

PRIMJENA SOFTVERA EEA-COPERT 4 ZA PROCJENU EMISIJE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJIA DRUMSKOG SAOBRAĆAJA U KANTONU SARAJEVO

Ibrahim Jusufranić

Ivan Račić

Ružica Popović

Internacionalni univerzitet Travnik, Bunar b.b., Travnik

Sažetak

U ovoj studiji akcenat je stavljen na neophodnost monitoringa faktora koji utiču na emisiju stakleničkih gasova iz drumskog saobraćaja. Izuzetno je značajno da do sada nije napravljen relevantan referentni model za (pr)ocjenu emisije GHG iz transporta u softveru koji je zvanično prihvatljiv za izvještavanje od strane UNFCCC i EEA, a time i konsekvantne analize potencijalnih scenarija mitigacije, sa posebnim akcentom na Kanton i grad Sarajevo kao glavni grad Bosne i Hercegovine. U radu je također prikazan indirektan uticaj javnog gradskog saobraćaja na emisiju prevoza putnika osobnim vozilima. COPERT 4 je softverski alat za izradu modela regija ili država za procjenu emisije zagađujućih materija koje potiču od drumskog saobraćaja. Sastavni je deo EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, metodologije UNFCCC, UNECE, TFEIP, kao i UNECE CLRTAP. Softverskim alatom COPERT 4 procenjuje se emisija polutanata CO, NO_x, VOC, PM, NH₃, SO₂, teških metala, kao i GHG gasova CO₂, N₂O, CH₄. Njegova primjena je preporučena prema 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Posebni segment studije je također ukazao na relevantnost i uticaj kvaliteta javnog gradskog saobraćaja u širem smislu.

Ključne riječi: Softverski model, procjena emisija, izvještavanje, gradski saobraćaj, osobna vozila

APPLICATION SOFTWARE EEA COPERT 4 FOR THE ESTIMATION OF POLLUTING SUBSTANCES IN ROAD TRANSPORT IN THE CANTON

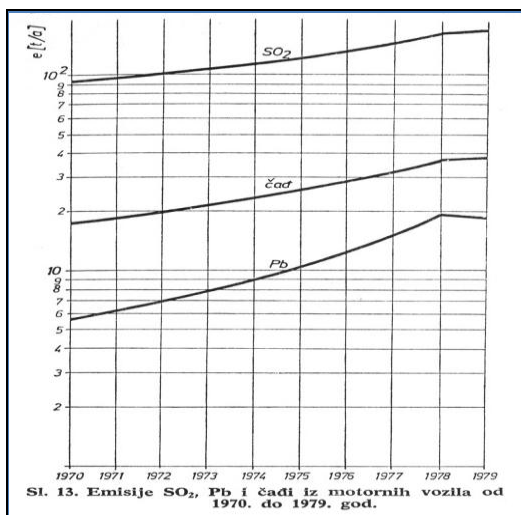
Abstract

This study focuses on inevitability of monitoring the factors that influence emission of GHG originating from road transport. It is of immense importance that so far no relevant referential model exists for estimation and assessment of road transport GHG emissions in a reporting software tool that is officially recognized by UNFCCC and EEA, necessary for consequent analyses of potential mitigation scenarios, with Canton and City of Sarajevo in focus, as the capital of Bosnia and Herzegovina. COPERT 4 is a software tool for modeling the road transport of regions and countries and estimation of its emissions. It is an integral part of EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook methodology, UNFCCC, UNECE, TFEIP, UNECE CLRTAP. COPERT 4 is used in estimating the emissions of pollutants, namely CO, NO_x, VOC, PM, NH₃, SO₂, heavy metals, and GHG CO₂, N₂O, CH₄. Its application is recommended by 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. A special section of the study has established the relevance and impact of the quality of city's public transport in its wider sense.

Key words: Software model, emission estimation, reporting, city transport, passenger vehicles

1. UVODNE NAPOMENE

Izuzetno je značajno da do sada nije napravljen relevantan referentni model za (pr)ocjenu emisije GHG iz transporta u softveru koji je zvanično prihvatljiv za izvještavanje od strane UNFCCC i EEA, a time i konsekvantne analize potencijalnih scenarija mitigacije, kako na nivou BiH, tako i na Federalnom i kantonalnom nivou, sa posebnim akcentom na Kanton i grad Sarajevo, kao glavni grad Bosne i Hercegovine.



Dijagram 1. Zadnja dostupna analiza emisije iz saobraćaja u Sarajevu²⁷

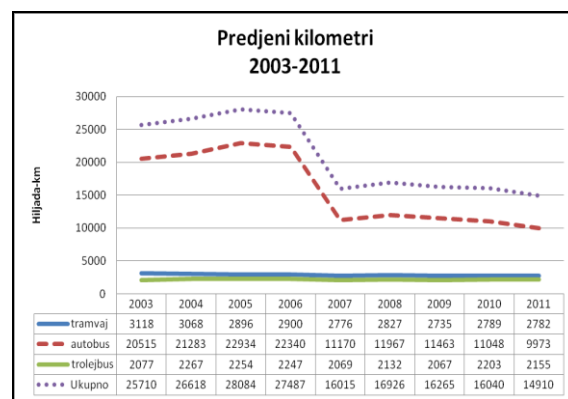
Na globalnom nivou, ne ulazeći studiozno u objašnjavanje pojmova i načina prikupljanja podataka, ipak se neumitno zaključuje da su globalne emisije stakleničkih plinova (GHG) porasle su u razdoblju od 1970. do 2004. godine. Porast je iznosio čak oko 70%, odnosno različite ljudske aktivnosti su dovele do značajnog povećanja atmosferskih koncentracija GHG-a. Najveći porast u globalnim emisijama GHG-a u razdoblju od 1970. do 2004. došao je iz sektora snabdijevanja energijom (povećanje od 145%). Ono što je posebno značajno za ovaj rad jeste da je u tom razdoblju porast direktnih emisija izazvanih transportom bio 120%. U Inicijalnom Nacionalnom izvještaju BiH prema UNFCCC, podaci za analizu GHG koji se koriste su čak iz 1990., a sam transport nije adekvatno analitički zastupljen. Kako je u izradi drugi izvještaj nada je da će se transport i saobraćaj adekvatno analizirati.

2. ANALIZA OKVIRNIH PODATAKA ZA KANTON SARAJEVO

Na primjeru Sarajeva može se vidjeti direktan uticaj smanjenja broja putnika odnosno pređenih kilometara na drastičan porast broja automobila. Naravno da je nemoguće izolovati pojedinačno sve uticaje, jer su svi faktori međusobno jako povezani, a njihovi uticaji višeznačni. Prema priloženim dijagramima, koji je svaki prerađeni isječak iz zvanične statistike za Kanton Sarajevo, predstavlja temelj za dalju analizu i tumačenje.

2.1 Analiza pređenih kilometara javnog gradskog prevoza i prevezenih putnika

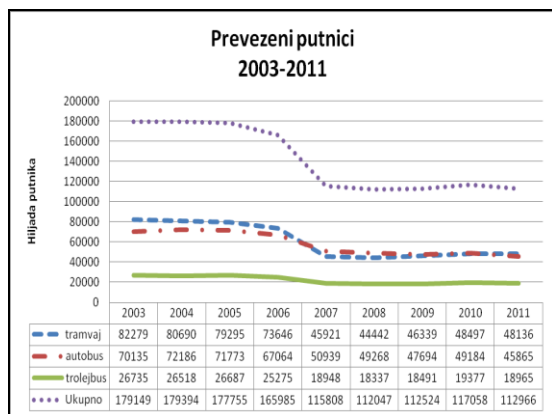
Prema Dijagramu 2, evidentan je drastičan pad broja pređenih kilometara javnog gradskog saobraćaja, a posebno u periodu 2006-2007. To se posebno odnosi na autobuski saobraćaj gdje je broj pređenih kilometara u periodu 2007-2011 smanjen za oko 51% u odnosu na prethodni period.



Dijagram 2. Statistički pregled pređenih kilometara u prijevozu putnika za Kanton Sarajevo

Prema Dijagramu 3., evidentan je i drastičan pad broja prevezenih putnika u javnom gradskom saobraćaju. Iako prema prethodnom dijagramu broj pređenih kilometara tramvaja i trolejbusa ostao isti za posmatrani period, i tu je evidentan drastičan pad putnika, što se također odnosi na autobuski saobraćaj gdje je broj prevezenih putnika u periodu 2007.-2011. smanjen za oko 32% u odnosu na prethodni period. Za posmatrani period 2003.-2011. broj putnika na godišnjem nivou je pao za oko 36%.

²⁷ A. Knežević, preuzeto sa predavanja na Mašinskom fakultetu u Sarajevu, 2010



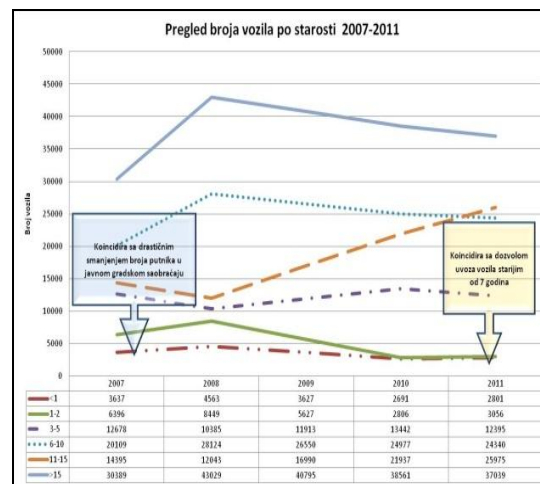
Dijagram 3. Statistički pregled prevezenih putnika za Kanton Sarajevo

Ukoliko se, u smislu održivog razvoja, posmatra činjenica da je u periodu 2005.-2011. zbog smanjenja prevezenih putnika (brojem 341.615.000), po relativno neformalno utvrđenoj cijeni od 0,5 KM, izgubljeno je oko 170 miliona KM. Za taj iznos su se mogle izvršiti potrebne aktivnosti neophodne za podizanje kvaliteta gradskog saobraćaja. Podatak broja prevezenih putnika iz 2004. godine ukazuje na značajan potencijal, odnosno nepokriveno tržište za usluge javnog prevoza gledajući posljednjih par godina koje sigurno raste.

2.2 Analiza voznog parka osobnih vozila u Kantonu Sarajevo za period 2007.-2011.

Indikativan je porast broja registriranih vozila za oko 19.000 na godišnjem nivou (period 2007.-2008.). Daljnji pregled statističkih podataka pokazuje da je broj stanovnika u 2008. porastao za oko 1.400 stanovnika (Tabela 1.) starosne dobi interesantne sa aspekta korišćenja vozila, dok je u istom periodu broj putničkih automobila porastao za 19.000 vozila, kao što je već rečeno.

U tom periodu je indikativan povoljniji ekonomski ambijent, tako da je porast privrede, a ujedno i primanja, imao direktan uticaj na stvaranje finansijskih mogućnosti nabavke osobnih vozila, a sam ekonomski pad u periodu 2010.-2011. vjerovatno ima pozitivan uticaj na stagnaciju, odnosno zadržavanje broja osobnih vozila u 2012. na nivou 2011. godine.



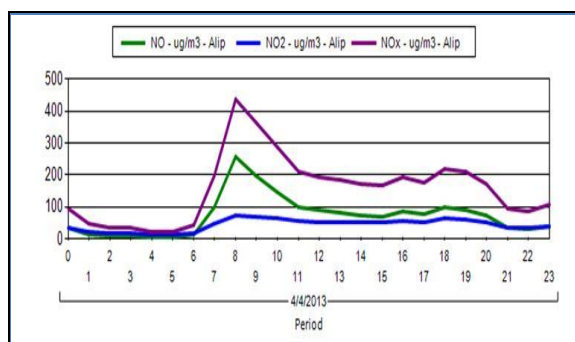
Dijagram 4. Broj registrovanih vozila u Kantonu Sarajevo

To možda i ne bi bio toliko zabrinjavajući podatak, ali činjenica da su oko 13.000 vozila starija od 15 godina, zbog deterioracije eksploatacionih karakteristika sa posebnim akcentom na emisiju zagađujućih materija, svakako jeste. To ukazuje da prva zaradna sredstva osobe koriste za kupovinu automobila, a kupovina starih vozila je u direktnoj vezi sa lošom ekonomskom situacijom, koja je kako je već rečeno bila poboljšana baš u tom periodu 2007.-2009.

Tabela 1. Komparativni prikaz porasta broja vozila i demografskih podataka

Ljudi/vozila	Starost/vrsta	2007	2008	Porast u zadnje dvije godine
ljudi	0-14	69716	70108	392
	15-64	280884	282373	1489
	65-vise	68430	68808	378
	ukupno	419030	421289	2259
	putnicka	87604	106593	18989
vozila	autobusi	680	451	-229
	teretna	10439	10980	541
	motocikli	1330	1354	24
	kombinirana	115	322	207
	ostala	3043	588	-2455
		103211	120288	17077

Prema Tablici 1., vidimo da je na svake 2,6 osobe starosne dobi od 15-64 godina registrovan po jedan putnički automobil, što je zaista podatak koji poziva na multidisciplinarnu i sveobuhvatnu analizu i sistematsko djelovanje, a nažalost nijedan podatak u statistici, ni na jednom nivou, za sada ne daje relevantnu procjenu emisije GHG iz transporta.



Dijagram 10. Emisija NO_x po satima

Prema analizama mjerenja emisije NO_x po satnim prosjecima primijećeno je da u periodu od 7:00 do 8:00 zabilježen konzistentan porast emisije u iznosu od preko 400%, a na Dijagramu 5. je prikazana zabilježena emisija na dan 04.04.2013. kao ilustracija i potvrda trenda. Nameće se direktni zaključak da je emisija veoma povezana sa korištenjem automobila za dolazak na radno mjesto, a kao posredni zaključak da se eventualnim poboljšanjem kvaliteta gradskog saobraćaja sa fokusom na poboljšanje mobilnosti u smislu standarda EN 13816 mogu smanjiti pritisci na okoliš uzrokovanih potrebom prevoza putnika na radna mjesta.

U Tabeli 2. prikazani su datumi kada su zabilježene najviše vrijednosti NO_x, a boldirani su datumi kada su i nivoi ostalih materija bili značajno viši od uobičajenih vrijednosti. Treba napomenuti da su baš u periodu 07-10.01.2011. bili izuzetno turbulentni u GRAS-u, što je uzrokovalo smanjenje broja njihovih vozila na ulicama u tom periodu.

Tabela 2. Maksimalna zabilježena emisija NO_x po datumima

29.7.2011.	NO_x	1410.6
4.6.2011.	NO_x	1381.5
3.11.2011.	NO_x	1359.8
8.2.2011.	NO _x	1321.3
10.1.2011.	NO _x	1275.1
8.11.2011.	NO _x	1267.7
5.2.2011.	NO _x	1264.7
12.6.2011.	NO _x	1262.4
8.9.2011.	NO_x	1239.7
7.1.2011.	NO_x	1238.7
11.1.2011.	NO _x	1185.2
18.2.2011.	NO _x	1176.9
18.3.2011.	NO _x	1160.9
17.1.2011.	NO _x	1132.6

3. EMISIJE ZAGAĐUJUĆIH MATERIJAL OSOBNIH PUTNIČKIH VOZILA MODELA KANTONA SARAJEVO

3.1 Osnovni elementi proračuna COPERT 4

Dva su vodeća softverska alata za procjenu emisije GHG iz transporta. To su COPERT 4 (SIBYL kao novija verzija) i HBEFA²⁸ 3.1 (TREMODO). Dole priložena tabela koncizno prikazuje oblast primjene.

Tabela 3. Prikaz oblasti primjene

	COPERT 4/SIBYL ¹	HBEFA 3.1
Geografska obuhvatnost	Nacionalni i regionalni	Do nivoa ceste
Emisioni faktori	Prema prosječnoj brzini	Prema situaciji u saobraćaju
Polutanti	Prema normama + CO ₂ , FC, CH ₄ , N ₂ O, NH ₃ , PM, SO ₂ , teški metali, PAHs, POPs, NMVOC	Prema normama + CO ₂ , FC, NO ₂ , CO ₂ and PM/PN

COPERT²⁹ 4 je model i softverski alat za određivanje količine emitovanih zagađujućih materija koje potiču od drumskog saobraćaja. Koristi se u mnogim zemljama EU za izvještavanje o emisijama zagađujućih materija iz drumskog saobraćaja. Sastavni je deo EMEP/EEA³⁰ Emission Inventory Guidebook³¹, metodologije UNFCCC³², UNECE³³, TFEIP³⁴, kao i UNECE CLRTAP³⁵, kao i uputstva Evropske unije (EU) o maksimalnim emisijama na nacionalnom nivou. Model COPERT 4 u potpunosti ispunjava zahtjeve proračuna u svim navedenim dokumentima i metodologijama.

²⁸ HBEFA - Handbook Emission Factors for Road Transport, primjenjuje se u Njemačkoj - TREMOD

²⁹ Computer Programme to calculate Emissions from Road Transport)

³⁰ European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) - Program saradnje u oblasti monitoringa i procjene dalekosežnog prijenosa zagađujućih materija u zraku u Evropi

³¹ Emission Inventory Guidebook – Vodič za katastar emisija

³² United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) – Okvima konvencija UN o klimatskim promjenama

³³ United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) - Ekonomska komisija Ujedinjenih nacija za Evropu

³⁴ Task Force on Emission Inventories and Projections (TFEIP) – Radna grupa za popis i projekciju emisija u zrak

³⁵ Convention on LongRange Transboundary Air Pollution (CLRTAP) - Konvencija o dalekosežnom prekograničnom zagađenju zraka

Softverskim alatom COPERT 4 procjenjuje se emisija najznačajnijih zagađujućih materija (CO, NO_x, VOC, PM, NH₃, SO₂, teških metala), kao i GHG gasova (CO₂, N₂O, CH₄), koju proizvode različite kategorije vozila (putnička, laka i teška teretna vozila, mopedi i motocikli). Program omogućava i određivanje NO/NO₂, elementarnog ugljenika i organskih čestica i nemetanskih isparljivih organskih jedinjenja (NMVOC) tokom rada motora na stabilnoj temperaturi (topla emisija), emisiju koja se javlja prilikom pokretanja motora (tzv. hladan start), kao i emisiju NMVOC prouzrokovanu isparavanjem goriva. Njegova primjena je preporučena prema 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, a čija je metodologija u potpunosti praćena tokom izrade ovog modela. Izvještavanje o emisiji izduvnih gasova koja potiče od drumskog saobraćaja odnosi se na četiri grupe vozila prema nomenklaturi NFR (nomenklatura za izvještavanje) na sledeći način:

- putnički automobili (NFR šifra 1.A.3.b.i)
- laka teretna vozila (LTV) (< 3.5 t) (NFR šifra 1.A.3.b.ii)
- teška teretna vozila (TTV) (> 3.5 t) i autobusi (NFR šifra 1.A.3.b.iii)
- mopedi i motocikli (NFR šifra 1.A.3.b.iv).

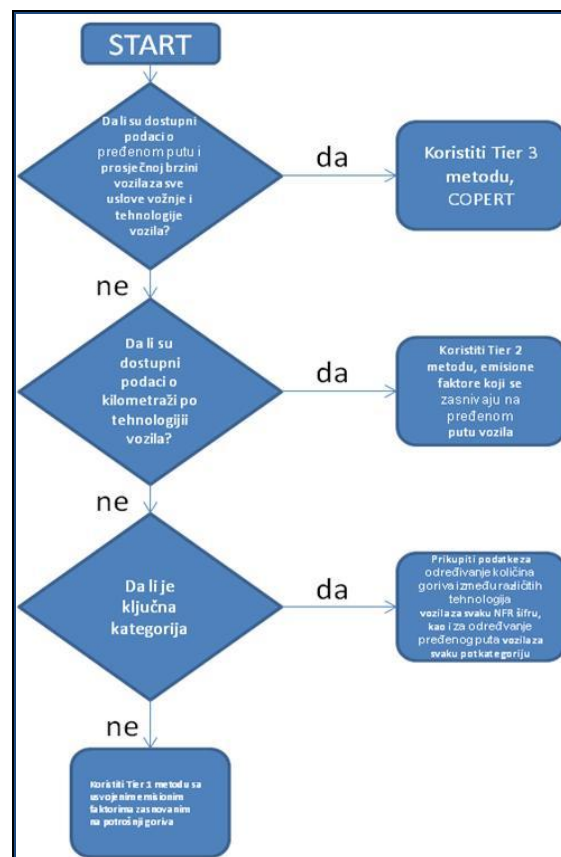
Najznačajnije zagađujuće materije koje emituju drumska transportna sredstva su:

- CO, NO_x, NMVOCs
- gasovi koji stvaraju efekat staklenika (CO₂, CH₄, N₂O)
- kisele supstance (NH₃, SO₂)
- čvrste čestice (PM)
- kancerogena jedinjenja (PAHs, i POPs)
- otrovne supstance (dioksini i furani)
- teški metali.

Zbog potrebne konciznosti rada detaljna metodologija proračuna prema Tier 1, Tier 2, i Tier 3, ovde neće biti izložena, a zbog preporuka EEA korištena je Tier 3 metoda koja je sadržana u COPERT 4. Na Ilustraciji 1 prikazan je algoritam potreban za određivanje metode izračunavanja emisije. Emisija izduvnih gasova po Tier 3 metodi se izračunava kombinovanjem emisionih faktora sadržanih u prethodnim metodama, kao i podataka o aktivnostima, i obuhvaćen je u modelu COPERT 4, a ukupna emisija izduvnih gasova, koja potiče od drumskog saobraćaja, se izračunava kao zbir emisija kada je dostignuta radna temperatura

motora i emisija pri radu kada je motor ispod radne temperature.

Koncentracija zagađujućih materija tokom perioda zagrevanja motora mnogo je veća nego tokom rada motora na radnoj temperaturi, te je neophodan drugačiji metodološki pristup.



Ilustracija 1. Prikaz odabira metode za kalkulacije emisija³⁶

Za proračun emisije koji potiču od drumskog saobraćaja softverski alat COPERT 4 koristi sljedeće ulazne podatke:

- ukupna potrošnja energenata, prema vrstama
- broj vozila, prema kategorijama i tehnologijama vozila
- prosječna kilometraža, prema kategorijama vozila
- prosječna brzina vozila, prema kategorijama vozila i tipovima puta
- struktura pređenog puta, prema vrsti ceste (gradski, ruralni, autoput), izražena u
- procentima, za sve kategorije vozila
- prosječni mjesečni vazdušni pritisak i
- prosječna dužina putovanja

³⁶ EMEP/EEA emission inventory guidebook 2009, ažurirano 2010, strana 18

Također su neophodni i klimatološki podaci za analiziranu regiju:

- prosječna maksimalna temperatura po mjesecima
- prosječna minimalna temperatura po mjesecima
- relativna vlažnost zraka
- srednji atmosferski pritisak

Koriste se i podaci koji su neophodni za proračun emisijonih faktora prema tipu emisije (emisija pri hladnom startu, emisija pri normalnom režimu rada motora – na radnoj temperaturi, isparenja), emisijonih faktora prema kategoriji vozila, emisijonih faktora prema tipu puta, procentualnog učešća pređenog puta u režimu ispod radne temperature motora, i to:

- prosječna brzina vozila, prema kategorijama vozila i tipovima puta,
- prosječna dužina putovanja.
- broj vozila, prema kategorijama i tehnologijama vozila,
- godišnja kilometraža prema kategorijama vozila
- struktura pređenog puta prema tipovima (gradski, ruralni, autoput), izražena u procentima, svih kategorija vozila.

3.2 Prikaz rezultata emisije izračunatih na osnovu modela

U izradi modela korišteni su relevantni zvanični statistički podaci, kao i podaci mjereni od strane autora ovog rada, a model i rezultati su prilagođeni i verifikirani u skladu sa IPCC i EMISIA³⁷ smjernicama. Sam izvještaj emisija na osnovu ovog modela sadrži preko 70 stranica, a u ovom radu će biti naglašeni samo neki elementi izvještaja. U Tabeli 4. dat je prikaz jedne od stranica izvještaja emisije CO₂ sa akcentom na putnička vozila.

Tabela 4. Prikaz emisije CO₂ iz putničkih vozila

Emission Results - Source oriented						
CO ₂						
SECTOR	HOT [t]	COLD [t]	A/C [t]	LUBE-OIL [t]	SCR [t]	TOTAL [t]
	258,979.55	15,374.36	3,013.10	494.44	0.00	277,861.45
Passenger Cars	141,440.21	12,911.81	2,679.78	377.52	0.00	157,409.32
Gasoline 0.8 - 1.4 l	26,061.68	3,105.70	896.04	82.58	0.00	32,146.01
Gasoline 1.4 - 2.0 l	24,934.51	2,759.37	642.85	61.82	0.00	28,398.55
Gasoline >2.0 l	4,759.47	503.90	119.94	8.04	0.00	5,391.34
Diesel 1.4 - 2.0 l	60,198.75	5,442.65	859.11	194.50	0.00	75,695.01
Diesel >2.0 l	14,465.81	1,100.19	161.83	30.59	0.00	15,778.42
Light Commercial Vehicles	26,304.26	2,462.55	333.32	51.83	0.00	31,151.97
Gasoline <3.5	5,711.88	678.31	125.75	7.59	0.00	6,523.53
Diesel <3.5 l	22,592.38	1,784.24	207.60	44.24	0.00	24,628.45

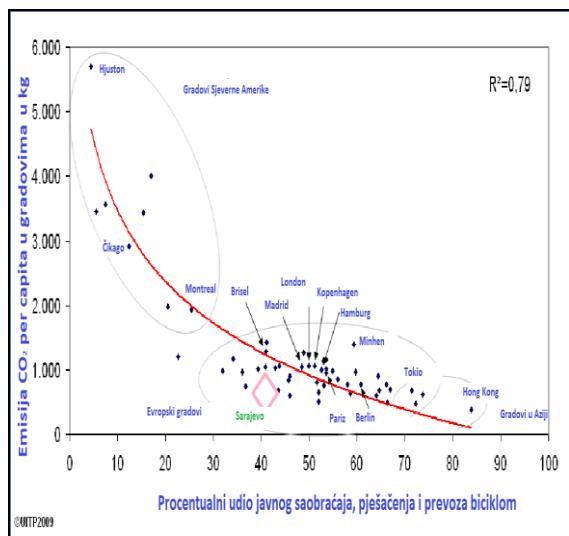
Sa lijeve strane se vidi svaka od zagađujućih materija pojedinačno čije vrijednosti se mogu prikazati kao poseban element izvještaja u zavisnosti od fokusa eventualnog istraživanja u cilju mitigacije istih, jer smanjenje emisije GHG je samo jedan cilj djelovanja.

Prema UITP³⁸ (International Association of Public Transport) analizi PUBLIC TRANSPORT AND CO₂ EMISSIONS iz 2009 godine, iz koje je preuzeta i prerađena Dijagram 6, u urbanim prostorima živi oko 72% populacije u EU, što predstavlja 4% njene teritorije, a taj teritorij ima udio od 85% GDP-a Evropske Unije. Prema tim istraživanjima prosječna emisija CO₂ u razvijenim gradovima iznosi 1240 kg godišnje, odnosno 907 kg gledajući sve gradove u cjelini. Transport ima udio od 25.5% od cjelokupne emisije CO₂, dok gradski prevoz putnika ima udio 8.5% u zemljama EU27, odnosno 34% emisije iz transporta. Javni gradski prevoz ima udio od 10% emisije CO₂ gradskog prevoza putnika u zemljama EU27, (prevoz osobnim vozilom ima udio od 90%), a njihova je analiza navela da i na globalnom nivou nema značajnijih odstupanja. Prema nezvaničnim podacima o broju stanovnika u Sarajevu procjenjuje se da je emisija CO₂ per capita iz urbanog prevoza putnika oko 400 kg. Ova cifra umnogome zavisi i od broja vozila koje ulaze u Kanton zbog mjesta zaposlenja, ali i ostalih faktora. U toku istraživanju posmatrana je i navika korisnika osobnih vozila u periodu kada je najveća emisija NO_x, dakle u periodu 7:45-8:30

³⁷ EMISIA SA dio Aristotle University of Thessaloniki / Laboratory of Applied Thermodynamics osnovana 2008.

³⁸ UITP (International Association of Public Transport)

ustanovljeno je da oko 72% vozila ima samo jednog putnika odnosno samo vozača.



Dijagram 6. Odnos emisije CO₂ i procentualnog udjela javnog gradskog prevoza, pješaćenja i biciklima

Na Tabeli 5. prikazana je emisija olova, a prema izvještaju ovog modela na godišnjem nivou se emituje oko 2 t samo iz putničkog saobraćaja. U vidu kratke digresije treba napomenuti da olovo putem padavina i sistema odvoda otpadnih voda na ovaj ili onaj način završi u rijekama Miljacki, Bosni, Željeznici. Nisu nepoznanica ni elementi negativnog i visoko intenzivnog uticaja olova na riječni ekosistem sa obzirom na ograničene absorpcione kapacitete ovih malih rijeka, a posebno u ljetnjim mjesecima kada su protoci izrazito niski. Nažalost, fluktuacija intenziteta zagađenja u zavisnosti od godišnjeg doba nije statistički relevantno dokazana, jer su neke od maksimalnih vrijednosti zabilježene u svim periodima tokom godine. Uporednom analizom voznog parka za period od 2005.-2012., može se zaključiti da je preko 10 t olova emitovano od osobnih vozila u okoliš, u navedenom periodu. Prema tim kalkulacijama 0,02 g olova pada na m² godišnje, ali zbog svoje mikrostrukture transport tih čestica je izuzetno lak putem zraka, odnosno putem padavina.

Tabela 5. Prikaz emisije olova Pb

4/10/2013 9:45:39AM Emission Results - Source oriented COPERT 4 version 10.0				
Pb				
Pb	2011			
SECTOR	HOT [kg]	COLD [kg]	A/C [kg]	TOTAL [kg]
	3,928.88	195.86	35.61	4,160.35
Passenger Cars	2,004.77	159.10	31.38	2,195.25
Gasoline 0.8 - 1.4 l	311.20	25.55	9.38	346.14
Gasoline 1.4 - 2.0 l	248.01	20.49	6.60	275.11
Gasoline >2.0 l	60.75	4.78	1.28	66.81
Diesel 1.4 - 2.0 l	1,145.10	90.07	11.87	1,247.04
Diesel >2.0 l	239.71	18.21	2.24	260.15
Light Commercial Vehicles	455.88	36.76	4.23	496.88
Gasoline <3.5 t	81.22	7.23	1.36	89.82
Diesel <3.5 t	373.86	29.53	2.87	406.25
Heavy Duty Trucks	1,386.44	0.00	0.00	1,386.44
Gasoline >3.5 t	0.00	0.00	0.00	0.00
Rigid <=7.5 t	502.26	0.00	0.00	502.26
Rigid 7.5 - 12 t	884.17	0.00	0.00	884.17
Rigid 12 - 14 t	0.00	0.00	0.00	0.00
Rigid 14 - 20 t	0.00	0.00	0.00	0.00
Articulated 14 - 20 t	0.00	0.00	0.00	0.00
Buses	82.59	0.00	0.00	82.59
Urban Buses Mid <=15 t	9.11	0.00	0.00	9.11
Urban Buses High >15 t	73.48	0.00	0.00	73.48

Interesantna je i emisija respirabilnih čestica (mješavina hemijskih jedinjenja, nitrati, sulfati, organska, metali, soli i čestica vode), koje se dovode³⁹ u direktnu vezu sa ljudskim zdravljem, a po nekim studijama i za terminalnim posljedicama, Tabela 6. Iako nije glavni cilj ovog rada, u vidu digresije treba podsjetiti i naglasiti da zagađenje zraka, prema WHO, predstavlja najveći okolinski rizik za zdravlje čovjeka, a posebno na respiratorni i kardiovaskularni sistem, uključujući kancerogena oboljenja pluća. Prema istom izvoru, WHO sadržanom u Update on WHO air quality guidelines⁴⁰ 1.3 miliona smrtnih slučajeva na globalnom nivou. U EU očekivani životni vijek je smanjen za 8.6 mjeseci usljed izlaganja PM_{2.5}, a NO₂ je jedan od njegovih elemenata.

Prema izvještaju „Zdravstveno stanje stanovništva i zdravstvena zaštita u Federaciji Bosne i Hercegovine“ za 2011. godinu, vodeći uzrok smrti muškaraca od kancerogenih oboljenja je rak pluća (33,9%), dok je kod žena drugi (kod žena je prvi rak dojke sa 14,9%), a taj trend traje od 2009. sve do 2011. Potrebno je naglasiti da nije izvršena zvanična naučna analiza i studija koja bi potvrdila ili demantovala,

³⁹ “Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe” COM(2005) 446 Final, 2005, pp.1-170, http://ec.europa.eu/environment/air/pdf/sec_2005_1133.pdf, 02.03. 2013)

⁴⁰ Krzyzanowski M, Cohen A. Air Quality and Atmospheric Health, 2008, 1:7–13

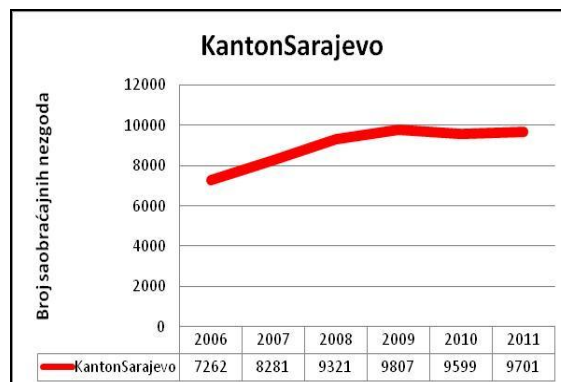
odnosno odredila intenzitet uticaja emisija iz urbanog drumskog saobraćaja, ali jedan od glavnih ciljeva ovog rada i jeste animiranje relevantnih stručnjaka.

Tabela 6. Prikaz emisije čestica PM10, P2,5

Emission Results - Driving Mode oriented				
COPERT 4 version 10.0				
PM10				
SECTOR	URBAN [t]	RURAL [t]	HIGHWAY [t]	TOTAL [t]
	100.05	10.64	2.32	113.00
Passenger Cars	48.77	6.44	1.49	56.70
Gasoline 0,8 - 1,4 l	2.85	0.60	0.07	3.52
Gasoline 1,4 - 2,0 l	2.42	0.22	0.02	2.65
Gasoline >2,0 l	0.34	0.03	0.00	0.37
Diesel 1,4 - 2,0 l	37.23	5.21	1.32	43.76
Diesel >2,0 l	5.94	0.38	0.08	6.40
Light Commercial Vehicles	10.09	1.68	0.50	12.27
Gasoline <3,5 t	0.45	0.10	0.01	0.55
Diesel <3,5 t	9.65	1.59	0.49	11.72
Heavy Duty Trucks	39.74	2.44	0.31	42.49
Gasoline >3,5 t	0.00	0.00	0.00	0.00
Rigid <=7,5 t	17.58	1.13	0.15	18.86
Rigid 7,5 - 12 t	22.15	1.30	0.17	23.62
Emission Results - Driving Mode oriented				
COPERT 4 version 10.0				
PM (exhaust)				
SECTOR	URBAN [t]	RURAL [t]	HIGHWAY [t]	TOTAL [t]
	77.15	6.94	1.95	86.04
Passenger Cars	36.41	4.21	1.27	41.89
Gasoline 0,8 - 1,4 l	0.27	0.04	0.01	0.33
Gasoline 1,4 - 2,0 l	0.24	0.02	0.00	0.27
Gasoline >2,0 l	0.03	0.00	0.00	0.03
Diesel 1,4 - 2,0 l	31.09	3.87	1.18	36.14
Diesel >2,0 l	4.79	0.27	0.07	5.13
Light Commercial Vehicles	7.43	1.10	0.43	8.96
Gasoline <3,5 t	0.02	0.00	0.00	0.03
Diesel <3,5 t	7.41	1.10	0.43	8.94
Heavy Duty Trucks	32.14	1.57	0.24	33.95
Gasoline >3,5 t	0.00	0.00	0.00	0.00
Rigid <=7,5 t	13.85	0.71	0.11	14.67
Rigid 7,5 - 12 t	18.28	0.86	0.13	19.28
Emission Results - Driving Mode oriented				
COPERT 4 version 10.0				
PM2.5				
SECTOR	URBAN [t]	RURAL [t]	HIGHWAY [t]	TOTAL [t]
	88.79	8.87	2.17	99.84
Passenger Cars	42.90	5.41	1.41	49.72
Gasoline 0,8 - 1,4 l	1.62	0.34	0.05	2.02
Gasoline 1,4 - 2,0 l	1.38	0.12	0.01	1.52
Gasoline >2,0 l	0.19	0.02	0.00	0.21
Diesel 1,4 - 2,0 l	34.31	4.59	1.27	40.17
Diesel >2,0 l	5.39	0.33	0.07	5.80
Light Commercial Vehicles	8.83	1.42	0.47	10.72
Gasoline <3,5 t	0.24	0.05	0.01	0.31
Diesel <3,5 t	8.58	1.36	0.47	10.41
Heavy Duty Trucks	35.76	1.98	0.28	38.02
Gasoline >3,5 t	0.00	0.00	0.00	0.00
Rigid <=7,5 t	15.63	0.91	0.13	16.67
Rigid 7,5 - 12 t	20.13	1.07	0.15	21.35

Kako su uticaji drumskog i gradskog saobraćaja na okoliš višeznačni potrebno je ukazati i na činjenicu da je broj saobraćajnih nezgoda u Kantonu Sarajevo statistički signifikantno pratio trend porasta broja osobnih vozila starijih od 11 godina, odnosno smanjenje broja prevezenih putnika u gradskom saobraćaju, Dijagram 7. U posmatranom periodu 2006-2009 broj saobraćajnih nezgoda je porastao za 35%, a broj saobraćajnih nezgoda se zadržao na tom nivou i naredne dvije godine. Posljedice ovakvih podataka naravno nisu samo proste finansijske prirode, tako da različitim intenzitetom utiču na sve socijalne i privredno-ekonomske sfere života stanovnika i privrede Kantona, a

samo ova analiza bi predstavljala dovoljan izazov za naučne radnike, i to ne samo iz oblasti saobraćaja.



Dijagram 7. Prikaz broja saobraćajnih nezgoda 2006.-2011. u Kantonu Sarajevo

4. ZAKLJUČAK

Za adekvatnu analizu uticaja drumskog saobraćaja, u smislu održivog razvoja i konsekvantnih aktivnosti, potrebni su alati koji pravilno prikupljene podatke proračunavaju metodološki pouzdano i izvještavaju na opšte razumljiv i uporedljiv način. Analizom u COPERT 4 alatu se postiže visoka metodološka pozdanost, usaglašena sa relevantnim agencijama na nivou Evropske Unije, te kompatibilnost izvještavanja sa Corinair-om, a proračuni i relevantno izvještavanje daju neophodne determinante za određivanje efekata i cost-benefit analiza eventualnih scenarija mitigacije, ali i cijene u najkompleksnijem značenju te riječi poznatih BAU (*business as usual*) scenarija.

Izrada ovog modela, te analiza postignutih rezultata, je neupitno pokazala da je uticaj drumskog saobraćaja, te kvaliteta javnog gradskog saobraćaja u širem smislu, a prema principima održivog razvoja u Kantonu Sarajevo, izuzetno intenzivan i volatilan.

Nada je autora da će se konzistentan rad na ovakvim projektima proširiti i na ostale kantone, FBiH, te BiH, a ti modeli poslužiti relevantnim nosiocima dužnosti na svim nivoima lokalne samouprave, nevladinim organizacijama koje se bave održivim razvojem, radi pravilnog i blagovremenog određivanja neophodnih smjernica i strateškog planiranja razvoja drumskog saobraćaja sa akcentom na mitigacione aktivnosti. Očekuje se i

reakcija akademskih institucija kako bi se siva masa na njima inicirala i pokrenula, a nama svima kao korisnicima osobnih vozila, bila motiv da svojim ponašanjem odnosno njegovom promjenom damo svoj doprinos.

LITERATURA

- [1] Agencija za statistiku Bosne i Hercegovine, "Okoliš, energija, saobraćaj", 2011
- [2] Climate Change, FCCC/SBSTA/2004/INF.3, June 2004
- [3] EMEP/CORINAIR, „Emission Inventory Guidebook – 2005“, 2005
- [4] European Environment Agency (EEA), „Computer programme to calculate emissions from road transport (COPERT)“, 2005
- [5] Geller, M.D., et al, "Physicochemical and redox characteristics of particulate matter (PM) emitted from gasoline and diesel passenger cars", Atmospheric Environment, 40, 6988–7004. 2007
- [6] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National reporting, 2010
- [7] J.T. Houghton *et al.*, Greenhouse Gas Inventories, IPCC/OECD/IEA, Paris 2004
- [8] Jusufrić I., Osnove drumskog saobraćaja, Internacionalni univerzitet u Travniku, Saobraćajni fakultet, Travnik, 2007.
- [9] Jusufrić, I. Javni gradski prevoz putnika, Fakultet za saobraćaj i komunikacije, Sarajevo, 2003.
- [10] Lazibat T., Dumić K., Upravljanje ljudskim resursima i permanentna izobrazba – temeljni čimbenici kvalitete, Ekonomski fakultet Zagreb, 2006
- [11] Maslow, A., Motivacija i ličnost, Nolit, Beograd, 1982
- [12] Mellios, G., Samaras, Z., Martini, G., Manfredi, U., McArragher, S., Rose, K." A vehicle testing programme for calibration and validation of an evaporative emissions model. Fuel", Volume 88, Issue 8, pp 1504-1512, 2009.
- [13] Papić V. *et al*, Saobraćajni fakultet Univerziteta u Beogradu, Institut Saobraćajnog fakulteta, "Određivanje količina emitovanih gasovitih zagađujućih materija poreklom od drumskog saobraćaja primenom COPERT 4 modela Evropske agencije za životnu sredinu", 2010
- [14] Softić M., "Kanton Sarajevo u brojkama", Federalni zavod za statistiku, 2012
- [15] Transportation and Statistics. pages 1-14, Volume 3, Number 2, ISSN 1094-8848 September 2000
- [16] UNFCCC, „Estimation of emissions from road transport“ 2010
- [17] USEPA , „Update of carbon oxidation fraction for GHG calculations.’ prepared by ICF Consulting for US Environmental Protection Agency, Washington DC, 2004
- [18] World Health Organisation (WHO). WHO guidelines for air quality, Fact Sheet No. 187. 2003