

Ivo Brozović¹
Aleksandar Regent²
Matea Grgurević³

Pregledni rad
UDK 504.3.054:656.1

EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA, OSOBITO IZ PROMETA (Prilog analizi emisija stakleničkih plinova, osobito iz prometa)⁴

SAŽETAK

U radu su prikazani rezultati istraživanja glede emisija stakleničkih plinova izazvanih ljudskim djelatnostima, osobito predmetnih emisija podrijetlom iz prometa. Od početka industrijske revolucije do danas bilježimo stalan porast antropogenih emisija stakleničkih plinova koje povećavaju koncentraciju stakleničkih plinova (imisijske vrijednosti) u troposferi, čime povećavaju intenzitet stakleničkog učinka. U radu su analizirani utjecaji antropogenih emisija bitnih stakleničkih plinova na svjetskoj razini od 1750. g. do danas. Posebno su izrađene usporedbe emisija stakleničkih plinova za tri zemlje, odnosno asocijacije: Republiku Hrvatsku, Europsku uniju i Sjedinjene Američke Države. Utvrđen je apsolutni porast emisija iz prometa u 2010. g. u odnosu na emisije iz 1990. g. u sve tri istraživane zemlje u rasponu od 19 % (SAD), preko 21 % (EU) do 48 % (RH). Tome trendu najviše pridonose emisije iz cestovnog prometa (2010. g. s udjelom od 85 % do 95 % u ukupnim emisijama iz prometa), čiji je relativni udio porasta u odnosu na ukupne emisije iz prometa u 2010. g. u odnosu na 1990. g. bio u rasponu od 8 % (SAD), preko 43 % (EU) do 63 % (RH). S obzirom na relativno skroman stupanj motorizacije u mnogoljudnim zemljama s brzo rastućim gospodarstvima (Kina, Indija, Indonezija, Nigerija i dr.) za očekivati je porast ukupnih emisija stakleničkih plinova sljedećih desetljeća, kojemu će prvenstveno pridonijeti emisije iz cestovnog prometa. Time bi se mogli narušiti još uvijek relativno ugodni klimatski uvjeti za život ljudi na našem planetu. Rad završava osvrtom na moguća djelovanja glede smanjivanja očekivanih trendova emisija stakleničkih plinova i zaključcima.

Ključne riječi: staklenički plinovi, promet, RH, EU, svijet.

1. UVOD

Posljednjih smo desetljeća svjedoci znakovitih klimatskih promjena u različitim prostorima našeg planeta. Prevladavaju stavovi kako je čovjek sa svojim djelatnostima u dobroj mjeri pridonio tim promjenama. Emisije stakleničkih plinova od antropogenih djelatnosti, koje su u stalnom porastu od 1750. g. do danas, povećavaju koncentraciju stakleničkih plinova u atmo-sferi našeg planeta, osobito u prvom sloju atmosfere, tj. troposferi, koja obavlja Zemljinu površinu u pojasu prosječne debljine od 8 do 14 km. Tako se povećava staklenički učinak atmosfere mimo prirodnih procesa kojima je milijunima godina stvaran današnji Zemljin omotač.

¹ Mr. sc., viši predavač, Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, Rijeka, Hrvatska. E-mail: ivo.brozovic@veleri.hr

² Dr. sc., viši predavač, Veleučilište u Rijeci, Vukovarska 58, Rijeka, Hrvatska. E-mail: aleksandar.regent@veleri.hr

³ Student, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Republike Austrije 15, Zagreb, Hrvatska. E-mail: oleg.grgurevic@arhitekt.hr

⁴ Datum primitka rada: 24. 2. 2014.; datum prihvaćanja rada: 5. 5. 2014.

Slijedom navedenog, moglo bi uskoro doći do promjene danas još uvijek ugodnih klimatskih uvjeta za život ljudi na Zemlji (povećanje temperature zraka, dizanje morske razine i zagrijavanje mora, otapanje glečera, porast učestalosti intenziteta prirodnih nepogoda i katastrofa i sl.), te bitnog utjecaja na život ljudi s posljedicama velikih emigracijskih procesa iz obalnih područja i povećane opasnosti nastupanja većih sukoba u svijetu.

Emisije stakleničkih plinova iz prometa, s obzirom na njihove trendove u posljednja dva desetljeća, u ukupnim emisijama stakleničkih plinova dobrim dijelom povećavaju intenzitet stakleničkog učinka i njegove posljedice. Radi očekivanog porasta prometnih aktivnosti, odnosno potrošnje goriva u prometu narednih desetljeća, taj "pritisak", odnosno utjecaj prometa, očigledno će rasti. Stoga valja na svim razinama, a osobito na međunarodnoj, poduzeti odgovarajuće akcije glede smanjivanja emisija stakleničkih plinova čije je podrijetlo iz prometa.

2. KONCEPCIJA IZRADE (METODOLOGIJA)

U početku valja evidentirati plinove čije emisije mogu bitno utjecati na povećanje koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi.

Slijedi utvrđivanje moguće veze između antropogenih emisija stakleničkih plinova i njihove koncentracije u troposferi, odnosno povećanja "prirodnog" stakleničkog učinka.

Sljedeći korak je identificiranje razvoja stakleničkih plinova od antropogenih djelatnosti i utvrđivanje udjela emisija stakleničkih plinova podrijetlom iz prometa u tim emisijama.

Na koncu slijedi procjena mogućih budućih trendova te kratak osvrt (s obzirom da je to tema za ozbiljan sljedeći rad) na poduzete mjere, kao i mjere koje bi valjalo poduzeti glede smanjenja utjecaja prometa na staklenički učinak i njegove posljedice.

3. STAKLENIČKI PLINOVI I KLIMATSKE PROMJENE

Današnji izgled našeg planeta, kao i klimatski uvjeti koji omogućuju civilizaciju današnjice, rezultat su razvoja tijekom više stotina milijuna godina. Današnja je klima Zemlje još uvijek kontinuitet stabilizacije prilika koje su nastupile pred oko deset tisuća godina (klima, odgovarajući vegetativni pokrivač), od kada datira snažan razvoj ljudske vrste. Od tada do danas svjedoci smo triju velikih revolucija u razvoju čovječanstva: neolitske (stvaranje seoskih zajednica – oko 8000 g. prije Krista), urbane (stvaranje gradskih zajednica – oko 33 stoljeća prije Krista) i industrijske (od 1750. g. do danas), te postindustrijskog društva, na čijem smo začetku.

Zemljina atmosfera, kao višeslojni plinski omotač oko Zemlje, najvećim dijelom pridonosi klimatskim prilikama. Tzv. "staklenički plinovi", koji danas sudjeluju u tvorbi atmosfere s relativno malim volumnim udjelom (manjim od 0,04 %, odnosno s manje od 4 dcl na 1m³ odnosno 1000 litara zraka) "najzaslužniji" su za staklenički učinak Zemljine atmosfere, koji nastaje zadržavanjem odbijene Sunčeve emisije od površine Zemlje. Smatra se da staklenički plinovi, odnosno atmosfera, pridonose prosječnoj temperaturi na površini Zemlje za 33°C (što znači da temperatura na Zemlji bez toga učinka ne bi bila +15°C, već -18°C).

Isključivši utjecaj vodene pare, danas možemo govoriti o tri skupine stakleničkih plinova. U prvoj se skupini nalaze najznačajniji plinovi, tj. ugljični dioksid (CO_2), metan (CH_4) i didušikov oksid (N_2O). Druga je skupina tzv. F-plinova⁵ koje ne nalazimo u prirodi, već su rezultat ljudskih djelatnosti (sintetički plinovi), a osnovni su im predstavnici CFC-plinovi (npr. tetrafluorometan i heksafluorometan), HCFC-plinovi (klorofluorougljikovodici) i sumporni heksafluorid (SF_6). Treća su skupina tzv. indirektni staklenički plinovi, koji pridonose stvaranju (ali i razgradnji) ozona (koji u troposferi predstavlja vrlo nestabilan staklenički plin), od kojih valja istaknuti ugljični monoksid (CO), dušikove okside (NO_x) te nemetanske lako hlapljive uljikovodike (NMVOC ili NMHOS).

S obzirom na značaj za staklenički učinak kao rezultat ljudskih djelatnosti, posljednjih su desetljeća u rakurs promatranja uzeti plinovi prve i druge skupine.

Tablica 1. Koncentracija važnijih stakleničkih plinova u troposferi 1750. g. i 2012. g.

Staklenički plin/ koncentracije	Koncentracija u troposferi		Promjena koncentracije 2010. u odnosu na 1750. g.	Relativni staklenički potencijal
	1750. g.	2012. g.		
CO_2	280 ppm	393 ppm	+40,4%	1
CH_4	700 ppb	1.800 ppb	+157,0%	25
N_2O	270 ppb	323 ppb	+20,4%	298
Ozon (O_3)	25 ppb	34 ppb	+36,0%	?
CFC 11 (CCl_3F)	0	237 ppt	(100,0%)	4.750
CFC 12 (CCl_2F_2)	0	531 ppt	(100,0%)	10.900
HCFC 22 (CHClF_2)	0	226 ppt	(100,0%)	1.810
Halon (CBrClF_3)	0	7.140 ppt	(100,0%)	65
SF_6	0	3.200 ppt	(100,0%)	22.800

- ppm = parts per milion = milijunti volumni udio promatranog plina u zraku biosfere – 10^{-6}
- ppb = parts per bilion = milijarditi volumni udio promatranog plina u zraku biosfere – 10^{-9}
- ppt = parts per trilion = trilijarditi volumni udio promatranog plina u zraku biosfere – 10^{-12}
- Relativni staklenički potencijal predstavlja doprinos promatranog plina stakleničkom učinku u odnosu na doprinos ugljičnog dioksida

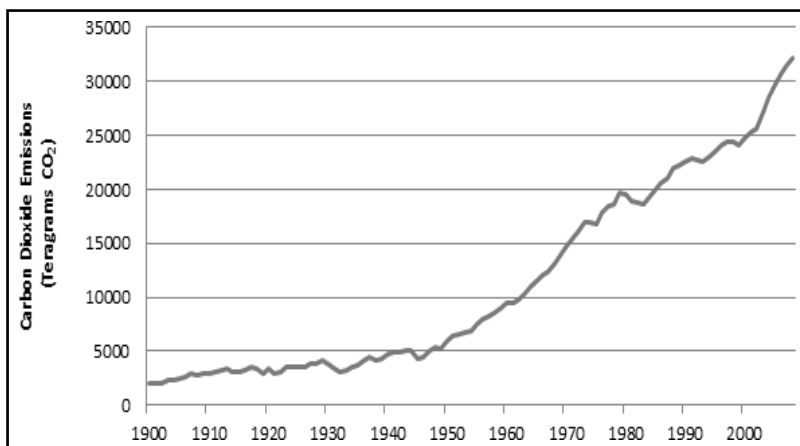
Izvor: Blasing (2013)

Iz podataka tablice 1 očigledan je porast koncentracije stakleničkih plinova posljednjih 250 godina u troposferskom sloju atmosfere. Prema nekim računicama (na osnovu povećane koncentracije plinova dodatno vrednovane stakleničkim potencijalom), u tom je razdoblju došlo do povećanja mogućeg stakleničkog učinka za više od 40 %.

S obzirom na snažan porast emisija stakleničkih plinova u promatranom razdoblju (od 1750.- 2012. g.), opće je prihvaćen stav da su antropogene djelatnost temeljni razlog povećanja intenziteta stakleničkog učinka i posljedica koje se njemu pripisuju.

⁵ Ovi plinovi snažno utječu na destrukciju ozona u stratosferskom sloju zemljine atmosfere.

Sika 1. Antropogene emisije ugljičnog dioksida u teragramima (Tg) od 1900. do 2007. g.



Izvor: EPA, Global Greenhouse Gas Emissions Data (2013).

Tablica 2. Stvarni doprinos pojedinih plinova stakleničkom učinku - kao rezultat ljudskih djelatnosti – prema različitim područjima svijeta

Staklenički plin/ doprinos	Doprinos stakleničkom učinku u različitim područjima svijeta			
	Svijet – prema IPCC-u (2007.)	SAD (2010.)	EU (2010.)	RH (2010.)
CO ₂	76 %	83,5 %	82 %	74,0 %
CH ₄	14 %	10,0 %	9 %	11,7 %
N ₂ O	8 %	4,5 %	7 %	12,6 %
F-plinovi	2 %	2,0 %	2 %	1,7 %
Ukupno	100 %	100 %	100 %	100 %

Izvori:

- za svijet (IPCC, 2007): EPA, Global Greenhouse Gas Emissions Data (2012).
- za SAD: Inventory of U. S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2010 (2012), tablice 2-1 (str. 2-3 i 3-4).
- za EU: Annual European Union greenhouse Gas inventory 1990-2010 and inventory report 2012 (2012), tablice ES-4.
- za RH: Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990.-2010 (2012), tablica: A1.2-9.

Doprinos emisijama najvažnijih stakleničkih plinova stakleničkom učinku (2010. g.) koji potječu od ljudskih djelatnosti prikazan je u Tablici 3.

Pri tome, emisijama ugljičnog dioksida najviše pridonose emisije koje potječu iz djelatnosti proizvodnje energije i rafinerijskih procesa (39 %), industrijskih procesa (21 %), prometa (17 %), grijanja i drugih energetskih potreba u kućanstvima i sl. (9 %), šumskih požara (11 %) te ostalih djelatnosti (3 %).

Emisije metana dijelom potječu iz emisija kod proizvodnje i transporta goriva (oko 38 %), uzgoja stoke, osobito goveda (31 %), te otpada i ostalih procesa (oko 18 %).

Emisijama didušikova oksida najviše pridonose emisije iz poljoprivrednih djelatnosti (oko 66 %) te otpada i izgaranja (potrošnje) goriva (po 17 %).

F-plinovi rezultat su emisije plinova koji se koriste u rashladnim sustavima, uređajima za gašenje požara, proizvodnje aluminija, magnezija i dr.

Globalno gledajući, na svjetskoj razini, znakovite antropogene emisije stakleničkih plinova potječu iz proizvodnje energije s udjelom od 35 %, industrije 18 %, prometa 13 %, poljoprivrednih djelatnosti 11 %, otpada s 4 %, a za ostatak su zaslužni šumski požari (3 %) te truljenje drva, tresetišta i sl. (udio od 8 %).

Povećane antropogene emisije stakleničkih plinova ne pridonose u cijelom iznosu povećanju stakleničkog učinka i ne odražavaju se linearnim povećanjem stakleničkog učinka na cijeloj Zemljinoj površini. Naime, najveći relativni udio antropogenih emisija stakleničkih plinova kompenziraju ogromne mase oceanskih mora (oko 30 %), dijelom povećani intenzitet fotosinteze zelenih biljaka i drugi procesi u biosferi, a udio nešto manji od 50 % pridonosi povećanju koncentracije stakleničkih plinova u troposferi (Glavač, 2001:74).

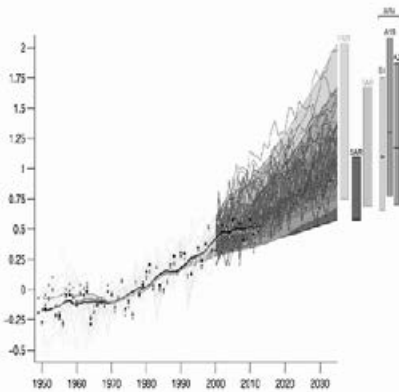
Klimatske promjene, kojih smo svjedoci posljednjih desetljeća, osobito se ogledaju kroz:

- povećanje prosječne temperature na Zemljinoj površini,
- povećanje temperatura oceana i povećanje razina soli u njima, uslijed čega se naglo mijenjaju uvjeti života u oceanima, a mijenja se i intenzitet glavnih morskih struja,
- širenje površina pustinja, a smanjenje površine šuma,
- otapanje glečera⁶,
- potencijalnu opasnost porasta površine mora u sljedećih 50 godina, što bi moglo uzrokovati ugrozu za 1/6 svjetskog stanovništva, s nesagledivo teškim posljedicama za cijeli svijet,
- smanjenje snježnog pokrivača u sjevernim dijelovima (u 40 godina u prosjeku za 10 cm godišnje),
- povećanu učestalost padavina,
- povećanu učestalost prirodnih nepogoda (uragani, tajfuni, suše, poplave i dr.).

Neki od tih procesa, kao i očekivanja (scenariji) koja se zasnivaju na trendovima emisija stakleničkih plinova, prikazani su na sljedećim slikama (2, 3, 4 i 5).

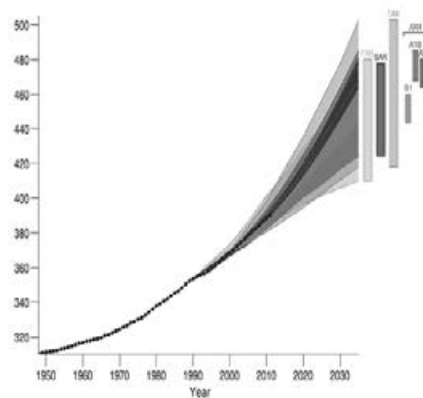
⁶ Prema istraživanjima britanskih znanstvenika (podatak iz listopada 2009. g.), nastavi li se trend otapanja leda zabilježen posljednjih 15 godina, sav led na području sjevernog pola Zemlje otopit će se u sljedećih 20 godina. U razdoblju od 1990. do 2010. g. smanjila se ledena površina Arktika za gotovo 50 %.

Slika 2. Porast prosječne temperature na površini Zemlje (ordinata – u °C) od 1950. do 2010. g. i različite prognoze do 2030. g.



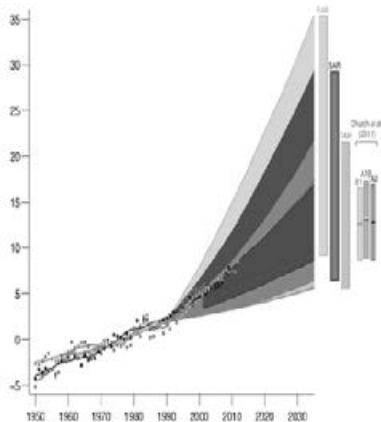
Izvor: Fifth Assessment Report – IPCC, Introduction (2013), Figure 1.4. (str. 131).

Slika 3. Porast koncentracije ugljičnog dioksida (ordinata u ppm) u atmosferi Zemlje od 1950. do 2010. g. i različite prognoze do 2030. g.



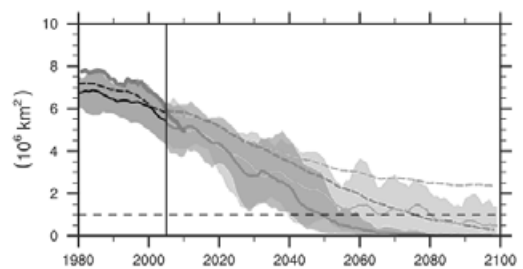
Izvor: Fifth Assessment Report – IPCC, Introduction (2013), Figure 1.5. (str. 132).

Slika 4. Prosječni porast razine mora (ordinata u cm) od 1950. do 2010. g. i različite prognoze do 2030. g.



Izvor: Fifth Assessment Report – IPCC, Introduction (2013), Figure 1.10. (str. 137).

Slika 5. Smanjenje ledene površine u sjevernoj hemisferi od 1980. do 2010. g. i različite prognoze do 2030. g.



Izvor: Fifth Assessment Report – IPCC, Technical Summary (2013), Figure TS-17 (str. 92).

4. ANTROPOGENE EMISIJE STAKLENIČKIH PLINOVA, OSOBITO IZ PROMETA 1990. I 2010. G.

U ovom će se poglavlju obraditi trendovi emisija stakleničkih plinova u razdoblju od 1990. do 2010. g. u svijetu, Republici Hrvatskoj (u daljnjem tekstu: RH), Europskoj uniji (u daljnjem tekstu: EU) i Sjedinjenim Američkim Državama (u daljnjem tekstu: SAD).

4.1 Ukupne emisije stakleničkih plinova antropogenog podrijetla

Podaci o emisijama stakleničkih plinova antropogenog podrijetla razlikuju se prema pojedinih izvorima. Tako su, primjerice, ukupne emisije ugljičnog dioksida prema "CDIAC" (United States Department of Energy Carbon Dioxide Information Analysis Center) za 2010. g. u svijetu iznosile 33.509 milijuna tona (*List of countries by Carbon dioxide emissions* – Wikipedia, od 05. 11. 2013.), a prema izvoru "EDGAR" (*Emissions database for global atmospheric research* – European Commission, od 05. 02. 2014.), ukupne su emisije stakleničkih plinova u 2010. g. iznosile 50.101 milijuna tona, te bi izračunati udio ugljičnog dioksida iznosio tek 67 % u odnosu na stvarno utvrđen udio od 76 % ili više (tablica 2). S obzirom na ocjenu da su podaci CDIAC-a nepotpuni (nisu obuhvaćene sve zemlje, odnosno područja svijeta) ubuduće ćemo se referirati na podatke EDGAR-a (obuhvaćene su 223 zemlje, odnosno područja svijeta).

Tablica 3. Antropogene emisije stakleničkih plinova 1990. i 2010. g. u Tg CO₂_{eq} (milijuni tona CO₂_{eq})

	1990. g.				2010. g.			Promjena 2010. u odnosu na 1990. g. u %
	Područje (zemlja)/ emisije	Emisije Tg CO ₂ _{eq}	Udio u svjetskoj emisiji %	Redoslijed	Emisije Tg CO ₂ _{eq}	Udio u %	Redoslijed	
1.	SAD	6.115,9	16,0	1.	6.174,9	12,3	2.	+9,6
2.	EU (27)	5.584,0	14,6	2.	4.720,1	9,4	3.	-15,4
3.	Kina	3.869,6	10,1	3.	11.181,8	22,3	1.	+277,0
4.	Rusija	3.582,3	9,3	4.	2.510,2	5,0	5.	-30,0
5.	Brazil	1.605,1	4,2	5.	1.620,7	3,2	7.	+9,7
6.	Indija	1.376,3	3,6	6.	2.697,1	5,4	4.	+95,6
7.	Japan	1.302,0	3,4	7.	1.378,7	2,8	8.	+5,9
8.	Indonezija	1.168,4	3,1	8.	1.945,6	3,9	6.	+66,5
	Ukupno 1. do 8.	24.603,6	64,3		32.223,7	64,3		+31,0
	Ostale zemlje	13.654,1	35,7		17.877,7	35,7		+31,0
	Ukupno svijet	38.257,7	100,0		50.101,4	100,0		+31,0
	RH	31,50	0,080		28,60	0,056		-9,1

Izvori:

- *Emissions database for global atmospheric research (EDGAR)* - European Commission – za sve emisije osim za EU i RH
- *Annual European Union greenhouse Gas inventory 1990-2010 and inventory report 2012* (2012), Table ES.6 (str. VIII) i *Annual European Union greenhouse Gas inventory 1990-2010 and inventory report 2012.* - „Greenhouse EU27_Summary2.xls”, od 25. 9. 2013. - za EU
- *Izješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990.- 2010.* (2012.), Tablica 2.2-1 (str. 19) – za RH.

Ukupne emisije stakleničkih plinova u 2010. g. u odnosu na 1990. g. povećane su u svijetu za 31 % (tablica 3). Prvo mjesto u tim emisijama 1990. g. zauzimao je SAD, a od 2005. g. na dalje Kina. Osam zemalja, odnosno asocijacija (EU) emitira oko 64 % cjelokupnih stakleničkih plinova u svijetu. Visokorazvijene industrijske zemlje smanjile su emisije u promatranom razdoblju (npr. EU za 15 %) ili su one blago povećane (u SAD za 9 %, u Japanu za 6 %). Zemlje u fazi snažnog gospodarskog rasta u promatranom razdoblju bitno su povećale emisije – Indija za 96 %, Kina čak za 277 %. Dok je 1990. g. udio Kine u svjetskim emisijama iznosio tek jednu desetinu, 2010. g. u Kini je emitirana gotovo četvrtina svih emisija stakleničkih plinova u svijetu.

Emisije stakleničkih plinova u RH smanjene su 2010. g. u odnosu na 1990. g. za 9 %, te je time smanjen i udio RH u ukupnoj svjetskoj emisiji s 0,08 % (1990.) na 0,056 % (2010.).

4.2 Emisije stakleničkih plinova iz prometa

4.2.1 Usporedna analiza za RH, EU i SAD

Na svjetskoj razini procjenjuju se emisije stakleničkih plinova iz prometa s udjelom od 13 % (www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html, od 06. 11. 2013., izvorno: IPCC – 2007.). S obzirom da nam detaljniji podaci glede prometa na svjetskoj razini nisu dostupni, obradit ćemo kretanja stakleničkih plinova podrijetlom iz prometa za RH, EU i SAD.

Tablica 4 Emisije stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj prema pojedinim prometnim granama (vrstama) 1990. g. i 2010. g.⁷ - u Gg CO₂eq (tisuće tona CO₂eq)

Vrsta prometa/ godina/ plin	1990. g.				2010. g.			
	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Ukupno	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Ukupno
Cestovni	3.559,0	33,0	38,6	3.630,6	5.637,4	14,7	62,0	5.714,1
Željeznički	138,1	0,2	0,4	138,7	89,3	0,1	0,2	89,6
Pomorski i riječni	133,0	0,2	0,3	133,5	115,1	0,2	0,3	115,6
Zračni	154,7	0,0	1,4	156,1	81,1	0,0	0,7	81,8
Promet ukupno	3.984,8	33,4	40,7	4.058,9	5.922,9	15,0	63,2	6.001,1
Sveukupne emisije	23.093,0	3.462,0	3.946,0	30.501,0	21.179,0	3.590,0	3.349,0	28.118,0
Udio pro-meta %	17,3 %	1,0 %	1,0 %	13,3 %	28,0 %	0,4 %	1,8 %	21,3 %
Ukupno s fugit. emis.				31.449,0				28.598,0
Udio pro-meta %				12,91 %				20,98 %

Izvor: izrađeno na osnovu podataka iz Izvješća o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990. – 2010. (2012), Tablice: A1.2-9, A1.2-10, A1.2-11, A2.2-12, A2.2-13, A1.2-14.

⁷ U tablici nisu posebno prikazani ostali staklenički plinovi, tj. F-plinovi (HFC-i, PFC-i i SF₆), čije su emisije iz prometa gotovo zanemarive, a ukupno su (iz svih djelatnosti) iznosile u 1990. g. 948 Gg CO₂eq, a 2010. g. 480 Gg CO₂eq – op. autora.

Tablica 5. Kretanje emisija stakleničkih plinova iz međunarodnog pomorskog i zračnog prometa⁸
(RH) - u Gg CO₂eq (tisuće tona CO₂eq)

	1990. g.	1995. g.	2000. g.	2005. g.	2010. g.
Bunker aviona	346	188	171	228	246
Bunker brodova	109	102	57	79	20
Ukupno	455	290	228	307	266

Izvor: Izvješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje
1990. – 2010. (2012), tablica 3.2-2.

Ukupne su emisije stakleničkih plinova (CO₂eq) u RH bile manje u 2010. godini u odnosu na 1990. godinu za 9 %.

Istom su predmetne emisije iz prometa porasle za čak 48 %. Udio prometa u ukupnim emisijama CO₂eq 1990. g. bio je 13 %, a 2010. g. iznosio je već 21 %.

Porastu emisija iz prometa isključivo je pridonio cestovni promet (s porastom od 58 %), dok su kod svih ostalih prometnih grana, uslijed smanjene prometne aktivnosti, zabilježene manje emisije 2010. g. negoli 1990. g.: kod željezničkog prometa za 35% manje, pomorskog i riječnog za 13%, a kod zračnog prometa za čak 48% manje.

Tablica 6. Emisije stakleničkih plinova na području Europske unije prema pojedinim prometnim granama 1990. g. i 2010. g. - u Gg CO₂eq (tisuće tona CO₂eq)

Vrsta prometa/ godina/ emisije	1990. g.			2010. g.			Promjena 2010. g. u odnosu na 1990. g. %
	Emisija Gg CO ₂ eq	Udio u ukupnoj emisiji %	Udio u emisijama iz prometa %	Emisija Gg CO ₂ eq	Udio u ukupnoj emisiji %	Udio u emisijama iz prometa %	
Cestovni	707.512	12,67	94,32	868.215	18,39	95,50	22,71
Željeznički	13.364	0,24	1,78	7.018	0,15	0,77	-47,49
Pomorski i riječni	15.967	0,29	2,13	17.083	0,36	1,88	6,99
Zračni	13.262	0,24	1,77	16.834	0,36	1,85	26,93
Promet ukupno	750.105	13,43	100,00	909150	19,26	100,00	21,20
Sveukupne emisije	5.583.990			4.720.118			-15,47

Izvor: Izrađeno na osnovu podataka iz: *Annual European Union greenhouse Gas inventory 1990. - 2010. and inventory report 2012.*: „Greenhouse EU27_Summary2.xls“, od 25. 9. 2013.

⁸ Emisije stakleničkih plinova iz međunarodnog pomorskog i zračnog prometa, koje se smatraju pripadajućim određenoj državi, ne prikazuju se prema metodologiji obračuna IPCC-a, odnosno izvješćima u bilanci ukupnih emisija stakleničkih plinova neke države. Valja ih izračunati i prikazati zasebno, a zasnivaju se na tzv. „bunke-rima“ brodova i zrakoplova (tj. napunjenom gorivu sa svrhom međunarodnog prometa), uz pretpostavku isto-značnog (proporcionalnog) obavljanja prometnih aktivnosti drugih zemalja na području RH i sl. - op. autora.

Tablica 7. Emisije stakleničkih plinova na području Sjedinjenih Američkih država prema pojedinim prometnim granama 1990. g. i 2010. g. - u Gg CO₂eq (tisuće tona)

Vrsta prometa/ godina/ emisije	1990. g.			2010. g.			Promjena 2010. g. u odnosu na 1990. g. %
	Emisija Gg CO ₂ eq	Udio u ukupnoj emisiji %	Udio u emisijama iz prometa %	Emisija Gg CO ₂ eq	Udio u ukupnoj emisiji %	Udio u emisijama iz prometa %	
Cestovni	1.235.300	20,00	79,8	1.556.900	22,82	84,7	+26,0
Željeznički	39.000	0,63	2,5	46.300	0,68	2,5	+18,7
Pomorski i riječni	45.100	0,73	2,9	43.300	0,63	2,4	-4,0
Zračni	181.200	2,93	11,7	143.900	2,11	7,8	-20,6
Naftovodi i maziva	47.700	0,77	3,1	48.200	0,71	2,6	+1,0
Promet ukupno	1.548.300	25,06	100,0	1.838.600	26,95	100,0	+18,7
Sveukupne emisije	6.175.200			6.821.800			+10,5

Izvor: *Inventory of U. S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990. - 2010.* (2012), Washington: U. S. Environmental Protection Agency (EPA), Tab. 2-13 (str. 2-7) i Tab. 2-15 (str. 2-22).

Ukupne su emisije stakleničkih plinova (CO₂eq) 2010. g. u odnosu prema emisijama iz 1990. g. smanjene na području EU za 15 %, a na području SAD povećane za 10 %. Međutim, predmetne emisije iz prometa povećane su i u EU i SAD (u EU za 21 %, u SAD za 19 %, u RH za 48 %). Udio emisija iz prometa u ukupnim emisijama iz prometa povećao se 2010. g. u odnosu na 1990. g. i u EU i u SAD (u EU s 94,3 na 95,5 %, u SAD s 80 % na 85 %).

S obzirom da je istom razdoblju povećana emisija CO₂eq 2010. u odnosu na 1990. g. iz cestovnog prometa i u EU i u SAD (u EU za 23 %, u SAD za 26 %), definitivno valja zaključiti o enormnom doprinosu cestovnog prometa emisijama stakleničkih plinova. Naime, emisije iz svih ostalih grana imale su bitno manji trend porasta ili su bile čak manje 2010. g. negoli 1990. g. (npr. emisije u željezničkom prometu u Europi smanjene su za 47 %, a u zračnom prometu u SAD za 21 %).

Tablica 8. Udio emisija iz prometa u emisijama stakleničkih plinova (2010.) i trendovi promjena udjela 2010. u odnosu na 1990. g. u RH, EU i SAD - u %

Vrste prometa/ emisije	Udio u ukupnim emisijama 2010. g. u %			Promjena udjela 2010. g. u odnosu na 1990. g. u %		
	RH	EU	SAD	RH	EU	SAD
Cestovni	19,98	18,39	22,82	+73,08	+45,15	+11,40
Željeznički	0,31	0,15	0,68	-29,02	-37,50	+7,94
Pomorski i riječni	0,40	0,36	0,63	-4,94	+24,14	13,70
Zračni	0,29	0,36	2,11	-42,34	+50,0	-27,99
Naftovodi i maziva	NP ¹	NP	0,71	NP	NP	-7,80
Promet ukupno	20,98	19,26	26,95	+62,59	+43,41	+7,50
Staklenički ukupno	-	-	-	-9,07	-15,47	+10,47

Izvor: izrađeno na temelju podataka iz tablica 4, 6. i 7

Udio emisija stakleničkih plinova podrijetlom iz prometa u ukupnim emisijama stakleničkih plinova bio je 2010. g. najmanji u EU (19,3 %), slijedi RH (21,0 %), a u SAD je bio najveći (27 %).

Pritom je cestovni promet ukupnim emisijama iz prometa sudjelovao u SAD s 85 %, a u RH i EU s podjednakim udjelom od 95 %.

Porast udjela emisija iz prometa u 2010. u odnosu na 1990. g. najveći je u RH (porast za 63 %), slijedi EU (za 43%) i SAD (za 7,5%). Tome porastu najviše je pridonio porast emisija iz cestovnog prometa, koji je zabilježen u sve tri zemlje (asocijacije): najviše u RH za 73%, slijedi EU za 43% i SAD za 11,4%.

Smanjenje udjela emisija iz željezničkog prometa 2010. u odnosu na 1990. g. najveće je u EU (za 38%), slijedi RH (za 29%), a u SAD su emisije nešto povećane (za 8%). Predmetno smanjenje udjela bilježi se kod emisija iz zračnog prometa u RH (za 42%) i u SAD (za 28%), dok je taj udio u EU znatno povećan (za 50%).

4.2.2 Osnovne poruke glede emisija iz prometa i drugo

Udio stakleničkih plinova iz prometa u porastu je od 1990. do 2010. g. Najvećim dijelom tome pridonosi cestovni promet, čiji je udio u odnosu na ostale prometne grane u stalnom porastu, tako da danas u EU i RH sve ostale prometne grane sudjeluju u stakleničkom učinku od prometa s manje od 5 %, a u SAD s udjelom od 15 %. Osim toga, u cestovnom se prometu zadnjih 20 godina redovito bilježi porast emisija stakleničkih plinova, čak i u onim područjima svijeta u kojima je došlo do smanjenja ukupnih emisija stakleničkih plinova antropogenog podrijetla.

To upućuje da bi, glede prometa, osnovne napore trebalo usmjeriti prema smanjenju emisija iz cestovnog prometa.

Glede kazanog, iz različitih razloga (visoke cijene goriva, potreba smanjenja emisija onečišćujućih tvari, smanjenje emisije stakleničkih plinova), automobilska je industrija u zadnje vrijeme, a osobito zadnjeg desetljeća, bitno smanjila specifičnu potrošnju goriva kod osobnih vozila. Slijedom toga, smanjene su i specifične emisije stakleničkih plinova, osobito ugljičnog dioksida, kod osobnih vozila (tablica 9).

Tablica 9. Prosječna emisija ugljičnog dioksida iz osobnih vozila 2000. i 2010. g. i utvrđeni standardi za 2020. g. - u gramima CO₂/km

Zemlja/ godina	2000. g. gCO ₂ /km	2010. g. gCO ₂ /km	Promjena 2010/2000. g. %	Plan za 2020. g. gCO ₂ /km	Promjena 2020/2000. g. %
SAD	270	230	-15%	170	-37%
EU	260	220	-15%	140	-54%
Kina	?	180	?	130	?
Japan	170	130	-24%	105	-38%

Izvor: *The Emissions GAP Report* (2012), Nairobi:
United Nations Environment Programme (UNEP), Figure 4.2 (str. 40).

4.3 Očekivanja glede budućih emisija stakleničkih plinova

Na osnovu do sada provedenih analiza i usporedbi, možemo, glede daljnjeg razvoja emisija stakleničkih plinova, zaključiti:

1. Povećanje ukupnih emisija stakleničkih plinova na svjetskoj razini.
Bez obzira na stagnaciju porasta emisija u industrijski najrazvijenim zemljama, za očekivati je porast emisija u zemljama s intenzivnim gospodarskim razvojem (Kina, Indija, Indonezija, Brazil, Nigerija i dr.), što će pridonijeti povećanju ukupnih emisija u svijetu.
2. Povećanje ukupnih emisija iz prometa.
Bez obzira na određene procese smanjenja trenda porasta ili čak apsolutnog smanjenja emisija iz željezničkog, pomorskog i riječnog te zračnog prometa, povećanjem broja cestovnih motornih vozila, koje se prije svega očekuje u zemljama s relativno malim stupnjem motorizacije, ali i stalno rastućim gospodarstvima, trend porasta emisija iz prometa mogao bi sljedeće desetljeće biti čak i veći nego u prethodna dva desetljeća.
3. Na procese iz točke 2 moglo bi dijelom (osim utjecaja mjera poduzetih na svjetskoj razini) utjecati povišenje cijene fosilnih goriva, osobito derivata nafte, slijedom objektivnih ili namjerno izazvanih poruka o smanjenju svjetskih zaliha⁹.
4. Čak i u slučaju kada ne bi došlo do povećanih emisija stakleničkih plinova (što nije za očekivati, barem u sljedećem desetljeću), koncentracija stakleničkih plinova u troposferi znakovito će porasti – sa svim posljedicama koje taj proces izaziva (vidjeti poglavlje 3).

Kao dodatnu potvrdu gore navedenih konstatacija, valjalo bi navesti dvije važne okolnosti: očekivanje glede porasta cestovnih vozila s jedne i neuspjele međunarodne dogovore oko daljnjih mjera smanjenja stakleničkih plinova s druge strane.

Broj cestovnih vozila u svijetu porastao je u razdoblju od 1990. g. s 583 milijuna na 1,015 milijardi u 2010. g. (tablica 10), tj. za 74 % (u istom je razdoblju svjetsko stanovništvo povećano tek za 30 %)¹⁰. Pritom je značajniji bio porast broja teretnih vozila (i autobusa): za 123 % u odnosu na porast osobnih vozila koji je iznosio 59 %, a teretna vozila radi svoje potrošnje goriva emitiraju do nekoliko puta više stakleničkih plinova od osobnih. Porast broja vozila u promatranom je razdoblju bio manji u visokorazvijenim zemljama (npr. u SAD za 27 %, EU za 49 %) negoli je to bilo na svjetskoj razini (74 %). U zemljama s dinamičkim gospodarskim razvojem taj je porast bio iznimno visok. Tako je cestama Kine „vozilo” gotovo 13 puta više vozila 2010. negoli 1990. g. (tablica 10). S obzirom da je stupanj motorizacije (broj vozila na 1.000 stanovnika) u tim mnogoljudnim zemljama manji od svjetskog prosjeka (tablica 10), za očekivati je daljnji trend porasta cestovnih vozila na svjetskoj razini. Primjerice, u Kini je stupanj motorizacije 2010. g. bio devet puta manji negoli u RH i četrnaest puta manji nego u SAD-u (tablica 10).

⁹ Većina izvora govori o svjetskih zalihama nafte dostatnih za sljedećih 50 godina, a plina za sljedećih 100 do 150 godina. Međutim, riječ je prvenstveno o zalihama koje se procjenjuju na temelju dosad dostupnih tehnologija crpljena nafte i plina.

¹⁰ Izračunano prema: Population Growth – Wikipedia, http://en.wiki/File:Population_Curve.svg, od 10. 11. 2013. (izvorno prema UN population statistics).

Emisije stakleničkih plinova po stanovniku u zemljama sa snažnim gospodarskim uzletom još uvijek su relativno male u odnosu na emisije u visokorazvijenim zemljama. Tako su pred-metne emisije u Kini 2010. g. iznosile 6,2 t ugljičnog dioksida po stanovniku, u Indiji 1,7, u Indoneziji 2,0, u Brazilu 2,2, dok je emisija u SAD iznosila 17,6 t, u Njemačkoj 9,3, u Rusiji 12,0, u Saudijskoj Arabiji 18,2, u Australiji 16,0 i u Kanadi 18,2 t (*List of countries by carbon dioxide emissions* – Wikipedia, 05. 10. 2013.). S obzirom da je svjetski prosjek iznosio 4,9 t ugljičnog dioksida po stanovniku, za očekivati je porast emisija stakleničkih plinova u pojedinim zemljama, što će, s obzirom na njihovu veličinu, odnosno broj stanovnika (2013. g. Kina: 1,39 milijardi stanovnika, Indija: 1,25 milijardi, Indonezija: 250 milijuna, Nigerija: 174 milijuna, Brazil: 200 milijuna (prema: *World Population Prospects*, 2013: 51-60.) imati znakoviti utjecaj na porast emisija stakleničkih plinova na svjetskoj razini.

S druge strane, valja uvažiti okolnost da su svi pokušaji glede dogovora (nakon tzv. „Proto-kola iz Kyota“) oko konkretnih mjera za smanjenje stakleničkih plinova na međunarodnoj razini posljednjih godina doživjeli neuspjeh (vidjeti poglavlje 5).

Tablica 10. Broj cestovnih vozila i stupanj motorizacije 1990. i 2010. g. (svijet, SAD, Kina, EU, RH)

Područje (zemlja)/ vozila	Vrsta cestovnih vozila	1990. g.		2010. g.		Odnos broja vozila 2010/1990. u %
		Broj vozila	Voz./1000 stanovnika	Broj vozila	Voz./1000 stanovnika	
Svijet	Osobna v.	444.900.000		707.764.000		+59,1
	Autobusi i teretna v.	138.082.000		307.497.000		+122,7
	Ukupno	582.982.000	110,4	1.015.261.000	147,2	+74,1
EU	Osobna v.	163.050.000		238.762.000		+46,4
	Autobusi i teretna v.	20.238.000		34.911.000		+72,5
	Ukupno	183.288.000	389,7	273.673.000	548,2	+49,3
SAD	Osobna v.	143.550.000		118.947.000		-17,1
	Autobusi i teretna v.	45.106.000		120.865.000		+168,0
	Ukupno	186.656.000	744,7	239.812.000	772,6	+27,1
Kina	Osobna v.	1.897.000		34.430.000		+1.715,0
	Autobusi i teretna v.	4.314.000		43.590.000		+910,4
	Ukupno	6.211.000	5,4	78.020.000	58,2	+1.156,2
RH	Osobna v.	1.120.000		1.492.000		+ 33,2
	Autobusi i teretna v.	87.000		168.000		+93,1
	Ukupno	1.207.000	258,3	1.660	387,5	+37,5

Izvori: za podatke o broju vozila

- za svijet, SAD i Kinu: *Transportation Energy Data Book – Edition 31* (2012), Tab. 3.2., 3.3. i 3.6.

- za EU: *EU Transport in figures – Statistical Pocketbook 2012* (2012), Tab. 2.6.2.

- za RH: *Izješće o proračunu emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2011. godinu* (2013),

Tab. 3.1-1. za podatke o broju stanovnika

- za svijet, EU, SAD i Kinu: *Population Growth – Wikipedia*, 10. 11. 2013.

- za RH: Wertheimer-Baletić, A. (2013), *Dugoročni demokratski procesi u Hrvatskoj*

– izazov za 21. stoljeće, poglavlje 1., tablica 1.

5. OSVRT NA MJERE ZA SMANJENJE EMISIJA STAKLENIČKIH PLINOVA

Nakon što je u drugoj polovici dvadesetog stoljeća postao očigledan prinos ljudske djelatnosti globalnom zagrijavanju mimo uobičajenih prirodnih procesa, započele su aktivnosti na ograničavanju antropogenih utjecaja na klimatske promjene. Međunarodna klimatska politika započinje se sustavno voditi od 1979. g., nakon prve Svjetske konferencije o klimi, kada je u Genevi usvojen Svjetski klimatski program. Opća skupština UN proglasila je 1988. g. „klimatske promjene zajedničkom brigom čovječanstva“. Tada su skupština UN i Svjetska meteorološka organizacija (WMO) zajednički osnovali međuvladino tijelo za klimatske promjene (*Intergovernmental Panel on Climate Change* odnosno IPCC). Uslijedila je Međunarodna konferencija o klimatskim promjenama 1988. g. u Torontu.

1992. g. održana je svjetska konferencija o zaštiti okoliša i razvoja u Rio de Janeiru, te je tom prilikom donijeta *Okvirna konvencija UN o promjeni klime (United Nations Framework Convention on Climate Change, odnosno UNFCCC)*. Nakon toga se, u pravilu jednom godišnje, održavaju sjednice stranaka, odnosno članica UNFCC-konvencije (*Conferences of the Parties, odnosno COP*).

Najvažniji sporazum postignut je 1997. g. na 3. konferenciji COP održanoj u japanskom gradu Kyotu. Tom je prilikom usvojen tzv. *Protokol iz Kyota* (uz UNFCC-konvenciju). Kyot-skim protokolom zemlje-potpisnice su se obvezale da će u razdoblju od 2008. do 2012. godine smanjiti emisije stakleničkih plinova za prosječno 5,2 % godišnje u odnosu na emisije iz 1990. g. SAD i neke druge zemlje, iako potpisnice protokola, nisu godinama nakon toga ratificirale sporazum, radi procjene kako bi njegova primjena mogla bitno naštetiti gospodarskom razvoju njihovih zemalja i standardu građana. Protokolom je predviđeno da će neke zemlje ili asocijacije smanjiti predmetne emisije za više od 5,2 % (npr. zemlje EU u prosjeku 8 %, što je EU dodatno rasporedila na pojedine članice), neke za manje od 5 %, a primjerice Indiji, Kini i Brazilu (odnosno tzv. zemljama u razvoju) nisu određena nikakva ograničenja glede emisija. Protokolom je predviđeno i trgovanje emisijskim kvotama stakleničkih plinova. Protokol je stupio na snagu 16. 02. 2005. g. kada su ga ratificirale zemlje članice COP-a s ukupnim udjelom od 55 % u svjetskoj emisiji stakleničkih plinova.

Republika Hrvatska je Kyotski protokol ratificirala tek 2007. g., nakon dugotrajnih pregovora o razini emisije stakleničkih plinova u baznoj 1990. godini. Hrvatskoj su priznate posebne okolnosti u kojima je bila 1990. g. (kao dio Jugoslavije koristila je energiju iz termoelektrana koje su se nalazile na prostorima izvan Hrvatske, odnosno u BiH i Srbiji i slijednog ratnog stanja), te joj je odobrena dodatna emisija stakleničkih plinova u baznoj godini u iznosu od 3,5 milijuna tona, što se dodalo dotadašnjoj kvoti od 31,12 milijuna tona (ukupno 34,62 milijuna tona u 1990. godini).

Nakon toga, do 2012. g. nije, bez obzira na ozbiljna upozorenja IPCC-a glede povećanja koncentracija stakleničkih plinova u troposferi i slijednog porasta temperature i povišenja razine mora, postignut niti jedan konkretan dogovor glede smanjenja predmetnih emisija. Naime, znanstvenici su utvrdili da bi kod povećanja koncentracije od 490 do 535 ppm stakleničkih plinova u troposferi, a što će se dogoditi ukoliko se antropogene emisije 2020. g. u odnosu na emisije iz 2000. g. ne smanje za 30 do 60 %, došlo do povećanja prosječne temperature na zemlji za 2,4 do 2,8 °C (*Climate Change 2007: 67*). Isto tako su procijenili da bi godišnja svjetska emisija od 40.000 Gt stakleničkih plinova (2010.

g. je već iznosila preko 50.000 Gt – vidjeti tablicu 3) uzrokovala povećanje prosječne temperature na Zemljinoj površini 2050. g. za 4 °C (*Climate Change* 2007: 66).

2012. g. na 18. sjednici COP-a donijet je sporazum kao nastavak na Protokol iz Kyota, kojim je utvrđeno 15 % prosječno godišnje smanjenje stakleničkih plinova u razdoblju od 2013. do 2020. g. u odnosu na emisije iz 1990. g. Međutim, ne samo da neke članice COP-a nisu potpisale predmetni sporazum, već se do danas nisu stekli uvjeti za njegovo stupanje na snagu (izostala je ratifikacija stranaka COP-a).

Na sljedećim sjednicama COP-a postignuti su tek okvirni dogovori oko nekih mjera, ali bez konkretnih izvršnih instrumenata. Najznačajniji je pritom okvirni dogovor (Durban, 2010. g.) oko ustroja Međunarodnog klimatskog fonda (*Green Climate Fund*), kojim bi se pomoglo najviše ugroženim zemljama pri ublažavanju negativnih posljedica klimatskih promjena u njihovim zemljama¹¹.

Europska unija je za sada jedina zemlja ili asocijacija (osim, primjerice, Kalifornije), koja je poduzela djelotvorne mjere za smanjenje antropogenih emisija stakleničkih plinova¹².

2007. g. članci EU podržali su sljedeće ambiciozne ciljeve: smanjenje emisija stakleničkih plinova 2010. g. u odnosu na 1990. g. za 20 %, povećanje udjela obnovljivih izvora energije u ukupnoj energetskej potrošnji za 20 % te povećanje energetske učinkovitosti, odnosno smanjenje ukupne energetske potrošnje za 20 % (*plan: 20-20-20*). Europski parlament je ovaj paket mjera usvojio u travnju 2009. g. usvajanjem 6 zakonodavnih mjera, od kojih je naj-vажnija odluka *No 406/2009/EC od 23. 4. 2009. g. (L 140/36, objavljena 05. 6. 2009. g.)*, kojim se pojedinim članicama određuju dodatni predmetni udjeli smanjenja emisija. Ovim je dokumentom, osim toga, utvrđena potreba smanjenja emisija stakleničkih plinova 2050. u odnosu na 1990. g. za 50 %.

U ožujku 2011. g., Europska je komisija utvrdila *Plan za preobrazbu Europske unije u konkurentno gospodarstvo s malom razinom ugljika (COM(2011) 112 final, od 08. 3. 2011.)*, kojim je utvrđen cilj smanjenja emisija stakleničkih plinova 2050. u odnosu na 1990. g. u rasponu od 79 do 82 % te odgovarajući raspored godišnjeg smanjenja prema desetljećima od 2020. do 2050. g.

Međutim, 22. siječnja 2014. g. Europska je komisija objavila tzv. „Drugi energetske-klimatske paket“, u kojem se podaci ne odnose na 2050. g., a kojim je utvrđen cilj glede smanjenja emisija u EU 2030. g. u odnosu na 1990. g. za 40 % te povećanje udjela obnovljivih ener-getske izvora na barem 27 %. Očekuje se usvajanje ovog paketa od strane Europskog parlamenta u prvom tromjesečju 2014. g.

S obzirom na očekivane trendove porasta broja cestovnih vozila u svijetu (vidjeti poglavlje 4.3., odnosno tablicu 10) i rastućeg udjela emisija stakleničkih plinova iz prometa, smanjenje emisija stakleničkih plinova iz prometa na svjetskej razini, dok ne dođe do nekih znakovitih, ali i neočekivanih okolnosti, bit će „nemoguća misija“.

S druge strane, Europska je unija 28. 3. 2011. g. donijela „Bijelu knjigu“ glede razvitka prometa do 2050. g. (*White paper* 2011), kojom je putem niza mjera koje valja poduzeti u prometu, utvrđen

¹¹ Predviđen je promptni predmetni iznos od 30 milijardi USD i godišnji iznos od 100 milijardi USD.

¹² Na području EU smanjene su emisije stakleničkih plinova 2012. g. u odnosu na emisije iz 1990. g. za 18 %.

sljedeći cilj: smanjenje emisija stakleničkih plinova 2050. u odnosu na 1990. g za 60 %. Tome valja pridodati odrednicu iz *Plana za preobrazbu Europske unije u konkurentno gospodarstvo s malom razinom ugljika* (vidjeti ranije), kojom je utvrđena emisija stakleničkih plinova iz prometa u 2030. u odnosu na 1990. g. od + 20 % do -9 %, a 2050. g. u odnosu na 1990. g. za -54 % do -67 % (Table 1, str. 6 dokumenta). Međutim, udio emisija stakleničkih plinova emitiranih na području EU u stalnom je smanjenju u odnosu na svjetske emisije, te se sukladno tome stalno smanjuje doprinos i utjecaj EU glede svjetske emisije stakleničkih plinova (predmetni je udio 1990. g. iznosio 14,6 %, 2010. g. 9,4 %, a 2013. g. oko 8 %).

Pojačanim korištenjem raspoloživih nekonvencionalnih energetske resursa, umjesto fosilnih goriva u prometu (prirodni plin, biološka goriva, hibridni pogon i sl.), ne mogu se znakovito ublažiti negativni utjecaji prometa na okoliš. Tek širokom primjenom energije Sunca (solarna energija) mogle bi se bitno ublažiti posljedice čovjekova djelovanja na klimu našega planeta.

Preostaje razmišljanje o našem budućem ponašanju. Naime, jesmo li kadri relativno lagodni život visokog standarda uskoro zamijeniti skromnijim ili ćemo nastaviti s dosadašnjim ponašanjem i budućim generacijama prepustiti borbu za preživljavanje na našem planetu.

6. ZAKLJUČCI

Emisije stakleničkih plinova antropogenog podrijetla od početka industrijskog doba do danas u stalnom su porastu. Posljednja dva desetljeća došlo je do znakovitog povećanja tih emisija. Istodobno je zabilježen porast koncentracije stakleničkih plinova (imisijske vrijednosti) u troposferskom sloju Zemljine atmosfere. Slijedom povećanja predmetne koncentracije dolazi do povećanja intenziteta stakleničkog učinka u odnosu na Zemljinu površinu, odnosno do znakovitih promjena klimatskih prilika na Zemlji, mimo uobičajenih prirodnih procesa.

Emisije stakleničkih plinova podrijetlom iz prometa u dobroj mjeri utječu na porast koncentracije tih plinova u troposferi. Na svjetskoj razini predmetni udio prometa iznosi barem 13 % (2007.), dok su kod istraživanih zemalja ustanovljeni predmetni udjeli 2010. godine u rasponu od 19 % (EU), preko 21 % (RH) do 27 % (SAD). Istom je ustanovljen apsolutni porast emisija iz prometa u 2010. g. u odnosu na 1990. g. u rasponu od 19 % (SAD), preko 21 % (EU) do 48 % (RH).

Tome trendu najviše doprinose emisije stakleničkih plinova iz cestovnog prometa, čiji se udio 2010. g. u ukupnim emisijama iz prometa kretao od 85 % (SAD), do 95 % (EU i RH). Nadalje je utvrđen i relativni porast udjela emisija iz cestovnog prometa u ukupnim emisijama iz prometa 2010. g. u odnosu na 1990. g. u rasponu od 8 % (SAD), preko 43 % (EU) do 63 % (RH).

S obzirom na relativno skroman stupanj motorizacije (broj cestovnih vozila na tisuću stanovnika) 2010. g. u mnogogljudnim zemljama s brzo rastućim gospodarstvima (npr. u Kini je 2010. g. iznosio 58,2 vozila na 1000 stanovnika i bio je 9 puta manji nego u RH i 14 puta manji nego u SAD, pri čemu je Kina brojila 1,35 milijardi stanovnika), za očekivati je narednih desetljeća znakoviti porast emisija stakleničkih plinova iz cestovnog prometa koji će pridonijeti cjelokupnoj svjetskoj emisiji stakleničkih plinova.

Osim toga, ustanovljeno je da su specifične emisije stakleničkih plinova u zemljama sa snažnim gospodarskim uzletom relativno skromne u odnosu na emisije u visokorazvijenim zemljama. Primjerice, u Kini je emisija ugljičnog dioksida 2010. g. iznosila 6,2 tone po stanovniku, u Indiji 1,7, Indoneziji 2,0 i Brazilu 2,2 t/st., dok je predmetna emisija u SAD iznosila 17,6 t/st., Australiji 16,0, Kanadi 18,2 i Rusiji 12,0 t/st. To smatramo dodatnim podatkom radi kojega se može očekivati daljnji porast emisija stakleničkih plinova u svijetu.

Posljedice povećane koncentracije stakleničkih plinova u troposferi ogledaju se mnogostru-kom djelovanjem na klimu Zemlje, npr. putem povećanja prosječne temperature na Zemljinoj površini, povećanja temperatura oceana i povećanja razina soli u njima, uslijed čega se nag-lo mijenjaju uvjeti života u oceanima, a mijenja se i intenzitet glavnih morskih struja, putem širenja površina pustinja, a smanjenja površine šuma, otapanjem glečera i porastom razine mora, smanjenjem snježnog pokrivača u sjevernim dijelovima, povećanom učestalošću padavina, povećanjem učestalosti „prirodnih“ tajfuna (uragani, tsunami, suše, poplave i dr.).

Slijedom navedenih procesa realno je očekivati, ukoliko se na međunarodnoj razini ne postignu odgovarajući dogovori s ciljem smanjenja antropogenih emisija stakleničkih plinova, emigracijske procese iz obalnih područja, a nije moguće isključiti lokalne, ali i sukobe većih razmjera u svijetu.

Najvažniji sporazum međunarodnih razmjera postignut je na 3. konferenciji zemalja članica Okvirne konferencije UN o zaštiti klime u japanskom gradu Kyotu, kojim su se zemlje potpis-nice obvezale da će u razdoblju od 2008. do 2012. godine godišnje u prosjeku smanjiti emisije stakleničkih plinova za 5,2 % u odnosu na emisije iz 1990. g. Bez obzira na potpise predstavnika vlada pojedinih zemlja, provedba protokola bila je veoma otežana jer pojedine zemlje nisu niz godina ratificirale protokol, smatrajući kako bi njegova primjena mogla znakovito naškoditi razvoju njihovih gospodarstava. Protokol je stupio na snagu 16. 2. 2005. g., kada su ga ratificirale zemlje s ukupnim udjelom od 55 % u svjetskoj emisiji stakleničkih plinova.

Bez obzira na znakovita upozorenja svjetske organizacije za zaštitu klime (IPCC) o potrebi smanjenja emisija stakleničkih plinova za 50 % do 2050. g. (u odnosu na emisije iz 1990. g.) na svjetskoj razini, kako se prosječna temperatura na našem planetu ne bi do kraja stoljeća povećala za više od 2 °C, do sada na međunarodnoj razini (nakon protokola iz Kyota) nije postignut niti jedan konkretan dogovor.

Ipak, ohrabruju dokumenti Europske unije, osobito tzv. „klimatski paketi“, kojima je utvrđeno potrebno smanjenje stakleničkih plinova na području EU za 20% u 2030. g., odnosno za 40 % do 2030. u odnosu na 1990. g., kao i niz drugih mjera glede ograničavanja emisija ugljičnog dioksida iz prometa.

LITERATURA

- Annual European Union greenhouse Gas inventory 1990. – 2010. and inventory report 2012* (2012), Copenhagen: European Environment Agency (EEA).
- Annual European Union greenhouse Gas inventory 1990.-2010. and inventory report 2012: „Greenhouse EU27_Summary2.xls“* //http://www.eea.europa.eu/publications/european-union-green-house-gas-inventory-2012 (25. 9. 2013.)
- A roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050* (2011) – Communications from the Commissions to the European Parliament and the Council – COM (2011) 112 final, Brussels (8. 3. 2011.)
- Blasing, T., J. (2013) *Recent Greenhouse Gas Concentration* //http://cdiac.ornl.gov/pns-/current_ghg.html (15. 11. 2013.)
- Climate Change 2007: Synthesis Report* (IPCC, 2007), Valencia: Intergovernmental Panel on Climate Change, November 2007. //https://www.ipcc.ch/pdf/assess-sment-report/ar4/syr/ar4_syr.pdf, od 12. 8. 2012.)
- Decision No 406/2009/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the effort of Member States to reduce their greenhouse gas emissions to meet the Community's greenhouse gas emission reduction commitments up to 2020.* - Official Journal of the European Union L 140/3 (15. 6. 2009.)
- EPA, *Global Greenhouse Gas Emissions Data* //http://www.epa.gov/climatechange/ghgemissions/global.html (6. 11. 2013.)
- Emissions database for global atmospheric research (EDGAR)* - European Commission //http://jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=GHGts1990-2010. (12. 2. 2014.)
- EU Transport in Figures – Statistical Pocketbook 2012* (2012), Luxembourg: Publications Office of European Union.
- Fifth Assessment Report: Introduction* – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) //https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1_Report_by_Chapters_Chapter_1:_Introduction (16. 2. 2014.)
- Fifth Assessment Report: Technical Summary* – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2013) //https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1_Report_by_Chapters_Technical_Summary (27. 12. 2013.)
- Glavač, V. (2001) *Uvod u globalnu ekologiju*, Zagreb: Hrvatska sveučilišna naklada i Ministarstvo zaštite okoliša i prostornog uređenja RH.
- Inventory of U. S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2010* (2012), Washington: U. S. Environmental Protection Agency (EPA).
- Izješće o inventaru stakleničkih plinova na području Republike Hrvatske za razdoblje 1990.-2010* (2012), Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Agencija za zaštitu okoliša.
- Izješće o proračunu emisija onečišćujućih tvari u zrak na području Republike Hrvatske za 2011. godinu* (2013), Zagreb: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Agencija za zaštitu okoliša.
- List of countries by carbon dioxide emissions* – Wikipedia (primarni izvor: United States Department of Energy Carbon Dioxide Information Analysis Center - CDIAC) //http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_carbon_dioxide_emissions (15. 11. 2013.)
- Population Growth* – Wikipedia (izvorno prema: UN population statistics) //http://en.wiki/-File:Population_Curve.svg (10. 11. 2013.)
- Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system* (White paper 2011), Brussels: European Commission COM/2011/ 144 final (28. 3. 2011.)
- The Emissions GAP Report* (2012), Nairobi: United Nations Environment Programme (UNEP).
- Transport 2050: Commission outlines ambitious plan to increase mobility and reduce emissions* (White paper 2011), Brussels: EU Press releases Database 28. 3. 2011 //http://europa.eu/rapid/press-release-IP-11-372_en.htm (10. 10. 2013.)
- Transportation Energy Data Book, Edition 31* (2012), Oak Ridge: U.S. Department of Energy.
- Wertheimer-Baletić, A. *Dugoročni demokratski procesi u Hrvatskoj – izazov za 21. stoljeće* //http://nacinalni-forum.hr/default.aspx?id=58. (10. 11. 2013.)
- World Population Prospects - The 2012 Revision* (2013), N. York: United Nations (UN) – Department of Economic and Social Affairs.

Ivo Brozović¹

Aleksandar Regent²

Matea Grgurević³

Preliminary communication

UDC 504.3.054:656.1

GREENHOUSE GAS EMISSIONS, ESPECIALLY FROM TRAFFIC

(Contribution to the analysis of greenhouse gas emissions, especially from traffic)⁴

ABSTRACT

This paper presents the results of studies on the greenhouse gas emissions caused by human activities, especially the emissions originating from transport. Since the beginning of the industrial revolution until today a steady increase has been recorded in anthropogenic greenhouse gas emissions which increase the concentration of greenhouse gases (emission values) in the troposphere and thereby increase the intensity of the greenhouse effect. This paper analyzes the impacts of anthropogenic emissions of relevant greenhouse gases on a global level from 1750 until today. In particular, comparison has been made in view of greenhouse gas emissions for the three countries (associations): Croatia, the European Union and the United States. The results have shown an absolute increase in emissions from transport in 2010 compared to emissions in 1990 in all three entities studied, ranging from 19% (U.S.) to 21% (EU) and 48% (Croatia). The biggest contributor to this trend are emissions from road transport (2010 with a share of 85% to 95% in total emissions from transport) whose relative share of increase in total emissions from transport in 2010 with regard to 1990 was in the range from 8% (U.S.), to 43% (EU) and up to 63% (Croatia). Given the relatively modest level of motorization in heavily populated countries with rapidly growing economies (China, India, Indonesia, Nigeria etc.), an increase in total greenhouse gas emissions can be expected over the coming decades, with the highest percentage of emissions coming from road transport. This could undermine the climate conditions on our planet which are still relatively favorable for life. The paper ends with a discussion on possible action regarding the reduction of expected trends in greenhouse gas emissions and with the conclusions.

Key words: greenhouse gas emissions, traffic, Croatia, EU, world.

¹ MSc, Senior Lecturer, Polytechnic of Rijeka, Vukovarska 58, Rijeka, Croatia. E-mail: ivo.brozovic@veleri.hr

² PhD, Senior Lecturer, Polytechnic of Rijeka, Vukovarska 58, Rijeka, Croatia. E-mail: aleksandar.regent@veleri.hr

³ Student, Faculty of Science, University of Zagreb, Republike Austrije 15, Zagreb, Croatia.
E-mail: oleg.grgurevic@arhitekt.hr

⁴ Received: 24. 2. 2014.; accepted: 5. 5. 2014.

