

PREKORAČENJA GV PM10 – STANJE KVALITETA VAZDUHA U SRBIJI I EU

Originalni naučni rad
Andelka RADOSAVLJEVIĆ,
Tihomir POPOVIĆ, Lidija MARIĆ i
Biljana JOVIĆ
 Agencija za zaštitu životne sredine –
 Ministarstvo poljoprivrede i zaštite
 životne sredine Republike Srbije

Po analizama rezultata monitoringa kvaliteta vazduha u državnoj mreži za praćenje stanja kvaliteta vazduha, sadržanih u Izveštajima o stanju kvaliteta u Republici Srbiji, kao i publikovanim radovima (Popović, Jović i Marić 2013a; 2013b) čestično zagađenje ima dominantni uticaj na kvalitet vazduha. Po Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha („Sl. gl. RS”, broj 11/10 i 75/10), koja predstavlja implementaciju EU regulative i prakse u domaću regulativu i praksu, definisani su kriterijumi za ocenu kvaliteta vazduha. Za PM10 su definisane karakteristične vrednosti i dozvoljeni broj dana sa prekoračenjem dnevne GV. U radu se analizira broj prekoračenja dnevnih GV u odnosu na maksimalno dozvoljene po EU i važećoj domaćoj regulativi.

Ključne reči: kvalitet vazduha, Srbija, suspendovane čestice PM10

1. Uvod

ŽAGAĐENJE VAZDUHA SUSPENDOVANIM ČESTICAMA predstavlja prisustvo veoma malih čestica, različitog porekla, u ambijentalnom vazduhu. Obično se dele u tri kategorije: manje od 10 μm i označavaju se kao PM10, a nazivaju se grube suspendovane čestice; manje od 2,5 μm i označavaju se kao PM2,5, a nazivaju se fine suspendovane čestice i manje od μm i označavaju se kao PM1, a nazivaju se ultrafine suspendovane čestice. Među njima su posebno

značajne one koje mogu dospeti do najdubljih delova pluća. Ove čestice imaju prečnik manji od 10 μm ili opisno rečeno, prečnik im je manji od sedmine debljine ljudske dlake, (Slika 1.).



Slika 1. Komparativni prikaz razmera suspendovanih čestica (Izvor: US EPA, EEA)

Agencija za zaštitu životne sredine realizuje operativni monitoring kvaliteta vazduha u mreži automatskih stanica za praćenje kvaliteta vazduha. Navedena mreža predstavlja, u skladu sa Uredbom o utvrđivanju Programa kontrole kvaliteta vazduha u državnoj mreži („Sl. gl. RS” br.58/11) državnu mrežu za praćenje kvaliteta vazduha na nivou Republike Srbije. Na osnovu rezultata monitoringa, uz ispunjavanje uslova raspoloživosti više od 90% validnih satnih vrednosti, izrađuje se Izveštaj o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji. Izveštaj sadrži i ocenu stanja, koja po Zakonu o zaštiti vazduha predstavlja zvaničnu ocenu stanja kvaliteta vazduha u aglomeracijama i zonama.

Masene koncentracije suspendovanih čestica PM10 se u državnoj mreži određuju referentnom (gravimetrija) i nereferentnom metodom (automatskim analizatorima Grimm 180).

Po Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (*Službeni glasnik RS* 11/10, 75/10, 63/13) granična vrednost, GV, srednjih dnevnih koncentracija PM10 iznosi 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a godišnja 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tokom kalendarske godine dozvoljeno je da dnevna koncentracija PM10 bude 35 puta, praktično tokom 35 dana, veća od GV.

120 Radi prikaza uticaja pojedinačnih zagađujućih materija, ugljenmonoksida, sumpordioksida, prizemnog ozona, azotdioksida i suspendovanih čestica PM10 na

kvalitet vazduha u aglomeracijama, koristi se analiza učestalosti prekoračenja GV dnevnih vrednosti zagađujućih materija. Analiza se radi primenom Indeksa kvaliteta vazduha SAQI_11 baziranog na Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha (Agencija za zaštitu životne sredine 2012).

2. Podaci i metod rada

U ovom radu su korišćeni podaci iz Izveštaja o stanju kvaliteta vazduha u Republici Srbiji za 2012. godinu (Agencija za zaštitu životne sredine 2013).

Metod analize rezultata monitoringa je baziran na kriterijumima iz Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha.

Korišćeni su podaci sa svih stanica koje su imale više od 75% raspoloživosti validnih podataka. Ovakav pristup je primenjen, iako se za ocenu zahteva 90% validnih podataka, jer je prikaz na nivou EU radjen sa 75% podataka.

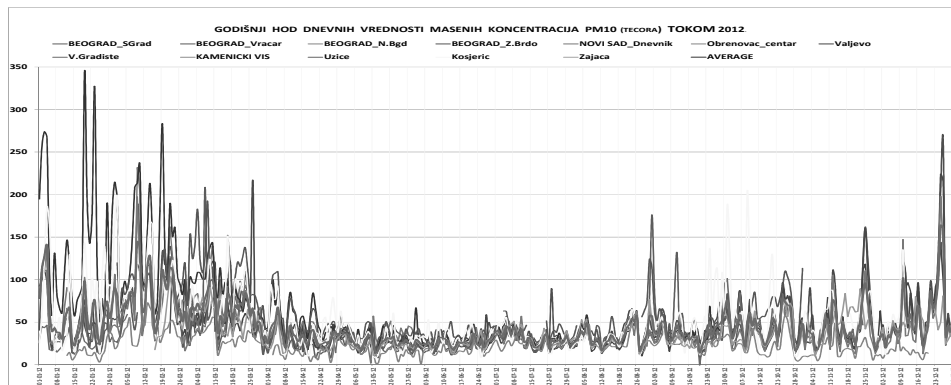
3. Rezultati i diskusija

3.1. PM10 u Republici Srbiji

Karakteristične vrednosti masenih koncentracija suspendovanih čestica PM10, srednja godišnja vrednost, broj dana sa koncentracijama PM10 > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i maksimalna dnevna vrednost tokom 2012. godine date su u Tab.1. Merna mesta su rangirana u opadajućem nizu po broju dana sa prekoračenjima GV dnevnih vrednosti PM10.

Broj dana sa prekoračenjem se kreće od 229 u Obrenovcu, do 12 na Kameničkom Visu (EMEP stanica), uz maksimalne dnevne koncentracije koje su u Obrenovcu bile 381 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a na Kameničkom Visu svega 72 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Praktično, u urbanim sredinama i naseljima koja su, pored uticaja saobraćaja, u domenu uticaja industrijskih aktivnosti, učestalost prekoračenja GV je veća od propisane regulativom (tolerantna su 35 dana sa prekoračenjem GV PM10). Uvidom u raspoložive podatke Agencije za zaštitu životne sredine zaključuje se da postoji izražen hod koncentracije PM10 tokom godine (Sl. 2.). On ukazuje na mnogo veće prisustvo PM10 tokom grejnog perioda (oktobar-april). Ova činjenica upućuje na značajan doprinos individualnih ložišta i toplana na prisustvo PM10.

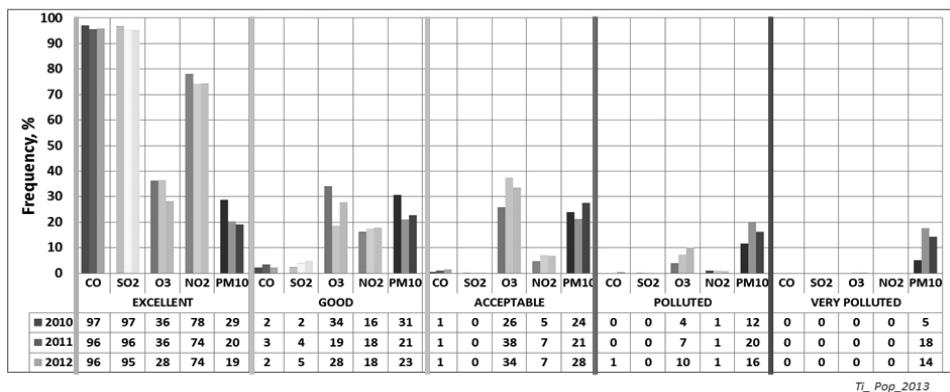


Slika 2. Godišnji hod koncentracija PM10 2012. godine
(Agencija za zaštitu životne sredine 2013b)

Tabela 1. Karakteristične vrednosti masenih koncentracija suspendovanih čestica PM10 tokom 2012. godine (Agencija za zaštitu životne sredine 2013a)

PM ₁₀	Srednja godišnja vrednost, µg/m ³	Broj dana sa PM10 > 50 µg/m ³	Maksimalna dnevna vrednost, µg/m ³
Obrenovac_ M.M_ GZJZ	103	229	381
Beograd_ NBg_ GZJZ	67	202	359
Beograd_ D.St. _GZJZ	71	194	366
Valjevo	63	153	345
Kosjerić	53	142	204
Pančevo_ Vatrog. dom	50	134	209
Pančevo_ Starčevo	59	127	365
Beograd_ Stari grad	48	106	264
Smederevo_ Rajla	50	102	158
Obrenovac_ Centar	46	101	232
Popovac_ Holcim	43	96	131
Beograd_ N. Beograd	43	82	224
Pančevo_ Vojlovica	38	66	150
Zajača	37	63	110
Beograd_ Zeleno brdo	38	57	144
Novi Sad_ Dnevnik	36	53	116
Niš_ IJZ Niš	38	52	146
Beograd_ Mostar	32	40	197
Kamenički Vis_ EMEP	23	12	72

Predstavljanje dominantnog uticaja PM10 na stanje kvaliteta vazduha u urbanim sredinama dobro ilustruje primer analize za AMSKV Beograd_Stari grad (Popović, Jović i Marić 2013b). Analiza je izvršena primenom indeksa kvaliteta vazduha SAQI_11. Analizirane su dnevne vrednosti koncentracija osnovnih zagađujućih materija (ugljen monoksida, sumpordioksida, prizemnog ozona, azot dioksida i PM10) tokom 2010, 2011. i 2012. godine uz ispunjen uslov da niz podataka sadrži najmanje 90% validnih satnih vrednosti. Dnevne koncentracije ugljenmonoksida, CO, su u dominantnom broju slučajeva, 97% slučajeva 2010, 96% slučajeva 2011. i 2012. godine, bile izrazito niske – po kriterijumima SAQI_11 kvalitet vazduha je u klasi „odličan“. Neposredno veće vrednosti pripadaju klasi „dobar“. Frekvencija ove klase kvaliteta vazduha uslovljena vrednostima dnevnih koncentracija CO je znatno manja; u periodu 2010–2012. je iznosila 2–3%. Sa daljim porastom dnevnih koncentracija prelazi se u klasu „prihvatljiv“ koja je neposredno ispod GV. Pojava slučajeva koncentracija polutanata u ovoj klasi predstavlja indiciju da su moguća i prekoračenja GV. Pojava prekoračenja ugljen monoksida na lokaciji, AMSKV Beograd_Stari grad je retka, u navedenom trogodišnjem periodu je iznosila svega 1%.



Slika 3. Raspodela učestalosti pojavljivanja dnevnih vrednosti koncentracija CO, SO₂, NO₂, PM₁₀ i maksimalnih 8h O₃ predstavljenih klasama Indeksa kvaliteta vazduha SAQI_11; AMSKV Beograd_Stari grad, 2010–2012 (Izvor:Popović, Jović i Marić 2013b)

Nije bilo slučajeva da su dnevne koncentracije CO bile veće od TV, tako da CO nije uzrokovao svojim prisustvom u ambijentalnom vazduhu pojavu veoma zagađenog vazduha. Njega po indeksu SAQI_11 reprezentuje klasa „veoma zagađen“.

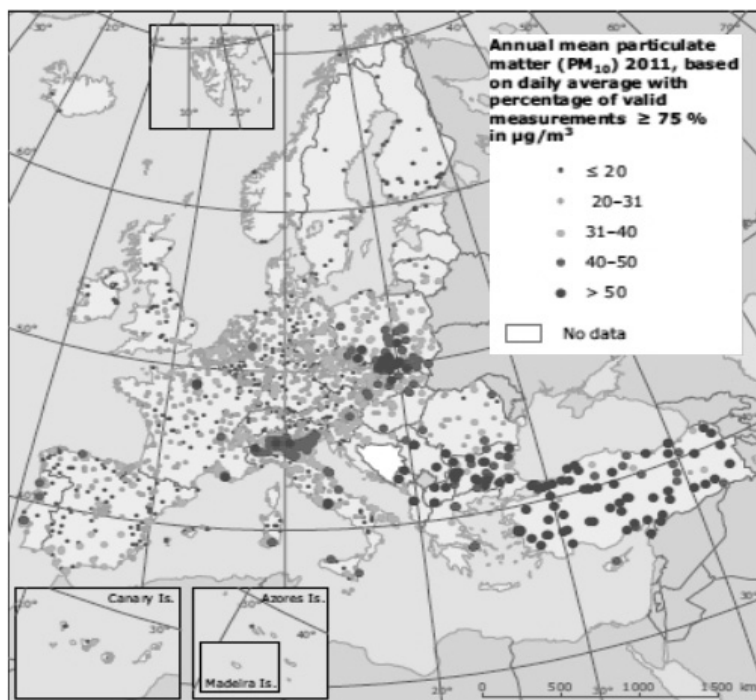
Na analogan način se mogu razmotriti uticaji drugih polutanata na kvalitet vazduha po podacima AMSKV Beograd_Stari grad. Zbog vrednosti dnevnih koncentracija SO₂ kvalitet vazduha je u 95–97% „odličan“, a u 3–5% „dobar“. Lošije klase kvaliteta vazduha zbog prisustva SO₂ nisu detektovane. U slučaju NO₂ primetno je da se smanjuje učestalost klase kvaliteta vazduha „odličan“, a raste učestalost klasa koje reprezentuju lošiji kvalitet vazduha. U klasi „zagađen“, klasi koja reprezentuje prekoračenja GV, dnevne koncentracije NO₂ se pojavljuju u 1% slučajeva godišnje. Koncentracije O₃, preciznije max 8 h O₃ koncentracije, imaju još manju učestalost u klasi „odličan“, 28–36%. One se češće pojavljuju u klasama lošijeg kvaliteta vazduha nego što je to bio slučaj sa koncentracijama CO, SO₂ i NO₂. Učestalost u klasi „zagađen“ ukazuje da je vazduh na području AMSKV Beograd_Stari grad bio zagađen u 4–10% slučajeva godišnje zbog maksimalne 8h koncentracije prizemnog O₃.

Isti tip analize za masene koncentracije PM₁₀ ukazuje da dnevne koncentracije retko dozvoljavaju pojavu čistog vazduha. U svega 19–29% slučajeva godišnje vrednosti PM₁₀ su bile u klasi „odličan“. Dnevne koncentracije PM₁₀ su bile toliko velike da su češće uslovljavale lošiji kvalitet vazduha. Njihovo uslovljavanje klase „zagađen“ je 12–20%. Jedino su dnevne vrednosti PM₁₀ prevazilazile TV i time uslovljavale pojavu klase „veoma zagađen“, u 5–18% slučajeva godišnje. Ako ocenjujemo kvalitet vazduha po prekoračenjima samo GV (u prezentovanoj analizi to je suma slučajeva u klasama „zagađen“ i „veoma zagađen“), onda se za područje AMSKV Beograd_Stari grad može zaključiti da je u periodu 2010–2012. učestalost prekoračenja GV bila u 17–38% slučajeva godišnje.

3.2. PM₁₀ U Evropi

Godišnje vrednosti PM₁₀ u Evropi, uključujući i podatke sa našeg područja koje dostavlja Agencija za zaštitu životne sredine Republike Srbije, dobro ilustruje grafički prikaz Evropske agencije za životnu sredinu na Sl. 4. U većem delu Evrope godišnje vrednosti PM₁₀ su ispod GV. Primetno je da postoje pojedinačna merna mesta sa vrednostima blizu ili iznad GV (u Francuskoj, Nemačkoj, Španiji, Portugaliji, Italiji, Grčkoj, Rumuniji, Mađarskoj, Poljskoj...). Bitnije od toga je da postoje kompaktne oblasti sa povećanim vrednostima PM₁₀. Najizražajnije su sever Italije (Lombardija) i granična oblast na severoistoku Češke i jugu Poljske.

Bugarska i Turska imaju na celoj teritoriji godišnje vrednosti PM₁₀ iz-



Slika 4. Godišnje koncentracije PM10 u Evropi 2011.

(Izvor: European Environment Agency 2013)

4. Zaključna razmatranja

Prisustvo suspendovanih čestica u ambijentalnom vazduhu je izražena pojava u Evropi. Sa regionalnim specifičnostima prisutna je i u Srbiji. Raspoloživi podaci ukazuju da su suspendovane čestice PM10 jedna od dominantnih zagađujućih materija u Republici Srbiji.

Po učestalosti prekoračenja dnevne GV PM10 može se pretpostaviti da je veći deo stanovništva, za koje su realizovana merenja reprezentativna, potencijalno izložen uticaju prekoračenja dnevne GV PM10. Pojava izloženosti stanovništva uticaju prekoračenja GV PM10 je prisutna u Evropi. U periodu od 2009. do 2011. po podacima EEA (European Environment Agency 2013), 22–33% stanovništva EU je bilo potencijalno izloženo ovakvom uticaju.

Za striktno dostizanje EU i domaćih standarda treba realizovati veće unapređenje stanja kvaliteta vazduha u Republici Srbiji nego u nekim delovima Evrope.

Literatura:

- Agencija za zaštitu životne sredine. 2012. *Годишњи извештај о стању квалитета ваздуха у Републици Србији 2011. године*. Preuzeto sa veb sajta: http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_vazduh_2011.pdf
- . . 2013a. *Годишњи извештај о стању квалитета ваздуха у Републици Србији 2012. године*. Preuzeto sa veb sajta: http://www.sepa.gov.rs/download/Izvestaj_vazduh_2012.pdf
- . 2013b. *Podaci gravimetrijskog određivanja koncentracija PM10 tokom 2012. u Republici Srbiji*.
- European Environment Agency. 2013. *Air quality in Europe – 2013, EEA, Report No 9/2013*. Preuzeto sa veb sajta: www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2013
- Popović, T. i B. Jović. 2011. "Impact Assessment of PM10 on the Air Quality in Serbia." *WeBIOPATR2011: The 3rd International WeBIOPATR Workshop & Conference. Particulate Matter: Research and Management*, Belgrade, 15-17 November, Abstracts of Keynote Invited Lectures and Contributed Papers, 23. Belgrade: Public Health Institute of Belgrade.
- Popović, T., Jović, B. i L. Marić. 2013a. „Bitan uticaj PM10 na kvalitet vazduha u Republici Srbiji." U *6. simpozijum Hemija i zaštita životne sredine – EnviroChem 2013*, Vršac, 21-24. maj, Knjiga izvoda, 116-117. Vršac.
- . 2013b. "Daily Variations of Particulate Matter PM10 Concentrations during Winter and Summer Period in Belgrade." U *WeBIOPATR2013: The 4th International WeBIOPATR Workshop & Conference. Particulate Matter: Research and Management*, Belgrade, 2-4 October, Book of Abstracts, 29. Belgrade: Public Health Institute of Belgrade.
- Uredba o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha. *Službeni glasnik RS* 11/10, 75/10, 63/13.

Summary:

Exceedances of PM10 - State of Air Quality in Serbia and EU

According to the analysis results of air quality monitoring in the national network for monitoring air quality, contained in the report on the status of the Republic of Serbia, as well as published papers (Popović, Jović i Marić 2013a; 2013b) particle pollution has a dominant impact on air quality. According to the Regulation on the conditions and requirements for monitoring of air quality (Fig. Gl. RS, 11/10 and 75/10), which is the implementation of EU legislation and practice into domestic legislation and practice, define the criteria for the assessment of air quality. PM10 are defined characteristic values and the allowed number of days exceeding the daily GV.

In this paper we analyze the number of exceedances of daily LV compared to the maximum allowed by the EU and applicable local regulations.

Keywords: air quality, Serbia, particulate matter PM10

Rad prijavljen: 8. 9. 2014.

Rad recenziran: 22. 9. 2014.

Rad prihvaćen: 8. 10. 2014.