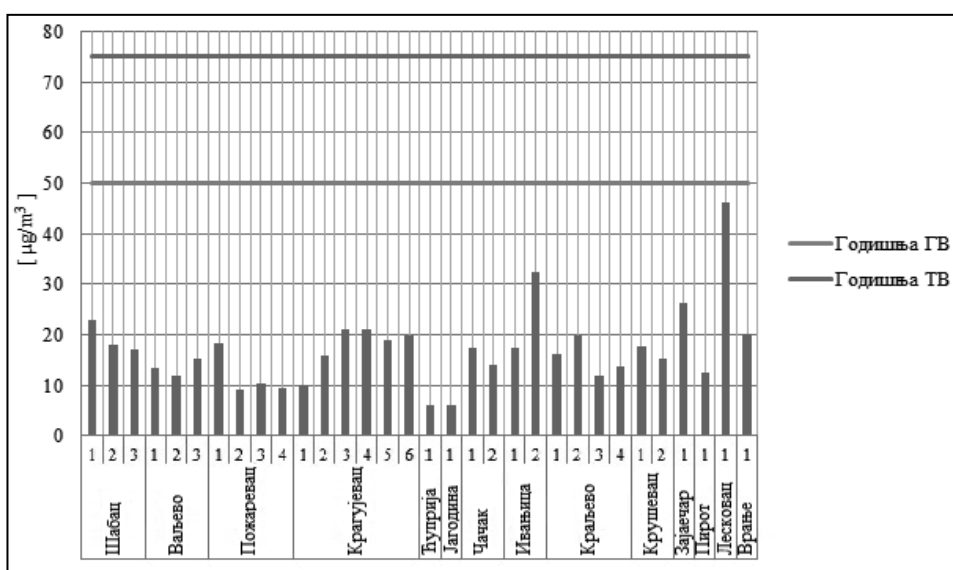


График 3. - Средња годишња вредност концентрација чађи у ваздуху

минималне дневне вредности, медијана, број дана преко граничних и толерантних вредности, као и индекс квалитета ваздуха SAQI₁₁ у погледу концентрације чађи приказани су у табели 5.

Дневна гранична вредност (ГВ) имисије чађи је 50 µg/m³, а толерантна (ТВ) 75 µg/m³ [2] (табела 2). Највише дана са прекорачењем граничних вредности било је у Лесковцу (1) 104 [14], док у Шапцу (2,3) [4], Крагујевцу (1) [7], Јагодина (1) [8], Ђуприји (1) [8] није било ни једног дана са прекорачењем граничне вредности. Највише дана са прекорачењем толерантних вредности остварено је у Лековцу (1) 48 [14], док у Шапцу (1,2,3) [4], Пожаревцу (1) [6], Крагујевцу (1,4) [7], Ђуприји (1) [8], Јагодина (1) [8] и Пироту (1) [13], није било ни једног дана са прекорачењем прописане толерантне вредности.

Максимална дневна концентрација је измерена 28. јануара у Лесковцу (1) 236 µg/m³ [14] (табела 5). Сва прекорачења у граду Лесковцу измерена су у периоду грејне сезоне, услед неадекватног третмана продуката сагоревања угља у градској топлани и специфичног географског положаја града који онемогућава ефикасно проветравање.

Према индексу квалитета ваздуха у погледу концентрације честица чађи у ваздуху најквалитетнији ваздух у току године је забележен на мерном месту Крагујевац (1) са 98,36% мерних дана са класом „Одличан“.

Годишња гранична вредност (ГВ) имисије честица чађи је 50 µg/m³, а толерантна (ТВ) 75 µg/m³ [2]. Ни на једном мерном месту нису измерена прекорачења прописаних граничних и толерантних годишњих вредности.

Закључак
У процени о глобалном оптерећењу болести Светске здравствене организације [16] утврђено је да 6,7% укупног морталитета, при чему

Табела 5. - Имисија чађи – статистички подаци [4-15]

Јединица:		[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[-]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	[-]	[-]	Учесталост класа квалитета ваздуха [%] на основу измерених средњих дневних концентрација [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]				
Загађујућа материја:		Број мерних дана у години	Средња годишња вредност	Медијана (C50)	Максимална измерена вредност	Минимална измерена вредност	Број дана преко ГВ	Број дана преко ТВ	Одличан	Добар	Прихватљив	Загађен	Јако загађен
Град	#								0 – 25	25,1 – 35	35,1 – 50	50,1 – 75	> 75
Шабац	1	340	23	21	73	10	19	0	-	-	-	-	-
Шабац	2	315	18	17	45	8	0	0	-	-	-	-	-
Шабац	3	310	17	15	44	7.6	0	0	-	-	-	-	-
Ваљево	1	255	13.47	7	70	2	9	1	85.09	6.27	5.49	2.74	0.39
Ваљево	2	263	11.96	4.5	102	2	7	3	90.12	4.56	2.66	1.52	1.14
Ваљево	3	290	15.34	5	196	2	18	10	87.24	2.41	4.14	2.76	3.45
Пожаревац	1	356	18.38	13.5	119	6	26	0	82.3	5.9	8.43	3.37	0
Пожаревац	2	364	9.09	6	84	4	4	1	95.89	1.65	1.37	0.82	0.27
Пожаревац	3	365	10.34	6	78	6	4	-	95.63	1.64	1.64	0.82	0.27
Пожаревац	4	365	9.34	6	81	6	5	-	95.08	2.19	1.09	1.37	0.27
Крагујевац	1	365	10	8	33	2	0	0	98.36	1.64	0	0	0
Крагујевац	2	358	16	12	92	4	9	3	82.69	8.38	6.42	1.67	0.84
Крагујевац	3	365	21	18	76	5	7	1	77.27	13.7	7.12	1.64	0.27
Крагујевац	4	365	21	18	64	3	10	0	74.8	13.15	9.31	2.74	0
Крагујевац	5	365	19	16	77	3	12	1	74.54	15.61	6.3	3.28	0.27
Крагујевац	6	359	19.93	16	92	3	19	4	75.22	12.53	6.96	4.18	1.11
Ђуприја	1	318	6.14	6	37	6	0	0	100	0	0	0	0
Јагодина	1	331	6.14	6	37	6	0	0	98.79	1.21	0	0	0
Чачак	1	330	17.43	11	93	5	20	2	79.71	8.48	5.76	5.45	0.6
Чачак	2	358	13.95	5	104	3	12	6	86.87	5.86	4.19	1.4	1.68
Ивањица	1	365	17.42	11	95	5	15	4	80.01	10.96	5.75	2.19	1.09
Ивањица	2	365	32.43	25	139	1	64	27	56.17	10.96	16.7	8.77	7.4
Краљево	1	365	16.13	9.61	78.3	2	5	0	-	-	-	-	-
Краљево	2	365	19.8	9.68	102.64	5.8	30	0	-	-	-	-	-
Краљево	3	365	11.98	7.67	40.22	0.9	2	0	-	-	-	-	-
Краљево	4	365	13.79	7.7	33.81	3.1	6	0	-	-	-	-	-
Крушевац	1	345	17.8	12.5	134.3	2.4	25	6	82.31	7.83	2.61	5.51	1.74
Крушевац	2	351	15.4	12.05	112	4.6	7	2	89.75	4.56	3.7	1.42	0.57
Зајечар	1	331	26.33	10.47	184.57	6.2	21	8	78.56	7.85	6.65	4.53	2.41
Пирот	1	361	12.51	9.2	84.9	0	12	2	88.92	3.88	3.88	2.77	0.55
Лесковац	1	337	46.32	40.7	236.6	6.8	104	48	28.51	14.54	26.1	16.6	14.24
Врање	1	365	20.35	9.05	156.2	8.3	33	19	79.74	4.38	5.48	5.2	5.2

15% смртности за случај рака плућа, 11% смртности за случајеве опструктивно хроничних плућних болести, 13% за случај респираторних инфекција и преко 20% заслучајеве срчаних обољења узроковано загађењем амбијенталног ваздуха. Због тога, контрола, закони и мере унапређења и одржавања квалитета ваздуха имају битну улогу у очувању здравља и квалитета људског живота. На основу резултата мерења може се видети да показатељи загађености у посматраним градовима зони

Србија нису увек били у прописаним границама. Било је прекорачења граничних и толерантних вредности испитаних имисионих материја у ваздуху, при чему 623 прекорачења граничних и 183 толерантних вредности. Највише прекорачења је забележено у зимским месецима грејне сезоне, и током временских прилика без ветра, због повећане концентрације чађи, 505 преко граничне и 148 преко толерантне вредности. Из анализираних резултата може се закључити да главне загађиваче

ваздуха у посматраним градовима зоне Србија представљају градске топлане и термоелектране. Пооштравање постојећих регулатива и постепено спуштање граница толеранције до 2021. г. као и модернизација топлана и термоелектрана или њихов прелаз на друге облике горива могу имати позитиван утицај на квалитет ваздуха мерне зоне Србија.

ЗАХВАЛНИЦА

Овај рад је настао као резултат истраживања на пројекту „Истраживање когенерационих потенцијала у комуналним и индустријским енерганама Републике Србије и могућности за ревитализацију постојећих и градњу нових когенерационих постројења (Ш 42013)“ које је финансирао Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Urban sprawl in Europe The ignored challenge, European Environment Agency Kongens Nytorv 6, 1050 Copenhagen K Denmark;
- [2] Уредба о условима за мониторинг и квалитет ваздуха, Служабени гласник републике Србије 11/2010, 75/2010, 63/2013;
- [3] Годишњи извештај о стању квалитета ваздуха у Републици Србији 2012. године, Република Србија, Министарство енергетике, развија и заштите животне средине;
- [4] Квалитет ваздуха на територији града Шапца у 2013.г. (годишњи извештај), Завод за јавно здравље Шабац, Јована Цвијића 1, 15000 Шабац;
- [5] Резултати физичко-хемијског испитивања квалитета ваздуха за 2013.г., Завод за јавно здравље Ваљево, Владике Николаја 5, 14000 Ваљево;
- [6] Месечни извештаји о испитивању садржаја сумпор диоксида, чађи и азот диоксида у ваздуху за 2013.г., Завод за јавно здравље Пожаревац, Јована Шербановића 14, 12000 Пожаревац;
- [7] Резултати мерења концентрације имисионих честица у ваздуха за 2013.г., Институт за јавно здравље Крагујевац, Николе Пашића 1, 34000 Крагујевац;
- [8] Извештај о контроли квалитета ваздуха за Ћуприу и Јагодину у оквиру државне мреже за 2013.г., Завод за јавно здравље Ћуприја, Миодрага Новаковића 78, 35230 Ћуприја;
- [9] Месечни извештаји о контроли квалитета ваздуха за 2013.г., Завод за јавно здравље Чачак, Веселина Миликића 7, 32000 Чачак;
- [10] Годишњи извештај квалитета ваздуха за 2013.г., Завод за јавно здравље Краљево, Слободана Пенезића 16, 36000 Краљево;
- [11] Годишњи извештај о испитивању узорака амбијенталног ваздуха за 2013.г., Завод за јавно здравље Крушевац, Војводе Путника 2, 37000 Крушевац;
- [12] Извештај о квалитету ваздуха у Зајечару за 2013.г., Завод за јавно здравље Тимок, Трг Ослобођења 1, 19000 Зајечар;
- [13] Годишњи резултати испитивања имисије из ваздуха, Завод за јавно здравље Пирот, Кеј бб, 18000 Пирот;
- [14] Квалитет ваздуха на територији града Лесковца за 2013.г., Завод за јавно здравље Лесковац, Максима Ковачевића 11, 16000 Лесковац;
- [15] Годишњи извештај за 2013.г. о концентрацији SO₂, NO₂ и честица чађи у ваздуху, Завод за јавно здравље Врање, Лењина 1, 17000 Врање
- [16] Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012, Public Health, Social and Environmental Determinants of Health Department, World Health Organization, 1211 Geneva 27, Switzerland;