Biogoriva u funkciji smanjenja ugljičnog dioksida u prometu

Marković, Mario

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Polytechnic Nikola Tesla in Gospić / Veleučilište Nikola Tesla u Gospiću**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:107:950404

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Polytechnic Nikola Tesla in Gospić - Undergraduate thesis repository

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Mario Marković

BIOGORIVA U FUNKCIJI SMANJENJA UGLJIČNOG DIOKSIDA U PROMETU

ALTERNATIVE FUELS IN THE FUNCTION OF REDUCING CARBON DIOXIDE IN ROAD TRAFFIC

Završni rad

Gospić, 2016.

VELEUČILIŠTE „NIKOLA TESLA“ U GOSPIĆU

Prometni odjel

Stručni studij Cestovni promet

BIOGORIVA U FUNKCIJI SMANJENJA UGLJIČNOG DIOKSIDA U PROMETU

ALTERNATIVE FUELS IN THE FUNCTION OF REDUCING CARBON DIOXIDE IN ROAD TRAFFIC

Završni rad

MENTOR

mr. sc. Tomislav Župić, viši predavač

STUDENT

Mario Marković

MBS: 2961000314/10

Gospić, rujan 2016.

Veleučilište „Nikola Tesla“ u Gospiću Prilog 1.

PROMETNI odjel

Gospić, 04.02. 2016.

ZADATAK

za završni rad

Pristupniku MARIO MARKOVIĆ MBS: 2961000314/10

Studentu stručnog studija CESTOVNOG PROMETA izdaje se tema završnog rada pod nazivom

BIOGORIVO U FUNKCIJI SMANJENJA UGLJIČNOG DIOKSIDA U PROMETU

Sadržaj zadatka : (1.) - uvod (2.) - pomljesni pregled razvoja biološkog goriva (3.) - kategorizacija i funkcija alternativnih goriva (4.) - sustavi za mjerenje koncentracije ugljičnog dioksida u prometu (5.) - konstrukcijska načela primjene biogoriva u automobilima (6.) - zaključak (7.) - popis tablica (8.) - literatura

Završni rad izraditi sukladno odredbama Pravilnika o završnom radu Veleučilišta „Nikola Tesla“ u Gospiću.

Mentor: MR. SC. TOMISLAV ŽUPIĆ zadano: 04.02.2016. _____
(ime i prezime) (nadnevak) potpis

Pročelnik odjela: DR.SC. ALEKSANDAR STEVIĆ predati do: 30.09.2016. _____
(ime i prezime) (nadnevak) potpis

Student: MARIO MARKOVIĆ primio zadatak: 04.02.2016. _____
(ime i prezime) (nadnevak) potpis

Dostavlja se:

- mentoru
- pristupniku

IZJAVA

Izjavljujem da sam završni rad pod naslovom *Biogoriva u funkciji smanjenja ugljičnog dioksida u prometu* samostalno izradio pod nadzorom i uz stručnu pomoć mentora mr. sc. Tomislava Župića, višeg predavača.

Ime i prezime

Mario Markuci

(potpis studenta)

SAŽETAK

Ovaj rad donosi analizu alternativnih goriva kroz tri generacije u koje su podijeljena, a služe kao mjera u smanjenju emisije ugljičnog dioksida u cestovnom prometu. Cestovni promet uzet je kao predmet bavljenja ovoga rada iz razloga što se smatra jednim od najutjecajnijih činitelja u procesu onečišćenja čovjekovog okoliša. Upravo alternativna goriva imaju i funkciju smanjenja zagađenja okoliša, smanjenja utroška energije, a sve to rezultira ugodnijem životu ljudi. U radu su istražene i mogućnosti zamjene sadašnjih tehnologija s novim postojećim i nadolazećim tehnologijama, odnosno objašnjavaju se razvojne mogućnosti cestovnih vozila na alternativni pogon te opravdanost za njihovo uvođenje.

Ključne riječi: cestovni promet, staklenički plinovi, ugljični dioksid, alternativna goriva, Kyoto protokol, SUI motori

SUMMARY

This thesis presents an analysis of alternative fuels through three generations in which they have been used as a measure to reduce carbon emissions in road transport. The main subject of this work is road transport because it is considered as one of the most influential factors in the process of environmental pollution. Alternative fuels can reduce the environmental pollution and energy consumption which improves our everyday life. The work contains research of the possibility of replacing current technology with the new existing and emerging technologies. It also explains the development possibilities of road vehicles to alternative propulsion and the reasons for their implementation.

Key words: road transport, greenhouse gasses, carbon dioxide, alternative fuels, Kyoto protocol, internal combustion engines

SADRŽAJ

UVOD 1

RAZRADA RADA 3

1. Problem suvremenog cestovnog prometa 3

1.1. Cestovna motorna vozila kao izvori onečišćenja zraka 4

1.2. Neškodljivi sastojci u ispušnim plinovima cestovnih motornih vozila 7

1.2.1. Dušik 7

1.2.2. Vodena para 8

1.2.3. Kisik 8

1.2.4. Ugljikov (IV) oksid 9

2. Strategije EU glede emisija CO_2 11

2.1. Hrvatska i Kyoto protokol 16

3. Mjere za smanjenje utjecaja staklenačkih plinova iz cestovnoga prometa 17

3.2. Kriteriji za potencijalnu uporabu alternativnih goriva u cestovnom prometu 19

4. Pojmovno određenje alternativnih goriva (biogoriva) 21

4.1. Biogoriva prve generacije 22

4.1.1. Biodizel 22

4.1.2. Biljno ulje 23

4.1.3. Bioplin 24

4.1.4. Etanol 25

4.2. Biogoriva druge generacije 26

4.2.1. Biohidrogen 27

4.2.2. Biometanol 27

4.2.3. Bio – DME 27

4.2.4. Fischer – Tropsch dizel 28

4.3. Biogoriva treće generacije 28

5. Prednosti i nedostatci primjene elektromotora 30

6. Usporedba hibridnih motora sa SUI motorima 31
7. Razvojne mogućnosti cestovnih vozila na alternativni pogon 32
8. Opravdanost za uvođenje alternativnih pogona 34
ZAKLJUČAK ..... **Pogreška! Knjižna oznaka nije definirana.**
POPIS LITERATURE 37
POPIS KRATICA 40
POPIS SLIKA I GRAFIKONA 41

UVOD

Predmet bavljenja ovoga rada su biogoriva u funkciji smanjenja ugljičnog dioksida u cestovnom prometu. Budući da je dinamični razvoj cestovnoga prometa doveo do nepoželjnih posljedica po čovjeka i okoliš, prvenstveno prevelikom koncentracijom štetnih tvari, odnosno ugljičnog dioksida, u trećem poglavlju spomenute su različite strategije i metode koje bi se mogle provoditi u svrhu smanjenja stakleničkih plinova. Kako bi se problematika ovoga rada svela na minimum, težište je stavljeno na primjenu alternativnih goriva pa je cilj ovoga rada analizirati moguće primjene pojedinih alternativnih goriva, razvojne mogućnosti cestovnih vozila na alternativni pogon te opravdanost za uvođenje istih.

Alternativna su goriva ona koja trebaju biti zamjena za konvencionalna goriva, naftu i ugljen, i zapravo su, ekološki gledano, prijelazno rješenje u potrazi za učinkovitom i obnovljivom energijom. S obzirom na to da se svjetske zalihe i svjetska proizvodnja smanjuju, alternativna goriva postaju ultimativno rješenje. Zbog velikog zagađenja okoliša i sve strožih propisa Europske unije i Republike Hrvatske, sve je veća potražnja za primjenom alternativnih goriva. Samo daljnje osvješćivanje ljudi u svijetu i provođenje sve strožih zakona koji potiču korištenje alternativnih goriva koristit će kako i ljudima tako i prirodi da se oporavi.

Razrada rada strukturirana je od osam poglavlja, a neka od njih su razgranata na potpoglavlja čime je rad dobio na sistematičnosti i organizaciji. U prvom poglavlju iznose se problemi prisutni u suvremenom cestovnom prometu, među kojima se onečišćenje zraka smatra jednim od najučestalijih, a cestovna motorna vozila jednim od glavnih izvora onečišćenja zraka. Potom je naglasak stavljen na neškodljive sastojke u ispušnim plinovima cestovnih motornih vozila, navedene su osnovne karakteristike svakoga od njih, među kojima ugljični dioksid zauzima veliki udio. Drugo poglavlje bavi se strategijama Europske unije glede emisija ugljičnoga dioksida, s time da se cijelo jedno potpoglavlje bavi Kyoto protokolom koji je i potpisan s ciljem smanjivanja emisije ugljičnog dioksida i drugih stakleničkih plinova, čijom potpisnicom postaje i Hrvatska s obvezom smanjenja emisije stakleničkih plinova za 5% do 2012. godine. Treće poglavlje donosi već spomenute mjere za smanjenje utjecaja stakleničkih plinova iz cestovnoga prometa, ali i kriterije za potencijalnu uporabu alternativnih goriva u cestovnom prometu. Četvrto poglavlje započinje pojmovnim određenjem alternativnih goriva, a potpoglavlja su koncipirana po kriteriju podjele alternativnih goriva na tri generacije. Za svako alternativno gorivo date su detaljne karakteristike. Iznesene su prednosti i nedostatci istih. Peto i šesto poglavlje iznose prednosti i

nedostatke primjene elektromotora te usporedbu hibridnih motora sa SUI motorima. Posljednja dva poglavlja bave se problemima razvojnih mogućnosti cestovnih vozila na alternativni pogon i opravdanost za uvođenje istih. U posljednjem dijelu rada nalazi se zaključak te je navedena literatura koja je korištena tijekom istraživanja navedene problematike.

RAZRADA RADA

1. Problem suvremenog cestovnog prometa

Suvremeni je cestovni promet najznačajniji i najrazvijeniji oblik kopnenoga prometa koji je nakon Drugoga svjetskog rata izborio vodeću poziciju u prometu u onim dijelovima svijeta u kojima je najrazvijeniji industrijski način proizvodnje.

Usporede li se statistički podatci o emisiji CO_2 u cestovnom prometu s ostalim oblicima prometa, dolazi se do podatka kako je cestovni promet najveći onečišćivač zraka s čak 72%, dok ga slijede zračni i željeznički promet s ukupno 15% zagađenja, a preostali dio otpada na ostale oblike prometa.

S obzirom da ne postoji sektor koji barem u malom postotku negativno ne utječe na zagađenje okoliša, istraživanja pokazuju da okolinu najviše zagađuju motorna vozila. Zanimljiva je činjenica kako je promet motornih vozila neprestano u porastu. Promotre li se statistički podatci iz 1950. godine, tada je u svijetu bilo oko 53 milijuna automobila. Ta je brojka 44 godine kasnije narasla 460 milijuna. U prosjeku je automobilska flota narasla za 9,5 milijuna jedinica na godinu u tom razdoblju. Emisija stakleničkih plinova po kilometru putovanja osobnim vozilom porastao je za 13% u posljednjem desetljeću (http://www.bvsde.paho.org/comun/airefile/mvr.pdf, pregled: 15. svibnja 2016.).

Cestovni promet sadrži brojne negativne uloge. Osim emisije štetnih plinova, čime sudjeluje u onečišćenju zraka, očituje se bukom i vibracijama, zauzimanjem obradivih površina te vizualnim degradiranjem prostora. Također, cestovni promet sudjeluje i u smanjenju kvalitete okoliša i otpadnim tvarima koje nastaju trošenjem guma i površinskih slojeva kolnika.

U nastavku rada detaljno je iznesen problem onečišćenja zraka cestovnim motornim vozilima, odnosno njihovom emisijom štetnih plinova.

1.1. Cestovna motorna vozila kao izvori onečišćenja zraka

Onečišćenje zraka odražava se na promjene u okolišu i na zdravlje ljudi naročito kada se radi o cestovnom prometu jer je danas mreža prometnica postala sastavni dio gradskih sredina. Emisija vozila ima štetan utjecaj na prirodno okruženje, ali i na kulturne spomenike na način da uzrokuje propadanje materijala. Motorna goriva koja se koriste u cestovnom prometu sastoje se od ugljika i vodika. Kada bi takvo gorivo bilo podvrgnuto "idealnom izgaranju" u atmosferu bi odlazio samo ugljični dioksid i vodena para. Međutim, pri radu vozila na motorni pogon dolazi do nepotpunog izgaranja koje uzrokuje gubitak dijela energije gorenja i emisiju štetnih plinova u atmosferu (https://bib.irb.hr/datoteka/115931.prometa-ISEP.doc, pregled: 14. travnja 2016.).

U ukupnoj emisiji ugljičnog monoksida cestovni promet sudjeluje s 98%, u emisiji dušičnih oksida s 90,5%. Na ugljikovodike otpada 95%, a kada se radi o emisiji sumpornog dioksida prisutan je sa 74%. U ukupnoj emisiji krutih tvari cestovni promet ima najveći udio - 85% (https://bib.irb.hr/datoteka/115931.prometa-ISEP.doc, pregled: 14. travnja 2016.).

Prema navedenim podatcima izlazi da su motorna vozila zbog svoje velike brojnosti, ali i zbog ekološki loših karakteristika rada motora najveći zagađivači zraka. Osim navedenih plinova, bitno je spomenuti da odvijanje cestovnog prometa uzrokuje i širenje olova, fluorida i ozona u zrak. Postoji opasnost i od katranskih isparavanja, pri gradnji prometnica od asfalta, koja su štetna za čovjeka jer su kancerogena i za biljke jer uzrokuju uništavanje klorofila. To se može spriječiti opločavanjem prometnica betonom. Kakvoća zraka u neposrednoj blizini prometnice je zadovoljavajuća kada je na prometnici manje od 15 000 vozila na dan, što znači da razina dušičnog dioksida iznosi 75 $\mu g/m^3$ na dan (Sršen, 2002: 173-174). Da bi kvaliteta zraka bila prihvatljiva, razina sumpornog dioksida u atmosferi mora biti manja od 100 $\mu g/m^3$, a čestica ugljika manja od 90 $\mu g/m^3$ po danu (https://bib.irb.hr/datoteka/115931.prometa-ISEP.doc, pregled: 14. travnja 2016.).

Kada je u pitanju cestovni promet, bitno je i o kakvom se tipu vozila radi. Naime, cestovna vozila za prijevoz masovnih tereta su opasnija za okoliš od putničkih cestovnih vozila jer imaju veću dozvoljenu masu i veće opterećenje, a to uzrokuje veću potrošnju goriva pa dolazi do emisije veće količine štetnih plinova u atmosferu. Budući da cestovni promet emitira ogromne količine štetnih plinova u atmosferu, pojavile su se i neke alternativne vrste goriva, npr. prirodni plin, vodik, elektropogon i sl. (https://bib.irb.hr/datoteka/115931.prometa-ISEP.doc, pregled: 14. travnja 2016.).

U cestovnom su prometu osnovni uzroci pojave buke rad motora i kontakt gume kotača i kolnika. Razina buke u cestovnom prometu ovisi i o gustoći i strukturi prometa. Veća gustoća prometa uzrokuje veći intenzitet buke, ali i veći broj teretnih cestovnih vozila u prometu koji povećava buku koja se širi s prometnica. Ako se udio teretnih vozila u cestovnom prometu poveća za 20%, razina buke se povećava za 4 dB na temelju čega slijedi da su teretna cestovna vozila veći izvori buke od putničkih vozila. Prosječna razina buke koju proizvode teretna motorna vozila iznosi 85-90 dB (Golubić, 1999: 123-124), a prema provedenim istraživanjima (Bošnjak, Plaik, Bogdan, 2002: 277) razina buke dostiže iznos i do 103 dB. Dozvoljena razina buke za teretna vozila prema ECE *(Economic Commission for Europe)* je 91 dB. Cestovni promet izaziva konstantnu buku na većini prometnica jer se promet neprestano odvija tijekom dana. Da bi se smanjila količina buke koju cestovna vozila, posebno teretna cestovna vozila za prijevoz masovnih tereta, šire u okolinu, potrebno je uz prometnice postaviti zaštitni zid. Takav zid se može izgraditi od betona, lima, stakla ili od vegetacije. Najbolji rezultati se postižu kombinacijom nasipa i zelenih zidova i mogu smanjiti razinu buke u prosjeku za oko 10-13 dB (Golubić, 1999: 134).

Nastanak vibracija u cestovnom prometu najviše se pripisuje teškim teretnim cestovnim vozilima koja pri prolasku preko neravnih površina prometnice stvaraju znatne vibracije. Vibracije postaju primjetnije u novije vrijeme jer se veliki dio prometnica gradi u obliku vijadukata i mostova. Vibracije koje nastaju pri prolasku vozila prenose se preko potpornih zidova na okolinu. Intenzitet vibracija ovisi o zastupljenosti teretnih motornih vozila u prometu, stanju i konstrukcijskoj izvedbi prometnice i sl. (https://bib.irb.hr/datoteka/115931.prometa-ISEP.doc, pregled: 14. travnja 2016.).

Cestovni promet zahtijeva velike zemljišne površine što je posebice uočljivo u gradskim sredinama gdje prometna mreža zauzima od 20-50% ukupne urbane površine. Za izgradnju autoceste s četiri prometna traka potrebno je 9,1 Ha zemljišnog prostora, dok širina prostora koji će takva cesta zauzeti iznosi 37,5 m. Nadalje, na površini cestovnih prometnica talože se teški metali (cink, olovo,…) koji se uslijed kiše i drugih oborina ispiru s ceste te tako dospijevaju na tlo i utječu na njegovo zagađenje. Prodiranjem tako onečišćene vode u tlo dolazi i do zagađenja podzemnih voda. Intenzitet zagađenja podzemnih voda ovisi o veličini prometa pa je vrlo važno voditi računa o mjerama zaštite od onečišćenja, posebno na vodoopskrbnim područjima (https://bib.irb.hr/datoteka/115931.prometa-ISEP.doc, pregled: 14. travnja 2016.).

Specifična potrošnja energije teretnih cestovnih vozila pri brzini od 100 km/h iznosi 520,0 kWh/000 ntkm (Pavičević: 2002: 22). Najveća potrošnja goriva nastupa kada je cesta preopterećena i dolazi do zastoja u prometu. Tako, npr. pri brzini vozila manjoj od 20 km/h potrošnja goriva iznosi oko 130 g/km, a pri brzini od 50-80 km/h potrošnja goriva je oko 65 g/km (Golubić, 1999: 123).

Zrak neprestano mijenja svoj kemijski sastav jer se stalno onečišćuje raznim plinovima, krutim česticama i toplinom. Tako se najveći udio u plinskoj smjesi neočišćenoga zraka odnosi na ugljikov (IV) oksid, a slijede ga dušik, kisik, metan, dušični oksidi, vodik, vodena para i razni ugljikovodici. Prema tome postoji podjela na primarne i sekundarne onečišćivače zraka. Primarni onečišćivači su ona onečišćenja koja se ispuštaju izravno u zrak, bilo iz prirodnih izvora ili od strane ljudi, dok se sekundarni odnose na tvari koje nastaju u kemijskim reakcijama između primarnih onečišćivača ili neke druge prirodne tvari, kao što je vodena para.

Primarnim onečišćivačima zraka smatraju se motorna vozila zbog svoje velike zastupljenosti, nepovoljnih uvjeta rada motora i slabe cirkulacije zraka. Ispušni plinovi cestovnih motornih vozila sadrže škodljive i neškodljive sastojke. U škodljive sastojke ubrajaju se:

- ugljikov (II) oksid (CO)
- ugljikovodici (CH)
- sumporov (IV) oksid (SO_2)
- dušični oksidi (NOx)
- olovo (Pb) i spojevi
- čađa i dim,

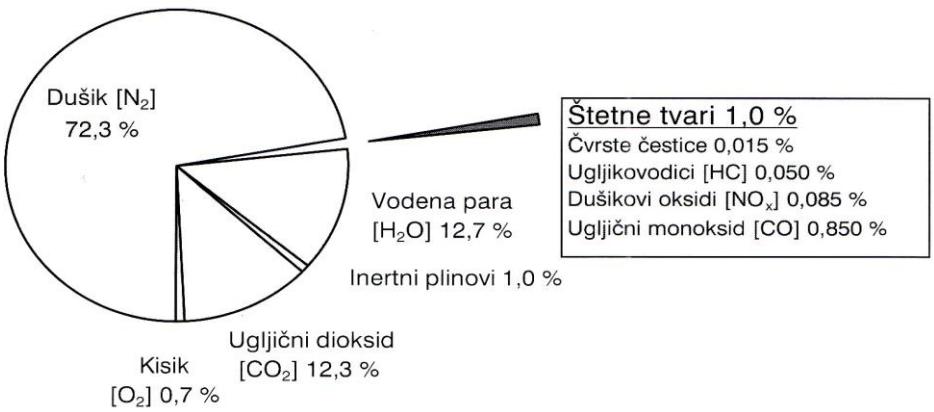
dok neškodljivim sastojcima pripadaju:

- dušik (N_2)
- vodena para (H_2O)
- kisik (O_2)
- ugljikov (IV) oksid (CO_2) (Golubić, 1999: 125).

U nastavku rada nalazi se *Grafikon 1* koji prikazuje postotnu zastupljenost ispušnih plinova u cestovnim motornim vozilima. Tako je najzastupljeniji neškodljivi sastojak dušik sa 72,3%, slijedi ga neškodljiva vodena para s 12,7% te ugljični dioksid s 12,3%. U tragovima su

pristutni inertni plin (1,0%) i kisik (0,7%) te već navedeni škodljivi sastojci poput čvrstih čestica, ugljikovodika, dušikovih oksida i ugljičnog monoksida na koje otpada tek 1,0%.

Grafikon 1. *Sadržaj ispušnih plinova cestovnih motornih vozila*



Izvor: *Ispitivanje ispušnih plinova motornih vozila- eko test, Centar za vozila Hrvatske, stručni bilten br. 87., Zagreb, siječanj 2000., str. 5*

1.2. Neškodljivi sastojci u ispušnim plinovima cestovnih motornih vozila

U narednih nekoliko poglavlja dat će se pregled neškodljivih sastojaka koji se nalaze u ispušnim plinovima cestovnih motornih vozila. Tako najveći omjer otpada na već spomenuti dušik, vodenu paru, kisik i ugljikov (IV) oksid.

1.2.1. Dušik

Dušik je kemijski inertan plin bez boje, okusa i mirisa. Riječ je o plinu koji ne gori i ne podržava gorenje. Nešto je lakši od zraka i slabo je topljiv u vodi. Plinoviti dušik sadrži i svojstvo kapljivosti pri temperaturi od 195,8°C, što je ujedno i temperatura njegova vrelišta. U elementarnom stanju ne pokazuje svojstvo toksičnosti, 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 disanje stavlja drugi plin. Dušik, sa 72,3% volumnog udjela u ispušnim plinovima benzinskog, i čak 76% u onima dizelskog motora, u motor ulazi s usisanim zrakom,

najvećim dijelom ne sudjeluje u procesu izgaranja zbog toga što ne podržava gorenje te izlazi iz motora ispuhom (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A78, pregled: 20. svibnja 2016.).

1.2.2. Vodena para

Vodena para odnosi se na vodu u plinovitom obliku, a sastoji se od mnoštva lebdećih molekula vode, a karakterizira ju i svojstvo bezbojnosti. Pod normalnom tlakom od 1,013 bara, voda vrije na 100 °C. Jedan kg vode prelazi u 1,673 m3 vodene pare. To zahtijeva energiju od 2,257 kJ. Vodena para je kao stakleнički plin dio atmosfere. Atmosferska vodena para je najučinkovitiji stakleнički plin i uzrokuje prosječnu Zemljinu temperaturu oko 15 °C što je pogodna temperatura za život i razvoj živih bića. U kombinaciji s vodom služi kao medij za prijenos topline, električne energije i za mehanički rad. Također, postaje i primarnom pokretačkom snagom industrije i prometa tako da se 19. stoljeće ponekad naziva i stoljećem pare. Vodena para ima široku primjenu pa se tako koristi i za pogon turbina za termoelektrane, nuklearne elektrane, a sa sigurnošću se može reći da će njezina primjena imati odjeka i u budućnosti. Uzme li se u obzir njezina prisutnost u Zemljinoj atmosferi, ona čini mali dio, ali itekako vrlo značajan za ekologiju. Koncentracija vodene pare kreće se 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 postupkom isparavanja, koji ima značajan utjecaj na klimu. 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 vrlo jaki stakleнički plin,. Ako dolazi do povećanja temperature, povećat će 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 (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A78, pregled: 20. svibnja 2016.).

1.2.3. Kisik

Kao i prethodno spomenuti dušik, kisik nosi svojstvo bezbojnosti i bezokusnosti, ali je za razliku od njega teži od zraka. Ne gori i ne podržava gorenje, ali je kemijski vrlo aktivan.

Njegova molekula sastoji se od dva atoma kisika (O2) i tri atoma kisika (O3). Molekula O3 naziva se ozon te je ključni dio Zemljine atmosfere. Kisik u motor, također, ulazi s 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. Budući da smjesa nije dobro izmiješana, javlja se područje bogate i siromašne smjese, a kada kisik prijeđe iz bogate u siromašnu smjesu, njegova količina se povećava jer goriva ima manje od zraka pa sav kisik ne sudjeluje u izgaranju (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A78, pregled: 20. svibnja 2016.).

1.2.4. Ugljikov (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/m3 , 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 7 milijardi tona CO_2 . SAD i najrazvijenije zemlje Europe ispuštaju 90% plinova koji izazivaju efekt staklenika. Polovina toga ostane u atmosferi, a jedan dio se taloži u oceanima i vegetaciji.

Učinak staklenika je pojava povećanja temperature zemlje zbog različite propusnosti atmosfere za kratkovalno i dugovalno sunčevo zračenje (poput staklenika) te onečišćenja atmosfere (napose s CO_2). Štetni plinovi, najviše CO_2, ne dopuštaju „prirodan“ povrat topline natrag u atmosferu. Odnosno, CO_2 propušta kratkovalno sunčevo zračenje na zemlju, ali ne propušta zemljino dugovalno zračenje u atmosferu, tako da ta toplina biva zadržana, čime se dodatno povećava temperatura zraka. Rezultat je taj – što se više CO_2 ispušta u atmosferu, to je nepropusnost veća, a zemljina klopka „staklenika“ sve čvršća. U stvaranju CO_2 sudjeluje sa 50%, metan 20%, flurokloro-vodici 17% (Golubić, 2006: 19).

Godine 1980. cestovni promet je proizveo u EU oko 600 milijuna tona CO_2 i po količini proizvedenog onečišćenja bio znatno iza industrije, da bi 1993. Cestovni promet

proizveo oko 800 milijuna tona CO_2 i bio neznatno iznad onečišćenja koje je proizvela industrija. Ako usporedimo emisije CO_2 u cestovnom prometu s ostalim oblicima prometa, onda na cestovni promet otpada 80% onečišćenja ugljik (IV) oksidom, na zračni promet oko 11%, na željeznički oko 4% i oko 5% na ostale oblike prometa (Golubić, 2006: 20).

Čak 80% od ukupnog CO_2 u prometu emitiraju automobili stariji od pet godina. U našoj zemlji 20% ukupnog CO_2 emitiraju vozila, dok termoelektrane primjerice, emitiraju 16%. Hrvatska je u 1996. Emitirala 3,6 tone CO_2 po stanovniku, dok zemlje EU 9,3 tone, SAD 19,7 tona. Od europskih zemalja samo Portugal i Monako emitiraju manje CO_2 od Hrvatske. Europska unija se stoga obvezala da će do 2000. godine stabilizirati emisije ugljik (IV) oksida na razinu zatečenu 1990. godine. Međutim, emisije CO_2 iz prometa i dalje se povećavaju (Golubić, 2006: 20).

Ne postoji tehnologija koja bi omogućila uklanjanje CO_2 iz ispušnih plinova. Budući da izgaranjem fosilnih goriva (nafte, zemnog plina, ugljena) nastaje CO_2 bit će potrebno smanjiti potrošnju fosilnih goriva razvojem automobila sa smanjenom potrošnjom goriva ili promjenom ponašanja u prometu, kao i uporabom alternativnih goriva (Golubić, 2006: 20).

Ljudske aktivnosti poput iskrčivanja šuma, izgaranja fosilnih goriva te masovne industrije doveli su do povećanja koncentracije CO_2 u atmosferi za više od 35% od početka industrijske revolucije što je dovelo do povećanja temperature na zemljinoj površini od 0,9 – 1,8 °C (Golubić, 2015: 24-25).

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 tvrde kako bi zbog prevelike količine 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 s CO_2 je taj što on ostaje u atmosferi i do 100 godina. Ako bi trenutno zaustavili emisiju CO_2, trebale bi proći godine i godine da se

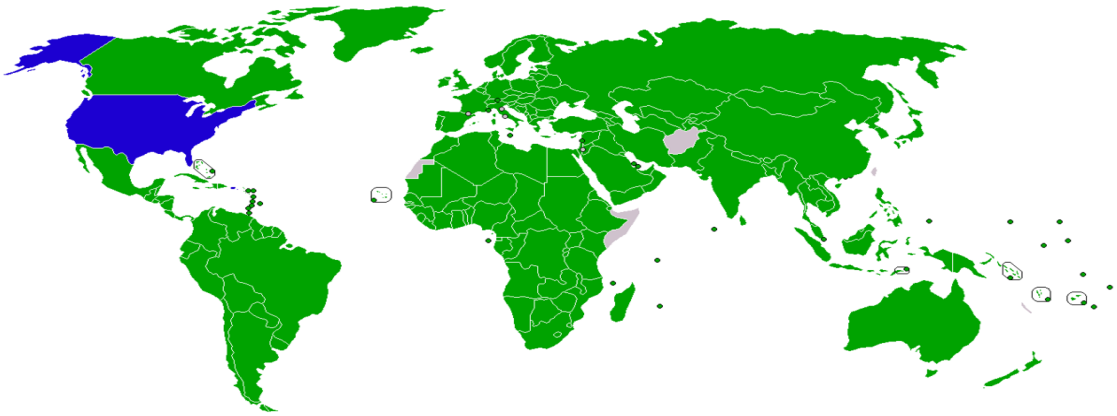
atmosfera očisti od tog stakleničkog plina. No, to se neće dogoditi jer rastom populacije, uporabom fosilnih goriva, udio CO_2 u atmosferi će rasti te će do klimatskih promjena i porasta temperature na Zemlji doći, no pitanje je u kolikoj mjeri (Golubić, 2015: 24-25).

U odnosu na druge vrste prometa, važno je napomenuti da na cestovni promet otpada 80% onečišćenja zraka ugljik (IV) oksidom. S obzirom na to da ovaj plin nastaje izgaranjem nafte, kao i zemnog plina, ne postoji tehnologija koja bi omogućila njegovo uklanjanje iz ispušnih plinova, već je potrebno smanjiti potrošnju navedenih goriva i okrenuti se uporabi alternativnih (https://bib.irb.hr/datoteka/542221.SUSTAVI_ZA_REDUKCIJU_EMISIJE_ISPUNIH_PLINOVA_MOTORNIH_VOZILA.doc, pregled: 25. svibnja 2016.).

2. Strategije EU glede emisija CO_2

Najvažniji propis o smanjenju stakleničkih plinova na svjetskoj razini, nakon dugotrajnih pregovora, donesen je 1997. godine u Kyotu. Riječ je o Kyotskom ugovoru koji je stupio na snagu 2005. godine, čije su se države potpisnice obvezale da će u razdoblju od 2008. do 2012. godine smanjiti emisije staklenačkih plinova na 5,2% ispod razine emisije iz 1990., koja je iznosila 55% (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.). Koje su države ratificirale Kyoto protokol, koje ga planiraju ratificirati, a koje su to odbile donosi Slika 1. na kojoj je prikazana karta svijeta koja zelenom bojom donosi odgovor na prvo pitanje, sivom na drugo, a plavom na treće.

Slika 1. *Prikaz država potpisnica Kyoto protokola*



Izvor: *https://hr.wikipedia.org/wiki/Protokol_iz_Kyota*

Prema podatcima Europske agencije za okoliš EEA *(European Environment Agency)* udjel emisija EU 2003. iznosio je 14% ukupne globalne emisije stakleničkih plinova. U državama EU-15 je 2005. 19% ukupne emisije stakleničkih plinova dolazilo od prometa. Da bi se ovaj iznos umanjio, 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 CO_2 od 140 g/km, a 2012. 120 g/km (www.atmosphere.mpg.de, pregled: 14. svibnja 2016.).

Prethodne godine donijele su značajan tehnološki napredak u tehnologiji vozila, pogotovo kada se u obzir uzme polje upotrebe energije. Taj napredak nije ostavio pozitivan učinak prilikom neutralizacije štetnih učinaka nastalih povećanjem prometa. Sadašnji prijedlog komisije usmjeren je na jačanje već postojeće strategije koja se temelji na tri stupa. Tako se prvi stup odnosi na dragovoljnu obvezu europskih, japanskih i južnokorejskih automobilskih industrija o smanjenju CO_2 na 140 g/km na tržištu EU-a do 2008. za europske proizvođače, ili 2009. za azijske. Drugi stup se sastoji od porasta svijesti među potrošačima. Direktivom se traži da se na svakom novom automobilu stavi oznaka potrošnje goriva i stvaranja CO_2, kao i javno širenje oglasa i materijala o efikasnoj upotrebi energije. Treći stup nastoji promicati novu vrstu automobila kroz fiskalne mjere. U razdoblju između 1995. i 2004. došlo je do smanjenja emisije CO_2 sa 186 g/km na 163 g/km, što je ipak nedovoljno ((https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

Kao odgovor na takav neuspjeh, nova strategija donosi novi paket mjera. Namjera je novim automobilima smanjiti stupanj emisije na željenu razinu od 120 g CO_2/km, a teretnim vozilima dugoročno na 160 g/km do 2015. Nastoji se promicati kupovina novih automobila kroz oglašavanje i fiskalne zahvate, a posljednja mjera sastoji se u tome da se u duhu održivih obrazaca potrošnje potpiše Europski kodeks dobre prakse proizvođača na polju oglašavanja i marketinga. Ovi prijedlozi jedni su od prvih akcija provedbe Akcijskog plana energetske efikasnosti iz 2006., a ujedno i logički nastavak nove energetske politike EU koja je prezentirana početkom 2007 (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

I drugdje u svijetu provode se slične mjere smanjenja stakleničkih plinova. Kanada, SAD, Japan, Koreja, Kina i Australija imaju zakonske ili dobrovoljne pristupe ovom pitanju, a s europskim standardom može se mjeriti samo Japan. Ohrabruju primjeri Kalifornije i drugih država, koje su donijele mjere za smanjenje emisije stakleničkih plinova za 30% do 2016. na

području cestovnog prometa (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

Jedanaest država članica EU propisuje pristojbe za putnička osobna vozila, koja su u potpunosti ili djelomično vezana za CO_2 emisiju ili potrošnju goriva.

Tako je u Austriji uveden porez na potrošnju goriva (Normverbrauchsbsage ili NoVa) koji se primjenjuje pri prvoj registraciji osobnog vozila. Visina poreza računa se na sljedeći način:

- benzinski motor: 2% od cijene vozila x (potrošnja goriva u L/100 km - 3 litre)
- dizelski motor: 2% od cijene vozila x (potrošnja goriva u L/100 km - 2 litre (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Belgiji se porezni poticaj dodjeljuje kupcima osobnog vozila koje ima emisiju manju od 115 g/km. Poticaj se sastoji od povrata poreza za kupovinu osobnog vozila pri sljedećim uvjetima:

- za vozila s emisijom manjom od 105 g/km: 15% cijene goriva, max 4270 eura
- za vozila s emisijom između 105 i 115 g/km: 3% od cijene vozila, max 800 eura (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

Na Cipru se provode dvije vrste mjera. Prve mjere provode se pri godišnjoj registraciji vozila (u ovisnosti o jačini motora) i usklađene su s emisijom CO_2 iz vozila. Za vozila emisije manje od 120 g/km smanjuje se cijena registracije za 30%, te uvećava za 20% za vozila s emisijom većom od 250 g/km. Druge mjere provode se u skladu s godišnjim porezom na cestovna motorna vozila. Za vozila s emisijom manjom od 150 g/km ovaj porez se umanjuje za 15% (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Danskoj se 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.

- 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 (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Francuskoj je regionalni porez pri registraciji vozila uvećan 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. Drugi porez na vozila glasi 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 (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Italiji se porezni poticaj od 800 eura i dvogodišnje oslobođenje od godišnjeg poreza na cestovna motorna vozila propisuje se pri kupnji novog osobnog vozila EURO 4 ili EURO 5 norme te emisije od 140 g/km. Oslobođenje od godišnjeg poreza na cestovna motorna vozila produljuje se na tri godine ukoliko je obujam motora manji od 1300 ccm (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Luksemburgu je godišnji porez na cestovna motorna vozila zasnovan na emisiji $C0_2$. Visina poreza računa se tako da se veličina emisije izražena u g/km pomnoži sa 0,9 za dizel motore, odnosno 0,6 za ostala goriva, te emisijskim faktorom (0,5 za emisije ispod 90 g/km, te porast od 0,1 za svakih dodatnih 10 g/km) (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Nizozemskoj je 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 (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Portugalu veličina poreza prilikom registracije vozila ovisi o veličini motora i o količini emisije $C0_2$ (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

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, te za dizelske motore s emisijom višom od 180 g/km (34,2 eura x g/km) - 4664,64. (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U Švedskoj je 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 (https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc, pregled: 15. svibnja 2016.).

U UK je godišnji porez na cestovna motorna vozila zasnovan je na $C0_2$ emisiji. Takse variraju od 0£ (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 (http://www.gradovi.uniri.hr/adnimax/files/class/7.kurevija, pregled: 14. svibnja 2016.).

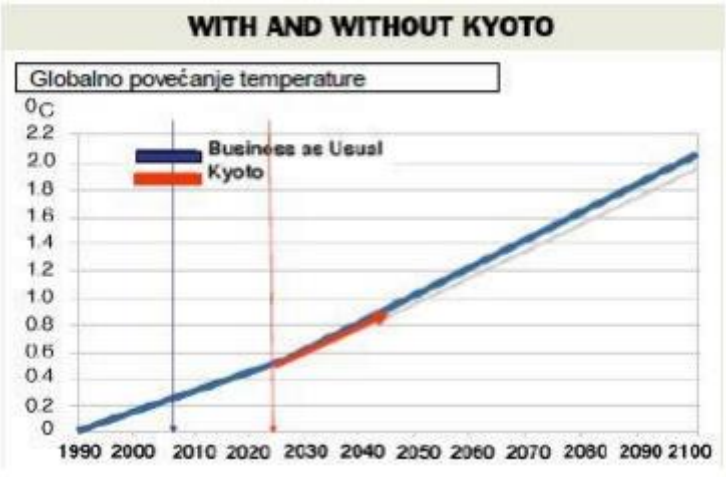
Budući da je gospodarska situacija u svijetu i Europi sve teža, vlade zauzimaju definitivno stajalište o klimi jer napori koji se traže kratkoročno uzrokuju dodatne troškove (do 2020. smanjiti stakleničke plinove za 20%, povećati udio obnovljivih izvora u prometu na 20% i sl.).

Europa zbog bojazni od recesije može smanjiti ambicije u pogledu borbe zbog globalnog zatopljenja, gdje želi biti uzor ostatku svijeta.

2.1. Hrvatska i Kyoto protokol

Republika Hrvatska postala je 78. potpisnicom Kyotskoga protokola u ožujku 1999. godine. Na konferenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime održanoj u Nairobiju 1996. godine Republici Hrvatskoj odobrena je dodatna emisija CO_2 od 3,5 milijuna tona na godinu, ukupno 34,6 milijuna tona, što je omogućilo ratifikaciju Kyoto protokola 27. travnja 2007. godine u Saboru. Naime, ova odluka je izborena pregovorima, a zasniva 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 podatcima 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 (Vasilj, 2008: 239).

Grafikon 2. *Globalno zabrijavanje s Kyotskim protokolom i bez njega*



Izvor: *http://intellectualtakeout.or*

3. Mjere za smanjenje utjecaja staklenačkih plinova iz cestovnoga prometa

Promet se smatra najvećim potrošačem neobnovljivih izvora energije. Statistički gledano odgovoran je 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. Osim što negativno utječe na okoliš, promet ima negativan učinak i na globalno zagrijavanje i ljudsko zdravlje. U prilog tome ide i činjenica kako se svakodnevno na cestama javlja sve veći broj automobila.

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 3,667t ugljikova dioksida. Statistički gledano 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 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 (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A78, pregled: 20. svibnja 2016.)

3.1. Primjena alternativnih goriva

Upotreba obnovljivih izvora energije postaje sve značajnija, a kao razlozi nameću se ograničene količine fosilnih goriva i činjenica da su produkti nastali izgaranjem istih najveći zagađivači okoliša. Tako korištenje resursa iz obnovljivih izvora postaje temelj unapređenja i razvoja globalnog energetskog sektora, a nije više stvar opredjeljenja pojedinaca da osobnim primjerom doprinesu smanjenju emisije štetnih tvari iz cestovnih vozila kao što je bilo nekada. Stoga se u okviru međunarodnih sporazuma, navode ciljevi o povećanju korištenja obnovljivih energetskih resursa pri čemu treba voditi računa o dostupnosti istih i o mogućnosti njihove primjene u postojećem voznom parku. Budući da je vozni park prvenstveno prilagođen za korištenje konvencionalnog fosilnog goriva, prijelazno rješenje može biti korištenje mješavine fosilnih i alternativnih goriva (www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/203-2014.pdf, pregled: 28. svibnja 2016.)

Uporaba alternativnih goriva za pogon cestovnih vozila predstavlja jedan od mogućih načina za smanjenje štetne emisije ispušnih plinova, stoga se neke automobilske kompanije okreću proizvodnji automobila na takozvane alternativne pogone. Da bi se shvatio princip rada takvih automobila, potrebno je nešto reći o konvencionalnim automobilima. Njihov temelj čine motori s unutarnjim izgaranjem koji rade pogonjeni benzinskim ili dizelskim gorivom u kojima ono kontrolirano izgara. Izgaranjem dolazi do ekspanzije smjese zraka i goriva koja potiskuje klipove motora u zatvorenim cilindrima. Gibanje klipova se prenosi na kružno gibanje osovine, te zatim pomoću mjenjača i vratila, na kotače. Benzinski (tj. Ottov) i dizelski (tj. Dieselov) proces malo se razlikuju, gdje efikasnost obaju, ovisno o izvedbama, kreće se od 35 do 45% (http://www.poslovni.hr/vijesti/u-hrvatskoj-se-na-alternativni-pogon-vozi-samo-25061-automobil-66883.aspx, pregled: 14. veljače 2016.). To podrazumijeva da se toliki postotak kemijske energije goriva pretvori u rotacijsku kinetičku energiju koja se dalje prenosi na kotače ili druge sustave u automobilu (pumpa klima-uređaja, servopumpa volana, servopumpa kočnica, generator koji se brine za punjenje akumulatora). Svjetska auto industrija užurbano usavršava pogonske grupe na alternativna goriva jer promet mora funkcionirati i kada jednog dana naftni izvori u potpunosti presuše. Vrlo uskoro doći će doba kada ćemo na crpkama umjesto benzina i dizela točiti neka druga alternativna goriva. Znanstvenici tvrde kako bi već negdje oko 2030. godine naftni izvori mogli presušiti. Iako se doima kao daleka budućnost svjetska auto industrija post naftno doba mora dočekati spremna vodeći računa i o očuvanju okoliša (http://arhiva.vidiauto.com/autotech/goriva/, pregled: 14. veljače 2016.).

3.2. Kriteriji za potencijalnu uporabu alternativnih goriva u cestovnom prometu

Sva alternativna goriva zbog svoje jednostavnije kemijske strukture u odnosu na benzinsko gorivo, imaju potencijal za smanjenje emisije štetnih ispušnih plinova. Zbog manjeg sadržaja atoma ugljika, alternativna goriva pri izgaranju proizvode manju količinu CO_2, a u slučaju uporabe vodika emisija CO_2 potječe isključivo od izgaranja ulja za podmazivanje (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

Bitno je napomenuti da se uporabom alternativnih goriva ne može u potpunosti postići tzv. „nulta“ emisija štetnih ispušnih plinova, i zbog kemijske strukture ugljikovodičnog goriva (i pri idealnim uvjetima izgaranja prisutan je CO_2), i zbog same konstrukcije motornog mehanizma koja zahtijeva određen stupanj podmazivanja (u ispuhu su prisutni produkti izgorjelog ulja čak i pri uporabi vodika kao pogonskog goriva) (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

Prema jednoj od podjela, osnovni kriteriji za ocjenjivanje potencijalnog alternativnog goriva su:

1. mogućnost masovne proizvodnje
2. specifičnost pripreme smjese
3. utjecaj na okoliš
4. ekonomski uvjeti tj. konkurentnost cijene
5. stupanj opasnosti pri manipulaciji

(http://estudent.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastavni_materijal_alternativna_goriva.pdf, pregled: 18. travnja 2016.)

Mogućnost masovne proizvodnje omogućuje stalnu upotrebu alternativnih goriva, te njezinu nižu cijenu zbog konkurencije proizvođača. Time bi dobili konkurentne proizvode, odnosno konkurentna alternativa goriva koja bi bila specifična za svakoga proizvođača. Primjenom alternativnih goriva jako bi se utjecalo na okoliš, došlo bi do smanjenja zagađivanja zraka, smanjenja stakleničkog efekta što u konačnosti ima povoljne rezultate za život ljudi (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).Sljedeći kriteriji za ocjenu primjenjivosti alternativnih goriva kod pogon motora sa unutarnjim izgaranjem su:

1. emisija ispušnih plinova
2. potrošnja goriva
3. cijena alternativnog goriva
4. performance vozila s pogonom na alternativna goriva
5. nalazišta, način dobivanja i rezerve alternativnog goriva
6. troškovi konverzije ili proizvodnje vozila
7. načini i mogućnosti uskladištenja goriva na vozilu
8. mogućnost punjenja gorivom i potrebna infrastruktura
9. opća sigurnost vozila (hrcak.srce.hr/file/10027, pregled: 9. ožujka 2016.)

Cijena, odnosno koliko se novaca mora utrošiti u izgradnju infrastrukture za primjenu alternativnih goriva varira ovisno o vrsti alternativnog goriva u koje se želi ulagati. Vodikove ćelije i hibridni automobili zahtijevaju jako skupu proizvodnju ali i dobru infrastrukturu u njihovoj primjeni. Također primjerice jedno od najjeftinijih goriva je autoplin (LPG), čija cijena litre varira između 3–5kn, do je ugradnja instalacija između 5000-10000kn (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

Usporedbe reda cijena jedne litre bioetanola se kreće oko 30kn, što je znatno skuplje od autoplina ili običnog benzina (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

Potrošnja goriva, udaljenost koju vozilo može prijeći s jednim spremnikom goriva, mjesta na kojim može puniti spremnik za alternativno gorivo, performanse vozila i sigurnost jako utječu na izbor najpogodnijeg alternativnog goriva za kupca. Što se bolje i jeftinije neko alternativno gorivo prikaže kupcu to je veća mogućnost da sve veći dio populacije koristi alternativan goriva u vlastitim vozila. S toga velika je odgovornost na proizvođačima da kupcima ponude što bolju uslugu odnosno primjenu alternativnih goriva, pa će onda s vremenom i sve veći broj vozila na cestama biti na alternativni pogon (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

Performanse vozila na alternativni pogon jedan su od značajnijih kriterija u proizvodnji automobila pogonjenim alternativnim gorivom. Bitno je odrediti kakav vrsta vozila se želi proizvoditi, za duge ili kratke relacije, za prijevoz većeg broja ljudi ili manjeg broja ljudi. Postoje mogućnosti proizvodnje automobila na električni pogon koje će zadovoljavati

prijevoz u gradovima na kraćim relacijama. Takvi automobili bi imali dovoljno velike baterije za takvu vrstu vožnje u gradu, te bi se lako punile baterije takvih automobila. Dok bi primjerice električni automobili imali problema prilikom dužih relacija jer nemaju dovoljno velike baterije, odnosno ako bi imali velike baterije, one bi zauzimale veliki prostor automobila i bile bi teške što nikako nije dobro (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

Mogućnost punjenja, odnosno rasprostranjenost punionica je jako bitna pri donošenju odluke o korištenju alternativnog goriva. U Republici Hrvatskoj trenutno nema velik broj punionica za automobile na električni pogon. Međutim veliki napredak se napravio glede punionica i cjelokupne infrastrukture za točenje prirodnog plina u automobile. Većina dosadašnjih benzinskih postaja dodala je u svoju ponudu prirodni plin kao gorivo (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

Samo u gradu Zagrebu i Zagrebačkoj županiji postoje 42 benzinske postaje nude prirodni plin kao gorivo, a u cijeloj Hrvatskoj ih ima preko 100, što je dobar napredak prema sve većoj primjeni alternativnih goriva (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view, pregled: 5. ožujka 2016.).

4. Pojmovno određenje alternativnih goriva (biogoriva)

Pod pojmom alternativna goriva podrazmijevaju se goriva koja bivaju alternativom neobnovljivim fosilnim gorivima, odnosno biološka goriva koja uključuju kapljevita ili plinovita goriva proizvedena iz biomase za potrebe transporta. Njihova uloga je smanjiti udio štetnih plinova koji se ispuštaju u atmosferu. Prema načinu proizvodnje i sirovini koju koriste biogoriva se mogu podijeliti na tri generacije, o čemu će biti riječi u sljedećim poglavljima ovoga rada.

4.1. Biogoriva prve generacije

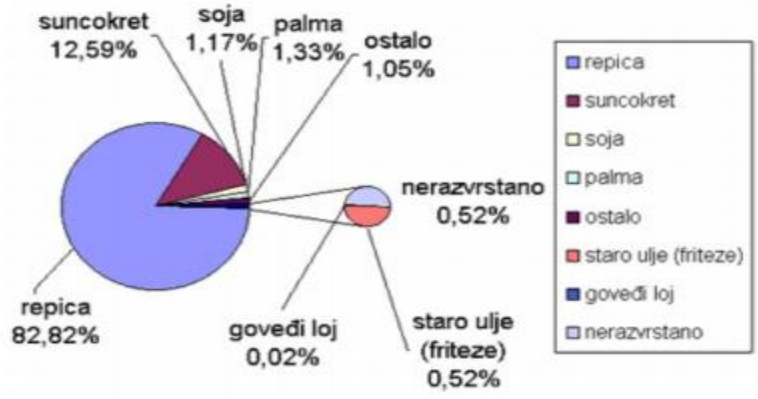
Kada se govori o biogorivima prve generacije, onda su prehrambeni usjevi jedni od pretežitih sirovina koje služe u njihovoj proizvodnji. Tako najveći udio otpada na kukuruz, pšenicu i šećernu trsku (http://biofuel.org.uk/first-generation-biofuel.html, pregled: 15.2.2016.)

4.1.1. Biodizel

Definicija biodizelskoga goriva odnosi se na gorivo dobiveno korištenjem bioloških izvora koje se može koristiti u nemodificiranim dizelskim motorima. Koristi se i kao komercijalni naziv za metil-ester, kemijski spoj dobiven postupkom transesterifikacije, koji se nalazi na tržištu tekućih goriva te se kao takav prodaje krajnjim korisnicima. Riječ je o standardiziranom tekućem nemineralnom, neotrovnom i biorazgradivom gorivu koje služi kao zamjena za fosilno gorivo, odnosno dizel (Vinčić, Špalj, Supičić 2011: 12).

Postupak esterifikacije uključuje reakciju biljnog ulja ili životinjske masti s metanolom u prisutnosti katalizatora pri čemu kao sporedni proizvod nastaje glicerol. Statistički podatci pokazuju kako se u europskim zemljama kao najčešće biljno ulje za proizvodnju biodizela koristi uljana repica (82,82%) te ulje suncokreta (12,59%), u Americi sojino ulje, dok azijske zemlje uključuju i palmino ulje. Kako su postotci raspoređeni na ostale sirovine, prikazano je na *Grafikonu 3.*

Grafikon 3. *Izbor osnovne sirovine za dobivanje biodizela*



Izvor: *https://repozitorij.vus.hr/islandora/object/vus%3A271/datastream/PDF/view*

Usporede li se karakteristike biodizelskoga goriva s konvencionalnim dizelom, sličnosti se nalaze u jednakim energetskim sposobnostima, a razlika je u puno boljoj mazivosti biodizela što ide u prilog produljenju vijeka trajanja motora. Njegova najistaknutija osobina očituje se u smanjenju emisije stakleničkih plinova. Tako ukupna emisija CO_2 (g/km) biodizela ovisi o korištenoj sirovini. Za biodizel dobiven preradom suncokreta emisije iznose oko 50 g/km, za biodizel dobiven preradom uljane repice emisije iznose oko 110 g/km, dok je ona čak i negativna rabi li se za proizvodnju biodizela otpadno jestivo ulje. Usporedbe radi, kod klasičnog dizela ukupna emisija CO_2 iznosi oko 220 g/km. Pored toga valja naglasiti da dolazi do smanjenja emisije CO za 42,7 %, ugljikohidrata za 56,3 %, krutih čestica za 55,3 %, toksina za 60 do 90 % uz potpunu eliminaciju sulfata (Šljivac, Šimić 2009: 37).

Većina današnjih vozila koristi motore koji ne zahtijevaju nikakve preinake za upotrebu biodizela. Biodizel je isto tako dobro otapalo koje čisti ostatke fosilnog dizela te se stoga u slučaju njegove upotrebe preporučuje češće mijenjati filtere goriva (Brajdić, Fićor 2011: 7).

Biodizel je lakše zapaljiv zbog višeg cetanskog broja, a zbog svoje biorazgradivosti gotovo je potpuno neopasan za okoliš, jer dospjevši u tlo razgrađuje se nakon 28 dana. U slučaju da nafta tijekom manipulacije ili transporta dospije u vodu, jedna litrom zagadit će se gotovo milijun litara vode, dok kod biodizela takvo zagađenje ne postoji, jer se on u vodi potpuno razgradi već nakon nekoliko dana.

Nedostaci biodizela su moguća začepljenja injektora, visoka viskoznost, miris prženog ulja iz ispuha te manja energetska vrijednost (37,2 MJ/l) od fosilnog dizela (42, MJ/l) što uzrokuje veću potrošnju.

Proizvodnju biodizela karakterizira stvaranje čitavog niza ko-proizvoda od kojih je svakako najpoznatiji glicerin, korišten u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji (proizvodnja sapuna). Isto tako na kraju tehnološkog procesa kao ko-proizvod dobiva se i uljni mulj koji se koristi kao visoko kvalitetno gnojivo za različite kulture u ekološkoj poljoprivredi.

4.1.2. Biljno ulje

Jestivo biljno ulje uglavnom se ne koristi kao gorivo, ali manje kvalitetno ulje se može koristiti za tu svrhu. Kako bi se osiguralo da ubrizgivač pravilno raspršuje gorivo, a sa ciljem

da se omogući efikasno izgaranje, biljno ulje mora biti zagrijano da bi se smanjila viskoznost. Taj postupak je lakši u podnebljima sa toplijom klimom. Velike korporacije kao što su MAN, B&W Diesel, Wartsila i Deutz imaju u svojoj ponudi motore koji su prilagođeni za korištenje biljnoga ulja, a bez potrebe za dodatnim modifikacijama motora. Biljno ulje također mogu koristiti i starije izvedbe dizel motora, koji ne koriste uobičajen način ubrizgavanja goriva ili ubrizgavanje goriva pomoću elektronskog sustava (Brajdić, Fićor 2011: 7).

4.1.3. Bioplin

Bioplinom se naziva mješavina plinova nastala fermentacijom biorazgradivog materijala u okruženju bez prisustva kisika. Bioplin je mješavina metana (CH_4) sa udjelom od oko 40 do 75 %, ugljikovog dioksida (CO_2) sa udjelom od oko 25 do 60 % te otprilike 2 % ostalih plinova (vodika H_2, sumporovodika H2S i ugljikovog monoksida CO). Bioplin je oko 20 % lakši od zraka, bez boje je i bez mirisa, temperatura zapaljenja mu se kreće između 650 i 750°C, a gori čisto plavim plamenom. Kalorijska vrijednost bioplina je oko 20 MJ/Nm3 te gori sa oko 60 %-om učinkovitošću u konvencionalnoj bioplinskoj peći (Šljivac, Šimić 2009: 32).

Za proizvodnju bioplina koristi se biorazgradivi dio organskog otpada kao što je stajski gnoj, talog iz proizvodnje jestivih ulja i masti, pljeva ili prašina žitarica, različiti biljni materijali, ostaci kruha i tijesta, kvasac, škrobni talog, klaonički otpad, otpaci kuhinja i kantina, trava itd. (Rozman, Kiš, Kralik 2009: 1).

Razlikujemo dva osnovna tipa organske digestije (razgradnje): aerobna (uz prisustvo kisika) i anaerobna (bez prisustva kisika). Svi organski materijali, bilo životinjski ili biljni, mogu biti razgrađeni u ova dva procesa, ali produkti će biti vrlo različiti. Aerobna digestija (fermentacija) proizvodi ugljični dioksid, amonijak i ostale plinove u malim količinama, veliku količinu topline i konačni proizvod koji se može upotrijebiti kao gnojivo. Anaerobna digestija proizvodi metan, ugljični dioksid, nešto vodika i ostalih plinova u tragovima, vrlo malo topline i konačni proizvod sa većom količinom dušika nego što se proizvodi pri aerobnoj fermentaciji. Takvo gnojivo sadži dušik u mineraliziranom obliku (amonijak) koje biljke mogu brže preuzeti nego organski dušik što ga čini posebno pogodnim za oplemenjivanje obradivih površina (Šljivac, Šimić 2009: 32).

Postrojenje koje služi za proizvodnju bioplina naziva se digestor. S obzirom da se u njemu odvijaju različite kemijske i mikrobiološke reakcije, poznat je i kao bioreaktor ili anaerobni reaktor. Glavna mu je funkcija da pruži anaerobne uvjete. Mora biti nepropustan za zrak i vodu. Može se napraviti od različitih materijala i različitih oblika i veličina, a to ovisi uglavnom o sirovini koju ćemo upotrijebiti. Sustavi namijenjeni za digestiju tekuće ili čvrste sirovine uglavnom se pune i prazne pomoću pumpi. Kompletni digestorski sustav se sastoji od jame za sakupljanje gnojiva, spremnika za miješanje, cijevi za odvođenje, digestora, spremnika i sustava za iskorištavanje plina. Dobiveni se bioplin najčešće koristi za dobivanje toplinske i/ili električne energije izgaranjem u kotlovima, plinskim motorima ili turbinama (korištenjem izmeta od 120 krava može se proizvesti dovoljno bioplina za pogon motora snage 50 kW, što je dovoljno za pokrivanje potreba za električnom energijom manjeg sela).

4.1.4. Etanol

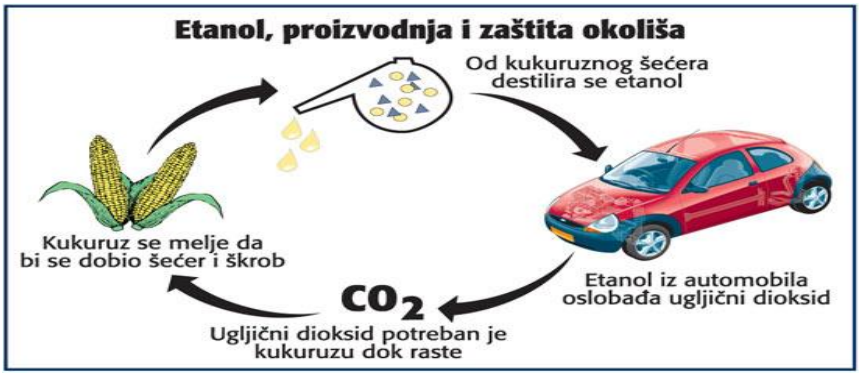
Etilni alkohol ili etanol, C_2H_5OH, je prozirna, bezbojna tekućina, specifičnog okusa i karakterističnog ugodnog mirisa. Najčešće ga nalazimo u alkoholnim pićima poput piva, vina i konjaka. Zbog niske temperature ledišta koristi se kao tekućina u termometrima na temperaturi ispod -40 °C (-40 °F), te kao antifriz u automobilima.

Osnovne faze u procesu proizvodnje etanola su: priprema sirovine, fermentacija te destilacija etanola. Priprema sirovine je zapravo hidroliza molekula škroba enzimima u šećer koji može fermentirati. Uobičajena tehnologija za proizvodnju etanola je fermentacija u peći s običnim kvascem za proizvodnju 8 do 10%-tnog alkohola nakon 24 do 72 h fermentacije. Nakon toga slijedi destilacija tog alkohola u nekoliko faza čime se dobiva 95%-tni etanol. Za proizvodnju posve čistog etanola, kakav se koristi za miješanje s benzinom, dodaje se benzen i nastavlja destilacija te se dobiva 99,8%- tni etanol (Granić 1998: 53).

Kao sirovina za proizvodnju etanola uglavnom se koriste šećeri (od šećerne trske, melase), škrob (od kukuruza) i celuloza (od drva, poljoprivrednih ostataka). Sirovine bogate šećerima sadržavaju jednostavne šećere glukozu i fruktozu koji mogu fermentirati izravno u etanol što ih čini izuzetno atraktivnima. Sirovine bogate škrobom sadržavaju velike molekule ugljikovodika koje treba razložiti na jednostavne šećere procesom saharifikacije. To zahtijeva još jednu fazu u procesu proizvodnje što povećava troškove. Ugljikovodici u sirovinama

bogatim celulozom sastavljeni su od još većih molekula i trebaju se konvertirati u šećere koji mogu fermentirati kiselom ili enzimatskom hidrolizom. Najznačajnije biljne vrste koje se uzgajaju za proizvodnju etanola su šećerna trska, slatki sirak, cassava i kukuruz.

Slika 2. *Etanol, prozvodnja i zaštita okoliša*



Izvor: *http://www.poslovni.hr/after5/lobiraju-i-sanader-i-mesic-i-ministri-no-lokalna-birokracija-nece-etanol-12062*

Etanol se može koristiti u motorima s unutrašnjim izgaranjem uz dodavanje benzinu ili kao njegova potpuna zamjena. Za dodavanje do 20% etanola u benzin nisu potrebne nikakve preinake ni zahvati na motoru, dok za dodavanje većeg udjela ili za pogon samo na etanol treba djelomično modificirati motor što poskupljuje cijenu takvih vozila za oko 5 do 10%.

4.2. Biogoriva druge generacije

Budući da prva generacija biogoriva može u jako malom postotku nadomjestiti svjetske potrebe za gorivom, razvija se tzv. druga generacija biogoriva. Biogoriva druge generacije se između ostaloga nazivaju još i „napredna biogoriva“ (http://biofuel.org.uk/second-generation-biofuels.html, pregled: 15.2.2016.).

Ono što čini razliku između prve i druge generacije je činjenica da sirovine za proizvodnju biogoriva druge generacije su uglavnom neprehrambene kulture (šumska biomasa, kora drveta, lišće, trupci itd.) osim u slučaju kada se radi o sirovinama čija je prehrambena uloga već iskorištena. Kao primjer se može navesti otpadno jestivo ulje koje više nije u mogućnosti zadovoljiti prehrambene zahtjeve čovjeka.

4.2.1. Biohidrogen

Biohidrogen ima potencijal biti najzastupljenije biogorivo u budućnosti, s obzirom da je obnovljiv, ne uzrokuje emisije stakleničkih plinova tijekom sagorijevanja već oslobađa energiju, te se vrlo lako može pretvoriti u električnu energiju korištenjem čelija za gorivo. Za proizvodnju biohidrogena korištenjem fotosintetičkih mikroorganizama, potreban nam je jednostavan solarni reaktor uz neznatan energijski izvor. S druge strane, elektrokemijska proizvodnja biohidrogena uz pomoć solarnih baterija, zahtijeva poprilično jake energetske izvore. Danas razlikujemo nekoliko različitih procesa proizvodnje biohidrogena kao što su: biofotoliza vode pomoću mikroalgi ili cijanobakterija, proizvodnja biohidrogena uz pomoć određenih enzima (hidrogenaza, nitrogenaza), proizvodnja pomoću fotosintetskih bakterija, kombinacija fotosintetskih i anaerobnih bakterija kod proizvodnje. Sama proizvodnja biohidrogena je najzahtjevnija s obzirom na okoliš. Budućnost ovog procesa ovisi ne samo o poboljšanjima na temelju istraživanja, već i o ekonomskim zahtjevima, društvenoj prilagodljivosti i razvitku hidrogenskog energijskog sustava (http://www.izvorienergije.com/biogoriva.html, pregled: 15.2.2016.).

4.2.2. Biometanol

Biometanol također može biti proizveden iz sintetičkog plina, koji se dobiva iz biomase, te se može primjerice koristiti kao zamjena nafti pri paljenju motora na iskru zbog visokog oktanskog broja. Slično kao i kod bioetanola, prilikom upotrebe ovog goriva trebalo bi uzeti u obzir niski tlak isparavanja, nisku energiju gustoće kao i nekompatibilnost s materijalima u motoru. Otprilike između 10 do 20% biometanola pomiješanog s naftom može se koristiti u motorima bez potrebe za njihovom modifikacijom. S obzirom da biometanol gori nevidljivim plamenom i izuzetno je otrovan, prilikom njegovog korištenja zahtijevaju se stroge mjere opreza (http://www.izvorienergije.com/biogoriva.html, pregled: 15.2.2016.).

4.2.3. Bio – DME

Bio – DME (biodimetileter) je vrlo sličan biometanolu. Može se proizvesti direktno iz sintetičkog plina, koji je još uvijek u razvitku. U kemijskoj industriji, DME se proizvodi iz

čistog metanola putem katalitičke dehidracije, procesa kojim se kemijski razdvaja voda od metanola. Ovakav metanol može se proizvesti iz ugljena, prirodnog plina ili biomase. Nerijetko se produkcija metanola i DME obuhvaća jednim procesom.

Tek u zadnje vrijeme se na DME počelo gledati kao na mogući izvor goriva. U prošlosti se koristio kao zamjena kloroflourkarbonu u sprejevima. Međutim, zbog niske temperature sagorijevanja te visokog cetanskog broja pogodan je kao gorivo u dizelskim motorima. Iako ne potiče koroziju metala (kao bioetanol i biometanol), DME djeluje na određene vrste plastike i gume nakon određenog vremena. Na sobnoj temperaturi je u plinovitom stanju, dok u tekuće stanje prelazi ukoliko je tlak iznad 5 bara ili na temperaturi nižoj od -25°C (http://www.izvorienergije.com/biogoriva.html, pregled: 16.2.2016.).

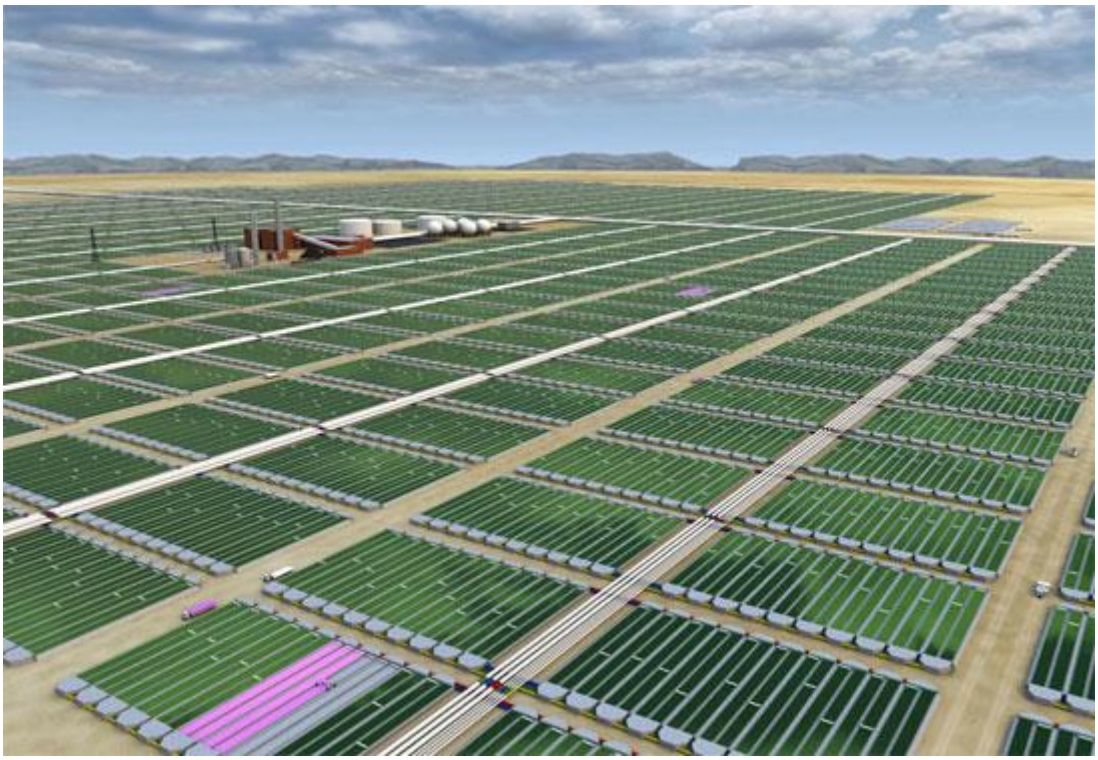
4.2.4. Fischer – Tropsch dizel

Fischer – Tropsch procesom se naziva katalitička kemijska reakcija tijekom koje se ugljikov monoksid i vodik pretvaraju u tekući ugljikovodik različitih oblika. Pri tome se koriste tipični katalizatori kao što je željezo ili kobalt. Formula je: $(2n+1)H2 + nCO \rightarrow CnH(2n+2) + nH2O$. Primarni cilj Fischer – Tropsch procesa je produkcija sintetičke zamjene nafti, prvenstveno od ugljena ili prirodnog plina, a da bi se upotrijebila kao sintetičko ulje za podmazivanje ili sintetičko gorivo (http://www.izvorienergije.com/biogoriva.html, pregled: 16.2.2016.).

4.3. Biogoriva treće generacije

Pojam „treća generacija“ biogoriva se počinje spominjati odnedavno, a odnosi se na proizvodnju biogoriva korištenjem algi kao sirovine. Prije toga alge su bile smatrane sirovinom druge generacije, no s vremenom je postalo evidentno da alge imaju sposobnost daleko većih prinosa uz niža ulazna sredstva te su zbog toga svrstane u zasebnu (treću) kategoriju sirovina za proizvodnju biogoriva (http://biofuel.org.uk/third-generation-biofuels.html, pregled: 16.2.2016.).

Slika 3. *Polje za proizvodnju/uzgoj algi*



Izvor: www.izvorienergije.com/pictures/static_content/biofuel_production_from_algae/algae_farm.jpg

Kada uspoređujemo proizvodne potencijale, potencijal niti jedne sirovine se ne može usporediti sa proizvodnim potencijalom algi u pogledu količine i raznolikosti. Alge rastu 50 do 100 puta brže od tradicionalnih kultura za proizvodnju biogoriva, ne zahtijevaju svježu pitku vodu i zemljište da bi rasli, mogu se uzgajati u odvojenim vodenim površinama čak iako voda nije dovoljno kvalitetna za piće, a također se mogu uzgajati i u slanoj vodi https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A94/datastream/PDF/view, pregled: 10. ožujka 2016.).

Raznolikost goriva koje alge mogu proizvesti rezultat su dvije karakteristike mikroorganizama. Prvo, alge proizvode ulje koje se lako može biti rafinirati u dizel ili u čak pojedine komponente benzina. A kao drugo i značajnije, genetskim manipulacijama algi može se proizvesti široki spektar goriva sve od etanola i butanola pa čak do benzina ili dizelskih goriva izravno https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A94/datastream/PDF/view, pregled: 10. ožujka 2016.).

Proizvodnja butanola je od značajnog interesa zbog iznimno velike sličnosti sa benzinom kada govorimo o gustoći energije, a uz smanjenu emisiju štetnih plinova. Pojavom genetski modificiranih algi te u konačnici butanola kao krajnjeg produkta postoji mogućnost da će

butanol u budućnosti jednim svojim dijelom zamijeniti etanol zbog činjenice da njegovim korištenjem ne dolazi do oštećenja motora, a ne zahtijeva gotovo nikakove modifikacije motora u slučaju da korisnik odluči butanol koristiti za pogon svoga vozila. Goriva koja se mogu proizvesti upotrebom algi kao sirovina su:

- biodizel
- butanol
- benzin
- metan
- etanol
- biljno ulje

mlazno gorivo (https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A94/datastream/PDF/view, pregled: 10. ožujka 2016.]

Osim raznolikosti proizvodnje u prilog proizvodnji biogoriva korištenjem algi ide i činjenica o izrazito velikim prinosima (gotova 9000 galona biogoriva po jutru, iako se tvrdi da je moguće ostvariti i 20 000 galona po jutru). Neki podaci govore da bi samo 0.42% teritorija SAD-a bi bilo dovoljno da se zadovolje sve njihove potrebe za gorivom, što je iznimno značajan podatak ako promatramo SAD kao najvećeg svjetskog potrošača goriva (https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A94/datastream/PDF/view, pregled: 10. ožujka 2016.).

No, kao i svaki puta do sada, osim prednosti postoje i nedostatci uzgoja algi. Najveća mana im je što i kada su uzgajane u otpadnoj vodi zahtijevaju ogromne količine vode, zatim dušika i fosfora u toj mjeri da se prilikom proizvodnje ovih gnojiva u atmosferu ispusti veća količina stakleničkih plinova nego se primjenom biogoriva proizvedenih preradom algi smanji https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A94/datastream/PDF/view, pregeld: 10. ožujka 2016.).

5. Prednosti i nedostatci primjene elektromotora

Kao što je navedeno elektro-vozila nisu pogodna za u uporabu na velikim relacijama (dužim od 200 km), pa su oni doživjeli svoju najveću uporabu u unutrašnjem transportu već dugi niz godina. Prvenstveno zbog njihovih performansi; ta vozila su tiša, čišća, ekonomičnija

i ekologičnija od vozila koja imaju motore s unutarnjim izgaranjem (Vrhovski, 2008: 30). bog toga su ona daleko pogodnija u uvjetima izražene brige i što ugodnijeg ambijenta za korisnika kao što je to slučaj sa zračnim lukama, željezničkim kolodvorima i, općenito, putničkim terminalima. Budući da njihovi pogonski motori ne proizvode nikakve štetne plinove niti zahtijevaju brojne filtere, brtve, ulja i maziva koja je potrebno mijenjati tijekom eksploatacije, te su na taj način nadasve pogodna za primjenu u ambijentima visokih sanitarnih zahtjeva (npr. farmaceutska ili prehrambena industrija). Zaključujemo da elektrovozila troše znatno manje pogonske energije za isti učinak te imaju znatne ekološke prednosti, kao i zbog činjenice da ih je u cijelosti moguće reciklirati (https://bib.irb.hr/datoteka/542270.Uvoenje_alternativni_pogona_u_cestovnom_prometu.docx , pregled: 15. ožujka 2016.).

Upotreba malih električnih vozila u unutrašnjem transportu sve je više u primjeni u industrijama EU i svijetu. Zahvaljujući najmodernijim rješenjima na području kontrolne elektronike i skladištenja električne energije, današnja elektro-vozila posjeduju odlične performanse te izuzetnu pouzdanost uz, kao što je ranije navedeno, niske troškove eksploatacije (https://bib.irb.hr/datoteka/542270.Uvoenje_alternativni_pogona_u_cestovnom_prometu.docx , pregled: 15. ožujka 2016.).

6. Usporedba hibridnih motora sa SUI motorima

Dobre strane hibridnog pogona su znatno smanjenje potrošnje goriva i to za 50%, te kao izravna posljedica, znatno smanjenje zagađenja. Jedan od glavnih nedostataka hibridnog pogona je taj, iako u smanjenoj mjeri, i dalje troši fosilna goriva kojih će zaliha posve nestati. Drugi veliki nedostatak je mala efikasnost energetskih pretvorbi. Ciklus pretvorbe energije sastoji se od pretvorbe kinetičke energije u električnu pa onda u kemijsku te zatim obrnutim redoslijedom. Čitav taj ciklus, u kojem se energija pretvara u generatorima i u akumulatoru, nudi efikasnost manju od 40%. To podrazumijeva da više od 60% energije izgubimo prilikom pretvorbe, i to više nego kod konvencionalnih pogona. Također, problem ovakvih pogona je povećana količina otpada nakon iskorištenja vozila u odnosu na konvencionalne pogone, zbog složenije opreme (Alternativni pogoni automobila, 2007: 62-67).

Iako ovakvi pogoni imaju određene nedostatke, postoji perspektiva njihove veće primjene u komercijalne svrhe. To se ponajprije odnosi na instaliranje solarnih ploča (ćelija)

na sama vozila. Goriva ćelija proizvodi električnu energiju kombiniranjem vodika i kisika u kemijskoj reakciji. Radi se o vrsti minijaturne elektrane. Budući da ćelija goriva direktno proizvodi električnu energiju, bez sagorijevanja vodika, čista je i vrlo učinkovita. Teoretski, ako ćelija goriva može pretvoriti 83% energije vodika u električnu energiju, može se očekivati velika učinkovitost u usporedbi s maksimalno 30% do 40% mogućih kod benzinskih motora. Nadalje, u osnovi, ćelija goriva ne proizvodi CO_2 ili štetne plinove; njen jedini nusprodukt je voda. Te bi ploče polako punile baterije automobila, ako je to praktičnije nego ukapčanje automobila u struju (Solarni automobili, 2009: 82-87). Već postoji prototip automobila sa solarnim pločama. To je poznati Toyotin hibrid Prius koji ima instalirane solarne ploče na krovu. Solarna energija prikupljena solarnim pločama koristi se kao izvor energije za klima-uređaj ili se može sakupljati u pomoćnoj bateriji koja onda omogućuje veći radijus kretanja automobila.

Slika 4. *Hibridno vozilo*



Izvor: *http://blog.mtel.ba/wp-content/uploads/2014/11/Hibridna-vozila-.png*

7. Razvojne mogućnosti cestovnih vozila na alternativni pogon

Suvremeno doba donosi promjene u cestovnom prometu. Novi i nadolazeći trendovi potiskuju stare koji se koriste već više od stotinu godina. Budući da se svakodnevno povećava broj automobila na cestama, povećava se i potrošnja fosilnih goriva, odnosno emisija staklenačkih plinova, a to su: ugljikov dioksid, ugljikov monoksid, dušikovi i sumporni

oksidi. Stoga su brojne automobilske kompanije primorane okrenuti se proizvodnji automobila na alternativne pogone. Time promet postaje ključnim strateškim resursom sveukupnog čovječanstva čija se potražnja temelji na trajnom porastu što zahtijeva novi pristup u projektiranju i aplikaciji suvremenih prometnih tehnologija. Koordinirano planiranje moderne prometne infrastrukture i prometne potražnje predstavlja temeljnu pretpostavku za postizanje bolje kvalitete života ljudi, racionalnu upotrebu resursa i zaštitu okoliša. Tako je jedan od preduvjeta kontinuiranog održivog razvoja prometa upravo ulaganje u izgradnju prometne infrastrukture koje se mora temeljiti na analizi potražnje za prometnim uslugama (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A173/datastream/PDF/view, pregled: 14. svibnja 2016.).

Upotreba obnovljivih izvora energije postaje sve raširenija zbog ograničenih fosilnih goriva, ali i zbog toga što su produkti, nastali izgaranjem istih, najveći zagađivači okoliša. Tako korištenje resursa iz obnovljivih izvora energije postaje temelj unapređenja i razvoja globalnog energetskog sektora.

Opravdanost za uvođenje alternativnih pogonskih goriva treba tražiti u trendovima koji se promoviraju u Europskoj uniji i drugim razvijenim zemljama svijeta. Oni postaju značajni prvenstveno zbog toga što se izvori fosilnih goriva smanjuju, osobito nafte, čijom se preradom proizvodi dizel i benzin.

Sve je više "zelenih" hibridnih vozila na cestama, ali pravoga "booma" takvih vozila još nema. Kao razlozi tome nameću se nedovoljno razvijena svijest ljudi, preskupa tehnologija proizvodnog procesa i konačna cijena vozila. Hoće li u budućnosti kupci voziti automobil s motorom s unutarnjim izgaranjem ili električnim motorom uvelike će ovisiti o klasi automobila koji voze. Dogovorom na razini Europske unije, a temeljem dogovora iz Kyota, propisano je da najrazvijenije zemlje svijeta do 2020. godine moraju čak 20 posto energetskih potreba prebaciti na obnovljive izvore energije (http://zelenipartner.eu/art/u-sad-u-se-elektrichni-automobili-bolje-prodaju-od-plug-in-elektrichnih-hib , pregled: 20. veljače 2016.).

Postavlja se pitanje treba li više koristiti vjetar ili vodu kao izvore energije ili se pak okrenuti poljima. Promotri li se hrvatska pozicija u Europi, gdje uz Albaniju i BiH predstavljamo jedine ne proizvođače biogoriva, sasvim je sigurno da nismo zemlja koja ima jasno zacrtanu budućnost. U Hrvatskoj ne postoje točni podatci o proizvodnji, radi se samo o pojedinačnim pokušajima, uglavnom za vlastite potrebe pa se o nekom tržištu biogoriva uopće ne može govoriti. Europa se odavno okrenula biogorivima, za koja je sasvim sigurno da su

puno veći potencijal i prostor za napredovanje. Statistički gledano radikalne se promjene sustava očekuju od 2015. godine, kada će emisiju CO_2 trebati smanjiti još tri posto, 4,5 posto u 2017. godini te sedam posto u 2020. godini. Takvo nešto moguće je samo uz udio biogoriva od 10 do 12 posto. Tek tada će smanjenje stakleničkih plinova biti izrazitije. Ključ uspjeha je visokorazvijena tehnologija pa je sasvim sigurno da će u budućnosti biti sve više bioetanola iz slame i srodnih biljaka. Diljem svijeta postoje milijarde razvojnih programa koji potiču proizvodnju biogoriva. Stotinjak istraživanja, demonstracija i proizvodnih pogona neprestano niče. Na redu su vlade, koje moraju poreznim olakšicama omogućiti što veću i masovniju primjenu svih vrsta biogoriva da bi se smanjili klimatski utjecaji pa bismo do 2020. godine imali i nekoliko milijuna vozila na biogoriva, pogotovo na bioplin (https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A173/datastream/PDF/view, pregled: 14. svibnja 2016.)

8. Opravdanost za uvođenje alternativnih pogona

Opravdanost za uvođenje alternativnih pogona prvenstveno treba tražiti u trendovima koji se promoviraju u EU i drugim razvijenim državama svijeta. Ovi trendovi postali su značajni prvenstveno zbog toga što se smanjuju izvori resursa fosilnih goriva, osobito nafte – čijom se preradom proizvodi dizel gorivo i benzin. Pri tome se prvenstveno vodi računa o ekonomičnosti, a u drugom planu o zaštiti okoliša (https://bib.irb.hr/datoteka/542270.Uvoenje_alternativni_pogona_u_cestovnom_prometu.doc, pregled: 15. ožujka 2016.)

Jedan od projekata koji obuhvaća sve varijante alternativnih pogona je i projekt SU:GRE (Sustainable Green Fleets - Održivi zeleni vozni parkovi). Ovaj projekt promovira alternativna goriva i fokusira se na zelene vozne parkove, iako ne isključivo na one vezane za kopneni prijevoz. Glavni su ciljevi promocija i podrška prelaska voznih parkova s klasičnih na alternativne pogonske sustave (od bio-goriva, preko metana pa do hibridnih sustava koji se sastoje od motora s unutarnjim sagorijevanjem i električnih pogonskih sustava) te energetski učinkovito korištenje istih. SU:GRE promiče pozitivne stavove prema alternativnim gorivima i novim pogonskim konceptima. Pri tome izabire vozne parkove koji će služiti kao primjer i dokaz održivosti takve vrste pogona: http://www.sugre.info/docs/SUGRE_osnovne_informacije.pdf, pregled: 13. svibnja 2016.). Partneri projekta su skoro sve članice EU.

SU:GRE se sastoji od 6 projektnih jedinica, čije su zadaće: vođenje i koordinacija svih informacijskih aktivnosti, osiguranje kvalitete i financijske administracije (projektni management), analiza postojeće kampanje i njihovi rezultati, definiranje sadržaja za tri ciljne skupine (transportni vozni parkovi, autoškole, instruktori i ostali vozni parkovi), izradba i ocjena koncepta edukativnih materijala uz pomoć vlasnika voznih parkova koji su dio projekta, pružanje trening/podrške ponajprije vlasnicima transportnih i ostalih voznih parkova, pokrivanje općenitih informativnih zadataka (prezentacije, letci, mape, newsletter, networking i internetska platforma) (https://bib.irb.hr/datoteka/542270.Uvoenje_alternativni_pogona_u_cestovnom_prometu.docx , pregled: 15. ožujka 2016.).

Rezultati ovog projekta identificirali su potrebu da države članice Europske unije korištenjem tarifnih i poreznih sustava stvore poticaj za javnu nabavu vozila na biogoriva. Ta inicijativa posebno je važna za vlasnike voznih parkova, zbog mogućnosti ulaganja u prilagodbu postojećih vozila. Dobar primjer pokazuju rezultati uvođenja autobusa na vodikove ćelije u Lihtenštajnu gdje je takvom mjerom uštađeno preko 70 000 litra dizela, a emisija štetnih tvari smanjena je za skoro 200 tona (https://bib.irb.hr/datoteka/542270.Uvoenje_alternativni_pogona_u_cestovnom_prometu.doc, pregled: 15. ožujka 2016.).

Također, postoje projekti za razvoj samo jednog tipa alternativnih pogona, npr. hibridnih vozila (SEES (FP6), HOPE (FP6)) ili samo elektrovozila (SPADE (FP6), SPADE2 (FP6), AVITRACK (FP6))
(https://bib.irb.hr/datoteka/542270.Uvoenje_alternativni_pogona_u_cestovnom_prometu.doc, pregled: 15. ožujka 2016.).

ZAKLJUČAK

Budući da se iz godine u godinu povećava broj automobila, odnosno njihova dostupnost postaje na raspolaganju širokoj masi ljudi, nameće se problem smanjenja emisije stakleničkih plinova iz prometnog sektora. U prilog tome idu i brojne mjere za suzbijanje CO_2 pa proizvođači vozila pokušavaju razviti motore s manjom potrošnjom goriva, smanjenom težinom te ugrađivanjem raznih zahvata 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 proizvodnja i dalje preskupa da bi se nosili s fosilnim gorivima.

Pomoću alternativnih goriva može se smanjiti emitiranje štetnih plinova, ali i osigurati 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. Ta goriva, također, u atmosferu ispuštaju stakleničke plinove pa nisu ekološki potpuno prihvatljiva. Uz alternativna goriva veže se i jedan etički problem. Naime, alternativna goriva proizvode se od šećerne trske, kukuruza, soje, uljane repice i drugih biljaka koje mogu poslužiti kao hrana. Tako bogatije države proizvode alternativna goriva na način da pretvaraju hranu u gorivo, dok s druge strane izuzetno puno ljudi na Zemlji umire od gladi i ta ista hrana spasila bi im živote.

Potrebne su brze promjene zbog rastućeg zagađenja i isteka rezervi fosilnih goriva. Masovnu proizvodnju i uporabu neće doživjeti gorivo koje je najbolje i najmanje zagađuje, nego ono koje je ekonomski najisplativije. Europska unija najosviještenija je po pitanju alternativnih goriva.

Marin Marković

potpis

36

POPIS LITERATURE

Knjige i članci:

Bošnjak, M., Palik, F., Bogdan, Š. (2002). *Buka i vibracije na željeznici*. Suvremeni promet, br. 3-4, Zagreb: HZDP

Brajdić, S., Fićor, S. (2011). *Korištenje biogoriva u kopnenom prometu (osobito u RH) – stanje i perspektiva.* Seminarski rad. Rijeka: Veleučilište u Rijeci - prometni odjel.

Golubić, J. (1999). *Promet i okoliš.* Zagreb: Fakultet prometnih znanosti

Golubić, J. (2006). *Promet i okoliš*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti

Granić, G., ur. (1998). *Program korištenja energije biomase i otpada: Prethodni rezultati i buduće aktivnosti.* Zagreb: Energetski institut „Hrvoje Požar".

Pavičević, D. i dr. (2002). *Ekološke prednosti željeznice.* Zagreb: Sindikat infrastrukture Hrvatskih željeznica

Rozman, V., Kiš, D., Kralik, D. (2009). *Gorivo iz poljoprivrednih proizvoda za i protiv.* Osijek: Poljoprivredni fakultet u Osijeku.

Šljivac, D., Šimić, Z. (2009). *Obnovljivi izvori energije: Najvažnije vrste, potencijal i tehnologija.* Zagreb: Fakultet prometnih znanosti

Sršen, M. (2002). *Utjecaj cestovnog prometa na okoliš i mjere zaštite*. Suvremeni promet, br. 3-4, Zagreb: HZDP

Vasilj, A. (2008). *Suvremeni promet*. Zagreb

Vinčić, S., Špalj, N., Supičić, M. (2011). *Biogoriva.* Seminarski rad. Rijeka: Pomorski fakultet u Rijeci..

Vrhovski D. (2008). *Logistika na električni pogon,* Transport i logistika, br.4, str. 30

Internetski izvori:

Alternativna goriva - e-Student – Fakultet prometnih znanosti. Dostupno na: http://estudent.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastavni_materijal_alternativna_goriva.pdf [18. travnja 2016.]

Alternativna goriva – Vidiauto. Dostupno na: http://arhiva.vidiauto.com/autotech/goriva/ [14. veljače 2016.]

Automobili na alternativni pogon i njihova upotreba – Zeleni partner. Dostupno na: http://zelenipartner.eu/art/u-sad-u-se-elektrichni-automobili-bolje-prodaju-od-plug-in-elektrichnih-hib [20. veljače 2016.].

Biofuels – First Generation Biofuels. Dostupno na: http://biofuel.org.uk/first-generation-biofuel.html [15. veljače 2016.]
Biogoriva – izvori energije. Dostupno na: http://www.izvorienergije.com/biogoriva.html [15. veljače 2016.]
Motor vehicle air pollution – BVSDE. Dostupno na: http://www.bvsde.paho.org/comun/airefile/mvr.pdf [15. svibnja 2016.]
U Hrvatskoj se na alternativni pogon vozi samo 25.061 automobil. Dostupno na: http://www.poslovni.hr/vijesti/u-hrvatskoj-se-na-alternativni-pogon-vozi-samo-25061-automobil-66883.aspx [14. veljače 2016.]
Sugree – osnovne informacije. http://www.sugre.info/docs/SUGRE_osnovne_informacije.pdf, [13. svibnja 2016.]
The atmosphere in the Earth System. Dostupno na: www.atmosphere.mpg.de [14. svibnja 2016.]
Birin, D. (2015). *Strategije i metode smanjenja emisija ugljičnog dioksida iz cestovnog prometa.* Dostupno na: https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A78 [20. svibnja 2016.]
Golubić, J. (2011). Utjecaj regulative na redukciju stakleničkih plinova iz prometa. Dostupno na: https://bib.irb.hr/datoteka/506179.rad1.doc [15. svibnja 2016.]
Filipović, M. (2015). *Mogućnost primjene alternativnih goriva kod Otto motora.* Dostupno na: https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A77/datastream/PDF/view [5. ožujka 2016.]
Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M. (2005). *Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila.* Dostupno na: hrcak.srce.hr/file/10027 [9. ožujka 2016.]
Jakovac, I., Kučica, M., Marčelja, D. (2011). *Uvođenje alternativnih pogona u cestovnom prometu.* Dostupno na: https://bib.irb.hr/datoteka/542270.Uvoenje_alternativni_pogona_u_cestovnom_prometu.docx [15. ožujka 2016.]
Miklić, I., Milanović, B. (2011). *Sustavi za redukciju emisije ispušnih plinova motornih vozila.* Dostupno na: https://bib.irb.hr/datoteka/542221.SUSTAVI_ZA_REDUKCIJU_EMISIJE_ISPUNIH_PLINOVA_MOTORNIH_VOZILA.doc. [25. svibnja 2016.]
Miškulin, S. *Razvoj prometa u funkciji očuvanja energetskih resursa.* Dostupno na: www.pfri.uniri.hr/knjiznica/NG-dipl.LMPP/203-2014.pdf [28. svibnja 2016.]
Vdović, K. (2015). *Analiza eksploatacijskih značajki vozila na alternativni pogon.* Dostupno na: https://zir.nsk.hr/islandora/object/fpz%3A173/datastream/PDF/view [14. svibnja 2016.]

Zenzerović, Z., Savić, M. (2002). *Ekološki aspekti usporedbe željezničkog i cestovnog prijevoza masovnog tereta.* Dostupno na: https://bib.irb.hr/datoteka/115931.prometa-ISEP.doc, [14. travnja 2016.]
Žalac, Z. (2015). *Biogoriva u prometu i ekološki doprinos.* Dostupno na: https://repozitorij.vuka.hr/islandora/object/vuka%3A94/datastream/PDF/view [10. ožujka 2016.]

POPIS KRATICA

ECE	*Economic Commission for Europe*
EEA	*European Environment Agency*
SU:GRE	*Sustainable Green Fleets* (*Održivi zeleni vozni parkovi)*

POPIS SLIKA I GRAFIKONA

Slika 1. Prikaz država potpisnica Kyoto protokola
Slika 2. Etanol, prozvodnja i zaštita okoliša
Slika 3. Polje za proizvodnju/uzgoj algi
Slika 4. Hibridno vozilo
Grafikon 1. Sadržaj ispušnih plinova cestovnih motornih vozila
Grafikon 2. Globalno zabrijavanje s Kyotskim protokolom i bez njega
Grafikon 3. Izbor osnovne sirovine za dobivanje biodizela