
THE ASSESSMENT OF ROAD TRAFFIC RELATED AIR POLLUTION IN THE CITY OF VRANJE, SOUTH-EASTERN SERBIA

Ljiljana Djordjevic

College of Applied Professional Studies, Vranje, Serbia, [ljiljana.djordjevic@visokaskola.edu.rs](mailto:ljliljana.djordjevic@visokaskola.edu.rs)

Jovana Dzoljic

College of Applied Professional Studies, Vranje, Serbia, jovana.dzoljic@visokaskola.edu.rs

Abstract: This research has been conducted with an aim to analyze relation of the urban traffic with air pollution in the City of Vranje, South-Eastern Serbia. In order to define air quality or to measure level and type of the air pollution, concentration of relevant pollutants must be measured. Estimation and determination of air quality in the City of Vranje was done measuring immission concentration of relevant pollutants: SO₂, soot and NO_x in the time period January - December 2018. Monitoring air quality in the City of Vranje is conducted at two places, Public Health Organization in Vranje and at Primary School "Svetozar Markovic". Pollutants concentration has been measured using standard methodology (ISO/IEC 17025) in accredited laboratory of Public Health Organization in Vranje. Results of research show higher air pollution in Vranje during winter period that is result of higher level of traffic and wood combustion in the city.

Keywords: Air-pollution, traffic, SO₂, soot, NO_x, Vranje.

PROCENA POVEZANOSTI AEROZAGAĐENJA SA DRUMSKIM SAOBRAĆAJEM U GRADU VRANJU, JUGOISTOČNA SRBIJA

Ljiljana Djordjevic

Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje, Srbija, [ljiljana.djordjevic@visokaskola.edu.rs](mailto:ljliljana.djordjevic@visokaskola.edu.rs)

Jovana Dzoljic

Visoka škola primenjenih strukovnih studija, Vranje, Srbija, jovana.dzoljic@visokaskola.edu.rs

Rezime: Ovaj rad prikazuje vezu saobraćaja u urbanoj sredini sa aerzagadenjem u Gradu Vranju, jugoistočna Srbija. U cilju ocene kvaliteta vazduha odnosno merenja nivoa i vrste aerzagadenja, koncentracije relevantnih polutanata moraju biti određene. Procena i utvrđivanje kvaliteta vazduha u Gradu Vranju je urađena merenjem koncentracija : SO₂, soot and NO_x u period januar – decembar 2018.g. Monitoring kvaliteta vazduha u Gradu Vranju je rađen na dva merna mesta, Gradski zavod za javno zdravlje u Vranju i u osnovnoj škole "Svetozar Marković". Merenje koncentracija polutanata urađena je standardnom metodom (ISO/IEC 17025) u akreditovanoj laboratoriji Gradsog zavoda u Vranju. Rezultati pokazuju veće aerzagadenje u Vranju tokom zimskog perioda, što je rezultat povećanog intenziteta saobraćaja i zagrevanja domaćinstava.

Ključne reči: Aerzagadenje, saobraćaj, SO₂, čađ, NO_x, Vranje.

1. UVOD

Antropogeno zagađenje vazduha uzrokovano je različitim izvorima zagađenja koji se mogu podeliti prema više kriterijuma. Jedna od podela veštačkih izvora zagađenja je prema njihovoj mobilnosti, na mobilne i stacionarne. Ukoliko se govori o mobilnim izvorima zagađenja razlikuju se izvori vezani za saobraćaj, uključujući i nadzemni saobraćaj (autobusi, automobili, taksi i kombi vozila, motocikli i sl.) i podzemni (metro ili podzemna železnica) ali i vazdušni saobraćaj, kao i industrijske, komercijalne i pojedinačne izvore emisije. Izvori aerzagadenja vezani za saobraćaj izazivaju rastuću zabrinutost kako kod onih koji se bave procenom izloženosti, tako i kod epidemiologa i toksikologa. Vozila koja učestvuju u nadzemnom saobraćaju u urbanim sredinama koriste ili prirodni gas ili benzin ili dizel gorivo. Fizičke karakteristike i hemijski sastav prirodnog gasa, benzina i dizel goriva nisu iste u različitim regionima širom sveta, npr. u pogledu sadržaja benzena, što predstavlja poteškoće prilikom uopštavanja rezultata analize sa jednog mesta na druga. Kompleksnost u uopštavanju rezultata analiza dodatno komplikuju različiti meteorološki uslovi, takođe različit procenat izvora zagađivanja (više motocikala u zemljama u razvoju), dizajn kolovoza (stepenirani i nerazvrstani putevi), vozačke navike, različito održavanje puteva, zatim mere kvaliteta i kontrole vozila kao i profili izloženosti ljudi. U odnosu na različita i obimna istraživanja sprovedenih širom sveta, studije procena izloženosti u zemljama u razvoju su oskudna. Uprkos revidiranim standardima emisija kao i tehničkim unapređenjima kao kontrolnim merama zagađenja, ekspanzija industrijalizacije i pojačavanje intenziteta

saobraćaja u zemljama u razvoju će u drastičnoj meri povećati ukupnu emisiju mnogih aeropolutanata, kao što predviđa studija o trendovima aeropolutanata u Istočno-azijskim zemljama. Dobro je poznato da su izduvni gasovi motornih vozila jedan od glavnih izvora aerozagađenja, a naročito ugljen-monoksida, azotovih odnosno sumporovih oksida, nesagorivih ugljovodonika (iz goriva i nafte), čestičnih materija, policikličkih aromatičnih ugljovodonika i drugih organskih jedinjenja koja nastaju sagorevanjem. Dok se velika pažnja posvećuje transportu i transformaciji pomenutih aeropolutanata u ambijentalnom vazduhu, naročito u područjima gde su i koncentracija ambijentalnih polutanata i izloženost ljudi povećane (npr. u zagušenim gradskim centrima, tunelima i urbanim kanjonima stvorenih zbog visokih zgrada), manje se pažnje posvećuje merenju zagađujućih supstanci i izloženosti istim u blizini visoko prometnih autoputeva. Danas postoji nekoliko dokaza koji sugerišu da se strmi gradijenti koncentracija određenih polutanata javljaju u blizini visoko opterećenih autoputeva kao i da život u takvim područjima može imati odlučujuće efekte na ljudsko zdravlje.

2. METODOLOGIJA RADA

Grad Vranje nalazi se na jugo-istoku Srbije u Pčinjskom okrugu (Slika 1.). Zajedno sa gradskom opštinom Vranjska Banja i 108 naselja Grad Vranje ima oko 83500 stanovnika, na površini od 860 km². Vranje se nalazi u severozapadnom delu Vranjske kotline na levoj obali Južne Morave. Smešten je u podnožju planine Pljačkovice i Krstilovice koje se preko Pržara i Borinog brda spuštaju prema Vranjskoj kotlini. Kroz grad Vranje teku Gradska (Vranjska) i Sobinska reka. Prosečna nadmorska visina iznosi 480 m.

Vranje se nalazi u južnom delu umerene klimatske zone severnog umerenog toplotnog pojasa tako da su južni klimatski uticaji izraženiji od severnih. Klimatski uticaji sa juga prodiru dolinom Vardara i Pčinje, preko niske Kumanovsko-preševske povije i najnižih delova Vranjske kotline. Sa severa, dolinom Južne Morave prodiru umereno-kontinentalni klimatski uticaji. Uz to, sa zapada i istoka područje grada je pod uticajem planinske klime. Otuda Vranje ima lokalnu klimu koja se formira pod dejstvom različitih uticaja. Glavne odlike klime Vranja su nejednako trajanje godišnjih doba, umereno hladne zime, uglavnom topla proleća, duga i topla leta i toplije jeseni od proleća.

Kontrola kvaliteta vazduha na teritoriji grada Vranja vršena je na dva merna mesta. Pri izboru mernog mesta vodilo se računa o rasporedu i vrsti izvora zagađivanja, gustine naseljenosti, orografije terena i meteoroloških uslova (Slika 2.).

Prvo merno mesto nalazi se u Zavodu za javno zdravlje Vranje u Vranju u blizini centra grada kako bi rezultati reprezentovali kvalitet vazduha na koji utiče saobraćaj kao i blokovske kotlarnice i individualna ložišta u grejnoj sezoni. U neposrednoj blizini je nekoliko frekventnih saobraćajnica i dve gradske kotlarnice, iz kojih se obezbeđuje grejanje za višespratne stambene objekte u okolini, kao i poslovne objekte.

Drugo merno mesto je u krugu Osnovne škole "Svetozar Marković" u Vranju na periferiji grada. Ovo merno mesto je u pravcu dominantnog severoistočnog vetra u odnosu na industrijsku zonu kako bi rezultati odražavali uticaj industrijske zone za vreme strujanja ovog vetra, kao i uticaj lokalnih ložišta i lokalnih saobraćajnica.

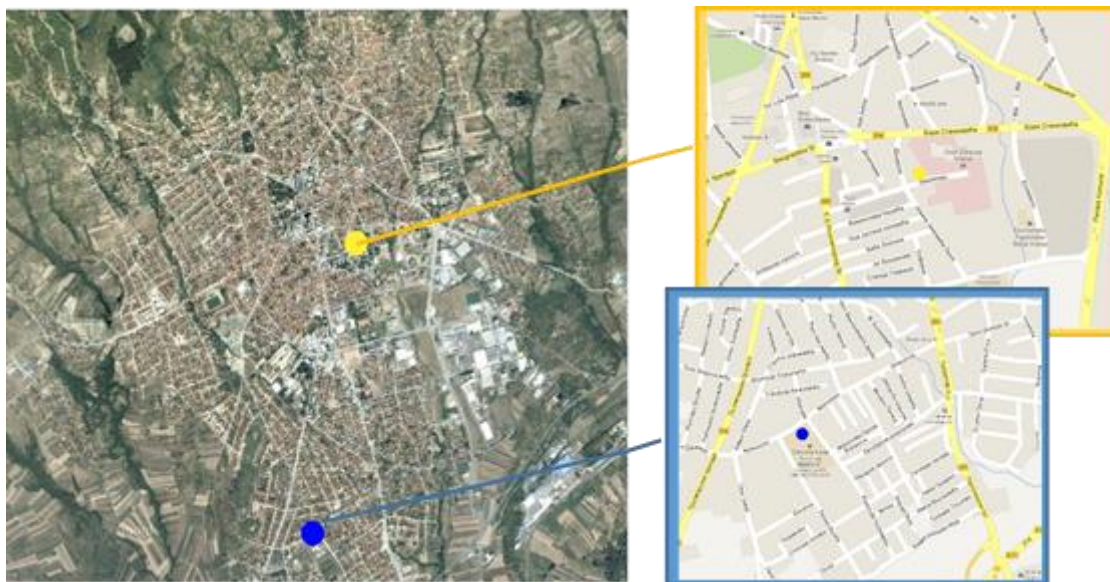
Na oba merna mesta vršeno je sistematsko dnevno merenje osnovnih zagađujućih supstanci SO₂, čađi i NO₂.

Srednja godišnja temperatura vazduha u 2018.godini iznosila je 12,37°C. Srednja mesečna temperatura bila je minimalna 0,9°C u decembru, a maksimalna 22,4°C u avgustu. U toku 2018.god. srednja godišnja oblačnost iznosila je 50,6%, srednja godišnja relativna vlažnost 72,80% , a godišnja količina padavina 638,2 L/m².

Uzorkovanje vazduha na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje vršeno je aparatom osmokalnim mikrokontrolerskim uzorkivačem vazduha 4G 8D V5, a na mernom mestu u O.Š. „Svetozar Marković“ marke PRO-EKOS AT-801x2. Analize zagađujućih supstanci u uzorkovanom vazduhu rađene su standardnim metodama SRPS ICO /IEC 17025:2006.



Slika 1. Lokacija Grada Vranja.

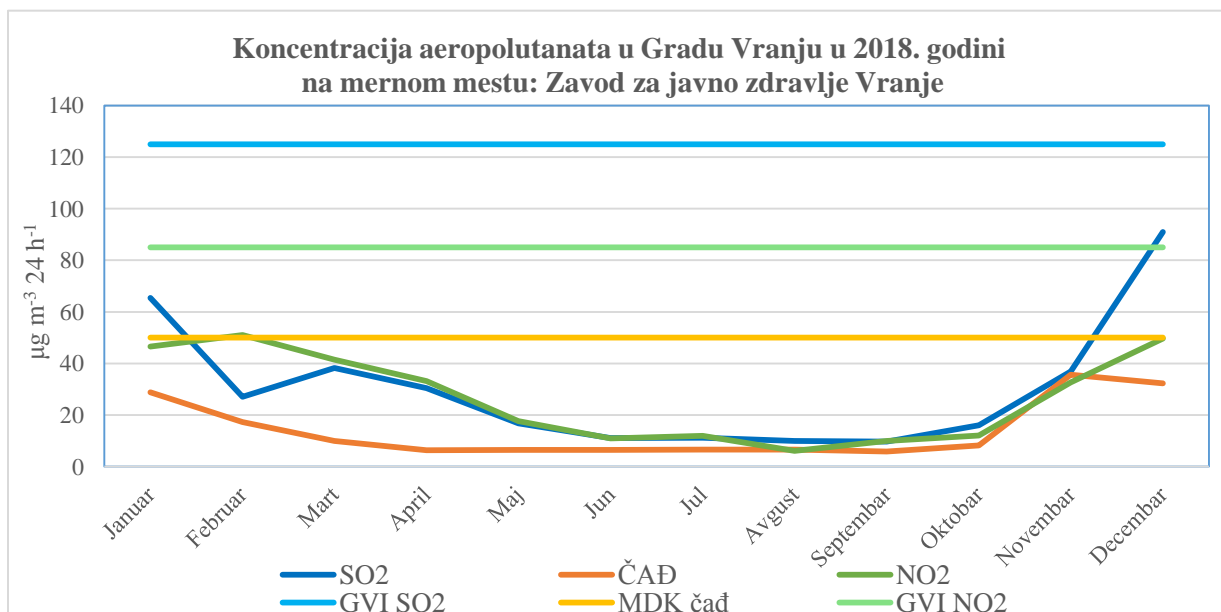


Slika 2. Lokacije mernih stanica u Gradu Vranju (Zavod za javno zdravlje Vranje- žuti kružić i O.Š. „Svetozar Marković“- plavi kružić).

3. REZULTATI ISTRAŽIVANJA SA DISKUSIJOM

U toku 2018. godine na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje sakupljeno je i analizirano 365 uzoraka SO₂, 365 uzoraka čađi i 365 uzoraka NO₂. Na mernom mestu u Osnovnoj školi „Svetozar Marković“ u Vranju sakupljeno i analizirano 353 uzoraka SO₂, 353 uzoraka NO₂ i 353 uzoraka čađi, a u periodu od 04.06. do 15.06. nisu merene koncentracije SO₂, čađi i NO₂ na ovom mernom mestu. Vreme usrednjavanja bilo je 24 sata.

Rezultati merenja dati su kao srednje mesečne, srednje godišnje, minimalne i maksimalne vrednosti, C50, broj dana kada su izmerene vrednosti prelazile granične vrednosti (GV), tolerantne vrednosti (TV) i maksimalno dozvoljene vrednosti (MDV) i prikazani grafički (Slika 3. i 4.). GV, TV, MDV propisane su Uredbom o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha („Sl.Glasnik RS“ broj 11/10, 75/2010 i 63/2013).



Slika 3. Koncentracije aeropolutanata na mernom mestu Zavod za javno zdravlje Vranje.

Na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje u toku 2018. godine nije bilo vrednosti dnevnih koncentracija SO₂ preko granične vrednosti imisije za jedan dan, kao ni preko tolerantne vrednosti imisije za jedan dan, po Uredbi o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha Sl. Glasnik RS broj 11/10, i Uredbi o izmenama i dopunama Uredbe o uslovima za monitoring i zahtevima kvaliteta vazduha Sl.Glasnik RS broj 75/2010 i 63/2013.

Minimalna vrednost dnevnih koncentracija SO₂ u toku 2018. godine na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje bila je 4,8 µg/m³, a izmerena je 15. avgusta, dok je maksimalna vrednost dnevnih koncentracija SO₂ u toku 2018. godine bila 116,1 µg/m³ i izmerena je 24. decembra.

Srednja godišnja koncentracija imisije SO₂ u 2018.godini, na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje, bila je niža od granične vrednosti imisije za kalendarsku godinu i tolerantne vrednosti imisije za kalendarsku godinu. Srednja godišnja koncentracija SO₂ iznosila je 30,6 µg/m³.

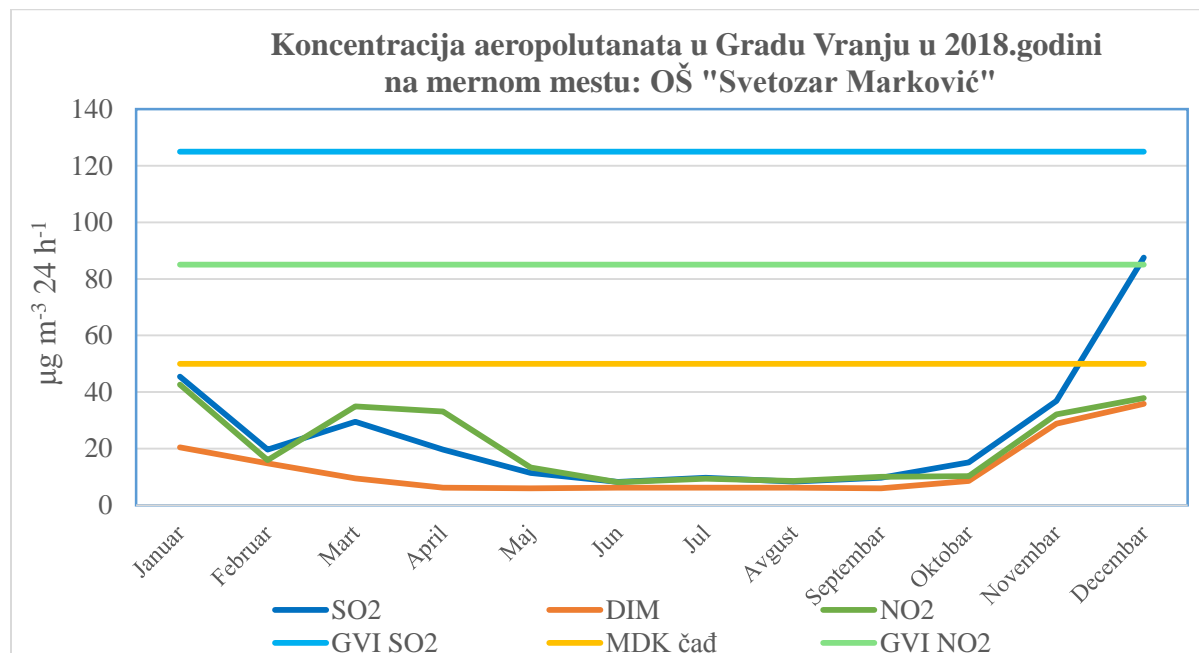
Na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje u 2018. godine izvršeno je ukupno 365 merenja dnevnih koncentracija čađi od čega su 15 merenja tj. 15 dana, ili 4,10%, bila sa vrednostima čađi preko maksimalno dozvoljene vrednosti imisije za jedan dan po navedenoj Uredbi (2 dana u januaru i to 02. i 27. januara, 1 dan u februaru i to 27. februara, 5 dana u novembru 5.,6.,18.,28. i 30. novembra i 7 u decembru 3.,6.,12.,13.,14.,15. i 22. decembra).

Minimalna vrednost dnevnih koncentracija čađi u toku 2018. godine je 3,7 µg/m³, a izmerena je 02.oktobra, dok je maksimalna vrednost bila 80,4 µg/m³, a izmerena je 27. januara.

Srednja godišnja koncentracija imisije čađi u toku 2018. godine na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje, bila je niža od maksimalno dozvoljene vrednosti imisije za kalendarsku godinu, a iznosila je 14,2 µg/m³.

Na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje u 2018.godini izvršeno je ukupno 365 merenja dnevnih koncentracija azotnih oksida, od čega su 2 merenja, odnosno 2 dana ili 0,54% , bila sa vrednostima koncentracija NO₂ preko granične vrednosti imisije za jedan dan, ali ne i preko tolerantne vrednosti imisije za jedan dan po važećoj Uredbi (2 dana u decembru i to 14. i 15. decembar). Minimalna vrednost dnevnih koncentracija azotovih oksida tj.azot dioksida u toku 2018. godine bila je 3,6 µg/m³ izmerena 30. avgusta, dok je maksimalna vrednost dnevnih koncentracija bila 93,5 µg/m³, a izmerena je 14. decembra.

Srednja godišnja koncentracija azotovih oksida tj azot dioksida u toku 2018. godine, na ovom mernom mestu je bila niža od granične vrednosti imisije za kalendarsku godinu, kao i tolerantne vrednosti imisije za kalendarsku godinu i iznosila je 27,0 µg/m³.



Slika 4. Koncentracija aeropolutanata na mernom mestu OŠ "Svetozar Marković".

Na mernom mestu u Osnovnoj školi "Svetozar Marković", u toku 2018. godine nije bilo dnevnih vrednosti koncentracija SO₂ preko granične vrednosti imisije za jedan dan, kao ni preko tolerantne vrednosti imisije za jedan dan, po navedenoj Uredbi.

Minimalna vrednost dnevnih koncentracija SO₂ u toku 2018. godine bila je 3,5 µg/m³, a izmerena je 25. avgusta, dok je maksimalna vrednost dnevnih koncentracija bila 120,8 µg/m³ i izmerena je 13. decembra.

Srednja godišnja koncentracija SO₂ na ovom mernom mestu bila je niža od granične vrednosti imisije za kalendarsku godinu i tolerantne vrednosti imisije za kalendarsku godinu i iznosila je 25,8 µg/m³.

Na mernom mestu u Osnovnoj školi "Svetozar Marković" u 2018. godini izvršeno je ukupno 353 merenja dnevnih koncentracija čađi od čega su 8 merenja, tj. 8 dana, ili 2,26%, bila sa vrednostima čađi preko maksimalno dozvoljene vrednosti imisije za jedan dan po navedenoj Uredbi (1 dan u januaru i to 27. januara, 2 dana u novembru i to 05 i 18. novembra i 5 u decembru i to 01., 12., 13., 14. i 21. decembra).

Minimalna vrednost dnevnih koncentracija čađi u toku 2018. godine je bila 5,7 µg/m³ i izmerena je 22. februara, 20. marta, 13. i 17. maja i 28. septembra 2018. godine, dok je maksimalna vrednost koncentracije bila 74,4 µg/m³, a izmerena je 01. decembra 2018. godine.

Srednja godišnja koncentracija imisije čađi u 2018. godini na mernom mestu u Osnovnoj školi "Svetozar Marković" u Vranju bila je niža od maksimalno dozvoljene vrednosti imisije za kalendarsku godinu i iznosila je 13,1 µg/m³.

Na mernom mestu u Osnovnoj školi "Svetozar Marković" u Vranju u toku 2018. godine izvršeno je ukupno 353 merenja dnevnih koncentracija azotnih oksida tj. azot dioksida i nije bilo vrednosti dnevnih koncentracija azotnih oksida preko granične vrednosti imisije za jedan dan, kao ni preko tolerantne vrednosti imisije za jedan dan po Uredbi.

Minimalna vrednost dnevnih koncentracija azotovih oksida tj. azot dioksida u toku 2018. godine bila je 4,6 µg/m³ i izmerena je 16. juna, dok je maksimalna koncentracija bila 83,8 µg/m³, a izmerena je 20. decembra.

Srednja godišnja koncentracija imisije azotnih oksida, tj. azot dioksida, u toku 2018. godine na ovom mernom mestu bila je niža od granične vrednosti imisije za kalendarsku godinu i tolerantne vrednosti imisije za kalendarsku godinu. Srednja godišnja vrednost imisije iznosila je 24,2 µg/m³.

4. ZAKLJUČAK

Analizom podataka o imisionim koncentracijama ispitivanih zagađujućih supstanci na dva merna mesta u Gradu Vranju, može se zaključiti da je na mernom mestu u Zavodu za javno zdravlje Vranje u toku 2018. godine zagađenost vazduha bila uslovljena povećanim koncentracijama čađi i NO₂ samo na dnevnom nivou, a u Osnovnoj školi "Svetozar Marković" u Vranju povećanim koncentracijama čađi samo na dnevnom nivou, što prvenstveno potiče od loženja u zimskom periodu, kao i od saobraćaja. Takođe, analiza rezultata istraživanja nedvosmisleno ukazuje da u periodu od maja do septembra sadržaj ispitivanih zagađujućih supstanci u vazduhu uglavnom potiče od drumskog saobraćaja a u periodu od oktobra do aprila od loženja i drumskog saobraćaja. Udeo drumskog saobraćaja u sadržaju ispitivanih zagađujućih supstanci u vazduhu je oko 11% za SO₂, oko 20% za čađ i oko 12% za NO₂ što je u skladu sa podacima u Izveštaju o kvalitetu vazduha za 2018. godinu Agencije za zaštitu životne sredine, Ministarstva zaštite životne sredine Republike Srbije.

LITERATURA

- Verma DK, Tombe KD. (2002) Benzene in gasoline and crude oil: occupational and environmental implications. *AIHA J* 2002;63:225– 30.
- Gilbert NL, (2003) Woodhouse S, Stieb DM, Brook JR. Ambient nitrogen dioxide and distance from a major highway. *Sci Total Environ* 2003;312:43– 6.
- Gwilliam K. (2003) Urban transport in developing countries. *Transp Rev* 2003; 23(2):197– 216.
- Fagundez LA, Ferná'ndez V, Marino L, Martí'n TH, Persano I, Rivarola Y Beni'tez DA, et al. (2001) Preliminary air pollution monitoring in San Miguel, Buenos Aires. *Environ Monit Assess* 2001;71:61–70.
- Klimont Z, Cofala J, Scho'pp W, Amann M, Streets DG, Ichikawa Y, et al. (2001) Projections of SO₂, NO_x, NH₃ and VOC emissions in East Asia up to 2030. *Water Air Soil Pollut* 2001;130:193–8.
- Kourtidis KA, Ziomas I, Zerefos C, Kosmidis E, Symeonidis P, Christophilopoulos E, et al. (2002) Benzene, toluene, ozone, NO₂ and SO₂ measurements in an urban street canyon in Thessaloniki, Greece. *Atmos Environ* 2002;36:5355– 64.
- Kukkonen J, Valkonen E, Walden J, Koskentalo T, Karppinen A, Berkowicz R, et al. (2000) Measurements and modeling of air pollution in a street canyon in Helsinki. *Environ Monit Assess* 2000;65:371– 9.
- Singer BC, Hodgson AT, Hotchi T, Kim JJ. (2004) Passive measurement of nitrogen oxides to assess traffic-related pollutant exposure for the East Bay Children's Respiratory Health Study. *Atmos Environ* 2004; 38:393– 403.

- Kimmel V, Kaasik M. (2003) Assessment of urban air quality in south Estonia by simple measures. *Environ Model Assess* 2003;8:47– 53.
- Gwilliam K. (2003) Urban transport in developing countries. *Transp Rev* 2003; 23(2):197– 216.