Strategije i metode smanjenja emisija ugljičnog dioksida iz cestovnog prometa

Birin, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:954601

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-19**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Domagoj Birin

STRATEGIJE I METODE SMANJENJA EMISIJA UGLJIČNOG DIOKSIDA IZ CESTOVNOG PROMETA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2015.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

STRATEGIJE I METODE SMANJENJA EMISIJA UGLJIČNOG DIOKSIDA IZ CESTOVNOG PROMETA

STRATEGY AND METHODS OF REDUCING CARBON DIOXIDE IN ROAD TRAFFIC

Mentor: Prof. dr. sc. Jasna Golubić

Student: Domagoj Birin, 0246034951

Zagreb, rujan 2015.

SAŽETAK I KLJUČNE RIJEČI

Sažetak:

Dinamički razvoj cestovnog prometa u svijetu i u nas izazvao je nepoželjne i nepredvidive posljedice po čovjeka i okoliš. Ako usporedimo emisije CO_2 u cestovnom prometu s ostalim oblicima prometa, onda na cestovni promet otpada 72% onečišćenja ugljik (IV) oksidom, na zračni promet oko 11%, željeznički oko 4% i oko 5% na ostale oblike prometa. U Hrvatskoj se postupno putem sufinanciranja od strane Ministarstva zaštite okoliša i prirode te Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost uvode električna i hibridna vozila. Tako se planira direktno utjecati na smanjenje emisija štetnih plinova u prometu. Zemlju svakodnevno uništavamo i trujemo svojim postupcima, ne vodeći računa o tome što nas čeka u bližoj budućnosti ukoliko ne poduzmemo i ne napravimo bitne promjene posljedice po Zemlju bi mogle biti katastrofalne.

Ključne riječi: ugljikov dioksid, cestovni promet, smanjenje emisija, alternativna goriva, klimatske promjene.

Summary:

The dynamic development of road transport in the world and in Croatia caused undesirable and unforeseen consequences for man and the environment. If we compare the CO_2 emissions in road transport with other modes of transport, then road transport waste 72% of pollution carbon (IV) oxide - for air transport around 11%, rail about 4% and 5% to other forms of transport. Croatia gradually through co-financing by the Ministry of Environment and Nature Protection and Environmental Protection Fund and energy efficiency is introducing electric and hybrid vehicles, so it plans directly affect on the reduction of emissions in transport. Earth is every day destroyed and poisoned by our actions, by not taking care of what we can expect in the near future if we do not act and do not make significant changes consequences for Earth could be disastrous.

Key words: carbon dioxide, road traffic, reducing emissions, alternative fuels, climatic changes.

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. VRSTE ISPUŠNIH PLINOVA CESTOVNIH MOTORNIH VOZILA 4
   2.1. NEŠKODLJIVI SASTOJCI 4
   2.2. ŠKODLJIVI SASTOJCI 5
3. UTROŠAK ENERGIJE U CESTOVNOM PROMETU 8
4. STRATEGIJE EU GLEDE EMISIJA CO_2 12
   4.1. KYOTO PROTOKOL 17
   4.2. HRVATSKA I KYOTO PROTOKOL 19
5. UTJECAJ STAKLENIČKIH PLINOVA NA OKOLIŠ 20
   5.1. UGLJIK (IV) OKSID 24
   5.2. VODENA PARA (H_2O) 26
   5.3. METAN 26
6. MJERE ZA SMANJENJE UTJECAJA STAKLENIČKIH PLINOVA IZ CESTOVNOG PROMETA 28
   6.1. PRIMJENA ALTERNATIVNIH GORIVA 29
      6.1.1 BIOGORIVA (biodiesel, bioetanol, biogorivo od algi) 31
      6.1.2 ETANOL I METANOL 32
      6.1.3 ELEKTRIČNA ENERGIJA 33
      6.1.4 SUNČEVA ENERGIJA 34
      6.1.5 VODIK 34
      6.1.6 PRIRODNI PLIN 35
   6.2. SMANJENJE MASE VOZILA 37
   6.3. EKO VOŽNJA 39
   6.4. EKONOMSKE MJERE 41
   6.5. ZAKONODAVNE MJERE 43
7. ZAKLJUČAK 44

POPIS LITERATURE 46

POPIS SLIKA 47

POPIS GRAFIKONA 47

POPIS TABLICA 48

1. UVOD

Fosilna goriva izgaraju proizvode, onečišćujuće tvari koje se mogu prenijeti na velike udaljenosti te mogu škoditi ljudskom zdravlju, biljkama, životinjama i ekosustavima. Takve tvari i njihovi derivati, poput troposferskog ozona i zakiseljujućih spojeva, dovode do uništenja vodenih ekosustava također škode usjevima i šumama, a kod ljudi uzrokoju probleme dišnih organa i razne druge bolesti. U gradskim područjima, mnogi utjecaji prometa na okoliš osjećaju se i na mjesnoj razini. Vozila na fosilna goriva odgovorna su za porast koncentracije nekoliko toksičnih spojeva a to su: ugljikov dioksid, dušični oksidi, benzen i drugi hlapljivi organski spojevi. Povezujući promet s toksičnim onečišćenjem zraka, njega smatramo jednim od najvažnijih uzročnika zdravstvenih tegoba. U posljednjih stotinjak godina, osobito suvremenim razvojem tehnologije, industrijalizacije, prometom, rastom stanovništva te intenzivnom urbanizacijom, čovjek remeti prirodnu ravnotežu ekosistema toliko da počinje strahovati za svoj daljnji prosperitet zbog ozbiljnog ugrožavanja čitave biosfere.[1] Došlo je vrijeme kada postajemo svjesni da više ne možemo u neograničenim količinama i bez kontrole slati u atmosferu velike količine štetnih sastojaka te kada se ne možemo koristiti našim okolišem kao odlagalištem otpadnih tvari. Automobilska industrija koja bilježi jako veliki razvitak te rast dovela je do činjenice da je svijet danas preplavljen automobilima. Najveća godišnja proizvodnja automobila od 80 milijuna ostvarena je 2011godine. Cilj ovoga rada je prikazati strategije i metode koje bi se mogle provoditi u cilju smanjena emisija stakleničkih plinova u cestovnom prometu.

Dinamički razvoj cestovnog prometa u svijetu i u nas izazvao je nepoželjne i nepredvidive posljedice po čovjeka i okoliš. U velikim svjetskim gradovima već tijekom šezdesetih godina prošlog stoljeća pojavio se problem prevelike koncentracije štetnih tvari u okolišu, koje su posljedica procesa transformacije energije u automobilima. Ako usporedimo emisije CO_2 u cestovnom prometu s ostalim oblicima prometa, onda na cestovni promet otpada 72% onečišćenja ugljik (IV) oksidom, na zračni promet oko 11%, željeznički oko 4% i oko 5% na ostale oblike prometa.

Cilj završnoga rada je prikazati različite strategije i metode koje možemo provesti u cilju smanjenja emisija ugljičnog dioksida iz cestovnog prometa. Cestovni promet igra jako

[1] Golubić, J.: Promet i okoliš, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.

veliku ulogu u emitiranju stakleničkih plinova, zbog ove činjenice podnose se različite mjere kako bi se smanjilo emitiranje CO_2 iz cestovnog prometa te na taj način sačuvao naš planet i za buduće generacije. Pomoću alternativnih goriva može se smanjiti emitiranje štetnih plinova ali i osigurati se energetska neovisnost, zbog toga što zaliha fosilnih goriva iz dana u dan ima sve manje te je pitanje dana kada će se iscrpiti zalihe fosilnih goriva.

Emisije CO_2 u domaćem cestovnom prometu u Hrvatskoj iznose 3 milijuna tona, što je dosta zabrinjavajuće. Kao jedno od mogućih rješenja za smanjenje emisije CO_2 i povećanje alternativnih izvora goriva ističe se projekt kombiniranja ukapljenog naftnog plina i dizela, testiranja ugrađenih instalacija ukapljenog naftnog plina u dizelskim motorima pokazala su da se potrošnja goriva smanjuje, a broj prijeđenih kilometara povećava za čak 50%, a pritom se i znatno smanjuju emisije CO_2.

U Hrvatskoj se postupno putem sufinanciranja od strane Ministarstva zaštite okoliša i prirode te Fonda za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost uvode električna i hibridna vozila. Tako se planira direktno utjecati na smanjenje emisija štetnih plinova u prometu. S obzirom da su emisije iz prometa jedan od najznačajnijih izvora onečiščenja zraka i emisija stakleničkih plinova, postizanjem tih ciljeva utjecati će se na povećanje kvalitete zraka te smanjenje ukupne emisije stakleničkih plinova na razini države. Glavna prednost električnih vozila su ne ispuštanje nikakvih štetnih tvari u okolinu jer ne koriste nikakve vrste goriva već samo električnu energiju,a glavne mane odnosno nedostataci su cijena samog vozila koja je jako visoka zbog cijene akumulatora i mala autonomija s obzirom da je ovakakav automobil idealan samo za manje udaljenosti. Niska emisija i ekonomska prednost tj. manji računi za gorivo su prednosti hibridnih vozila, a glavna mana im je kao i kod električnih, a to je da su idealni za manje relacije, kada govorimo o većim relacijama tu još uvijek prednost dajemo vozilima s unutarnjim izgranjem.

U lipnju 2013. godine Pravilnikom o načinu i uvjetima primjene zahtjeva održivosti u proizvodnji i korištenju biogoriva („Narodne novine”, br. 83/13) kojim se u pravni poredak Republike Hrvatske prenosi Direktiva Europskog parlamenta i Vijeća o poticanju uporabe energije iz obnovljivih izvora Hrvatska se obvezala novčano poticati proizvodnju biogoriva. Maksimalna poticana količina biogoriva koja se mogla staviti na tržište RH za 2014. godinu iznosila je 1,94 PJ biogoriva, odnosno 58.787.879,00 l biodiesela, a ukupno je u razdoblju od 1. siječnja do 31. prosinca 2014. godine od strane države odobreno novčanih poticaja za ukupno 36.098.085,00 l biodiesela koje su proizzvođači stavili na tržište u tom razdoblju.

Potrebno je nadodati kako se Hrvatska do 2020. godine obvezala na 10% udjela obnovljivih izvora energije u svim oblicima prijevoza u odnosu na potrošnju benzina, dieselskog goriva, biogoriva u cestovnom i željezničkom prijevozu te ukupne električne energije korištene u prijevozu.[2]

[2] http://www.croenergo.eu/

2. VRSTE ISPUŠNIH PLINOVA CESTOVNIH MOTORNIH VOZILA

Neočišćen zrak je u osnovi plinska smjesa dušika (N_2) 78% volumena i kisika (O_2) 21% volumena, određene količine plemenitih plinova, ugljik (IV) oksida (CO_2) i metana, dušičnih oksida (NO_x), vodika (H_2), vodene pare i raznih ugljikovodika.[3] Zrak stalno mijenja svoj kemijski sastav jer se stalno onečišćuje raznim plinovima, krutim česticama i toplinom. Ako su onečišćivači nastali iz prirodnih izvora oni se nazivaju primarnima, sekundarnima nazivamo one onečišćivače kod kojih je došlo do međusobnih reakcija sastojaka zraka gdje nastaju novi spojevi. U naseljenim mjestima zbog svoje velike zastupljenosti, nepovoljnih uvjeta rada motora i slabe cirkulacije zraka motorna vozila su primarni onečišćivači zraka.

Ispušni plinovi cestovnih motorni vozila sadrže sljedeće neškodljive sastojke:

- dušik (N_2)
- vodenu paru (H_2O)
- kisik (O_2)
- ugljik (IV) oksid (CO_2)

Ispušni plinovi cestovnih motorni vozila sadrže sljedeće škodljive sastojke:

- ugljik (II) oksid (CO)
- ugljikovodike (CH)
- sumpor (IV) oksid (SO_2)
- dušični oksidi (NO_x)
- olovo (Pb) i spojevi
- čađa i dim

2.1. NEŠKODLJIVI SASTOJCI

Dušik (N_2) je kemijski inertan plin bez boje, mirisa i okusa. Dušik ne gori i ne podržava gorenje. Nešto je lakši od zraka i slabo je topljiv u vodi, te kemijski inertan. Pri temperaturi od -195,8°C plinoviti dušik se ukapljuje i to je ujedno i njegovo vrelište. Ovaj plin nije toksičan u elementarnom stanju, ali može izazvati gušenje ako istisne kisik iz pluća. Toksična djelovanja se javljaju kod zaranjanja na većim dubinama te se zbog toga u smjese za

[3] Golubić, J.: Promet i okoliš, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.

disanje stavlja drugi plin. Dušik, sa 72,3% volumnog udjela u ispušnim plinovima benzinskog, i čak 76% u onima dizelskog motora, u motor ulazi sa usisanim zrakom, najvećim dijelom ne sudjeluje u procesu izgaranja zbog toga što ne podržava gorenje te izlazi iz motora ispuhom.

Kisik (O_2) je bezbojan plin, bez boje, okusa i mirisa, teži od zraka. Ne gori, ali podržava gorenje, te je kemijski vrlo aktivan. Javlja se u molekularnom obliku kao spoj dva atoma kisika (kada se građa molekule obilježava s O2) i kao spoj tri atoma kisika, (tada se molekula obilježava s O_3). Molekula O_3 naziva se ozon te je ključni dio Zemljine atmosfere. Kisik u motor također ulazi sa usisanim zrakom. Jedan je od glavnih sudionika procesa izgaranja, a njegova prisutnost u ispušnim plinovima posljedica je nepotpunog izgaranja, u slučaju lošeg miješanja gorive smjese.

Ugljik (IV) oksid i vodena para H_2O se detaljno spominju u kasnijim cjelinama 5.1. i 5.2..

2.2. ŠKODLJIVI SASTOJCI

Ugljik (II) oksid (CO) je plin bez boje, mirisa i okusa. Svojom pojavom kod čovjeka izaziva glavobolju, vrtoglavicu, pritisak u prsima i druge različite simptome. Ugljični monoksid nastaje nekompletnim izgaranjem, posebno krutih, tekućih i plinskih goriva te se stvara sagorijevanjem tvari koje sadrže ugljik bez dovoljnog pristupa kisika, odnosno zraka. Uređaji na prirodni plin, tekući petrolej, ulje, kerozin, drva i drveni ugljen tako postaju proizvođači smrtonosnog ugljik (II) oksida. Velika količina CO nalazi se u ispušnom plinu automobilskog motora (7%). Godišnje emisije CO u atmosferu se procjenjuju na 2600 milijuna tona od čega je oko 60% proizvedeno ljudskom aktivnošću, a ostalih 40-tak % je uzrokovano prirodnim pojavama (npr. šumski požari). Sadržaj ugljikova (II) oksida, ali i drugih štetnih plinova u zraku određuje se pomoću posebnih indikatorskih cjevčica. Određeni volumen plina koji se ispituje provlači se kroz cjevčicu pomoću posebne pumpice. U cjevčicama je na površinu porozne mase nanesen specifičan reagens koji mijenja boju ako se u zraku nalazi ispitivani plin. Nakon 10 usisaja pumpicom na cjevčici se izravno očita sadržaj tog plina u $1m^3$ zraka.

Ugljikovodici (CH) su organski kemijski spojevi ugljika i vodika koji su produkt nepotpunog izgaranja. CH predstavlja gorivo koje je trebalo potpuno izgoriti u cilindrima što se u realnim uvjetima rada motora nikada ne dogodi. Ugljikovodici u predstavljaju opasnost

za biljni svijet, a u većim koncentracijama štetni su i za čovjekovo zdravlje. Najmanja koncentracija HC postiže se u području blago siromašne smjese, a što je smjesa bogatija, to je njihova koncentracija (kao i kod CO) veća. Skupine redova ugljikovodika čine: metanski, naftenski, asfalteni i aromatski ugljikovodici.

Sumpor (IV) (SO_2) oksid je bezbojan, otrovan i nadražujući plin neugodna, oštra i bockava mirisa, koji podražuje na kašalj, a nastaje izgaranjem sumpora, sumporovodika, te prženjem sulfidnih ruda. Vrlo je otrovan jer štetno djeluje na ljudske dišne organe. U atmosferi reagira s ozonom, vodikovim peroksidom, vodenom parom, stvarajući sulfatnu (sumpornu) kiselinu (H_2SO_4). Glavni je uzročnik nastajanja tzv. kiselih kiša, relativno se kratko vrijeme zadržava u atmosferi tek nekoliko dana. Dozvoljena koncentracija štetnih sastojaka u atmosferi (emisijska koncentracija) propisana ja zakonskom regulativom temeljem saznanja o njihovoj štetnosti. Sumpor (IV) oksid nalazi se u deset puta većoj koncentraciji kod dizelskih u odnosu na benzinske motore, zbog povećane količine sumpora u dizelskom gorivu. Ovaj plin nepovoljno djeluje na čovjeka i biljke te uzrokuje koroziju.

Dušični oksidi (NO_x) su nezapaljiv plin, crvenkaste boje, koji ima snažan miris u zraku. U značajnim količinama ovaj plin je vrlo toksičan, te može izazvati ozbiljna oštećenja na plućima. Snažan oksidirajući kemijski spoj koji u zraku može reagirati, te stvoriti dušičnu kiselinu, kao i otrovne organske dušične spojeve su niz spojeva dušika i kisika. Dušični oksidi (NO_x) opće formule NO_x (x = 0,5 do 2) koji nastaju oksidacijom atmosferskoga dušika pri visokim temperaturnim izgaranjima (industrijski procesi) ili pod utjecajem elektromagnetskoga izboja (munje, kozmičke zrake). Zagađuju zrak u gradovima, gdje nastaju u automobilskim motorima spajanjem kisika i dušika (oko 2 g po kilometru prijeđenog puta). Osim dušikova (I) oksida (N_2O), svi dušikovi oksidi, prisutni u atmosferi, u manjoj su ili većoj mjeri otrovni i nadražuju ljudske dišne organe. Oni su glavna komponenta zagađenja atmosfere, uključeni u stvaranje kiselih kiša i fotokemijskoga smoga te stvaranje i razgradnju ozonskoga sloja u stratosferi.

Olovo (Pb) je srebrnoplav sjajan metal, na svježem prerezu vrlo sjajan, stajanjem na zraku potamni zbog stvaranja zaštitnoga sloja oksida i karbonata. Glavni je uzročnik zagađivanja atmosfere s olovom su automobili (visoko-oktanski benzin). Korištenjem bezolovnoga benzina taj je utjecaj bitno reduciran. Olovo (olovni-tetraetil) služi za poboljšanje antidetonatorskih svojstava benzina te za pospješivanja podmazivanja u glavi i cilindru motora. Koncentracija olova u atmosferi je cca 50 puta veća u urbanim sredinama u

odnosu na udaljenija seoska područja. Ljudski organizam prima olovo uglavnom udisanjem i prehranom. Olovo, koje uđe u krv, postupno se izlučuje, a dio se može taložiti u kostima. Ovisno u udjelima koji se izlučuju odnosno talože u kostima, može se doseći granicu toksičnosti kada nastupaju zdravstveni problemi (karcinom kostiju).

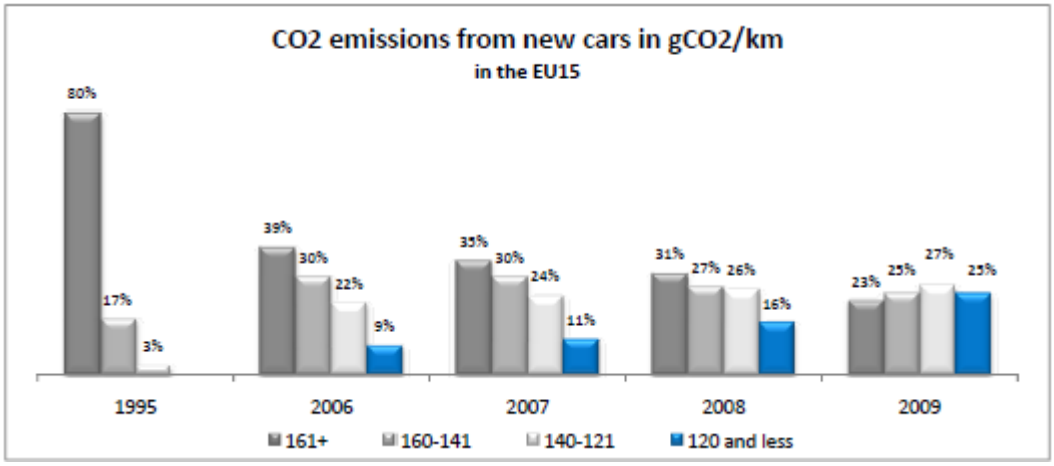
Čađa i dim u onečišćavanju čovjekovog okoliša predstavljaju veliki problem. Uvelike ugrožavaju ljudsko zdravlje i okoliš u velikim gradovima i industrijskim središtima. Javljaju se kao problem kod ispušnih plinova dieselskih motora. Čađa se sastoji od čestica ugljika, a nastaje uz manjak kisika i visoku temperaturu te je ona filtrat ispušnih plinova. Dim bitno utječe na vidljivosti u prometu, čime se smanjuje sigurnost. Čađa, dim i prašina u gradovima smanjuju intenzitet sunčevog zračenja za 10 - 20 %, osobito ultraljubičasti spektar. Krute čestice pogoduju stvaranju magle, a temperatura u grada je za 1 - 2°C viša nego na otvorenom prostoru. Rezultat svega toga je pojavljivanje takozvanog smoga. Smog je onečišćenje zraka uslijed nagomilavanja produkata kao što su čađa, ugljični dioksid, sumpornog dioksid i dr., a koji se zbog guste magle ili slojeva hladnog zraka ne može dignuti u visinu (slika 2). Zbog ovakvog konstantnog povećanja prometa i zbog same sigurnosti u prometu sve se više pažnje pridodaje upravo čađi i dimu kao štetnom produktu pri izgaranju kod dizelskih motora.

Slika 1. Prikaz smoga koji zbog utjecaja prometa smanjuje vidljivost u gradu

Izvor: http//:thetimes.co.uk

3. UTROŠAK ENERGIJE U CESTOVNOM PROMETU

U strukturi utroška energije u zemljama Europske unije zamjetna je također tendencija povećanja udjela utroška energije u prometnom sektoru. Naime, taj udio je u promatranom razdoblju povećan s 28% na preko 31%. To upućuje na zaključak da je u Europi sektor prometa sve veći potrošač energije jer se utrošak energije povećava apsolutno i relativno. Najveći udio utroška energije u EU-27, ostvario je sektor stanovništva s udjelom od 41% energije. Potom je sektor transporta s 31% utroška energije, a na trećem je mjestu sektor industrije s utroškom oko 28% energije. Možemo dakle zapaziti da je u suvremeno doba sektor prometa po utrošku energije ispred industrijskog sektora, što upućuje na osobitu potrebu analize učinkovitosti utroška energije u tom sektoru.

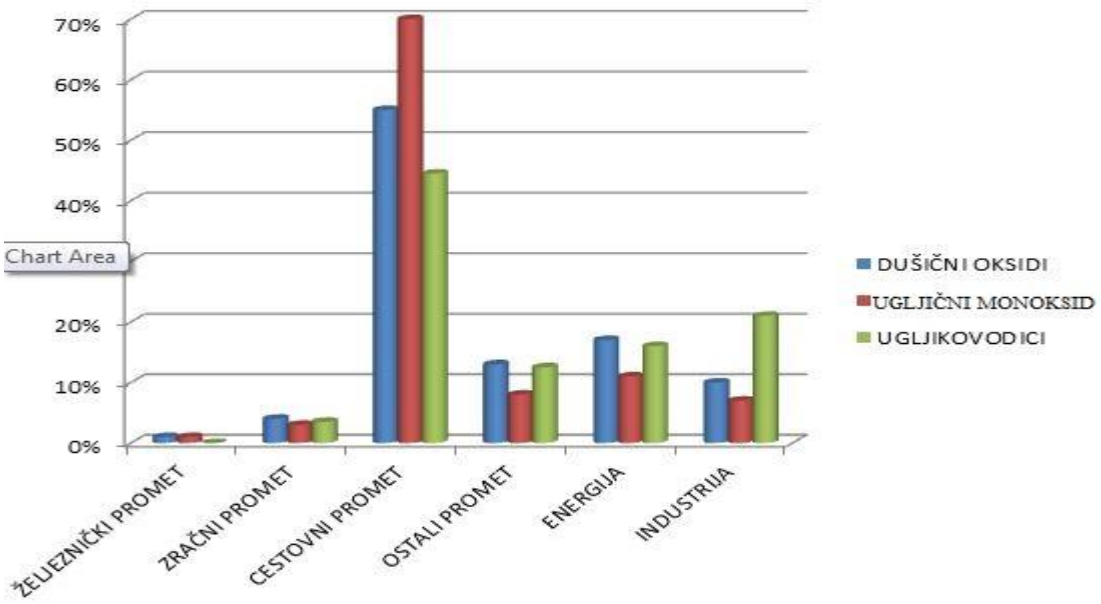


Grafikon 1. Emisija CO_2 kod novih automobila u zemljama EU-15

Izvor: http//:poslovni.hr/potrosnja-energije-po-sektorima-u-eu-27-2012

Ako promatramo razlike u strukturi utroška energije u po sektorima u EU-27 i EU-15, možemo zapaziti da zemlje EU-15 imaju veći udio utroška energije u transportnom sektoru koji iznosi 32,7%. To upućuje na zaključak da s porastom stupnja razvijenosti i strukturnim promjenama unutar razvijenih gospodarstava u kojima industrijski sektor postupno ustupa svoj udio sektoru usluga, uz porast prometne potražnje dolazi do smanjenja udjela utroška energije u industrijskom sektoru i do porasta udjela utroška energije u transportnom sektoru. Ovaj zaključak potvrđuju i podaci za pojedine zemlje. U pravilu razvijenije zemlje imaju veći udio transportnog sektora u strukturi utroška energije nego što je udio industrijskog sektora.

Svih pet zemalja, najvećih potrošača energije u EU, imaju veći udio utroška energije u prometnom sektoru nego što je udio industrijskog sektora. Ujedno četiri od pet ovih zemalja imaju veći udio utroška energije u transportnom sektoru u odnosu na prosjeke EU-27 i EU-15. To samo dodatno potvrđuje prethodne konstatacije o tendenciji sve većeg utroška energije u transportnom sektoru.



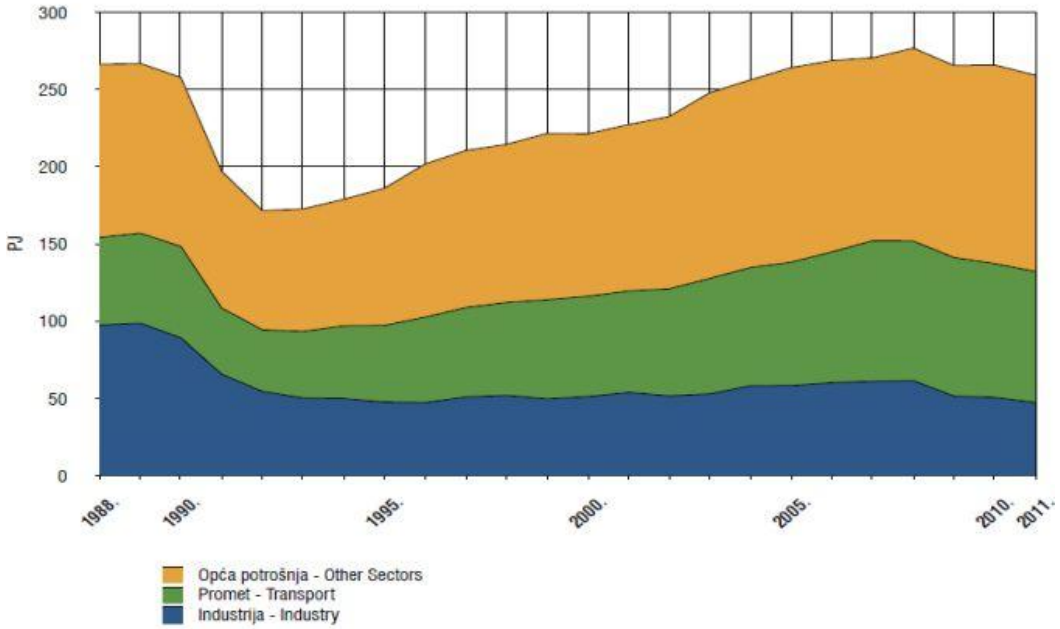
Grafikon 2. Cestovni promet kao zagađivač zraka u ukupnim emisijama u EU-27 (%)

Izvor: http//: www.ecoworld.org.uk/co2/emission

Iz podataka u tablici broj 2 može se vidjeti da u strukturi utroška energije u prometnom sektoru zemalja Europske unije dominira cestovni prijevoz koji potroši oko 83% od ukupno utrošene energije u prometu (bez pomorskog prometa). Ako promatramo strukturu utroška energije u prometnom sektoru po pojedinačnim zemljama, možemo zapaziti da cestovni promet u svim zemljama EU dominira te da se njegov udio kreće od oko 70% do preko 90%. Neke zemlje, najveći potrošači energije, poput Njemačke, Francuske i Italije imaju iznad prosječni udio cestovnog prijevoza u utrošku energije koji se kreće iznad 83%, što također potvrđuje prethodne zaključke.

U zadnjih 20. godina u Hrvatskoj vidljivo je povećanje utroška energije pojedinih sektora (industrija, promet, opća potrošnja), najveći porast utroška energije ostvario sektor

prometa (približno 25%), a za njim je sektor opće potrošnje (oko 14%). U isto je vrijeme u sektoru industrije utrošak je pao približno 46%. Pod utjecajem spomenutih promjena u kretanju apsolutnog utroška dogodile su se i promjene strukture udjela pojedinih sektora. S obzirom na takve promjene ukupan udio utroška energije u sektoru industrije je pao za oko 20%.



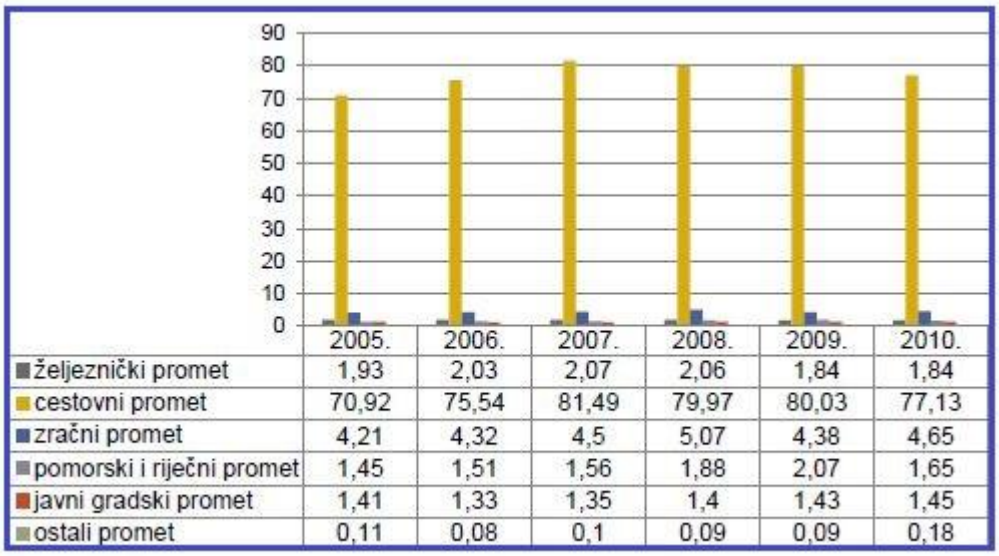
Slika 2. Potrošnja energije po sektorima u RH

Izvor: Energija u Hrvatskoj, Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva (izdanje 2011.)

Ako usporedimo ove podatke i podatke o potrošnji energije u Europskoj uniji, možemo utvrditi da Republika Hrvatska dosljedno slijedi osnovni obrazac kretanja potrošnje energije, kako ukupne tako i u strukturi, ali da se taj trend u Hrvatskoj zbiva ipak s vremenskim pomakom koji ima određeni stupanj zaostatka gospodarskog razvitka u odnosu na Europsku uniju.

Pomnija analiza strukture utroška energije u prometnom sektoru Republike Hrvatske pokazuje da je ukupan utrošak energije sa 77,50% u cestovnom prometu 1990. godine porastao na 88,79% do 2002. godine i to se bilježi kao najveći porast utroška energije koji je po godišnjoj stopi iznosio visokih 2,23% odnosno ukupnih 30.34%. Trend porasta utroška energije počeo se smanjivati do 2005. godine. Nakon 2005. godine utrošak energije je dosta varirao te se 2010. godine bilježi 77,13% utroška energije u cestovnom prometu, a prema

zadnjim podacima taj trend pada nastavio je i u 2014. godini te se zaustavio na oko 73% ukupnog utroška energije u cestovnom prometu.



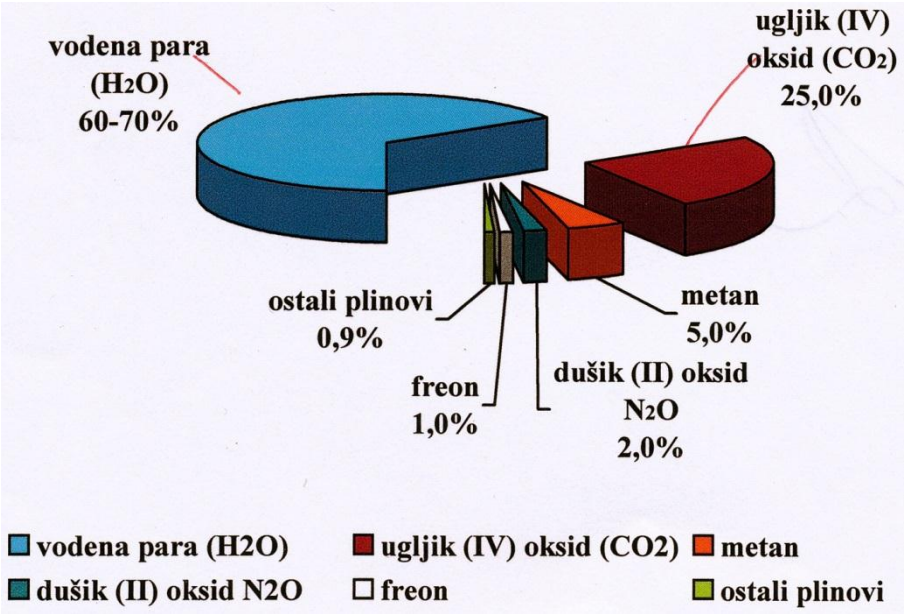
	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.
željeznički promet	1,93	2,03	2,07	2,06	1,84	1,84
cestovni promet	70,92	75,54	81,49	79,97	80,03	77,13
zračni promet	4,21	4,32	4,5	5,07	4,38	4,65
pomorski i riječni promet	1,45	1,51	1,56	1,88	2,07	1,65
javni gradski promet	1,41	1,33	1,35	1,4	1,43	1,45
ostali promet	0,11	0,08	0,1	0,09	0,09	0,18

Grafikon 3. Potrošnja energije prema pojedinim vrstama prometa

Izvor: http:// www.hak.hr/datoteka/1130/01

4. STRATEGIJE EU GLEDE EMISIJA CO_2

Nakon dugotrajnih pregovora najvažniji propis o smanjenju stakleničkih plinova na svjetskoj razini donesen je 1997. godine Kyotu – Kyotski protokol, a stupio je na snagu 2005. godine, nakon što je ratificiran u 55 država Priloga I konvencije čija emisija ukupno prelazi 55% emisije članica priloga I (emisija iz 1990. godine). Države potpisnice Kyotskog protokola obvezale su se da će do razdoblja od 2008. do 2012. smanjiti emisije stakleničkih plinova na 5,2% ispod razine emisije iz 1990. Kyotskim protokolom EU preuzela je cilj smanjenja emisije za 8% (EU-15).

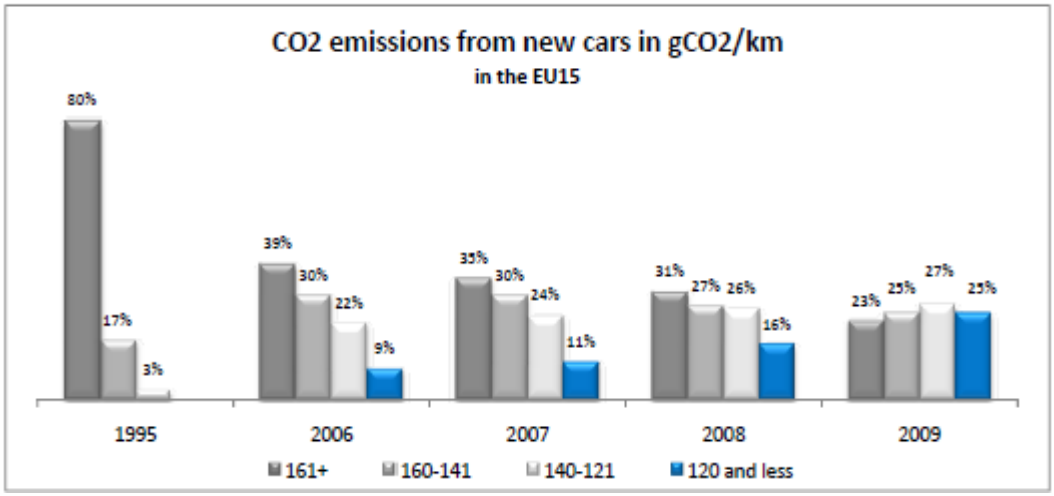


Slika 3. Staklenički plinovi u postocima

Izvor: http:// www.atmosphere.mpg.de

U EU za očuvanje okoliša se brine organizacija pod nazivom EEA (eng. European Environment Agency), Europska agencija za okoliš koja ima zadaću očuvati, zaštiti i unaprijediti kakvoću okoliša, unaprijediti zaštitu zdravlja ljudi te osigurati racionalno korištenje prirodnih resursa kao što je korištenje fosilnih goriva. Glavna zadaća EEA je da omogući državama EU da poduzmu potrebne mjere za zaštitu okoliša, da procijene rezultate dobivene poduzimanjem mjera u cilju smanjenja emisija CO_2 te ostalih stakleničkih plinova. S tim ciljem se provode svakih pet godina i izvješća o stanju europskog okoliša. U EEA-u nisu udružene samo zemlje članice EU već je agencija otvorena i za sve ostale zemlje.

EU je Direktivom 2003/30 propisala da se do 2010. 5,75% fosilnih goriva u prometu treba zamijeniti gorivima iz obnovljenih izvora, a udruženje europskih proizvođača automobila ACEA, postavilo je cilj, dostići emisiju od 120 g/km u 2012. godini, a u narednih nekoliko godina dostići emisije manje i od 100g/km u čemu su neki od proizvođača automobila i uspjeli. Značajan tehnološki napredak u tehnologiji izrade vozila, naročito na polju upotrebe energije nije bio dovoljan da neutralizira štetne učinke koji su nastali kao posljedica povećanja prometa.



Slika 4. Emisije CO_2 koje ispuštaju nova osobna vozila u EU

Izvor: http:// powerlab.fsb.hr

Cilj Europske komisije oko smanjenja CO_2 je bio smanjiti emisije na 120 g/km do 2012. Taj zakon se je odnosio na osobne automobile a kako bi se dostigao postignuti cilj EU je morala postaviti 3 glavna temeljna kriterija a to su:

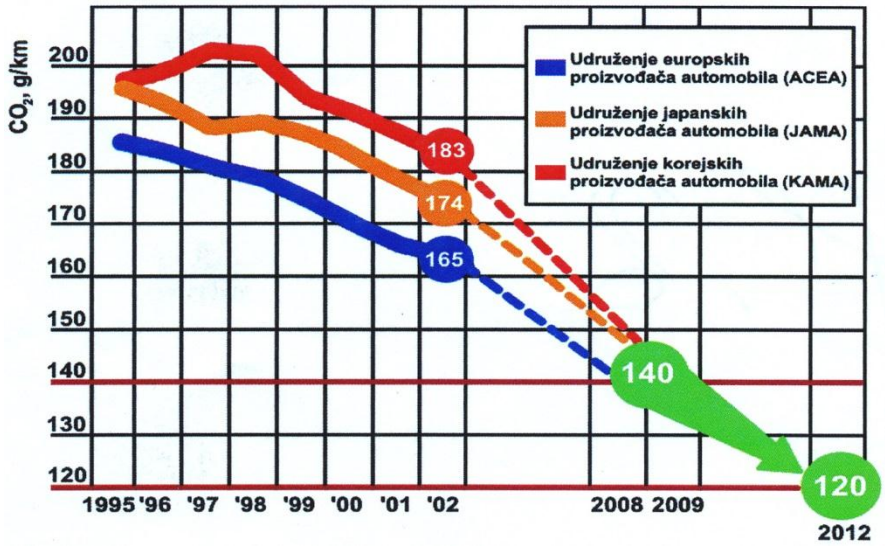
1. kriterij - Pristajanje automobilske industrije na smanjenje CO_2 kod novih automobila da smanje od 1998. do 2008. godine udio CO_2 na 140 g/km odnosno 120 g/km do 2012. godine

2. kriterij – Uvođenje niza fiskalnih mjera koje bi trebale imati usmjeravajući efekt kako bi se dosegao cilj o smanjenju CO_2.

3. kriterij – propisuje deklariranje i oznaku svih novih vozila u skladu s njihovom emisijom i potrošnjom goriva i svrstavajući tako vozila u energetske razrede.

Proizvođači koji su preuzeli obveze smanjiti emitiranje CO_2 imaju zadaću smanjivati udio CO_2 svake godine za 10 g/km. Pa je tako dugoročni cilj EU da se 2020. godine smanji emitiranje CO_2 kod osobnih vozila na 95 g/km.

Pa tako osobna vozila proizvedena 1995. godine imala su emisije CO_2 185-200 g/km a 2002.godine 160-180 g/km. Provedbom Europskog programa o smanjenju CO_2 smanjena je emisija na 140 g/km koja odgovara potrošnji goriva od 4,5 l/100 km za dizel i 5 l/100 km za vozila koja koriste benzin. EU ne samo da pregovara sa Europskim proizvođačima automobila već i sa udruženjima proizvođača automobila iz Koreje, Japana itd. i to sve u svrhu postizanja cilja da se smanji emisija CO_2 na 120 g/km. Kako bi ta mjera bila učinkovita potiču se automobili na hibridni pogon te se daju poticaji za kupnju takvih automobila.[4] Danas u svijetu proizvođači automobila sve više teže smanjivanju zagađenja ispušnih plinova vozila koja proizvedu te je velika većina njih spustila emisije CO_2 ispod 120 g/km.



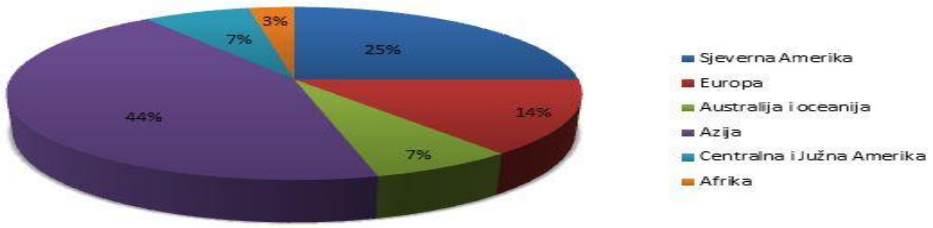
Slika 5. Ciljevi automobilske industrije u smanjenju emisije CO2

Izvor: http:// www.delphi.com

Slične mjere smanjenja stakleničkih plinova provode se i drugdje u svijetu. SAD, Kanada, Japan, Koreja, Kina, Australija po ovom pitanju imaju zakonske ili dobrovoljne regulative, a po pitanju europskog standarda može se mjeriti samo Japan. Primjeri iz Kalifornije i drugih država su vrlo ohrabrujući jer su donijeli mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova za 30% do 2016. godine na području cestovnog prometa. Postavljeni cilj EU je smanjenje emisije za 30% u 2030. U odnosu na 1990., s tim što je spremna smanjiti emisije i do 30%, ako to učine i druge industrijske države. Azija je prestigla sve kontinente u emitiranju CO_2 zbog brzog razvoja pojedinih država posebice Kine i Indije u samo par godina prestigli su dosadašnje vodeće zemlje u emitiranju CO_2 koje su se nalazile u Sjevernoj

[4] Vasilj, A.: Suvremeni promet, Zagreb, 2008, str. 239

Americi te Europi. Ovakvo stanje u emitiranju CO_2 je zacijelo i pridržavanje Kyoto protokola, te striktnije zabrane u Europi oko trgovanja emisija CO_2, što svake godine dovodi do smanjenja emisija.



Grafikon 4. Udio pojedinog kontinenta u emisiji CO2 za 2014 godinu

Izvor: http://ekoloskaekonomija.wordpress.com

Pristojbe i različite poreze za putnička vozila propisuje jedanaest država članica EU, koja su u potpunosti ili djelomično vezana za CO_2 emisiju ili potrošnju goriva. Ističu se neke od razvijenijih zemalja EU:

Francuska - 1. regionalni porez pri registraciji vozila uvećan je za vozila emisije veće od 200 g/km. Osnovni porez varira između 25 i 46 eura, ovisno o regiji. Za vozila koja imaju emisiju veću od 200 g/km plaća se dodatnih 2 eura za svaki dodatni gram između 200 i 250 g/km emisije, te dodatnih 4 eura za svaki gram iznad 250 g/km. Primjerice, vlasnik vozila s emisijom od 275 g/km platit će dodatni porez u visini (50x2)+(25x4)=200 eura. 2. porez na vozila koja glase na pravne osobe zasnovan je sukladno veličini $C0_2$ emisije:

- ≤ 100 g/km: 2 eura po gramu
- > 100 i ≤ 120: 4 eura po gramu
- >120 i ≤ 140: 5 eura po gramu
- >140 i ≤ 160: 10 eura po gramu
- > 160 i ≤ 200: 15 eura po gramu
- >200 i ≤ 250: 17 eura po gramu
- >250: 19 eura po gramu.

Italija – 800 eura kao iznos poreznog poticaja te dvogodišnje oslobođenje od godišnjeg poreza na cestovna motorna vozila propisuhe se pri kupnji novog osobnog automobila EURO 4 ili EURO 5 norme, te emisije od 140 g/km. Ukoliko obujam motora cestovnog motornog vozila ne prelazi 1300 ccm oslobođenje od godišnjeg poreza se produljuje na još tri godine.

UK - godišnji porez na cestovna motorna vozila zasnovan je na $C0_2$ emisiji. Takse variraju od 0 funti (£) (do 100 g/km) do 210£ (benzin) i 215£ (dizel) za vozila s emisijom iznad 225 g/km. Za vozila koja glase na pravne osobe porez iznosi 15% vrijednosti vozila za rang emisije manji od 140 g/km pa sve do 35% za vozila s emisijom višom od 240 g/km. Za dizelska vozila plaća se dodatni porez od 3% od vrijednosti vozila.[5]

Portugal - veličina poreza prilikom registracije vozila ovisi o veličini motora i o količini emisije C02. Najniži porez plaća se za vozila s benzinskim motorom i emisijom manjom od 120 g/km, a iznosi 0,41 euro/g, te za dizelske motore s emisijom manjom od 100 g/km porez iznosi 1,02 eura/g. Najviši porez plaćaju vozila s emisijom većom od 210 g/km za benzinske motore (29,31 eura x g/km) = 5125,01 eura, te za dizelske motore s emisijom višom od 180 g/km (34,2 eura x g/km) = 4664,64 eura.

Nizozemska - veličina poreza prilikom prve registracije vozila uvećana je ili smanjena u ovisnosti o iskoristivosti goriva u usporedbi s drugim vozilima jednakih dimenzija (širina x dužina). Maksimalni ostvarivi bonus iznosi 1000 eura za vozila koja imaju manju emisiju za 20% ili više, u odnosu na prosječnu emisiju vozila jednakih dimenzija. Maksimalno povećanje poreza iznosi 540 eura za vozila koja imaju emisiju višu od 30% od prosječne emisije vozila njihovih dimenzija. Hibridna vozila imaju najveći mogući ostvarivi bonus u visini od 6000 eura.

Švedska - godišnji porez na cestovna motorna vozila za automobile koji zadovoljavaju EURO 4 normu zasnovan je na veličini $C0_2$ emisije. Porez se sastoji od osnovne takse (360 SEK ili ~280 kn) + 15 SEK (~12 kn) za svaki gram CO_2/km iznad emisije vozila od 100 g/km. Za dizelska vozila ovaj iznos se množi s koeficijentom 3,5. Za vozila pogonjena alternativnim gorivima porez je 10 SEK za svaki g/km iznad 100 g/km.

Danska - godišnji porez na cestovna motorna vozila zasniva se na potrošnji goriva:

- benzinski motor: porez varira od 520 DKK (~510 kn) za vozila koja prelaze 20 km s jednom litrom goriva, te do 18 460 DKK (~18 100 kn) za vozila koja prelaze manje od 4,5 km po utrošenoj litri goriva.

[5] http://www.gradovi.uniri.hr/adnimax/files/class/7.kurevija

- dizelski motor: porez varira od 160 DKK (~155 kn) za vozila koja prelaze 32,1 km po utrošenoj litri goriva, pa sve do 25 060 DKK (~24 600 kn) za vozila koja prelaze manje od 5,1 km po utrošenoj litri goriva.[6]

4.1. KYOTO PROTOKOL

Kyotski protokol prihvaćen je na trećoj konferenciji koja se je održala u istoimenom gradu 11. prosinca 1997. godine. Kyoto protokol je najprije ratificiralo 55 država čija je emisija bila 55 % od ukupne emisije stakleničkih plinova a tih 55% je dostignuto kada je 2004. godine Rusija potpisala Kyoto protokol.

Danas Kyotski protokol uključuje 184 države, uključujući i Europsku uniju kao međunarodnu regionalnu zajednicu. Protokolom se države potpisnice obavezuju sudjelovati u smanjenju emisije CO_2 u atmosferu. Za svaku državu zadan je postotak smanjenja emisije $CO_{2,}$ a odnosi se na smanjenje do 2012. godine u odnosu na 1990. godinu. Prosječno planirano smanjenje do 2012. godine je 5,2%. Ciljevi su različiti za pojedine države, od – 8% smanjenja do +10% povećanja emisije zato što Protokol iz Kyota veće opterećenje stavlja na razvijene države po principu zajedničke ali diferencirane odgovornosti. Time se uvažila činjenica da su uglavnom razvijene države, zbog posljedica industrijske djelatnosti više od 150 godina, odgovorne za sadašnje visoke koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi.[7]

Temeljni cilj Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) jeste postići stabilizaciju koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi na razinu koja je spriječiti opasno antropogeno djelovanje na klimatski sustav. Cilj Kyoto protokola je smanjiti emisija 6 najvažnijih stakleničkih plinova a posebice emisije CO_2 zatim plinovi koji spadaju još u protokol su metan (CH_4), dušikovi oksid (N_2O), klorofluorougljikovodik (HFC-i, PFc-i) i sumporova heksafluorida (SF_6). Kyotskim protokolom uspostavio se je sustav koji je omogućavao smanjenje emisije uz minimalne troškove, a ujedno dolazi do transfera tehnologija i financijskih sredstava u nerazvijene države gdje je primjena mjera najjeftinija. Prema sporazumu postoje 3 grupe zemalja, 1. grupa su razvijenije industrijske zemlje koje su naravno potpisale protokol, među koje spada i Hrvatska, u 2. kategoriju spadaju zemlje koje su u tranziciji, te postoji i 3. skupina. Pa tako ovisno o kategoriji države su dužne smanjivati emisiju. Kvote stakleničkih plinova mogu kupiti pojedine države ili kompanije a njihovo trgovanje je strogo zabranjeno i vrlo strogo kažnjivo. Glavni problem Kyoto Protokola je da

[6] Golubić, J.: Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
[7] Herceg, N.: Okoliš i održivi razvoj; Synopsis d.o.o.; Zagreb, 2013, str. 41

nije prihvaćen od strane SAD-a zbog velikih troškova zamjene trenutačnih „prljavih“ i izvora energije „čistim“ izvorima energije.

Mjere za smanjenje emisija CO_2 te ostalih stakleničkih plinova su: korištenje obnovljivih izvora energije kao zamjena za upotrebu fosilnog goriva u cestovnom prometu, povećanje energetske učinkovitosti, energetsko korištenje otpada, promjena tehnologije u industriji, pošumljavanje itd.

Drugi Kyoto sporazum je održan 2012. godine u katarskoj Dohi gdje su Ujedinjeni narodi donijeli zakon o produljenju protokola do 2020. godine u kojemu je se i dalje države potpisnice obavezuju smanjivati emisije CO_2. Države su dužne pripremiti razne projekcije do 2020. a s tim trendovima nastaviti do 2030 i 2050. te moraju pripremiti analizu mjera za smanjenje emisija CO_2 te ostalih stakleničkih plinova. Drugim Koyotskim sporazumom je također ustanovljeno da je čovjek odgovoran za 90% globalnog zatopljenja te je donesen zakon o smanjenju CO_2 do 2020. godine za 20% u odnosu na 1990. godinu. Osim smanjenja emisija stakleničkih plinova države potpisnice su obavezne smanjiti uporabu fosilnog goriva u prometu te dužnu su povećati energetsku efikasnost za 20 % i uporabu biogoriva za 10% do 2020. godine.

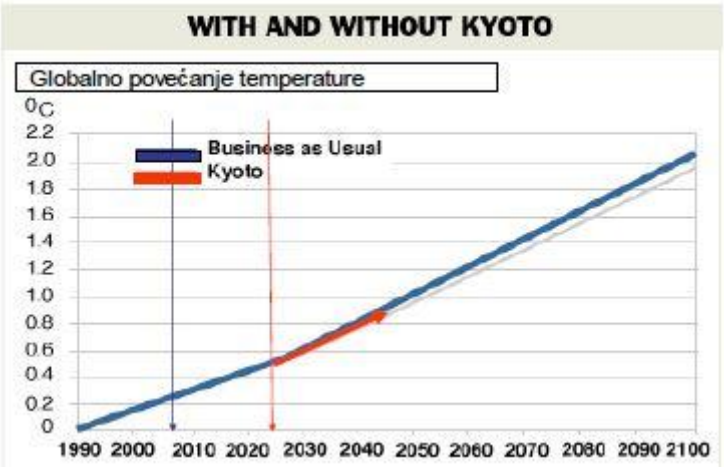
Slika 6. Zemlje potpisnice Kyoto protokola (zelena boja) i one koje ne žele ratificirati Kyoto protokol (crvena boja)

Izvor: http://meted.ucar.edu

4.2. HRVATSKA I KYOTO PROTOKOL

Republika Hrvatska potpisala je Kyotski protokol 11. ožujka 1999. godine te na taj način postala 78. potpisnica. Na UN konferenciji o promjeni klime (Nairobi, 2006.) Republici Hrvatskoj je odobrena dodatna emisija CO_2 od 3,5 milijuna tona na godinu, ukupno 34,6 mil. tona, što je omogucilo ratifikaciju Kyoto protokola 27.04.2007. godine u Saboru RH. Naime, ova odluka je izborena pregovorima, a osniva se na činjenici da je RH za svoje potrebe imala instalirane energetske kapacitete u dijelovima bivše države, koji sada nisu u sastavu Hrvatske. Time je zadovoljena obveza smanjenja stakleničkih plinova za 5 % iz Kyota bez poduzimanja drugih aktivnosti, koje bi inače RH koštale oko 60 milijuna dolara godišnje. Prema podacima iz 2013. godine Republika Hrvatska je emitirala 20884 Kt CO_2 što je gotovo 5 Kt CO_2 po stanovniku, te je emitirala 0,06 % CO_2 od ukupne emisije CO_2 u svijetu.

U Republici Hrvatskoj, prema odredbi čl. 16. Zakona o Fondu za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost, pravne i fizičke osobe ili ovlaštenici prava na vozila koja imaju motorni pogon, plaćaju posebnu naknadu za okoliš na vozila na motorni pogon. Ta naknada se plaća pri registraciji vozila. Posebnom naknadom za okoliš na vozila na motorni pogon ostvaruje se načelo da onečišćivač plaća te mogućnost financiranja projekta čišćeg transporta dijelom prihoda od te naknade.[8]



Grafikon 5. Globalno zagrijavanje sa Kyotskim protokolom i bez njega

Izvor: http://intellectualtakeout.or

[8] Vasilj, A.: Suvremeni promet, Zagreb, 2008, str. 239

5. UTJECAJ STAKLENIČKIH PLINOVA NA OKOLIŠ

Klimu se danas često proučava kao sistem kojeg čine atmosfera, hidrosfera, kriosfera, biosfera i geosfera. Od svoje pojave na Zemlji ljudi su nastojali promijeniti okoliš u kojem žive i prilagoditi ga svojim potrebama. Međutim, nakon industrijske revolucije taj utjecaj postaje toliki da počinje utjecati na Zemlju u cjelini. Promjene klime imaju veliko značenje budući da je to globalna pojava i niti jedna država nije od toga izuzeta. Promjene klime koje se za 21. stoljeće predviđaju mogle bi imati velike posljedice za život na Zemlji, pa i za samog čovjeka.[9] Početkom 19. stoljeća čovjek je počeo značajnije utjecati na Zemlju u cjelini, na sastav njene atmosfere, a time i na fizikalne i kemijske procese koji se u njoj odigravaju.

Efekt staklenika ima vrlo važnu ulogu u zagrijavanju Zemljine površine, upravo zbog tog efekta na površini Zemlje postoji raspon temperature koji je omogućio nastanak i razvoj života na Zemlji. Da ne postoji efekt staklenika temperatura na zemljinoj kugli bi bila za 36℃ manja od trenutne temperature. Izgaranjem fosilnih goriva, koje čovjek koristi kao glavni izvor energije, koncentracija stakleničkih plinova u zadnjih 200 godina mijenja se vrlo brzo, što za posljedicu ima promjene klime. 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.

Zemljina atmosfera, kao višeslojni plinski omotač oko Zemlje, najvećim dijelom pridonosi klimatskim prilikama. Tzv. stakleničkі plinovi, koji danas sudjeluju u tvorbi atmosfere s relativno malim volumnim udjelom (manjim od 0,04%, odnosno s manje od 4 dcl na $1m^3$**,** odnosno 1000 litara zraka), najzaslužniji su za stakleničkі učinak Zemljine atmosfere, koji nastaje zadržavanjem odbijene Sunčeve emisije od površine Zemlje. Smatra se da stakleničkі plinovi, odnosno atmosfera, pridonose prosječnoj temperaturi na površini Zemlje za 330°C (što znači da temperatura na Zemlji bez toga učinka ne bi bila +150°C, već -180°C).[10]

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

[9] http://www.geografija.hr/clanci/efekt-staklenika-i-kyotski-protokol
[10] Brozović, I., Regnet, A., Grgurević, M.: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol.2 (2014), 1, str. 275-294.

Staklenički plin/ koncentracije	Koncentracija u troposferi		Promjena koncentra-cije 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)	0	531 ppt	(100,0%)	10.900
HCFC 22 ($CHClF_2$)	0	226 ppt	(100,0%)	1.810
Halon (CBrCLf3)	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}

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

Izvor: I. Brozović, A. Regent, M. Grgurević; Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa

Zbornik Veleučilišta u Rijeci,str.277

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 koje nastaju kod proizvodnje i transporta goriva (oko 38%), uzgoja stoke, osobito goveda (3%), 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%).

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_2O	8 %	4,5 %	7 %	12,6 %
F-plinovi	2 %	2,0 %	2 %	1,7 %
Ukupno	100 %	100 %	100 %	100 %

Tablica 2. Stvarni doprinos pojedinih plinova stakleničkom učinku.

Izvor: I. Brozović, A. Regent, M. Grgurević; Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa

Zbornik Veleučilišta u Rijeci,str.278

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 glečera,
- potencijalnu opasnost porasta površine mora u sljedećih 50 godina, što bi moglo utjecati na 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 padalina,
- povećanu učestalost prirodnih nepogoda (uragani, tajfuni, suše, poplave i dr.).[11]

U posljednjih dvjestotinjak godina izgaranjem fosilnih goriva koja se koriste kao glavni izvor energije, koncentracija stakleničkih plinova se brzo mijenjala, što je dovelo do promjene klime. Najviše pozornosti u efektu staklenika se itekako pridodaje ugljikovom dioksidu, kojeg je velik porast koncentracije prvenstveno posljedica spaljivanja fosilnih goriva. Stoga je u atmosferi ostalo približno 50% ugljikovog dioksida koji je emitiran ljudskom aktivnošću. Danas se smatra da će se do 2100. godine koncentracija ugljikovog dioksida u atmosferi povećati između 50 do 300%. Prema nekim procjenama temperatura na površini Zemlje povisiti će se između 1 do 5 °C. Za usporedbu, u dvadesetom stoljeću temperatura se povećala za 0,6 do 0,7 °C.

[11] Brozović, I., Regnet, A., Grgurević, M.: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol.2 (2014), 1, str. 275-294.

	1990. g.				2010. g.			
	Područje (zemlja)/ emisije	Emisije Tg $CO2_{eq}$	Udio u svjetskoj emisiji %	Redo-slijed	Emisije Tg $CO2_{eq}$	Udio u %	Redo-slijed	Promjena 2010. u odnosu na 1990. g. u %
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

Tablica 3. Antropogene emisije stakleničkih plinova 1990. i 2010. g. u Tg CO_2eq (milijuni tona CO_2eq)

Izvor: I. Brozović, A. Regent, M. Grgurević; Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa

Zbornik Veleučilišta u Rijeci,str.281

Emisije stakleničkih plinova u RH smanjene su do 2010. godine u odnosu na 1990. godinu za 9 %, te je time smanjen i udio RH u ukupnoj svjetskoj emisiji s 0,08 % (1990.) na 0,056 % (2010.). U svijetu su ukupne emisije stakleničkih plinova u odnosu na 1990g. porasle za 31%. SAD je do 2005. godine zauzimao prvo mjesto u ispuštanju emisija stakleničkih plinova da bi od 2005. godine pa na dalje Kina preuzela tu crnu ulogu. Treba napomenuti da osam najrazvijenih članica Europske Unije emitira oko 64% cjelokupnih emisija stakleničkih plinova u svijetu.

Vrsta prometa/ godina/ plin	1990. g.				2010. g.			
	CO_2	CH_4	N_2O	Ukupno	CO_2	CH_4	N_2O	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 %

Tablica 4. Emisije stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj prema pojedinim prometnim granama 1990. g. i 2010. g. - u Gg CO_2eq (tisuće tona CO_2eq)

Izvor: I. Brozović, A. Regent, M. Grgurević; Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa

Zbornik Veleučilišta u Rijeci,str.281

5.1. UGLJIK (IV) OKSID

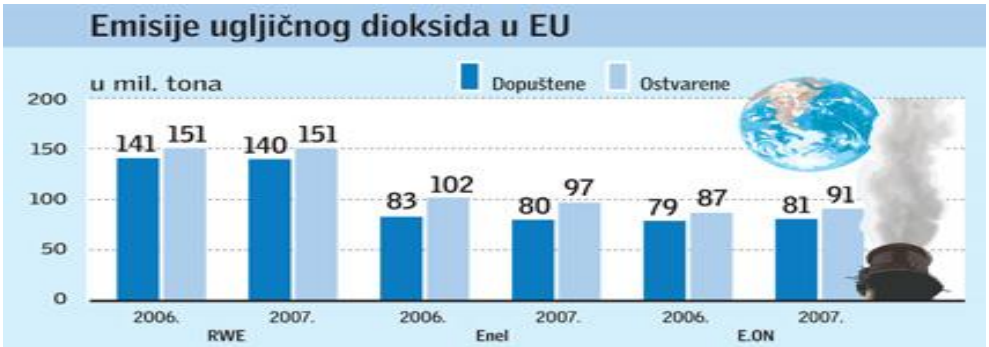
Ugljikov (IV) oksid neizbježan je produkt izgaranja fosilnih goriva. To je plin koji se nalazi u zemljinoj atmosferi u koncentraciji od 0,039%. Ugljikov (IV) oksid je plin bez boje i mirisa kod manjih koncentracija, kod većih koncentracija dobiva oštar kiselkast miris koji može izazvati gušenje i razdraženost. Kod standardnog tlaka i temperature, gustoća ugljičnog dioksida je oko 1,98 kg/m^3, što je za oko 1,5 puta veća gustoća od same gustoće zraka. Ugljikov (IV) oksid nastaje prilikom izgaranja svih goriva koja sadrže ugljik (benzin, diesel, petrolej, metan, destilati nafte itd.) te je glavni plin koji utječe na efekt staklenika i to sa svojim udjelom koji iznosi više od 50%. Izgaranjem fosilnog goriva koji su glavni pokretač gospodarstva svijeta, čovjek svake godine u Zemljinu atmosferu ispusti 8 milijardi tona CO_2.[12] SAD i najrazvijenije zemlje Europe ispuštaju 90% plinova koji izazivaju efekt staklenika.

[12] Herceg, N.: Okoliš i održivi razvoj; Synopsis d.o.o.; Zagreb, 2013

Ljudske aktivnosti kao što su iskrčivanje šuma, izgaranje fosilnih goriva, te masovna industrija povećali su koncentraciju CO_2 u atmosferi, za više od 35% od početka industrijske revolucije što je dovelo do povećanje temperature na zemljinoj površini od 0,9 – 1,8 °C.

Šume, pašnjaci i oceani koji djeluju kao slivnici i deponiji ugljika, preuzimaju i upijaju otprilike polovicu sveukupnog ugljikovog dioksida te time ublažavaju i usporavaju umjetno gomilanje ugljika u atmosferi. Neki znanstvenici su mišljenja da bi zbog gomilanja ugljikova dioksida u atmosferi mogli izgubiti trajnu sposobnost upijanja ugljika. Naime, kako se povećava količina ugljikova dioksida u atmosferi, sve veća količina tog plina reagira s morskom vodom zbog čega nastaju bikarbonati i ioni vodika, a to povećava kiselost površinskog sloja mora. Premda oceani i biljni svijet upijaju goleme količine ugljikova dioksida, njihova je sposobnost upijanja ograničena, te svake godine, zbog prekomjernog izgaranja fosilnih goriva, određena količina stakleničkih plinova ostaje u atmosferi, zgušnjava je i povećava njezinu sposobnost da zadrži toplinu, pridonoseći na taj način globalnom zatopljenju.

Prema procjenama da bi se zaustavio ljudski utjecaj na klimatske promjene emisija CO_2 se treba smanjiti za 70%. Najveći problem sa CO_2 je taj što on ostaje u atmosferi i do 100 godina. Ukoliko bi trenutno zaustavili emisiju CO_2, trebale bi proći godine i godine da se atmosfera očisti od tog stakleničkog plina. No, to se neće dogoditi jer rastom populacije, uporabom fosilnih goriva, udio CO_2 u atmosferi će rasti te će do klimatskih promjena i porasta temperature na Zemlji doći, no pitanje je u kolikoj mjeri.



Slika 7. Emisije ugljik (IV) oksida u Europskoj Uniji

Izvor: http://poslovni .hr/najveci-negativni-u-eu

5.2. VODENA PARA (H_2O)

Vodena para je voda u plinovitom obliku koja se sastoji od mnogo slobodnih lebdećih molekula vode (H_2O), te se pojavljuje kao bezbojan plin. Para se sastoji od mnogo slobodnih lebdećih molekula vode (H_2O). Pri normalnom tlakom od 1,013 bara, voda vrije na 100 °C. Jedan kg vode prelazi u 1,673 m^3 vodene pare. To zahtijeva energiju od 2,257 kJ. Vodena para je kao stakleničkі plin dio atmosfere. Atmosferska vodena para je najučinkovitiji stakleničkі plin i uzrokuje, da je prosječna temperatura na Zemlji oko 15 °C i što je pogodno za život i razvoj živih bića.

Zajedno s vodom važan je medij za prijenos topline, električne energije ili čak i za mehanički rad. Vodena je para tijekom prve polovice 19. stoljeća, postala primarna pokretačka snaga industrije i prometa. Tako se 19. stoljeće ponekad naziva i stoljećem pare. I danas se vodena para koristi za pogon turbina za termoelektrane, nuklearne elektrane, a imat će primjenu i u budućnosti.

Vodena para predstavlja mali dio u Zemljinoj atmosferi, ali ekološki vrlo značajni udio. Koncentracija vodene pare se kreće od tragova iznad pustinja do 4% od atmosfere iznad oceana. Oko 99,13% vodene pare je sadržano u troposferi. Kondenzacijom vodene pare stvaraju se oblaci, snijeg i ostale oborine,a dolazi i do oslobađanja topline isparavanja, koja ima značajan utjecaj na klimu.[13] Na primjer, toplina isparavanja je izravno odgovorna za snažne tropske oluje i jake grmljavinske oluje.

Zahvaljujući prisutnosti hidroksilne veze (OH), koja jako upija infracrveno zračenje svjetlosnog spektra, vodena para je veoma jaki stakleničkі plin,. Ako dolazi do povećanja temperature, povećat ce se i količina vodene pare u atmosferi, što će dalje povećavati upijanje infracrvenog zračenja. Što se tiče globalnog zatopljenja, još nije poznat utjecaj naoblake s povećanjem temperature.

5.3. METAN

Metan je bezbojni plin, spoj ugljika i vodika s kemijskom formulom CH_4. Spojevi ugljika i vodika nazivaju se ugljikovodici, a metan je najjednostavniji iz te porodice kemijskih spojeva. Razvija se u barama gdje trunu organske tvari pa su ga zvali i močvarni plin. Nalazi se još i u rudnicima ugljena gdje miješanjem sa zrakom znaju nastati razorne eksplozije koje

[13] http://www.riteh.uniri.hr

su uzrok mnogih rudarskih tragedija. Gorenjem metana, uz prisutnost kisika, nastaje ugljikov dioksid i voda. Veliko obilje metana čini ga vrlo korisnim gorivom. Ipak, budući da je metan plin, kod standardnog tlaka i temperature, teško ga je prevesti od nalazišta. Uglavnom se prevozi kroz cjevovode u obliku normalnog plina ili LNG brodovima, koji prevoze ukapljeni zemni plin u tekućem obliku, a vrlo rijetko kamionima.

Metan je vrlo snažan stakleničkі plin. U usporedbi s CO_2 na 20 godina, metan je 72 puta snažniji stakleničkі plin, a na 100 godina je 25 puta jači. U atmosferi traje oko 10 godina, a nakon toga se razlaže na CO_2 i vodu. Koncentracija metana u Zemljinoj atmosferi je 1998. godine bila 0,0001745 %, dok je 1750. bila 0,0000700%. 2008. je koncentracija bila 0,0001800%, dok je 2010. iznad Arktika izmjereno 0,0001850%. Znanstvenici su utvrdili da je to najveća koncentracija u zadnjih 400 000 godina. [14]

Metan se koristi i za pogon motornih vozila, gdje se upotrebljava u jednom od naziva CNG (engl. compressed natural gas) ili ukapljen na temperaturi od -162°C LNG (engl. liquified natural gas). Prednosti upotrebe prirodnog plina za pogon je u tome što motori pogonjeni prirodnim plinom ispuštaju za polovicu manje štetnih plinova od odgovarajućih dizelskih motora koji ispunjavaju normu Euro 2. Osim toga, prednost mu se očituje i u činjenici nepostojanja krutih čestica u ispušnoj cijevi, buka je neusporedivo manja kao i niža cijena u odnosu na dizel ili benzin. Prirodni plin je važan i po tome da su autonomija kretanja i nosivost bitno veći nego kod ostalih alternativnih goriva. Budući da CNG ima visoku oktansku broj (120), upotrebljava se kod motora s Ottovim postupkom sagorijevanja, a što ima nešto lošije iskorištenje u odnosu na diesel, ali budući da se upotrebljava u režimu siromašne mješavine razlike nisu velike.

[14] prof. dr. sc. Nevenko Herceg; Okoliš i održivi razvoj; Synopsis d.o.o.; Zagreb, 2013

6. MJERE ZA SMANJENJE UTJECAJA STAKLENIČKIH PLINOVA IZ CESTOVNOG PROMETA

Promet je najveći potrošač neobnovljivih izvora energije. Može se podijeliti na cestovni, zračni, željeznički, pomorski i ostali promet što se tiče emitiranja stakleničkih plinova. Promet je odgovoran za 26% stakleničkih plinova koji se emitiraju u atmosferu od čega 72% otpada samo na cestovni promet koji dominira i u putničkom i u teretnom prijevozu, u usporedbi s ostalim prometnim granama prometa, u najvećoj mjeri negativno utječe na okoliš. Konstantni porast emisije stakleničkih plinova koji izravno ili neizravno utječu na globalno zagrijavanje a time i su i velika prijetnja ljudskom zdravlju potječu upravo iz cestovnog prometa.

Chart Area	EU	HRVATSKA
1990	18,9	17,5
2000	23,9	22,8
2010	24,7	30,5

Tablica 5. Udio prometa u emisiji stakleničkih plinova u Hrvatskoj i EU

Izvor: htp//:powerlab.fsb.hr

Fosilna goriva u prometu prilikom svog izgaranja u atmosferu oslobađaju mnogobrojne štetne spojeve: dušikovog oksida (N_2O), ugljikovog monoksida (CO), dušikovog oksida (NO_x), nemetanskih hlapivih organskih spojeva (NMVOC), sumpornog dioksida (SO_2), čestica, teških metala, ozona, olova itd..

Najveći doprinos emisiji stakleničkih plinova daje upravo cestovni promet sa 72%, a slijede ga zračni promet sa 14%, pomorski promet te na kraju željeznički promet. Energente današnjih cestovnih motornih vozila čine benzin, diesel i plin kao gorivo čiji je elementarni kemijski sastav 85% ugljika, oko 5% vodika, te nešto oko 0,5% aditiva. Stehiometrijskim izgaranjem u motoru cestovnog motornog vozila jedna tona goriva emitira 3,667 t CO_2.

U vrlo općenitim okvirima svaka litra izgorjelog goriva uzrokuje ispuštanje u atmosferu 100g ugljičnog monoksida, 20g hlapljivih organskih spojeva, 30g dušikovih oksida, 2,5kg ugljičnog dioksida te olovne spojeve, sumporne spojeve i krute čestice. Mobilnost i broj cestovnih motornih vozila iz godine u godine sve više raste stoga je to jedna od glavnih posljedica povećanja emisija iz ovog sektora. Mnoge zabrane i regulative danas ukazuju na svijest o toj činjenici pa je stoga za primjer u EU emisija stakleničkih plinova u laganom padu od 2009. godine.

Mjere kojima sve možemo smanjiti utjecaj stakleničkih plinova iz cestovnog prometa su:

- mjere za smanjenje štetnih tvari kod Otto motora
- mjere za smanjenje štetnih tvari kod diesel motora
- primjena alternativnih goriva
- tehničke mjere
- ekonomske mjere
- zakonodavne mjere.

6.1. PRIMJENA ALTERNATIVNIH GORIVA

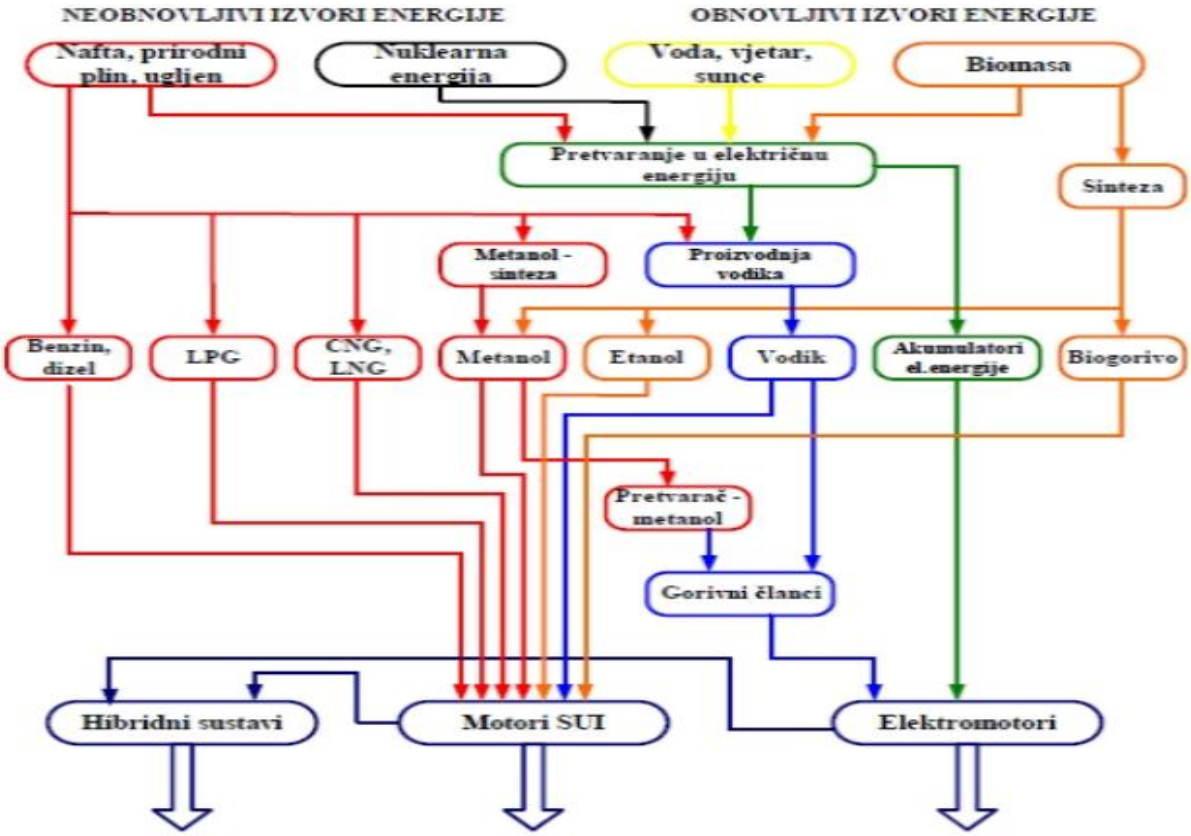
Uporaba alternativnih goriva za pogon cestovnih vozila predstavlja jedan od mogućih načina za smanjenje štetne emisije ispušnih plinova. Osim što bi se uporabom alternativnih goriva smanjio udio u emisiji štetnih plinova, smanjila bi se i ovisnost o konvencionalnim pogonskim gorivima dobivenim iz nafte kao što je benzin i diesel. Stoga u alternativna goriva spadaju sva goriva za pogon SUI osim benzina i dieselskih goriva, koja mogu efikasno izgarati u motoru i koja imaju mogućnost masovne proizvodnje. Da bi neko gorivo postalo alternativno, mora zadovoljavati i neke kriterije za ocjenjivanje potencijalnog alternativnog goriva:

- mogućnost masovne proizvodnje
- specifičnost pripreme smjese
- utjecaj na okoliš
- ekonomski uvjeti tj. konkurentnost cijene
- stupanj opasnosti pri manipulaciji.

Trenutno u svijetu poznajemo ove vrste alternativnih goriva:

- biogoriva (biodiesel, bioetanol, biogorivo od algi)
- etanol i metanol
- električna energija
- sunčeva energija
- vodik
- prirodni plin.

Sva navedena goriva, zbog svoje jednostavnije kemijske strukture u odnosu na benzinsko i dieselsko gorivo, imaju manje emisije štetnih ispušnih plinova. U kemijskom sastavu alternativna goriva imaju manju koncentraciju atoma ugljika, pa stoga alternativna goriva automatski proizvode i manju količinu CO_2, a u slučaju npr. vodika emisija CO_2 potječe isključivo samo od izgaranja ulja za podmazivanje. Uporabom alternativnih goriva se i dalje nemogu u potpunosti eliminirati emisije štetnih ispušnih plinova, zbog toga što i u alternativnim gorivima postoji mali dio ugljičnog goriva ali i zbog same konstrukcije motornog mehanizma.



Slika 8. Izvori energije za pogon cestovnih vozila

Izvor: Ivan Filipović; Goriva i maziva; Zagreb, 2005., 4; str. 248

6.1.1 BIOGORIVA (biodiesel, bioetanol, biogorivo od algi)

Goriva koja se dobivaju preradom biomase nazivamo biogorivima. Daleko su prihvatljivija što se tiče okoliša od fosilnih, ali im je proizvodnja i dalje skuplja nego kod fosilnih. Uz mnoge prednosti u odnosu na fosilna goriva postoje naravno i brojni nedostaci. Najveći problem s biogorivima je zapravo činjenica da je njihova proizvodnja „pretvaranje“ hrane u gorivo, a to loše utječe i na cijenu te na dostupnost diljem svijeta. Od zemalja u svijetu koje se ističu po proizvodnji biogoriva tu su Brazil koji ga proizvodi iz šećerne trske te SAD iz kukuruza. Kao što je već ranije navedeno, glavna biogoriva su: biodiesel, bioetanol te bio gorivo od algi.

Bioetanol koji spada u prvi i drugu generaciju biogoriva je bio prva alternativa koja se pojavila kao zamjena za fosilna goriva. Može se proizvesti od šećerne trske, kukuruza, ječma, suncokreta, slatkog sirka, drva i još od nekoliko biomasa. Glavna prednost bioetanola je što značajno smanjuje emisiju stakleničkih plinova u odnosu na fosilna goriva. U odnosu na fosilna goriva, bioetanol koji je dobiven iz biomase predstavlja obnovljiv izvor energije.

Metilni ester repičinog ulja, puno poznatiji kao biodiesel dobiva se od ulja uljane repice ili recikliranog otpadnog jestivog ulja. Za proizvodnju biodiesela u Europi se najviše koristi uljana repica sa više od 83%, slijedi suncokret sa 12,5%, dok se primjerice u SAD-u najviše koristi ulje soje te u azijskim zemljama palmino ulje. Biljna ulja ne sadrže sumpor te je moguća i njihova naknadna obrada pomoću oksidacijskog katalizatora stoga je biodiesel ekološki prihvatljiv. Iako biljna ulja smanjuju emisiju štetnih plinova ona zapravo povećavaju emisiju NO_x izuzev palminog ulja koje smanjuje emisije NO_x za 20%. Transport biodiesela je potpuno neopasan za okoliš, jer se dospjevši u tlo razgradi nakon 28 dana. Ako tijekom manipulacije ili transporta nafta dospije u vodu, jedna litra zagadi gotovo milijun litara vode, dok se kod biodiesela takvo zagađenje ne postoji, jer se on u vodi potpuno razgradi već nakon nekoliko dana. Neke od glavnih prednosti biodiesela su:

- emisija štetnih plinova manja za 50%
- količina čađe manja za 50%
- gotova da nema sumpora
- biorazgradivo gorivo
- nema štetnih utjecaja po zdravlje tokom proizvodnje
- nije opasna tvar

- dodaje se 20% klasičnom diesel gorivo radi smanjenja emisije štetnih tvari za 35%.

Biogorivo iz algi ima mnoge prednosti koje ga čine gotovo savršenim izvorom goriva. Alge rastu 50 do 100 puta brže od ostalih tradicionalnih kultura koje se koriste za proizvodnju biogoriva. Dodatna velika prednost je to što su alge jednostanični organizmi koji ne zahtijevaju svježu plitku vodu znatno pojednostavljuje proizvodnju. Biogoriva temeljena na algama definitivno imaju potencijala pokrenuti revoluciju u energetskoj industriji i mogla bi igrati vodeću ulogu u borbi protiv stakleničkih plinova i klimatskih promjena.[15]

6.1.2 ETANOL I METANOL

Metanol i etanol su najniži alkoholi i na sobnoj temperaturi dolaze kao bezbojne kapljevine. Etanol se može dobivati fermentacijom kultura bogatih šećerima i škrobom, a to je gorivo za koje se smatra da kratkoročno ima najveći potencijal. Metanol se ekstrahira katalizacijom sintetičkog plina koji se filtrira destilacijom. I etanol i metanol mogu se miješati s benzinom u različitim omjerima i imaju isti sadržaj energije.[16] Etanol i metanol se moraju miješati sa benzinom pri čemu se prilikom miješanja moraju koristiti otapala i to im je jedan od glavnih nedostataka uz skupu proizvodnju. Prednosti etanola i metanola kao altenativnog goriva je da smanjuju emisije ugljikovodika za 66%. Dosadašnja smjesa etanola i metanola je iznosila 90% benzina i 10% etanola dok se u budućnosti planira razviti smjesu u kojoj bi udio etanola iznosio 85%, a udio benzina samo 15%. Prednosti primjena alkohola nisu samo u smanjenju ugljikovodika već i u manjim emisijama čađe i NO_x kod diesel motora. No još uvijek njihova proizvodnja nije isplativa iako imaju relativno dobru ogrjevnu moć, njihova proizvodnja je neekonomična. Nedostaci su što je metanol relativno štetan za ljudsko zdravlje i njime se mora baratati u potpuno hermetički zatvorenim sustavima. U uzgoju i proizvodnji moraju se koristiti obnovljivi izvori energije kako bi se spriječio negativan utjecaj etanola na klimu.

[15] Herceg, N.: Okoliš i održivi razvoj, Synopsis d.o.o, Zagreb, 2013, str. 333
[16] Nastavni materijali: kolegij Ekologija u prometu

	Dizelsko gorivo	Metanol	Etanol
Ogrjevna vrijednost Hu (MJ/kg)	cca 42,5	19,66	25,77
Ogrjevna vrijednost Hu (MJ/kg)	cca 35,7	15,63	21,15
Zapaljivost (Cetanski broj)	cca 50	3	8

Tablica 6. Ogrjevna vrijednost i cetanski broj kod alkohola i dieselskog goriva

Izvor: Jasna Golubić; Promet i okoliš; Fakultet prometnih znanosti; Zagreb, 1999; str. 98

6.1.3 ELEKTRIČNA ENERGIJA

Automobili na električni pogon pojavili su se skoro u isto vrijeme kada i oni na fosilno gorivo, no ubrzo su nestali. Kako vrijeme ide i kako su zalihe fosilnih goriva sve manje, tako se i razvijaju novi električni automobili. Automobili koji se danas proizvode na električni pogon mogu biti hibridi koji koriste klasični način pogona uz dodatnu uporabu elektromotora te automobili koji koriste samo električni pogon. Električni automobili imaju nekoliko mogućih prednosti u odnosu na konvencionalne automobile s unutarnjim izgaranjem, koje uključuju značajno smanjenje onečišćenja zraka u gradovima, jer oni ne ispuštaju onečišćenja iz svojih izvora energije tijekom rada, smanjene emisije stakleničkih plinova, ovisno o gorivu i tehnologiji koja se koristi za proizvodnju električne energije za punjenje akumulatora, manju ovisnost o nafti, što je u razvijenim zemljama i zemljama u razvoju uzrok zabrinutosti zbog njihove izloženosti naglim promjenama cijene i poremećaja u opskrbi. Unatoč potencijalnim prednostima, široko prihvaćanje električnih automobila suočava se s nekoliko prepreka i ograničenja. Električni automobili su znatno skuplji od konvencionalnih vozila s unutarnjim izgaranjem i hibridnih električnih vozila zbog dodatnog troška njihovih litij-ionskih akumulatora. Druge prepreke za opće korištenje električnih automobila su nedostatak javne i privatne infrastrukture za punjenje i strah vozača od nestanka energije prije dostizanja svog odredišta zbog ograničenog dosega postojećih električnih automobila.

Slika 9. Prikaz automobila pogonjenog samo snagom elektromotora

Izvor: http//:autonastruju.com

6.1.4 SUNČEVA ENERGIJA

Sunčeva energija uz sekundarne solarne izvore kao što su vjetar i biomasa se gledaju kao načešće dostupnim obnovljivim izvorima energije na Zemlji. Solarna energija pruža električnu energiju pomoću toplinskih strojeva ili fotonaponskih ćelija. Električna energija iz fotonaponskih ćelija može se upotrebljavati za rasvjetu, za rad kućanskih aparata, ili se skladištiti u akumulatorima. U novije vrijeme počeli su se razvijati i automobili koji za pogon koriste fotonaponske ćelije.

Sunčevo vozilo je vrsta električnog vozila, koja u cijelosti ili značajno koristi sunčevu energiju za pogon elektromotora. Uobičajeno je da sunčevo vozilo koristi fotonaponske ploče za pretvaranje sunčeve energije u električnu energiju. Za sada su takva vozila uglavnom u razdoblju ispitivanja, ali postoji nekoliko modela koja se mogu naći na tržištu.[17]

6.1.5 VODIK

Kao alternativno gorivo zakonom priznat 1992. godine, iako se već davne 1870. godine govorilo o značaju vodika kao goriva. U današnje vrijeme vodik se smatra jednim od najozbiljnijih kandidata za gorivo budućnosti. Velika prednost vodika, kao goriva, je ta što je vodik obnovljivo gorivo. Samo dobivanje vodika ima veliko ekološko-ekonomsko značenje. Na Zemlji se nalazi u kombinaciji s drugim elementima kao što su kisik, ugljik i dušik. Kada ga odvojimo od drugih elemenata tek se onda može upotrebljavati kao alternativni izvor

[17] http://mapyourinfo.com

energije. Visoka cijena dobivanja vodika jedan je od najvećih razloga zašto vodik do sad nije zamijenio naftu. U odnosu na fosilna goriva vodik je gorivo visoke ogrjevne moći koje svojim izgaranjem u odnosu na naftu ne onečišćuje okoliš te je jedini nusprodukt njegovog izgaranja voda. Kao pogonsko gorivo vodik nije moguć kod diesel motora zbog svojeg nisko cetanskog broja. Automobili pogonjeni vodikom ne proizvode buku koja također jedan od bitnih faktora koji utječu na čovjeka. Što se tiče ubrzanja i krajnje brzine automobili na vodik se ne razlikuju od automobila pogonjenih fosilnim gorivom. Jedan od glavnih razloga zašto današnja vozila nisu pogonjena vodikom su spremnici današnjih vozila koji nisu u stanju zadržati vodik čak ni do nekoliko dana. Neke od bitnih prednosti vodika su:

- može se pretvoriti u korisne oblike energije s visokim stupnjem efikasnosti
- najlakša tvar poznata čovjeku
- nema emisije štetnih plinova
- obnovljiv izvor energije
- najstariji plin koji je poznat čovjeku.

Neki od nedostataka vodika su:

- skupa proizvodnja
- niska energetska gustoća
- potrebni su veliki spremnici pod tlakom
- potrebno ga je držati na temperaturi od -253℃
- iskoristivost mu je od 50-90%.

6.1.6 PRIRODNI PLIN

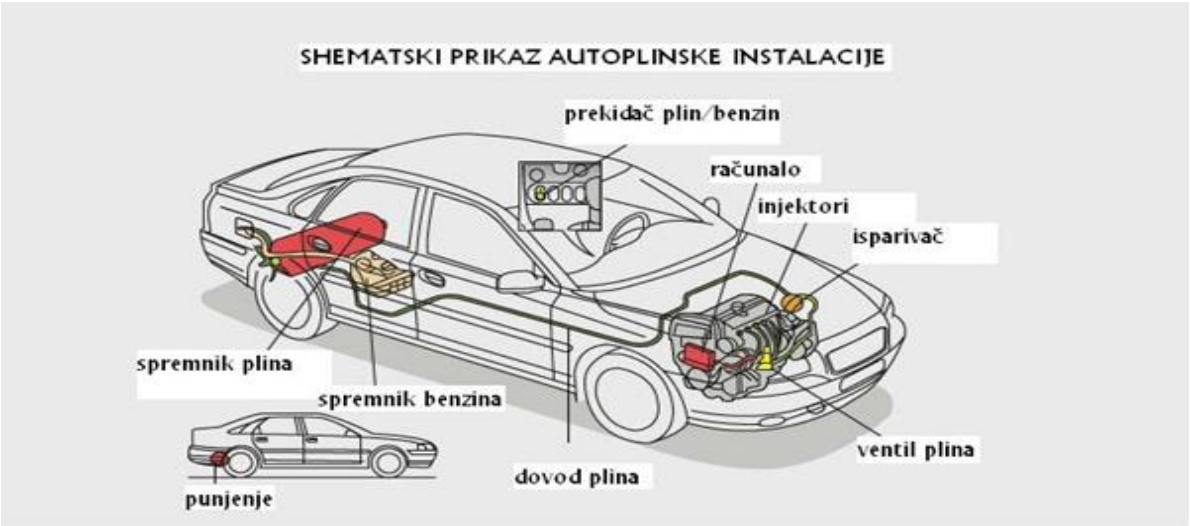
Motorna vozila danas za svoj pogon sve više koriste prirodni plin koji se većinom sastoji od metana koji zbog svoje jednostavne kemijske strukture, pruža znatne mogućnosti smanjenja emisije zagađivača. Današnji motori koji koriste prirodni plin kao pogon predstavljaju konvencionalne motore s unutrašnjim izgaranjem koji su bili prilagođeni korištenju prirodnog plina. Po svom kemijskom sastavu prirodni plin najbliži je benzinskim osobinama stoga se motori na prirodni plin rade po Otto ciklusu. Najveću ulogu u emisiji štetnih plinova kod prirodnog plina ima proces izgaranja pa tako što je bolja smjesa zraka i goriva to će emisija plinova biti manja. Plin u vozilu skladištimo na više načina i to kao komprimirani i adsorbirani.

Komprimirani je uskladišten u rezervoare pod tlakom od 200-250 bara, a adsorbirani je adsorbiran u nekoj supstanci pod tlakom od 7-10 bara. Glavni problem kod upotrebe plina je volumen odnosno težina samog spremnika sa plinom. Najbitnije prednosti upotrebe prirodnog plina kao pogonskog goriva su:

- manje emisije CO za oko 80%
- manje emisije NO_x za oko 70%
- manje emisije HC za oko 45%
- nema emisije sumpornih spojeva
- nema čađe, nema mirisa.

Glavni nedostaci prirodnog plina kao pogonskog goriva su:

- veća potrošnja goriva
- manja snaga motora
- mala jedinična energija pri okolišnjem stanju.



Slika 10. Shema automobila pogonjenog prirodnim plin u kombinaciji sa motorom s unutrašnjim izgaranjem

Izvor: http//:autolplin-brc.com

6.2. SMANJENJE MASE VOZILA

Današnja vozila imaju veliku masu jer se najvećim dijelom proizvode od legura čelika, materijala koji se pokazao najčvrščim ali i zbog toga imaju veliku masu. Danas postoji veliki broj alternativnih materijala koji su znatno skuplji međutim kako se budi svjesnost proizvođača oko manje potrošnje goriva, a samim time i manjih emisija stakleničkih plinova sve se više upotrebljavaju za izradu novih automobila. U prošlosti su se automobili proizvodili od čelika zbog toga što masa vozila znatno utječe na vozne karakteristike samog vozila. Masa automobila utječe na ubrzanje, kočenje i upravljivost. Alternativni materijali koji mogu zamijeniti čelik pri izradi automobila mogu biti aluminij, titan, plastika, guma, metalni magnezij, staklo i razna ugljična vlakna.

Volvo je 1979. godine predstavio svoj prototip modela LCP 2000 (Light Component Project) kao auto budućnosti. Bio je izrađen od legura magnezija te pogonjen malim 1,3 litarskim turbodieselskim motorom, težio je svega 700 kg te je trebao trošiti oko 4 litre goriva na 100 kilometara. To je tada za 1979. godinu bila poprilično nerealna kombinacija. Napravljena su ukupno četiri automobila i to svaki sa malim tehničkim razlikama. Ipak, tržište nije bilo spremno za ovaj ekološki osviješten automobil. Konvencionalni automobili su bili predominantni i svi su bili u potrazi za što boljim performansama. No, LCP 2000 je kao koncept i ideja izazvao velik interes. Studije potrošnje energije tijekom životnog ciklusa od proizvodnje, korištenja, te eventualne reciklaže bile su baza za EPS ekološku strategiju Volva. Danas je LCP 2000 izložen u Volvo muzeju te i dalje, 30 godina nakon predstavljanja, izaziva mnogo interesa, možda čak i više nego kad se pojavio.[18]

[18] www.autostart.hr/volvo/prototipizproslosti

Slika 11. Prikaz izgleda Volva LCP 2000 iz 1979.godine

Izvor: http//:autostart.hr/volvo/prototipizproslosti

Brojni proizvođači pa tako i GM (General Motors) u fazi su testiranja različitih materijala koji bi se upotrebljavali u automobilskoj industriji. Jedan od materijala kojemu su posvetili najviše vremena u GM-u je magnezij odnosno listovi magnezija. Ovaj materijal prema predviđanjima će predstavljati jaku alternativu čeliku i aluminiju. GM želi proširiti primjenu komponenti manje mase u izradi vozila na globalnoj razini te se već ulažu napori u licenciranju spomenute, inovativne tehnologije. Krajnji cilj jest da razni proizvođači automobila koriste ovaj proces za izradu ultra-lakih komponenti od magnezija što dokazano donosi značajne uštede u masi vozila. Magnezij obrađen GM-ovim termičkim postupkom teži 33% manje od aluminija, 60% manje od titanija i 75% manje od čelika, a obzirom da je poznata činjenica da manja masa vozila donosi uštedu u potrošnji goriva za očekivati je da će kupci vozila izrađenih od komponenti od magnezija (u kombinaciji s učinkovitijim agregatima ili hibridnim pogonskim sklopovima) na benzinske crpke ići s malo manjim grčem u želucu. USAMP (United States Automotive Materials Partnership) procjenjuje da bi do 2020. godine oko 160 kg magnezija trebalo zamijeniti 230 kg čelika i 60 kg aluminija za svaki pojedinačan automobil, što donosi ukupno smanjenje mase od 15%. Ovakvo smanjenje mase potencijalno bi moglo dovesti do smanjenja potrošnje goriva od 9 do 12%. Magnezij će tako

vrlo skoro postati zamjena za aluminij koji je već do sada pokazao velike dobrobiti u uštedi mase i potrošnje. Svojom čvrstoćom i otpornošću na vremenske elemente, čini se da ima vrlo izglednu i uspješnu budućnost u automobilskoj industriji.

6.3. EKO VOŽNJA

Eko vožnja kao ideja se pojavila 1992. godine u skandinavskim zemljama. To je stil vožnje koji rezultira smanjenjem štetnih utjecaja na okoliš, smanjenjem potrošnje goriva od 10-30%, povećava sigurnost cestovnog prometa, povećava udobnost putovanja i smanjenja stresa, a u konačnici ostvaruje najbitnije od svega, a to su značajne uštede. Inicijativa za primjenu eko stila vožnje, u Njemačkoj je započela 2000. godine gdje se pokazalo kako eko vožnja štedi novac, poboljšava kakvoću zraka, smanjuje trošenje automobila, štiti okoliš za sebe, ali i za buduće generacije, a pritom se ne odriče užitka i ugodnosti same vožnje. Najbitnije od svega eko vožnja je sigurna, pametna i vrlo ekonomična vožnja. Primarni ciljevi eko vožnje su prije svega smanjenje potrošnje goriva, te smanjenje ispušnih plinova. Stil vožnje kao što je eko vožnja može smanjiti emisije CO_2 u zraku za čak 5-15% te smanjiti utrošak energije za 5-10%.

Savjeti za eko vožnju:

- rano prebacivanje u viši stupanj prijenosa te vožnja na što nižim brojevima okretaja motora
- izbjegavati nagla usporavanja te nagla ubrzavanja vozila
- unaprijed isplanirati putovanje
- ukloniti sav nepotreban teret iz automobila
- ne zagrijavati motor na mjestu nakon samog paljenja motora
- gasiti motor prilikom dužih čekanja na semaforima (moderni automobili su danas opremljeni start/stop sustavom za isključivanje motora prilikom dužeg čekanja na mjestu)
- kada se to može izbjegavati korištenje klimatskog uređaja jer se njegovim korištenjem može povećati potrošnja goriva za čak 15%.
- koristiti što kvalitetnije gume, što bolje razreda kvalitete i ekonomičnosti
- provjeravati tlak u gumama, i uvijek ga držati na propisanom tlaku od proizvođača automobila koji koristite.

Projekt ECOWILL (**Eco**driving **W**idespread **I**mplementation for **L**earner Drivers and **L**icensed Drivers) koji se održavao od svibnja 2010. – travnja 2013.godine je projekt financiran od strane EU u sklopu projekta „Inteligentna energija u Europi“, a bavio se edukacijom minimalno 500 trenera eko vožnje iz 13 zemalja EU koje su sudjelovale u ovom projektu, a potom i 10 500 licenciranih vozača kako se pridržavati pravila eko vožnje. U RH u ovom projektu educirati se moralo minimalno 12 trenera eko vožnje (po završetku projekta ukupno 66 trenera eko vožnje za B kategoriju te 14 trenera za C i D kategoriju) te su oni imali zadatak za edukacijom najmanje 500 lincenciranih vozača o eko vožnji. Projekt ECOWILL imao je za cilj ostvariiti uštede u potrošnji goriva, poboljšati sigurnost cestovnog prometa, povećati svijest o potrebi štednje energije. Neki od rezultata postignutih pri uštedi goriva su bili:

- ušteda od 1,7 l/100km kod profesionalno zaposlenih vozača
- ušteda od 0,7 do 1,2 l/100km kod vozača koji voze službena vozila tvrtke u kojoj rade
- ušteda od 1,0 do 1,2 l/100km kod građana
- ušteda od 1,0 do 2,0 l/100km kod trenera eko vožnje.

Učinci provedbe ECOWILL projekta:

- univerzalna metoda poučavanja tehnike eko vožnje na nivou 13 država koja će se širiti i na ostale zemlje članice
- utjecaj na svijest i promjenu ponašanja vozača
- online upitnik za vozače prije treninga koji prikuplja informacije o vozačkim navikama u pojedinoj zemlji
- Evaluacijski upitnik nakon treninga vožnje putem kojeg se želi saznati dobre i loše strane treninga iz očiju korisnika usluge.

EKO VOŽNJA ➡ SIGURNA UŠTEDA

Km	Kune
100	12 – 24
1000	120 – 240
10000	1.200 – 2.400
15000	1.800 – 3.600

Slika 12. Prikaz uštede Eko vožnje o ovisnosti o kilometraži

Izvor: http//:hak.hr/datoteka/1155/06-ecowill

6.4. EKONOMSKE MJERE

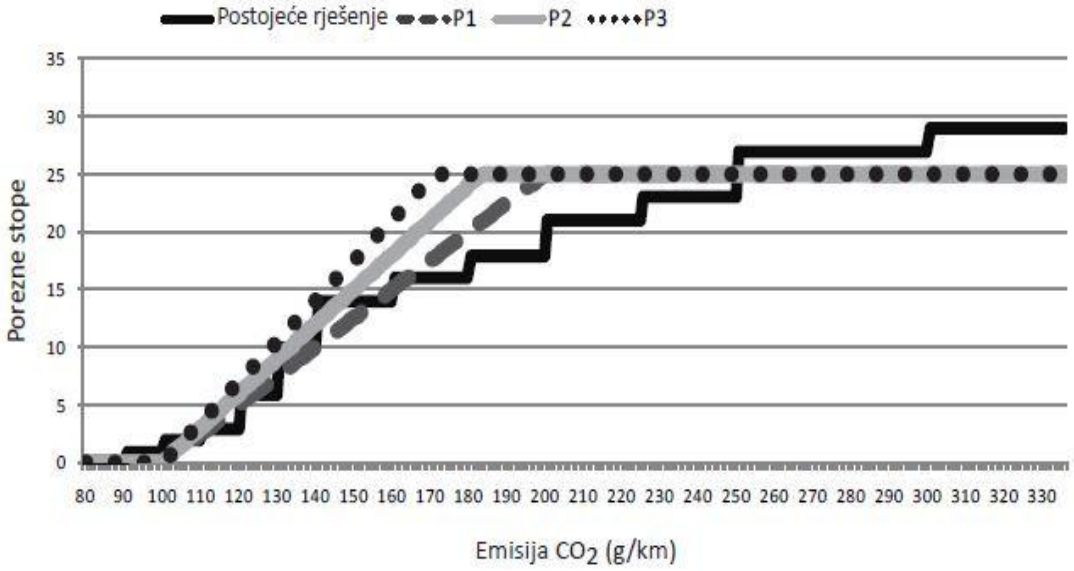
Politika smanjivanja emisija CO_2 implementirala se kroz četiri gotovo neovisne politike u uvjetima stalnog razvoja i unapređenja tržišta energenata, posebno u umreženih energenata:

- povećanja energetske učinkovitosti
- povećanja korištenja obnovljivih izvora energije i trgovinom emisija,
- uvođenjem posebnih naknada za emisije.

ETS (Emission trade system) je međunarodni sustav za trgovanje emisijama stakleničkih plinova u Europskoj Uniji zasnovan na EU Direktivi 2003/87/EC, a predstavlja jedan od temeljnih mehanizma Europske Unije u borbi protiv klimatskih promjena.[19] Emisije stakleničkih plinova koje nastaju u EU izvan tzv. ETS sektora, trebale bi se također oporezivati primjenom poreza na gorivo. Visina poreza na gorivo ovisila bi o emisiji CO_2 i o energiji goriva, a direktivom bi bili definirani minimalni iznosi koji se trebaju primijeniti u zemljama članicama EU. Također je predviđen relativno dugačak period za primjenu novog

[19] http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/okolis/1530-eu-ets-the-eu-emissions-trading-system

poreza, do 2023. godine, kako bi prije svega industrija imala dovoljno vremena za prilagodbu novoj poreznoj politici. Cilj izmjena direktive je potaknuti nisko-ugljični razvoj, odnosno olakšati ostvarenje zahtjevnog smanjenja emisije stakleničkih plinova od najmanje 80% do 2050. godine. Međutim, veliko je pitanje u kojoj će mjeri uvođenje ovog poreza doprinjeti ostvarenju postavljenih ciljeva. Uvođenje posebnih naknada za emisije za vozila, u Hrvatskoj, nije proizvelo pozitivne učinke na smanjenje emisija. Razlog je visina naknade, neselektivnost mjera i kupovna snaga građana u smislu mijenjanja starog automobila novim. Prosječna starost osobnih automobila u Hrvatskoj je 11 godina. Korak naprijed je napravljen novim Zakonom o posebnom porezu na motorna vozila, tzv. „ekološki porez“, po kojemu se od 1. srpnja 2013.godine oporezivanje automobila vezati uz emisiju CO_2. Porez će se formirati na osnovi nabavne vrijednosti vozila i emisije CO_2, tako da će automobili koji emitiraju manje od 120 grama CO_2 po kilometru pojeftiniti, a oni s emisijom CO_2 iznad 130 grama po kilometru će poskupjeti. Iako napredniji od dosad važećeg Zakona iz 1997. godine, novi zakon teško da će Hrvatskoj donijeti vidljiviju korist u pogledu smanjenja emisije CO_2 sve dok se jasno ne definira kako će se barem dio sredstava sakupljenih temeljem ovog poreza utrošiti na mjere poticanja korištenja recimo hibridnih ili električnih vozila.[20]



Slika 13. Predloženi sustavi poreznih stopa, zavisno o emisiji CO_2 za nova vozila

Izvor: http//: www.fzoeu.hr

[20] Jurlin, K., Boromisa A., Tišina S., Vučković V.: Ekološka i ekonomska analiza izvedivosti uvođenja poreznog sustava na osobna motorna vozila u Hrvatskoj zavisna o emisiji CO_2 i Euro normama o emisijama štetnih plinova; IRMO; Zagreb, 2013.

U Hrvatskoj je Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost pokrenulo projekt poticanja nabave vozila sa smanjenom emisijom CO_2 kojim će se sufinancirati nabava električnih, plug-in hibridnih i hibridnih vozila. U Fondu je za ovaj projekt osigurano 7 milijuna kuna koji su namijenjeni građanima (3 milijuna kuna) i pravnim osobama (4 milijuna kuna). Kroz brzu i jednostavnu proceduru omogućiti sufinanciranje u iznosima od 30.000 do 70.000 kuna po vozilu, ovisno o tehnologiji koju vozila koriste. Poticaji su najveći za električna vozila i iznose 70.000 kuna. Za hibridna "plug in“ vozila sufinancirani iznos je 50.000 kuna, a hibridna vozila sa emisijom do 100 grama CO_2/km sufinancirat će se sa 30.000 kuna. Primarni cilj ovog projekta je poboljšanje kvalitete zraka u gradovima kroz smanjenje emisija CO_2 u prometu odnosno ukupne emisije stakleničkih plinova na razini države. Poticanje korištenja električnih, plug-in i hibridnih vozila tema je brojnih nacionalnih politika pa su tako procjene da će do 2020. godine u SAD-u u prometu biti oko milijun takvih vozila, u Kini oko 5 milijuna, u Francuskoj oko 2 milijuna, u Njemačkoj 1 milijun te u Velikoj Britaniji 1,55 milijuna. Ove brojke pokazuju snažno opredjeljenje EU prema poticanju takvih ekološki prihvatljivijih vozila.

6.5. ZAKONODAVNE MJERE

Zakonodavne mjere smanjenje utjecaja stakleničkih plinova provode se svugdje u svijetu. U zemljama EU za očuvanje okoliša od utjecaja stakleničkih plinova brine se organizacija pod nazivom EEA kojoj je glavna zadaća da državama EU omogući da poduzmu mjere za zaštitu okoliša. EEA nije samo agencija za zemlje članice EU nego je agencija otvorena za sve ostale zemlje kojima treba pomoć oko ovog ozbiljnog problema. Zakoni, razne pristojbne te porezi za neke od istaknutijih zemalja članica EU detaljnije su objašnjeni u cjelini 4.Strategije EU glede emisija CO_2.

7. ZAKLJUČAK

Fosilna goriva su i dalje glavni energenti za pokretanje cestovnih motornih vozila odnosno njihovi motora. Takvim izgaranjem nastaju štetni i neštetni produkti. Štetni produkti su oni koji bitno utječu na ljudsko zdravlje, nagrizaju materijale i ugrožavaju okoliš. Najveći emiter CO_2 emisiji je cestovni promet, te je jedan od najvećih zagađivača okoliša. Izgaranje fosilnih goriva donosi nam nastajanje „stakleničkih plinova“ koji zagrijavaju našu planetu. Čistoća zraka odnosno onečišćenje zraka je svjetski problem, i on ne ovisi samo o jednoj državi, nego se radom svjetskih organizacija sa državama može bitno smanjiti. Većina je zemalja na dobrom putu te raznim zabranama, regulativama i zakonima uspjevaju pomalo smanjivati onečišćenje zraka. Ipak, strategije pojedinih zemalja još uvijek ne dopuštaju postizanje zadanih ciljeva.

S obzirom da se iz godine u godinu povećava broj vozila u svijetu pogotovo automobila koji su postali vrlo dostupni širokoj masi ljudi, CO_2 te ostale stakleničke plinove najteže je suzbiti u cestovnom prometu. Smanjenje emisije stakleničkih plinova iz prometnog sektora je za većinu država dugotrajan i mukotrpan posao jer je u velikoj većini kod njih promet glavni gospodarski pokretač te je najodgovorniji za gospodarski napredak.

Mjere za suzbijanje CO_2 su problem kojim se bave i proizvođači vozila te pokušavaju razvijati motore sa manjom potrošnjom goriva, smanjenom težinom vozila te poduzimaju razne zahvate unutar i izvan motora. Još neke od mogućih mjera su eko vožnja kojom svaki čovjek može utjecati na smanjenje emisija, te upotreba alternativnih goriva čija je proizvonja i dalje preskupa da bi se nosili s fosilnim gorivima. Smanjenjem težine svakog vozila u svijetu za samo jedan kilogram donijelo bi smanjene emisije CO_2 za 15 milijuna tona godišnje.

Dok su emisije CO_2 iz novih vozila i kombi vozila zahvaljujući donesenom zakonodavstvu EU-a uspješno smanjene, sljedeća na redu za smanjivanje emisija CO_2 su teška teretna vozila odnosno kamioni i autobusi. Prema strategiji koju je Europska komisija donijela kamioni i autobusi trošili bi manje goriva te ispuštali manje količine CO_2. Vozila te vrste uzrokuju oko četvrtinu emisija CO_2 iz cestovnog prometa u EU-u. Najočitije rješenje bilo bi utvrđivanje obaveznih ograničenja na prosječnu količinu emisija CO_2 iz novoregistriranih teških teretnih vozila kako je već učinjeno za osobna i kombi vozila. Druga rješenja mogla bi uključivati razvoj moderne infrastrukture, učinkovito i usklađeno oporezivanje vozila u državama članicama EU. U studijama provedenima tijekom pripreme

ove strategije navodi se da se novim tehnologijama može ostvariti ekonomično smanjenje emisija CO_2 iz teških teretnih vozila od najmanje 30%. Predviđa se da bi izostankom našeg djelovanja emisije teških teretnih vozila u razdoblju od 2030. – 2050. godine ostale na trenutačno neodrživim razinama.

Zemlju svakodnevno uništavamo i trujemo svojim postupcima, ne vodeći računa o tome što nas čeka u bližoj budućnosti ukoliko ne poduzmemo i ne napravimo bitne promjene posljedice po Zemlju bi mogle biti katastrofalne.

POPIS LITERATURE

1. Brozović, I., Regnet, A., Grgurević, M.: Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, Zbornik Veleučilišta u Rijeci, Vol.2 (2014), 1, str. 275-294.
2. Energija u Hrvatskoj, Ministarstvo gospodarstva rada i poduzetništva (izdanje 2004.)
3. Energy & Transport in Figures 2004, EU in co-operation with Eurostat, Bruxelles
4. Filipović,I.: Goriva i maziva; Zagreb, 2005.,str. 248
5. Golubić, J.: Promet i okoliš, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 1999.
6. Golubić, J.: Utjecaj zakonske regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb
7. Herceg, N.: Okoliš i održivi razvoj; Synopsis d.o.o.; Zagreb, 2013, str. 41
8. Jurlin, K., Boromisa A., Tišina S., Vučković V.: Ekološka i ekonomska analiza izvedivosti uvođenja poreznog sustava na osobna motorna vozila u Hrvatskoj zavisna o emisiji CO2 i Euro normama o emisijama štetnih plinova; IRMO; Zagreb, 2013.
9. Nastavni materijali: kolegij Ekologija u prometu
10. Vasilj, A.: Suvremeni promet, Zagreb, 2008., str. 239

INTERNET IZVORI

1. http://oica.net/category/productionstatistic
2. http:// www.hak.hr
3. http:// www.delphi.com
4. http://ekoloskaekonomija.wordpress.com
5. http://www.gradovi.uniri.hr/adnimax/files/class/7.kurevija
6. http://meted.ucar.edu
7. http://poslovni .hr/najveci-negativni-u-eu
8. http://www.riteh.uniri.hr
9. http//:www.researchgate.net
10. http//:servisstrsat.fullbusiness.com
11. http//:mycitroen.hr
12. http//:autonastruju.com
13. http://mapyourinfo.com
14. http//:autolplin-brc.com
15. www.autostart.hr/volvo/prototipizproslosti
16. http//:thetimes.co.uk

17. powerlab.fsb.hr
18. http://www.svijet-kvalitete.com/index.php/okolis/1530-eu-ets-the-eu-emissions-trading-system
19. http://www.croenergo.eu/

POPIS SLIKA

1. Prikaz smoga koji zbog utjecaja prometa smanjuje vidljivost u gradu
2. Potrošnja energije po sektorima u RH
3. Staklenički plinovi u postocima
4. Emisije CO_2 koje ispuštaju novi auti u EU
5. Ciljevi automobilske industrije u smanjenju emisije CO2
6. Zemlje potpisnice Kyoto protokola (zelena boja) i one koje ne žele ratificirati Kyoto protokol (crvena boja)
7. Emisije ugljik (IV) oksida u Europskoj Uniji
8. Izvori energije za pogon cestovnih vozila
9. Prikaz automobila pogonjenog samo snagom elektromotora
10. Shema automobila pogonjenog prirodnim plin u kombinaciji sa motorom s unutrašnjim izgaranjem
11. Prikaz izgleda Volva LCP 2000 iz 1979.godine
12. Prikaz uštede Eko vožnje o ovisnosti o kilometraži
13. Predloženi sustavi poreznih stopa, zavisno o emisiji CO_2 za nova vozila

POPIS GRAFIKONA

1. Emisija CO_2 kod novih automobila u zemljama EU-15
2. Cestovni promet kao zagađivač zraka u ukupnim emisijama u EU-27 (%)
3. Potrošnja energije prema pojedinim vrstama prometa
4. Udio pojedinog kontinenta u emisiji CO_2 za 2014 godinu
5. Globalno zagrijavanje sa Kyotskim protokolom i bez njega

POPIS TABLICA

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

2. Stvarni doprinos pojedinih plinova stakleničkom učinku

3. Antropogene emisije stakleničkih plinova 1990. i 2010. g. u Tg CO_2eq (milijuni tona CO_2eq)

4. Emisije stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj prema pojedinim prometnim granama 1990. g. i 2010. g. - u Gg CO_2eq (tisuće tona CO_2eq)

5. Udio prometa u emisiji stakleničkih plinova u Hrvatskoj i EU

6. Ogrjevna vrijednost i cetanski broj kod alkohola i dieselskog goriva