

MODELIRANJE DISPERZIJE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJAH EMITOVANIH IZ CESTOVNOG SAOBRAĆAJA NA PODRUČJU ZENICE PRIMJENOM SOFTVERSKOG PAKETA AERMOD

Dr.sc. Jusuf Borić, dipl.inž.saobraćaja, email: boric.jusuf@yahoo.com
Centrotrans-Eurolines d.d. Sarajevo

Sažetak: Problem narušenog kvaliteta zraka na području Zenice je primarno posljedica emitovanja štetnih materija iz industrijskih i termoelektričnih postrojenja, lokalnih kotlovnica, a onda i iz cestovnog saobraćaja, što je iniciralo različita istraživanja s ciljem analize i ocjene emisije i njenih uticaja na kvalitet zraka te iznalaženje rješenja za poboljšanje i zaštitu kvaliteta zraka i integralno upravljanje kvalitetom zraka, čime se osiguravaju uvjeti za zaštitu zdravlja stanovništva i održivo upravljanje okolišem. Istraživanje provedeno u ovom radu je bazirano na modeliranju disperzije zagađujućih materija (CO, NO_x i PM₁₀) u zrak za 2010. godinu na području općine Zenica primjenom pogodnog softverskog paketa AERMOD.

Ključne riječi: cestovni saobraćaj, emisija iz cestovnog saobraćaja, kvalitet zraka,

MODELING THE DISPERSION OF POLLUTING SUBSTANCES FROM ROAD TRANSPORT IN ZENICA WITH APPLICATION OF SOFTWARE PACKAGE AERMOD

Abstract: The problem of deteriorated air quality in Zenica is mainly caused by the emission of harmful substances from industrial and thermal power facilities and local heat plants, followed by the pollution coming from road traffic, which has initiated various researches aimed at providing analysis and assessment of the emission and its impact on air quality, as well as finding solutions to improve and maintain the air quality, and establish integral air quality management to ensure the public health safety and sustainable environment management.

Key words: exhaust emission, influence of road traffic, modeling, AERMOD, quality of air.

1. UVOD

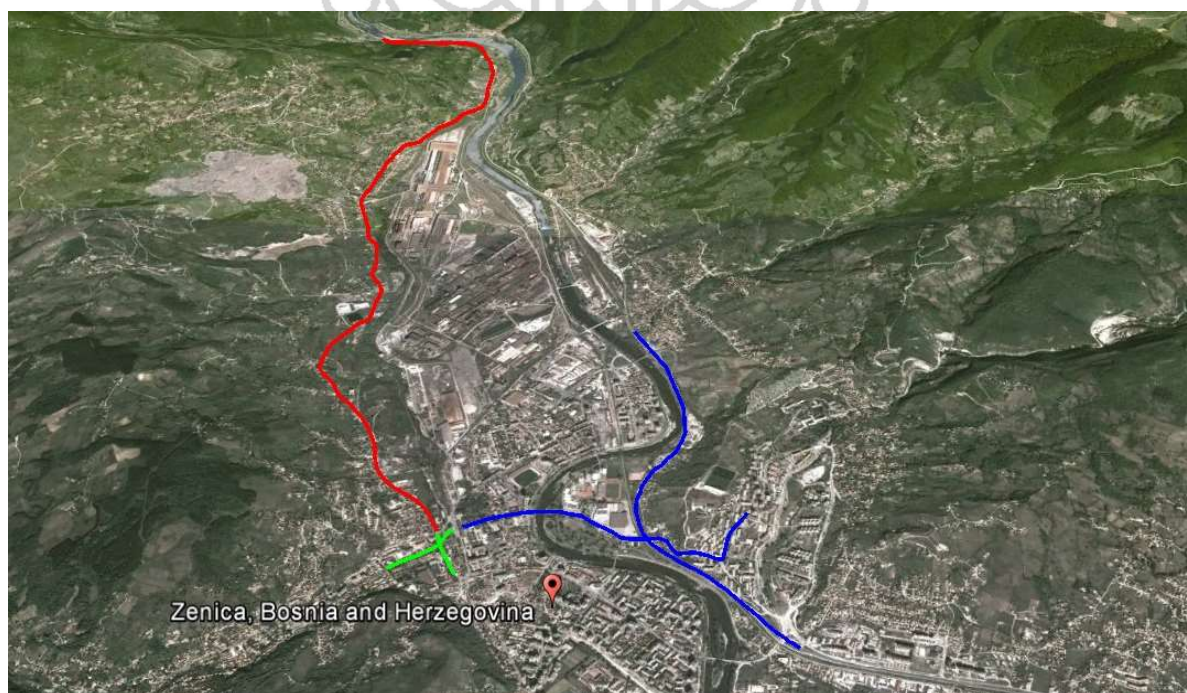
Saobraćajna zagušenost čini gradove manje ugodnima za život te smanjuje prometnu učinkovitost, povećavajući vrijeme putovanja, potrošnju goriva i stres vozača. Saobraćajna infrastruktura, mora često biti građena na agrikulturno korisnom zemljištu ili lokacijama od visoke ekološke, povijesne ili kulturne važnosti. Glavni izvori zagađivanja zraka u gradskim sredinama su zagrijavanje stanova, industrijske aktivnosti i saobraćaj, a relevantne razlike u pojavi i učestalosti epizoda visoke koncentracije može biti (i uglavnom jeste) povezan sa različitim lokalnim meteorološkim i topografskim uslovima [1].

Kvalitet zraka u gradskom području ponajviše zavisi od saobraćaja cestovnih vozila koji emitujući štetne i zagađujuće materije kroz izduvni sistem vozila, direktno utiču na ljudski organizam, stvarajući višestruke ekološke posljedice, doprinoseći stvaranju fotohemijskog smoga, pojavi kiselih kiša, a uzročnik su i globalnog zagrijavanja zbog efekta staklene bašte. Zagađenje zraka sagorjevanjem goriva u motornim vozilima u današnje vrijeme postaje najvažniji problem urbanih sredina širom svijeta.

2. MODELIRANJE DISPERZIJE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJIA EMITOVANIH IZ CESTOVNOG SAOBRAĆAJA NA PODRUČJU ZENICE PRIMJENOM SOFTVERSKOG PAKETA AERMOD

Modeliranje disperzije zagađujućih materija (CO , NO_x , i PM_{10}) emitovanih iz cestovnog saobraćaja primjenom softverskog paketa AERMOD u urbanom području Zenice vršeno je za tri definisane dionice:

- Magistralni put M17 Zenica (južni ulaz u grad, Drveni most) – Zenica (sjeverni ulaz u grad, petlja Blatuša;),
- Raskrsnica "Univerzitetski kampus" (ul. Fakultetska - ul. S.Radića - ul. ZANOBIH-a - Travnička cesta (R 441));
- Dionica od raskrsnice kod pravoslavne crkve do Banloza.



Slika 2.1. Položaj definisanih dionica i automatske monitoring stanice za praćenje kvaliteta zraka i promatranih dionica cestovnog saobraćaja u urbanom području Zenice (domena za modeliranje).

2.1. Ulazni parametri za modeliranje disperzije plutanata emitovanih iz cestovnog saobraćaja

Za procjenu disperzije koncentracija zagađujućih materija iz linisjkih izvora pomoću softverskog paketa AERMOD potrebno je poznavati više ulaznih parametara, koji se mogu svrstati u tri grupe: podaci o emisijama, meteorološki podaci, podaci o reljefu.

Za procjenu rasprostiranja zagađujućih materija emitovanih iz cestovnog saobraćaja softverski alat AERMOD mora raspolagati sa podacima o emisiji što se za određene zagađujuće materije

i dionice izražava u tonama po godini, odnosno tonama po kilometru, što se na kraju može izraziti u g/km vozilo.

Nakon pokretanja softverskog programa AERMOD unose se podaci prikazani u tabeli 2.1. i odnose se na emisiju duž obuhvaćenih saobraćajnica za odabrane zagađujuće materije (CO, NO_x i PM₁₀) u 2010. godini.

Tabela 2.1. Godišnja emisija CO, NO_x i PM₁₀ duž odabranih saobraćajnica u urbanom dijelu Zenice u 2010. Godini [1]

Saobraćajnica (dionica)	Dionice 1			Dionice 2			Dionica 3		
Zagađujuća materija	CO	NO _x	PM ₁₀	CO	NO _x	PM ₁₀	CO	NO _x	PM ₁₀
Emisija (t/god)	70,323	45,144	3,564	125,29	80,443	6,358	22,33	14,333	1,463
Emisija po kilometru (t/km)	0,803	0,517	0,044	96,382	61,875	4,895	2,992	1,914	0,198
Emisija (g/km vozilo)	0,407	0,253	0,022	7,161	4,598	0,363	1,243	0,792	0,077

i podaci iz tabele 2.2. za dato područje.

Tabela 2.2. Prosječne vrijednosti meteoroloških parametara korištenih za modeliranje disperzije NO_x, CO i PM₁₀. [3].

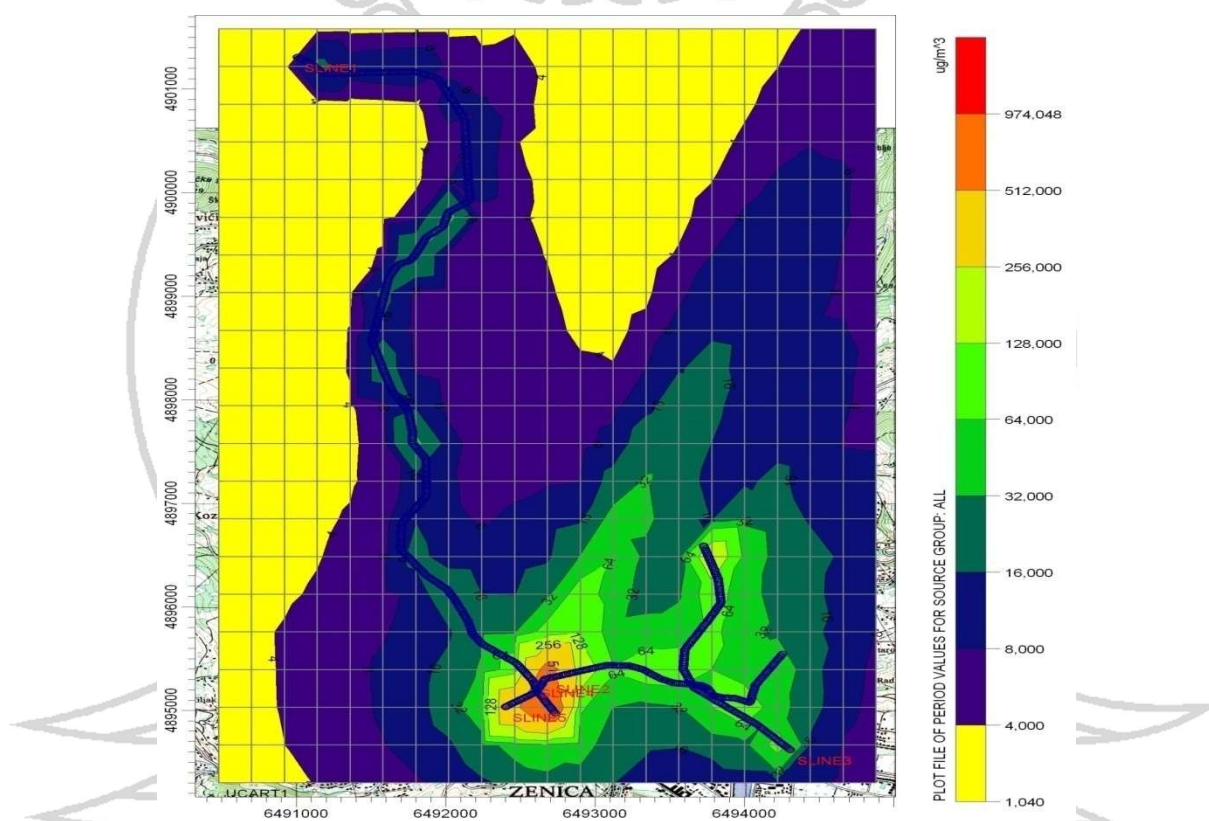
mjesec 2010.	oblačnost (-)	temperatura (°C)	pritisak (hPa)	vlažnost (%)	smjer vjetrova (°)	brzina vjetrova (m/s)
januar	7	1	9990	88	19	1,20
februar	6,28	2,01	9990	86,06	16,05	1,00
mart	5,41	6,41	9990	76,51	18,65	1,10
april	5,13	11,42	9990	78,27	17,02	1,30
maj	5,58	15,29	9990	77,32	16,58	1,25
juni	4,99	18,84	9990	82,08	16,22	1,11
juli	3,7	21,73	9990	75,66	18,02	1,41
avgust	3,45	21,65	9990	84,91	18,06	1,55
septembar	5,31	15,52	9990	83,92	18,8	1,23
oktobar	5,8	8,96	9990	81,64	18,28	1,02
novembar	5,32	8,91	9990	81,54	16,67	1,23
decembar	5,61	1,11	9990	91,95	17,24	1,37

Korištenje modela disperzije za kontinuirano procjenjivanje utjecaja nekog izvora na prizemne koncentracije zagađujućih materija zahtjeva odabir domene za modeliranje. Kao domena izvršenog modeliranja disperzije zagađujućih materija iz cestovnog saobraćaja na odabranim dionicama je uzeta površina 5 x 7 km u jezgu zeničke kotline, dok je visina iste iznosila 0,5 m.

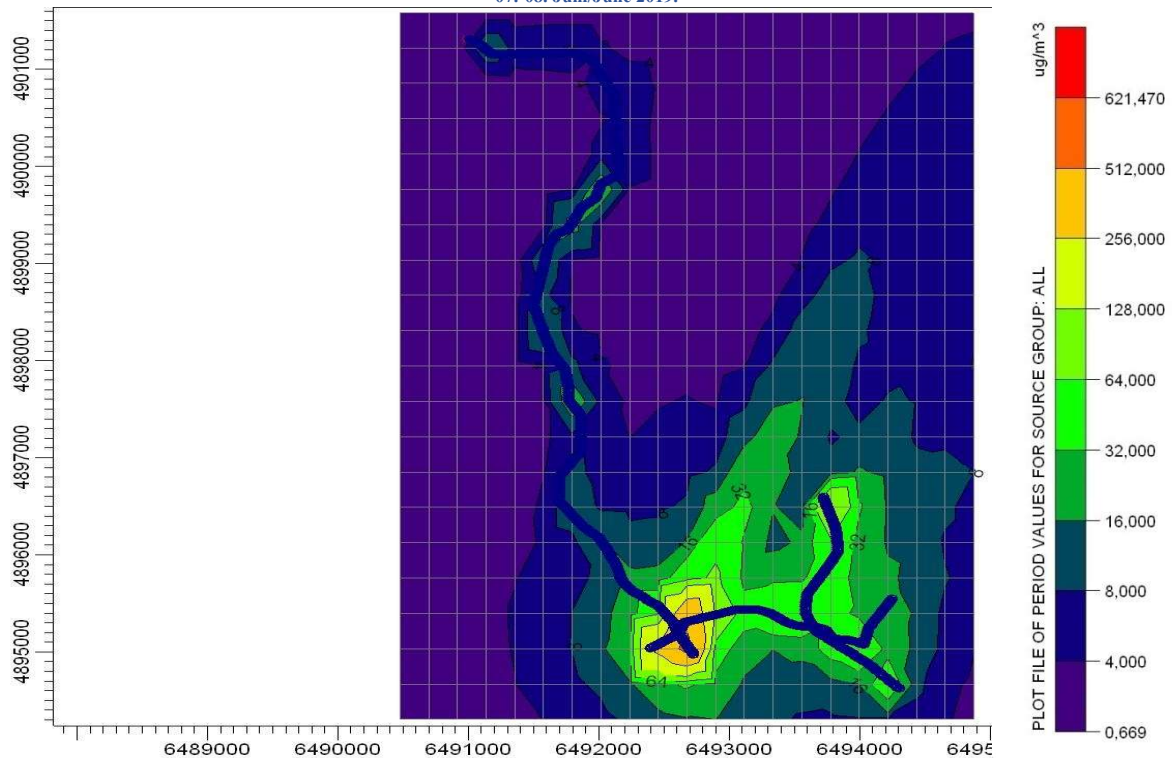
3. REZULTATI MODELIRANJA DISPERZIJE POLUTANATA PRIMJENOM MODELA AERMOD

Nakon obrade klimatskih parametara izvršeno je modeliranje disperzije CO, NO_x i PM₁₀ na osnovu dobivenih vrijednosti emisije korištenjem softverskog modela AERMOD. U model su unoseni obrađeni podaci srednjih vrijednosti emisije CO, NO_x, PM₁₀ i meteoroloških parametara za 2010. godinu. Urađeno je modeliranje srednjih vrijednosti emisije navedenih polutanata. AERMOD modelira utjecaj analiziranih vrijednosti emisije na prizemne koncentracije navedenih zagađujućih materija. Ove vrijednosti su predstavljene u obliku izopoluta (slike 3.1-3.3) [4]

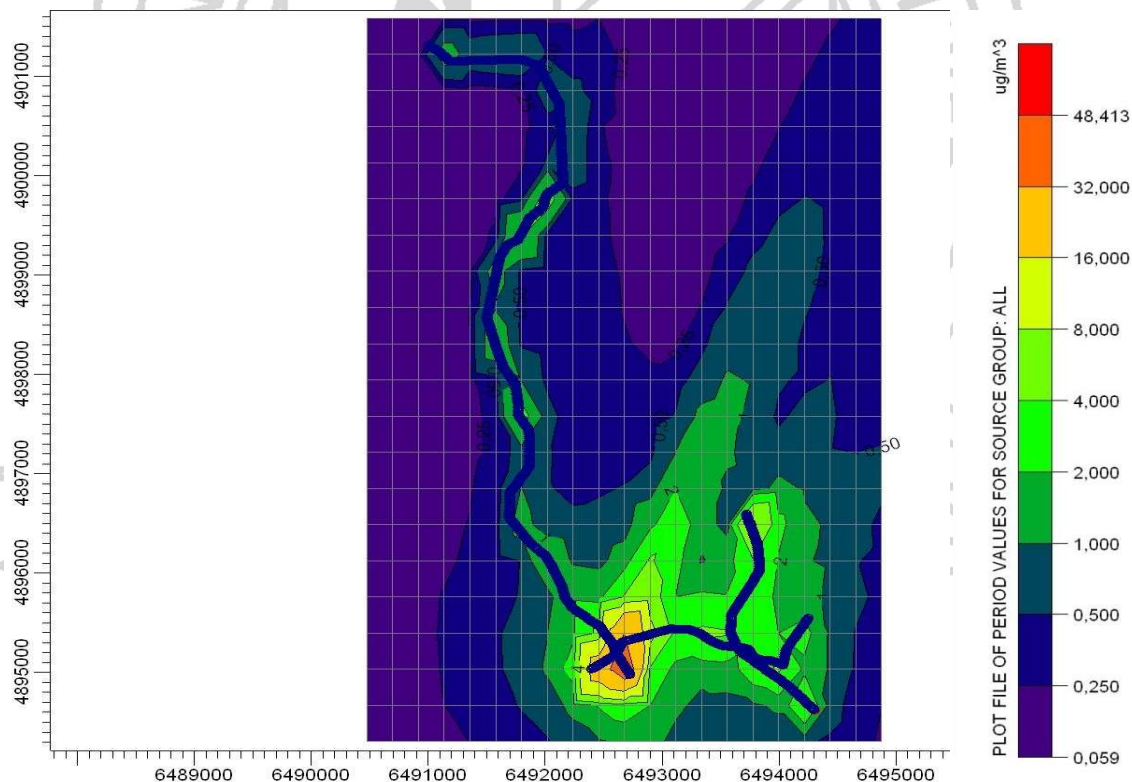
S obzirom na tok istraživanja i rezultate dobijene modeliranjem, AERMOD daje objašnjenje o stvarnom nivou rezultata i njihovog značaja sa aspekta procjene utjecaja saobraćaja na kvaliteta zraka urabnog područja Zenice.



Slika 3.1. Modeliranje disperzije prizemne koncentracije CO iz odabranih linijskih izvora urbanog područja Zenice za srednje godišnje vrijednosti.



Slika 3.2. Modeliranje disperzije prizmene koncentracije NO_x iz odabranih linijskih izvora urbanog područja Zenice za srednje godišnje vrijednosti.



Slika 3.3. Modeliranje uticaja odabranih linijskih izvora urbanog dijela područja Zenice na srednje godišnje vrijednosti prizemnih koncentracija PM_{10} za 2010.

4. VALIDACIJA REZULTATA DISPERZIJE CO, NO_x i PM₁₀.

U 2010. godini kontinuirano mjerenje kvaliteta zraka je vršena jedino na automatskoj monitoring stanici u Tetovu. Rezultati ovih mjerenja su neophodni (i jedini) za validaciju rezultata disperzije CO, NO_x i PM₁₀ iz cestovnog saobraćaja (linijskih izvora) dobijenih modeliranjem primjenom AERMOD-a za tri odabrane glavne cestovne dionice radi utvrđivanja njihovog udjela u ukupnoj izmjerenoj imisijskoj vrijednosti, odnosno u ukupnoj koncentraciji navedenih

Kako bi se ocijenio uticaj dobijenih rezultata modeliranja prizemnih koncentracija zagađujućih materija u zraku pomoću modela AERMOD, neophodno je iste komparirati sa rezultatima mjerenja parametara kvaliteta zraka (CO, NO_x i PM₁₀) na određenoj lokaciji. Validacija modeliranih vrijednosti navedenih zagađujućih materija je izvršena poređenjem sa izmjerenim vrijednostima koncentracija u zraku automatskom monitoring stanicom u Tetovu.

U tabeli 4.1. je dat pregled prosječnih i maksimalnih modeliranih imisijskih vrijednosti koje potiču od cestovnog saobraćaja na tri glavne dionice urbanog područja Zenice i izmjerenih prosječnih i maksimalnih vrijednosti CO, NO_x i PM₁₀ na automatskoj monitoring stanici u 2010. godini.

Prosječne modelirane vrijednosti korištene za validaciju prizemnih koncentracija CO, NO_x i PM₁₀ su odabrane za naznačenu pozicije mjernog mjesta [42,45]. Parametar C_M predstavlja modeliranu vrijednost u µg/m³ dobijenu modeliranjem u AERMOD-u, dok C_{izm} (µg/m³) predstavlja prosječnu godišnju vrijednost dobijenu mjerenjem na odabranom mjernom mjestu (Tetovo).

Tabela 4.1. Pregled modeliranih i izmjerenih vrijednosti CO, NO_x i PM₁₀ u urbanom području Zenice-Tetovo u 2010. godini. [2,4].

zagađujuća materija	C _M	C _{izm}	C _{Mmax}	C _{izmMax}
	(µg/m ³)			
CO	8	2558	128	3604
NO _x	4	11,6	32	45,52
PM ₁₀	0,5	67,16	8	178,2

U narednoj tabeli su dati procentualni udjeli modeliranih u izmjerenim vrijednostima CO, NO_x i PM₁₀ u ambijentalnom zraku na mjernom mjestu u Tetovu za statističke parametre C i C_{max} (srednja i maksimalna godišnja vrijednost).

Tabela 4.2. Procentualni udjeli modeliranih u izmjerenim imisijskim vrijednostima polutanata [5].

Zagađujuća materija	Udio modelirane u izmjerenoj vrijednosti u zraku (%) - prosjek	Udio modelirane u izmjerenoj vrijednosti u zraku (%) - maksimum
CO	0,31	3,55
NO _x	34,4	70,29
PM ₁₀	0,74	4,49

5. ZAKLJUČAK

Prema rezultatima izvršenog modeliranja emisije izduvnih plinova iz motornih vozila i rezultatima izvršenog modeliranja njihove disperzije u zrak na odabranim dionicama urbanog područja Zenice pomoću softverskog paketa AERMOD, kao i validacije modeliranih vrijednosti u odnosu na izmjerene vrijednosti koncentracija NO_x , CO i PM_{10} mogu se izvesti sljedeći zaključci:

-Na godišnjem nivou se može ocijeniti da cestovni saobraćaj na odabrane tri cestovne dionice ima uticaj na ukupnu koncentraciju CO u zraku na mjernom mjestu Tetovo ispod 0,5 %. Kada je u pitanju prosječna maksimalna godišnja vrijednost onda je taj udio ispod 4 %.

-Cestovni saobraćaj ovih triju dionice ima uticaj na koncentraciju NO_x u zraku na označenom mjernom mjestu ispod 35 %. Kada je u pitanju prosječna maksimalna godišnja vrijednost može se reći da je uticaj prilično izražen i iznosi oko 70 %.

-Na osnovu dobivenih podataka može se zaključiti da cestovni saobraćaj na odabrane tri dionice ima uticaj na ukupnu koncentraciju PM_{10} u zraku ispod 1 %. Udio modelirane u izmjerenoj prosječnoj godišnjoj maksimalnoj vrijednosti je ispod 5 %.

LITERATURA

- [1] Uticaj saobraćaja na okoliš na području Zeničko-Dobojskog kantona, Studija, Fakultet za saobraćaj i komunikacije u Sarajevu, Sarajevo, 2009.
- [2] Goletić, Š., Imamović, N.: Godišnji izvještaj o izvršenim mjerenjima i prikazom rezultata mjerenja kvaliteta zraka u Zenici za 2010, Mašinski fakultet u Zenici, Univerzitet u Zenici, 2011.
- [3] Godišnji izvještaj za područje Općine Zenica sa meteorološke stanice u Zenici, Federalni hidrometeorološki zavod, dostavljeno na zahtjev autora, februar 2012.
- [4] Borić, J.: Uticaj saobraćaja na kvalitet zraka urbanog područja Zenice, Magistarski rad, Mašinski fakultet Univerziteta u Zenici, Zenica, 2014.
- [5] Određivanje količina emitovanih gasovitih zagađujućih materija prijelom od drumskog saobraćaja primjenom Copert IV modela evropske agencije za životnu sredinu, istraživački projekt, Institut Saobraćajnog fakulteta Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2010.
- [6] AERMOD: Description of model formulation, US EPA 2004.
- [7] Lindov, O.: Transport i okoliš, Fakultet za saobraćaj i komunikacije Univerziteta Sarajevu, Sarajevo, 2009.
- [8] Vujadinović, R.: Stanje izduvne emisije motornih vozila u eksploataciji, Magistarski rad, Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.