Ekološki aspekti primjene biogoriva u cestovnom prometu

Vuković, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

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:119:861428

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

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



Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository







SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Luka Vuković

EKOLOŠKI ASPEKT PRIMJENE BIOGORIVA U CESTOVNOM PROMETU

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

EKOLOŠKI ASPEKT PRIMJENE BIOGORIVA U CESTOVNOM PROMETU

ECOLOGICAL ASPECT OF USAGE THE BIOFUELS IN THE ROAD TRAFFIC

Mentor: Prof. dr. sc. Jasna Golubić

Student: Luka Vuković
JMBAG: 0135220995

Zagreb, lipanj 2016.

SAŽETAK

Velika eksploatacija fosilnih goriva dovela je do povećane potražnje za alternativnim izvorima energije. U završnom radu detaljnije je opisan pojam biogoriva, kriteriji za njegovu uporabu te podjela na generacije. Također se navode prednosti i nedostatci biogoriva gledano sa ekološkog aspekta primjene i direktiva Europske unije glede biogoriva. Nastavak rada odnosi se na uporabu biodizelskog goriva na pogonskim uređajima cestovnih motornih vozila kao i sam nastanak i proizvodnja biogoriva. Prikazana je mogućnost proizvodnje biodizela u Europskoj uniji te usporedba sa mogućnostima Republike Hrvatske. Posebno je dan naglasak na ekološki aspekt uvođenja biodizela u Republici Hrvatskoj. Biogoriva kao obnovljivi izvor energije od posebnog su interesa za Republiku Hrvatsku jer bi u većim količinama mogla zamijeniti fosilna goriva u cestovnom prometu te bi dovela do značajnijeg smanjenja stakleničkih plinova.

Ključne riječi: biogoriva; biodizel; ekološki aspekt; cestovni promet

SUMMARY

Large exploitations of fossil fuels has led to increased demand for alternative energy sources. This final paper describes more details about the concept of biofuels, the criteria for its use and the distribution on generations. It also points out advantages and disadvantages of biofuels observed from an environmental point of application and from European Union's directives of biofuels. The paper follows up the use of biodiesel in road vehicles and process of production of biofuels. Possibility of production in European Union is shown and compared to possibilities of production in Croatia. Special emphasis was given on environmental benefit of introduction of biofuels in Croatia. Biofuels, as a renewable source of energy, are important for Croatia because, in large quantities, it could substitute fossil fuels in road traffic and it would lead to significant decrease of greenhouse gases.

Keywords: biofuels; biodiesel; environmental aspect; road traffic

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. UTROŠAK ENERGIJE U CESTOVNOM PROMETU 2
2.1. Izvori energije 2
2.2. Odnos Europske unije prema obnovljivim izvorima energije 5
3. KRITERIJI ZA POTENCIJALNU UPORABU ALTERNATIVNIH GORIVA 8
4. BIOGORIVA 11
4.1. Biomasa – temelj proizvodnje biogoriva 11
4.2. Podjela biogoriva 14
4.2.1. Biogoriva I. generacije 15
4.2.2. Biogoriva II. generacije 17
4.2.3. Biogoriva III. generacije 20
4.3. Utjecaj biogoriva na okoliš 21
5. EKOLOŠKE PREDNOSTI I NEDOSTACI BIODIZELSKOG GORIVA U CESTOVNOM PROMETU 22
5.1. Ekološki učinci biodizela 22
5.2. Prednosti i nedostaci biodizela 22
5.3. Proizvodnja biodizela u EU 24
5.4. Strategija niskougljičnog razvoja – sektor prometa 26
6. EKOLOŠKE PREDNOSTI I NEDOSTACI BIOPLINA I BIOETANOLA 32
7. UPORABA BIODIZELA KAO POGONSKOG GORIVA U CESTOVNOM PROMETU 38
7.1. Povijesni razvoj uporabe biodizela kao pogonskog goriva 38
7.2. Primjena i utjecaj biodizela kao pogonskog goriva 39
8. ENERGETSKO - EKONOMSKI ASPEKT UVOĐENJA BIODIZELA U RH 43
9. ZAKLJUČAK 47
Literatura 48
Popis slika 51
Popis tablica 51

1. UVOD

Razvoj automobilske industrije u drugoj polovini 20 stoljeća dovodi do enormnog razvoja cestovnog prijevoza ljudi i robe. Također nagli razvoj tehnike i tehnologije dovodi do masovne eksploatacije prirodnih resursa što kao posljedicu dovodi do narušavanja kvalitete međusobnog odnosa čovjek – okoliš.

Štetne komponente ispušnih plinova motornih vozila slove kao najutjecajniji čimbenik zagađenja okoliša. Taj problem posebno je istaknut u urbanim sredinama koje postaju sve zagađenije zbog velike koncentracije cestovnih vozila na relativno malom području. Svi navedeni čimbenici utjecali su na pojavu ekološke osviještenosti. Posljednje desetljeće prošloga stoljeća kao i početak novog, obilježili su nizovi zakonskih mjera kojima se nastoje smanjiti emisije zagađivača, prvenstveno CO, C_xH_y, NO_x i čestice. Navedeni čimbenici doveli su do potrebe za novim, prihvatljivijim izvorima energije. Kao jedan od takvih izvora energije javlja se i biogorivo koje je nužno za smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima i emisije ugljičnog dioksida u atmosferi. Stoga je Europska unija odredila cilj o povećanju udjela biogoriva u cestovnom prometu od 10% do 2020. godine.

Biodizel se često spominje kao čisto, ekološki prihvatljivo i obnovljivo gorivo, ali ako se razmatra cijela situacija također možemo nazvati i jednim od opasnijih izvora energije ako promatramo s gledišta ekološkog aspekta. Glavna opasnost povećanja korištenja biogoriva dolazi od krčenja šuma kako bi se osiguralo tlo za uzgoj različitih usjeva za njegovu proizvodnju, ugrožavajući time cijele ekosustave i opstanak mnogih biljnih i životinjskih vrsta. Također tu su i pozitivni efekti korištenja biogoriva kao što su značajan ekonomski i gospodarski rast, razvoj ruralnih krajeva, smanjenje uporabe fosilnih goriva, smanjenje emisije stakleničkih plinova te povećanje energetske raznolikosti.

2. UTROŠAK ENERGIJE U CESTOVNOM PROMETU

2.1. Izvori energije

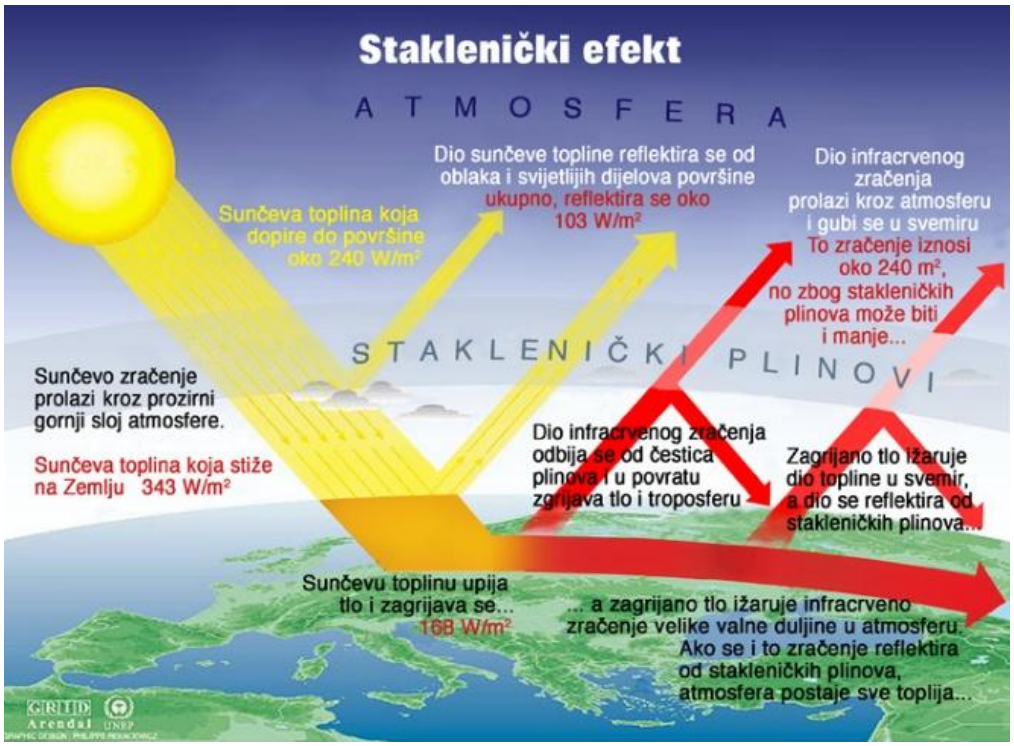
Izvori energije mogu biti obnovljivi i neobnovljivi. Obnovljivi izvori su oni čiji se potencijal obnavlja u razmjerno kratkom vremenu korištenja. Neobnovljivi izvori su također obnovljivi, međutim njihov je ciklus nastanka otprilike 2 milijarde godina za fosilna goriva, značajno dulji nego što je vrijeme u kojem ćemo ih utrošiti (otprilike 200 godina). Detaljnija podjela prirodnih oblika energije prikazana je u tablici 1.

Tablica 1. Prirodni oblici energije

PRIRODNI OBLICI ENERGIJE (PRIMARNI)	
NEOBNOVLJIVI PRIRODNI OBLICI (KONVENCIONALNI)	**OBNOVLJIVI PRIRODNI OBLICI** (NEKONVENCIONALNI)
• ugljen • nafta • plin • nuklearna goriva	• Sunčeva energija • energija vjetra • hidroenergija • biomasa i otpad • biogorivo • geotermalna energija • plima i oseka • morske struje • morski valovi • drvo i otpaci • vodik i gorive ćelije

Obnovljivi su izvori energije sačuvani u prirodi i obnavljaju se u cijelosti ili djelomično, posebno biomasa, hidroenergija, Sunčeva energija, energija vjetra, biogoriva, geotermalna energija, energija plime i oseke, energija morskih struja i valova, vodika... To su čisti izvori energije u skladu sa zaštitom okoliša i održivim razvojem. S obzirom na to da je glavni izvor elektromagnetskog zračenja koje prolazi atmosferom Sunce, upravo ono daje energiju koja odražava život, pokreće atmosferu i putem različitih sustava oblikuje vrijeme i klimu. Zbog toga kažemo da su svi izvori energije, osobito obnovljivi izvori energije, samo različite pretvorbe i oblici Sunčeve energije. Kad bismo mudro i razumno iskoristili sve oblike energije iz obnovljivih izvora, onda bi se energetski problemi mogli ne samo dobrim djelom ublažiti, nego i riješiti za dulje razdoblje upravo uporabom obnovljivih izvora energije. Oni predstavljaju ekološki čiste izvore energije, približno ravnomjerno raspodijeljene na Zemlji i dostupne podjednako bogatima i siromašnima.

Ukupna je svjetska potrošnja energije 2004 godine bila ekvivalentna 9 milijardi tona nafte, što je rezultiralo s oko 27 milijardi tona CO_2 kojim je "obogaćena" naša atmosfera samo u toj godini. Prema podatku koji objavljuje Earth Trends (2006), prema kojem su svjetske rezerve nafte 2005. godine iznosile oko 164 milijardi tona, što bi prema potrošnji od oko 3 milijarde tona godišnje osiguravalo dovoljno nafte sljedećih pedesetak godina. S druge strane, to znači da će se u tom razdoblju samo nafta pretvoriti u oko 490 milijardi tona "novog" ugljikovog dioksida koji je stakleнički plin zbog kojega dolazi do efekta staklenika. Efekt staklenika je na određen način omogućio život na Zemlji. Problem je međutim nastao kad je rezultat ljudskih aktivnosti (maseni udjel vodene pare neovisan je o njima) u atmosferi počeo rasti udjel plinova, ponajprije CO_2, što je izazvalo povećanje omjera energije vraćene na zemlju i one odaslane u svemir. Tako dio topline koji bi se izgubio u svemiru, vraćajući se na zemlju uzrokuje njezino dodatno zagrijavanje odnosno zatopljenje. (slika 1)[1]



Slika 1. Stakleнički efekt, [1]

Prava cijena fosilnih goriva (ugljena, nafte, prirodnog plina) mora se dobiti na temelju izračuna tzv. "ekološke bilance" koja će obuhvatiti svaki izvor energije, a posebno fosilno gorivo od primarnog oblika do korisnog oblika energije, odnosno neposredno potrošene energije iz takva oblika. Pri tome je, glede globalnog zatopljenja i klimatskih promjena, od iznimne važnosti emisija štetnih tvari u okoliš

[1] Sinčić, D.: Biodizel - svojstva i tehnologija proizvodnje, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, 2008. str. 2

koja nastaje korištenjem takva energetskog izvora. U tu cijenu mora biti uračunat ekološki porez koji sadrži:

- naknadu onečišćivača okoliša prema emisiji CO_2, SO_2, NO_x itd.
- naknadu prema opterećenju okoliša, komunalni ili opasni otpad
- naknadu za okoliš iz prometa, vozila na motorni pogon.

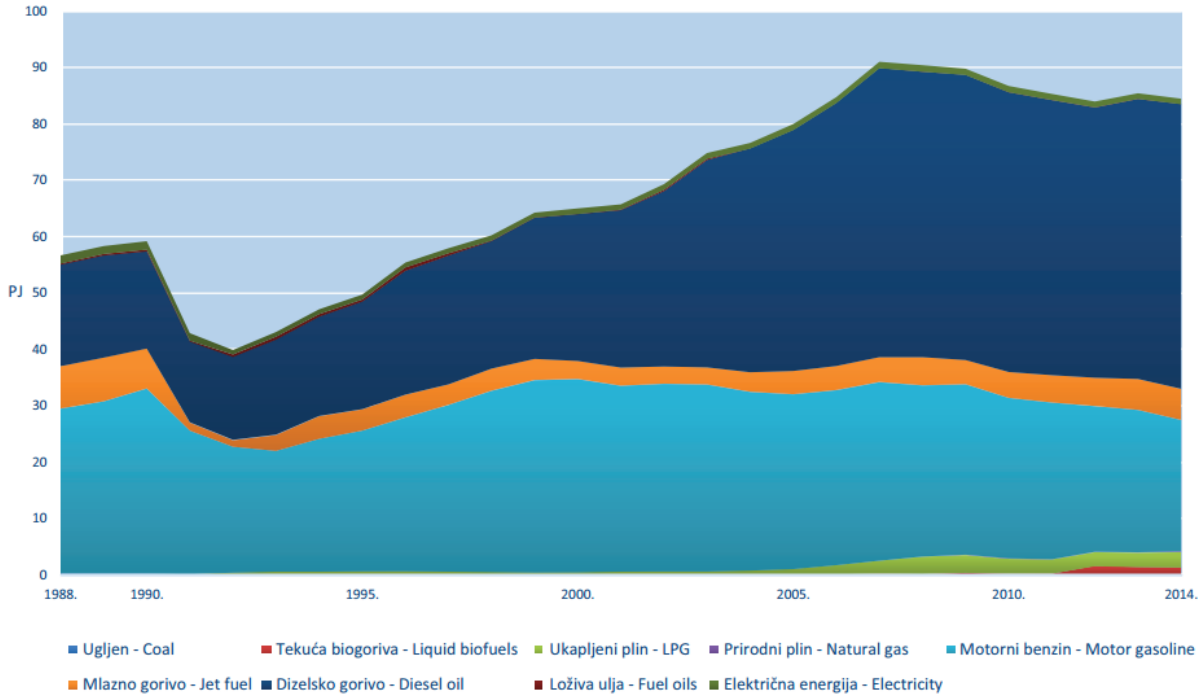
Tako bi obnovljivi izvori energije postali sve *konkurentniji* fosilnim gorivima, a sredstva iz poreza na fosilna goriva dijelila bi se u obliku potpora, kredita i raznih drugih potpora projektima koji koriste obnovljive izvore energije i tako daju doprinos zaštiti okoliša i održivom razvoju.

Razvoj automobilske industrije doveo je do činjenice da je svijet preplavljen automobilima. Promet je najveći potrošač neobnovljivih izvora energije (dizel, benzin, kerozin).Cestovni i zračni promet troše 100% tekućih goriva. U ukupnom svjetskom prometu troši se oko 25 % cjelokupne energije, 85 % energije troši se u cestovnom prometu (61 % u teretnom), a u željezničkom 3 %. Primjenom mjera energetske učinkovitosti na troškovima za energiju može se uštedjeti 20 – 30 %.Stručnjaci predviđaju da će se u sljedeća dva desetljeća broj automobila povećati za dva puta u odnosu na današnji broj automobila. Također se smatra da će benzin i dizel bit najrašireniji izvori energije za pokretanje automobila u cestovnom prometu, a pojačanje cestovnog teretnog prometa biti će snažnije od automobilskog. Iz toga se da zaključiti da će se do 2030.godine emisija ugljičnog dioksida iz prometa udvostručiti, što će pridonijeti opasnom povećanju koncentracija ugljikovog dioksida u atmosferi. Daljnja uporaba zemljišta za potrebe prometne infrastrukture vodi višim razinama onečišćenja vode, uništenju staništa, gubitku različitih biljnih i životinjskih vrsta i narušavanju zajednica.[2]

U razdoblju od 2009. do 2014. godine došlo je do promjena u strukturi potrošnje energije u prometu i to takvih da je udio dizelskog goriva, mlaznog goriva i tekućih biogoriva povećan, udio električne energije i loživog ulja se nije promijenio, a udio motornog benzina i ukapljenog plina je smanjen. Udio dizelskog goriva povećan je s 56,4 posto u 2009. godini na 59,9 posto u 2014. godini. Udio mlaznog goriva povećan je sa 4,7 posto na 6,5 posto u 2014. godini, a udio tekućih biogoriva s 0,3 na 1,5 posto. Udio motornog benzina je smanjen za 6,1 posto te je u 2014. godini iznosio 27,5 posto, odnosno udio ukapljenog plina je smanjen s 3,6 na 3,4 posto (slika 2).[3]

[2] Mr. sc. Brozović, I., Veleučilište u Rijeci i građevinarski fakultet u Rijeci, 7. poglavlje Promet i okoliš,. str. 14, 2013

[3] http://www.mingo.hr/public/energetika/Energija_RH_2014.pdf



Slika 2. Potrošnja energije u prometu, [2]

2.2. Odnos Europske unije prema obnovljivim izvorima energije

EU je vodeći u svijetu na području tehnologija obnovljive energije. Posjeduje 40 % patenata obnovljive energije u svijetu, a gotovo polovica (44 %) svjetskih kapaciteta obnovljive električne energije u 2012. (ne uključujući hidroenergiju) nalazila se u EU-u. U industriji obnovljive energije u EU-u trenutno je zaposleno oko 1,2 milijuna ljudi. Zakonodavstvo EU-a za promicanje obnovljivih izvora energije znatno se razvilo posljednjih godina. Trenutno se raspravlja o budućem okviru politike za razdoblje nakon 2020.[4]

Čelnici 27 država Europske unije složili su se u Bruxellesu da je do 2020. Godine nužno smanjiti emisiju stakleničkih plinova za 20% u odnosu na 1990. godinu. Istodobno, članice Europske unije postavile su i ambicioznij cilj da do 2020. godine udio potrošnje energije iz obnovljivih izvora sa sadašnjih 6,4% dosegne vrijednost od 20%. Također bi se povećala učinkovitost korištenja energije do 2020. godine za 20%.

Bijela knjiga, temeljni dokument koji određuje politiku Europske unije prema obnovljivim izvorima kojom se po prvi puta postavlja čvrsti kvantitativni cilj na razini Europske unije da se do 2010. godine 12% ukupnih energetskih potreba Europske unije, što je dvostruko u odnosu na stanje iz godine donošenja (1997. godina), pokrije iz obnovljivih izvora energije. Kao jedan od važnijih zaključaka navodi se da

[4] http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html

su, unatoč znatnom potencijalu, obnovljivi izvori energije trenutačno nejednako i nedovoljno iskorišteni u Europskoj uniji. Glavni mehanizmi za provedbu strategije i akcijskog plana uvođenja obnovljivih izvora:

- uspostava zakonodavstva koja će stvoriti pozitivno okruženje za obnovljive izvore
- povećano financiranje za obnovljive izvore energije.

U Bijeloj knjizi posebno su izdvojena tri sektora koji su tehnološki zreli ili blizu tome, te će biti temelji provedbe sveukupne strategije, ali koji trebaju početni stimulans i potporu za ubrzani prodor na tržište. To su Sunčeva energija, energija vjetra i biomasa, a inicijativom unutar svakog sektora postavljeni su indikativni ciljevi za pojedine primjene ili tehnološke segmente. Definirani su i mehanizmi potpore te opseg financiranja.

Europska unija trenutačno pokriva oko 50% ukupne energetske potrošnje iz uvoza, a ukoliko se ne poduzmu nikakve mjere, predviđa se da bi za 20 do 30 godina taj iznos mogao narasti na 70%. Uvoz energije uzrokuje ovisnost o vanjskim čimbenicima na koje se vrlo malo može utjecati, odnosno uzrokuje nesigurnosti u opskrbi energijom povezane s mogućim vrlo visokim troškovima. Europska unija prepoznaje taj problem kao jedan od ključnih za budući razvoj te je 29. studenoga 2000. godine Europska komisija predstavila Zelenu knjigu o sigurnosti opskrbe radi poticanja rasprave o geopolitičkim, ekonomskim i ekološkim aspektima osiguranja dobave energije. Korištenje se obnovljivih izvora u Zelenoj knjizi navodi kao jedan od postupaka kojim se poveća sigurnost opskrbe energije te se zaključuje da je jedini učinkovit način djelovanja na sigurnost energetske opskrbe Europe poduzimanje velikih napora u području obnovljivih izvora energije.

Direktiva 2009/28/EZ, koju su države članice prenijele u nacionalna zakonodavstva, postavlja obvezujuće ciljeve za sve države članice u odnosu na udio energije iz obnovljivih izvora s ciljem postizanja do 2020. godine od najmanje 20 % udjela energije iz obnovljivih izvora i cilja da se 10 % udjela energije iz obnovljivih izvora upotrebljava posebno u prometnom sektoru, s time da će se do 6 % odnositi na biogoriva I generacije, a ostatak na održiva biogoriva (proizvedena iz biomase).[5]

EU je već započeo s pripremama za razdoblje nakon 2020. kako bi se ulagači ranije upoznali s političkim okvirom za razdoblje nakon 2020. Obnovljiva energija ima ključnu ulogu u dugoročnoj strategiji Komisije koja je iznesena u „Energetskom planu za 2050." Komisija očekuje da će obvezujući nacionalni cijevi za emisije stakleničkih plinova potaknuti rast u energetskom sektoru.

[5] http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=HR

Ciljevi do 2030. godine:

- 40 postotno smanjenje emisija stakleničkih plinova,
- najmanje 27 **%** udjela energije u EU-u iz obnovljivih izvora,
- povećanje energetske učinkovitosti za 27 – 30%,
- cilj od 15 % elektroenergetske interkonekcije (tj. prijenos 15 % električne energije, proizvedene u EU-u, u druge zemlje EU-a).

Cilj do 2050. godine:

- 80 – 95 postotno smanjenje stakleničkih plinova u usporedbi s 1990.

Trenutno dostignuti ciljevi:

EU je na dobrom putu da postigne ciljeve za 2020.:

- smanjenje stakleničkih plinova za 18 % između 1990. – 2012.,
- udio energije iz obnovljivih izvora povećao se s 8,5 % 2005. na 14,1 % 2012.,
- očekuje se da će se energetska učinkovitost do 2020. povećati za 18 – 19 %. To je samo malo manje od cilja od 20 %. Cilj je ostvariv ako države članice primjenjuju sve potrebne propise EU-a.[6]

[6] http://europa.eu/pol/ener/index_hr.htm

3. KRITERIJI ZA POTENCIJALNU UPORABU ALTERNATIVNIH GORIVA

Ekološki gledano, prijelazno rješenje u potrazi za učinkovitom i obnovljivom energijom su alternativna goriva koja trebaju biti zamjena za konvencionalna goriva, naftu i ugljen. Svjetske zalihe i svjetska proizvodnja, kao i monopol konvencionalnih goriva, smanjuju se, te alternativna goriva postaju ultimativno rješenje. Govoreći o njima, uglavnom se misli na pogonsko gorivo za transportna vozila, od osobnih automobila do javnog prijevoza, te uključuju, ali nisu ograničena na etanol, biodizel i LPG (liqued petroleum gas).Goriva poput etanola i biodizela proizvedena su iz obnovljivih izvora kao što je šećerna trska ili kukuruz, a LPG tekući naftni plin proizvod je destilacije nafte. Ova goriva su učinkovitija i proizvode manje zagađenja od konvencionalnih goriva.

Osnovni kriteriji za ocjenjivanje potencijalnog alternativnog goriva su:

- mogućnost masovne proizvodnje,
- specifičnost pripreme smjese,
- utjecaj na okoliš,
- ekonomski uvjeti tj. konkurentnost cijene,
- stupanj opasnosti pri manipulaciji.[7]

Ako razmatramo pitanje proizvodnje alternativnih goriva, mnogo goriva i energije troši se na uzgoj i preradu kultura od kojih se gorivo dobiva, što je istodobno izvor zagađenja. Pri tome upotrebljavaju se i umjetna gnojiva, koja potječu iz nafte te zagađuju zemlju. No, nije sve negativno, s obzirom da biljke od kojih se gorivo proizvodi, upijaju ugljični dioksid koji nastaje u motorima tijekom izgaranja.

U alternativna goriva za pogon motora s unutarnjim izgaranjem (SUI) spadaju sva goriva, osim benzina i dizelskih goriva, koja mogu efikasno izgarati u motoru s unutarnjim izgaranjem, te koja imaju mogućnost masovne proizvodnje. Primjer tih goriva su prirodni plin, metanol, vodik i biogorivo. Kako bi se neko alternativno gorivo uspješno primijenilo za pogon cestovnog vozila moraju biti ispunjeni brojni zahtjevi.

Osnovni kriteriji bitni za ocjenu primjenjivosti alternativnih goriva za pogon motora SUI su:

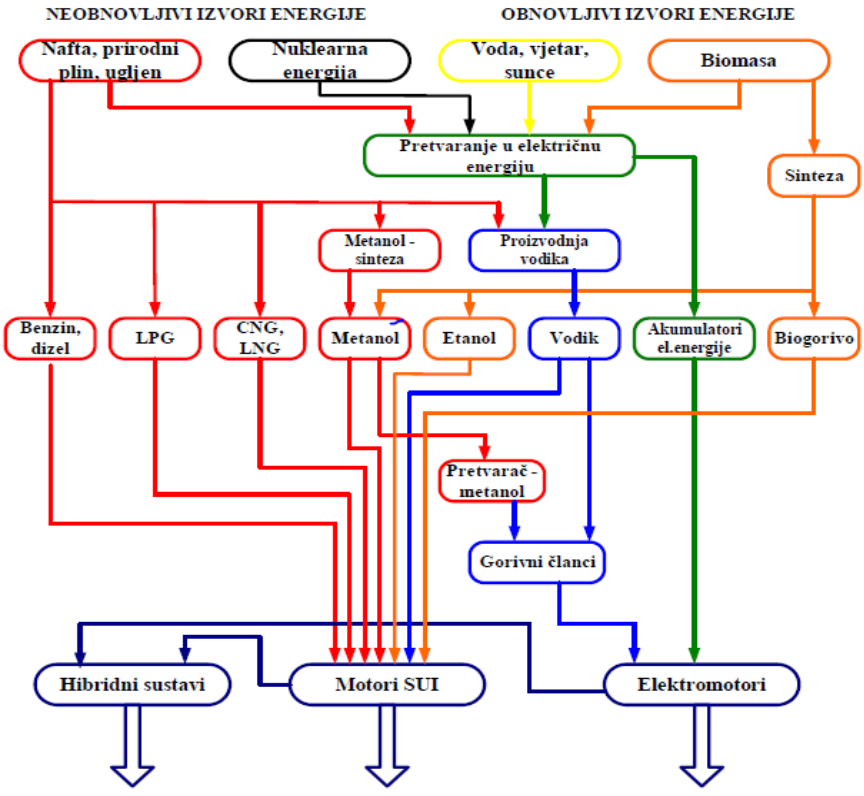
- emisija ispušnih plinova,
- potrošnja goriva,
- cijena alternativnog goriva,

[7] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastavni_materijal_alternativna_goriva.pdf

- performanse goriva vozila s pogonom na alternativna goriva,
- nalazišta, način dobivanja i rezerve alternativnog goriva,
- troškovi konverzije ili proizvodnje vozila,
- načini i mogućnosti uskladištenja goriva na vozilu,
- mogućnost punjenja gorivom i potrebna infrastruktura,
- opća sigurnost vozila.

Alkoholna goriva (metanol i etanol), ukapljeni naftni plin (LPG), prirodni plin, biljna ulja i vodik su alternativna goriva, koja se danas nalaze u primjeni za pogon motora s unutarnjim izgaranjem. Navedena alternativna goriva, u odnosu na benzinsko ili dizelsko gorivo, imaju potencijal za smanjenje emisije štetnih ispušnih plinova zbog jednostavnije kemijske strukture. Zbog manjeg sadržaja atoma ugljika, pri izgaranju alternativna goriva proizvode manju količinu CO_2, a u slučaju uporabe vodika emisija CO_2 potječe isključivo od izgaranja ulja za podmazivanje. Važno 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 zahtjeva određen stupanj podmazivanja (u ispuhu su prisutni produkti izgorjelog ulja čak i pri uporabi vodika kao pogonskog goriva).

Podjela i moguća primjena obnovljivih i neobnovljivih izvora energije, u domeni cestovnih vozila prikazana je na slici 3.



Slika 3. Izvori energije za pogon cestovnih vozila, [3]

Sa stajališta cestovnih motornih vozila, na emisije zagađivača najveći utjecaj imaju: tehničko-tehnološka rješenja koja se koriste na motorima s unutarnjim izgaranjem, radni ciklus motora, vrsta i kvaliteta goriva, koncentracija i prohodnost vozila u pojedinim zonama, uvjeti (režimi) vožnje. Promatrajući motor s unutarnjim izgaranjem kao zasebnu cjelinu smanjenje emisije zagađivača u cestovnom vozilu moguće je postići na tri načina: povećanjem kvalitete korištenih goriva, optimizacijom radnih procesa u motoru i naknadnim tretmanom ispušnih plinova. Smanjenje sadržaja sumpora, te ukidanje pojedinih štetnih aditiva u konvencionalnim gorivima omogućava postizanje niže emisije zagađivača, prije svega sumpornih oksida i drugih nereguliranih komponenti (zakonski netretiranih zagađivača). Primjenom suvremenih konstruktivnih rješenja i naprednih elektronskih regulacijskih sustava optimiziraju se procesi u motoru, prije svega dobava goriva i proces izgaranja, i na taj način se dobivaju povoljnije karakteristike ispušnih plinova.[8]

Količina novaca koja se mora uložiti u izgradnju infrastrukture za primjenu alternativnih goriva ovisi o vrsti alternativnog goriva u koje se želi uložiti. U automobilskoj industriji uz velike mogućnosti spominje se primjena vodika, odnosno napajanje strujom iz vodikovih ćelija goriva. Međutim, one zahtijevaju jako skupu proizvodnju ali i dobru infrastrukturu.

Da bi se sve veći dio populacije potaknuo da koristi alternativna goriva u vlastitim vozilima proizvođači moraju kupcima ponuditi što bolju uslugu. Ona se odnosi na potrošnju goriva, udaljenost koju vozilo može prijeći s jednim spremnikom goriva, postaje na kojima se može puniti spremnik za alternativno gorivo, performanse vozila i sigurnost. Performanse vozila na alternativni pogon su jedan od značajnijih kriterija u proizvodnji automobila pogonjena alternativnim gorivom. Važno je odrediti kakva se vrsta vozila želi proizvoditi, za kratke ili duge relacije, za prijevoz manjeg ili većeg broja ljudi, npr. električni automobili su pogodniji za prijevoz na kraćim relacijama zbog veličine baterije i maloj rasprostranjenosti punionica, dok bi na dužim relacijama to predstavljalo problem. Rasprostranjenost punionica je vrlo bitna pri donošenju odluke o korištenju alternativnog goriva. Za razliku od punionica za automobile na električni pogon veliki se napredak napravio glede punionica i cjelokupne infrastrukture za točenje prirodnog plina u automobile. Prema nekim procjenama u Europi se nalazi cca. 10 000 punionica za plin, dok se u Republici Hrvatskoj nalazi oko 100 punionica. To je dobar pokazatelj povećane potražnje alternativnih goriva u Republici Hrvatskoj.

[8] Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M., Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, goriva i maziva, 44, 4 : 241 – 262, 2005

4. BIOGORIVA

4.1. Biomasa – temelj proizvodnje biogoriva

Biomasa je obnovljivi izvor energije kojeg čine brojni proizvodi biljnog i životinjskog svijeta. Čovjek se oduvijek služio biološkim energetskim izvorima, koristeći proizvode fotosinteze biljaka ne samo kao hranu nego i kao gorivo. Do početka intenzivne upotrebe fosilnih goriva drvo je bilo primaran i gotovo jedini izvor energije. Danas se korištenje biomase za proizvodnju energije provodi uvažavajući načelo održivog razvitka. Upotrebljava se isključivo drvna masa koja je nastala kao sporedni proizvod ili otpad u šumarstvu i drvnoj industriji odnosno višak slame i drugi poljoprivredni ostaci koji se ne mogu više iskoristiti. Takva biomasa upotrebljava se kao gorivo u postrojenjima za proizvodnju električne i toplinske energije ili se prerađuje u plinovita i tekuća goriva za korištenje u prometu i kućanstvima.

Vrste biomase:

- **Šumska biomasa:** Ostaci i otpad iz drvne industrije nastali redovitim gospodarenjem šumama – prostorno i ogrjevno drvo. Hrvatska ima 44 % površine pod šumama, a godišnji prirast je 9,6 milijuna m^3.
- **Biomasa iz drvne industrije:** Ostaci i otpad pri piljenju, brušenju, blanjanju. Služi kao gorivo u vlastitim kotlovnicama, sirovina za proizvode, brikete, itd. Najčešće je to otpad koji opterećuje drvnu industriju. Jeftinije i kvalitetnije gorivo od šumske biomase.
- **Poljoprivredna biomasa:** Ostaci godišnjih kultura (slama, kukuruzovina, stabljike, ljuske, koštice). Visok udio vlage, različite primjese (npr. Na, Cl).
- **Energetski nasadi:** Biljke bogate uljem ili šećerom s velikom količinom suhe tvari (ugljik C), kao što su:
  - Brzorastuće drveće, kineske trske s godišnjim prirastom od 17 tona po hektaru,
  - Eukaliptus: 35 tona suhe tvari,
  - Zelene alge s prirastom 50 tona po hektaru,
  - U Hrvatskoj se najbolji rezultati postižu s topolama, vrbama i jablanima.[9]

Energija biomase iz drva, ostataka žetve i gnojiva su primarni izvori energije u razvijenim regijama. U nekim područjima je biomasa i najveći izvor energije kao što je to slučaj u Brazilu, gdje je zastupljena pretvorba šećerne trske u etanol ili pak u kineskoj pokrajini Sečuan, gdje se gorivo proizvodi iz gnojiva. U SAD-u su za sada najviše zastupljeni kukuruz, visoka prerijska trava i soja, dok Europa u proizvodnji biogoriva koristi uljanu repicu, pšenicu i šećernu repu. U jugoistočnoj Aziji prednost ima palmino ulje, a u Kini sirak i manioka. Provode se razna istraživanja u svrhu

[9] http://www.eko.zagreb.hr/default.aspx?id=90

unaprjeđenja proizvodnje energije biomase, ali ekonomski rival nafta usporava ta nastojanja i zadržava ih na ranom stadiju razvitka.

Isti se izvor biomase može pretvoriti u različite oblike energije.

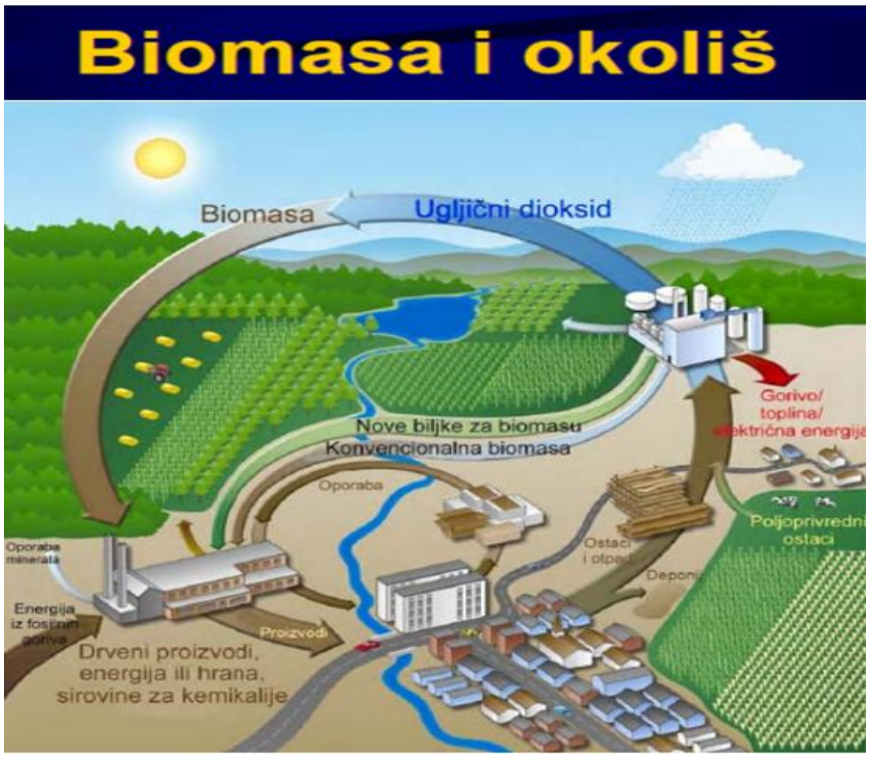
Primjer: kukuruz

- anaerobna digestija → bioplin → kogeneracija → električna i toplinska energija
- fermentacija → bioetanol → mehanička energija
- sagorijevanje → toplinska energija
- uplinjavanje → sintetski plin

Uz biomasu je vezan proces fotosinteze koji nastaje djelovanjem vidljivog Sunčevog spektra i u kojem se od ugljikovog dioksida i vode dobivaju organski spojevi uz oslobađanje kisika. Taj proces omogućuje zeleni klorofil koji apsorbira svjetlosnu energiju (vidljivi dio Sunčeva spektra) i koji djeluje kao katalizator stvarajući organske spojeve u biljkama (npr. glukozu, $C_6H_{12}O_6$). Dakle, u osnovi biomasa nastaje iz energije Sunčevog zračenja transformirane procesom fotosinteze.

S energetskog stajališta fotosinteza ima vrlo nisku učinkovitost. Na primjer, šume iskorištavaju najviše 0,5 % energije Sunčeva zračenja koje padne na njih. Većina poljoprivrednih kultura iskorištava ispod 1 % sunčeve energije koja padne na njih. Međutim, za biomasu je važno to da je emisija CO_2 neutralna, tj. koliko se ugljikovog dioksida oslobodi izgaranjem, upravo toliko pod utjecajem Sunčeve svjetlosti i vode biva ponovno vezano u organsku tvar (biomasu) uz oslobađanje one količine kisika koja je potrebna i pri procesu izgaranja (slika 4).[10]

[10]Majdandžić, Lj., Obnovljivi izvori energije, Graphis d.o.o., Zagreb, 2008., str. 109



Slika 4. Biomasa i okoliš (proces fotosinteze), [4]

Prednosti upotrebe biomase

Zaštita okoliša:

- reducirana ovisnost o fosilnim gorivima i petrokemijskim proizvodima,
- smanjena emisija stakleničkih plinova,
- smanjena količina smoga i emisije toksičnih kemikalija,
- upotreba otpadnog materijala rješava problem njegovog odlaganja.

Upotreba organskih nusproizvoda i otpada:

- smanjuje se količina otpadnih tekućina, krutina,
- smanjeno je zagađenje zraka, voda i tla,
- smanjena je briga oko odlagališta otpada.

Napredak ruralnih sredina:

- iskorištavanje šumskih resursa, razvoj stočarstva i ratarstva,
- otvaranje novih radnih mjesta u ruralnim sredinama.

Razvoj ekonomije:

- energija je dostupna svima,
- prilika za izvoz tehnologija za obradu biomase i proizvodnju bioenergije.

Nedostaci upotrebe biomase

Opasnost za okoliš:

- povećana upotreba gnojiva, pesticida i herbicida što dovodi do povećanog zagađenja okoliša,
- upotreba genetski modificiranih usjeva i mikroorganizama može utjecati na ekosustav,
- brzorastuće monokulture stabala mogu potrošiti lokalne zalihe vode,
- uzgoj usjeva i stabala za biomasu smanjuje bio raznolikost,
- upotreba zemlje koja bi se mogla iskoristiti za uzgoj hrane.

U svijetu se predviđa da će do sredine stoljeća udjel biomase u potrošnji energije iznositi oko 30 – 40 %. Švedska je npr. 1998. iz korištenja biomase dobivala 18 % energije, a Finska 10 %. U Švedskoj, Finskoj, Latviji i Estoniji je u 2013. godini udio zastupljenosti novijih tehnologija biomase preko 25 %. U Aziji se te tehnologije također dobro razvijaju. Hrvatska ima veliki potencijal (s 44 % teritorija prekrivenog šumom), ali za sada još nije dovoljno razvijen sustav iskorištavanja bioenergije.[11]

4.2. Podjela biogoriva

Biogoriva su tekuća ili plinska goriva za potrebe prijevoza, proizvedena iz biomase. Biogoriva mogu biti proizvedena neposredno iz biljaka ili posredno iz industrijskog, komercijalnog, domaćeg i poljoprivrednog otpada.

Biogoriva imaju potencijal usmjeren smanjivanju produkcije ugljičnog dioksida CO_2. To se prvenstveno temelji na činjenici da biljke, iz kojih se proizvode biogoriva, apsorbiraju CO_2 prilikom svog rasta, koji se pak oslobađa prilikom sagorijevanja biogoriva tako da je bilanca emisije CO_2 uravnotežena, za razliku od fosilnih goriva. Postoje različite vrste biogoriva koje se dijele na prvu, drugu i treću generaciju ovisno o izvoru materijala za proizvodnju, troškova proizvodnje, cijeni i emisiji CO_2. Prva generacija se proizvodi iz šećera, škroba, biljnih ulja ili životinjskih masti, za proizvodnju druge generacije koristi se poljoprivredni i šumski otpad, a biogoriva treće generacije se proizvode iz algi. Druga i treća generacija proizvodnje biogoriva još nisu u široj primjeni zbog visokih troškova proizvodnje. Danas se u praktičnoj upotrebi za pogon vozila koriste dvije vrste biogoriva: alkoholi i biodizel - samostalno ili kao dodatak konvencionalnim (fosilnim) gorivima.

[11] https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/biogorivo3_2012.pdf

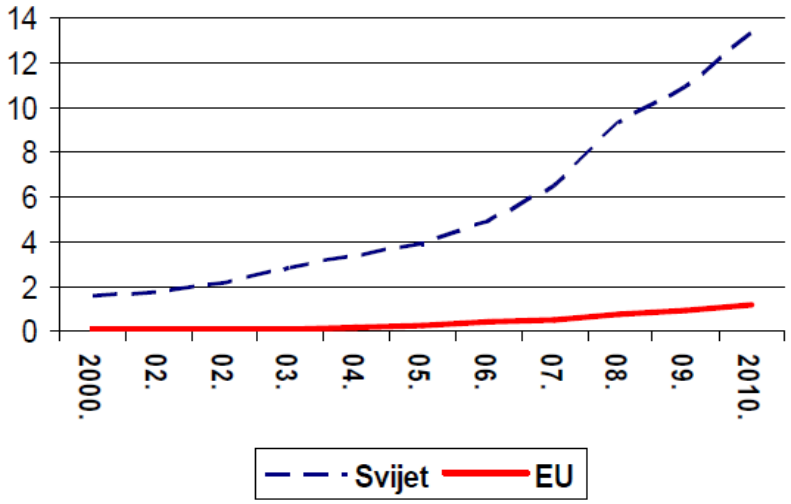
4.2.1. Biogoriva I. generacije

Već je spomenuto kako prva generacija biogoriva nastaje iz različitih biljnih i životinjskih tvari. Najpoznatije vrste prve generacije biogoriva su etanol, biodizel i bioplin.

BIOETANOL

Bioetanol prve generacije je alkohol proizveden iz biomase i/ili biorazgradive frakcije otpada, a koristi se kao biogorivo. Najvažnije sirovine za proizvodnju bioetanola su: šećerna trska, šećerna repa, kukuruz, pšenica, sirak i krumpir. Bioetanol kao zamjena benzina je obnovljivo gorivo s trenutno najvećim svjetskim količinskim potencijalom. On se dobiva fermentacijom sirovina bogatih šećerom ili škrobom. Najveći proizvođači i korisnici bioetanola su Brazil (oko 9,5 milijuna tona godišnje), i SAD (oko 4,8 milijuna tona).U SAD-u etanolske smjese (u osnovi kukuruza) čine oko 9 % ukupne godišnje prodaje benzina. Većina današnjih automobila u SAD može voziti na mješavinu benzina s dodatkom 15 % bioetanola. U Brazilu bioetanol se dobiva iz šećerne trske; 15 % brazilskih vozila se pokreće na čisti etanol, a ostala koriste 20 %-nu smjesu s benzinom.

U Europskoj uniji, bioetanol kao gorivo koristi se u Španjolskoj, Poljskoj, Francuskoj i Švedskoj. Trenutno su u Njemačkoj u izgradnji postrojenje za proizvodnju bioetanola iz žitarica kapaciteta 650.000 tona, što odgovara otprilike 1 % potrošnje goriva u Njemačkoj.



Slika 5. Proizvodnja bioetanola u svijetu i EU(10^9 galona), [5]

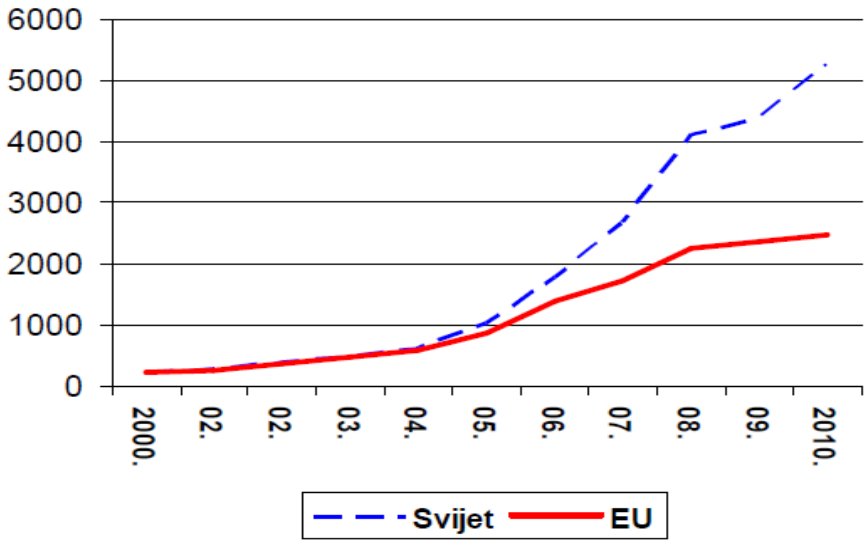
Najnovije studije označavaju i bioetanol kao veliki potencijal u smanjenju emisije CO_2, čime i sa stajališta zaštite okoliša mnogo toga govori u prilog uvođenja bioetanola. U prvom koraku može se benzinu, bez ikakvih promjena na motoru, dodati do 5 % etanola. Sljedeći korak primjene etanola je povećanje njegovog udjela do 10 %. Kod još većih udjela etanola, dolazi se do granice gdje takozvana bivalentna vozila dolaze u upotrebu. Tada će biti potrebna vlastita infrastruktura benzinskih postaja, kakve se danas grade u Švedskoj. U Europi se do tad bioetanol može općenito koristiti u vozilima u promijenjenom obliku koji se bez problema može miješati do 15 % u mineralno gorivo.

BIODIZEL

Biodizelsko gorivo je po strukturi metilni ester proizveden iz ulja uljarica ili masti životinjskog podrijetla, kakvoće je mineralnog dizelskog goriva, a koristi se kao biogorivo i može se bez problema dodavati uobičajenom dizelskom gorivu u visini do 5 %. Potpuno je biorazgradivo, nije toksično i reducira štetne plinove koji stvaraju efekt staklenika. Štetne emisije biodizela znatno su niže u usporedbi s dizelskim gorivom. Njegovo korištenje smanjuje emisiju ugljika (zato jer kisik u biodizelu omogućuje potpunije sagorijevanje CO2) i smanjuje sudjelovanje sulfata (biodizel sadrži manje od 24 ppm sumpora) dok je topiva (ugljikovodična) frakcija ista ili povećana. U biodizelu nema aromata, a sumpora ima samo u tragovima što rezultira ukupnom redukcijom SO2 emisije, kao i sulfatnih aerosoli.

Njemačka je najveći svjetski proizvođač biodizelskog goriva. U nekim zemljama proizvođači daju garanciju na motor ukoliko se upotrebljava i sam biodizel bez dodataka iako, npr. Volkswagen savjetuje svojim vozačima da se posavjetuju sa Volkswagenovim odjelom za zaštitu okoliša prije same upotrebe. Najvažnije sirovine za proizvodnju bidizelskog goriva su uljana repica, suncokret, soja, palma, otpadno jestivo ulje i goveđi loj. Biodizel se dobiva procesom transesterifikacije. Tim procesom dobivamo rjeđe, manje viskozno i više hlapljivo gorivo. Zbog tih estera i repičine osnove biodizel se obično zove i metilni ester repičinog ulja. Slika 6 prikazuje proizvodnju biodizela u svijetu i EU; proizvodnja raste eksponencijalno; od 213 milijuna galona u 2000. godini na 5,3 milijardi galona u 2012. godini.[12]

[12]Kralik, D., Ivanović, M., Mihić, Đ., Jovičić, D., Program poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu na području Osječko – baranjske županije za razdoblje 2014. – 2016. godine, Osijek, 2013



Slika 6. Proizvodnja biodizela u svijetu i EU (10^6 galona), [6]

BIOPLIN

Bioplin je plinovito gorivo koje se proizvodi iz biomase i/ili biorazgradivog dijela organskog otpada, može se pročistiti do kvalitete prirodnoga plina kako bi se koristilo kao biogorivo ili generatorski plin. Bioplin nastaje procesom anaerobne pretvorbe organskih materijala uz pomoć anaerobnih organizama, a proizveden sadrži metan i ugljični dioksid. Najvažnije sirovine za proizvodnju bioplina su: stajski gnoj, pljeva i prašina žitarica, ostaci kruha i tijesta, kvasac ili ostaci slični kvascu, talozi iz proizvodnje jestivih ulja ili masti, škrobni talog, otpaci želatine, otpaci iz kuhinja i kantina, itd.

U većini zemalja EU, bioplin se danas pretežno koristi za proizvodnju struje i topline u toplanama. Bioplin, pročišćen u biometani skladišten u plinskoj mreži može se primijeniti kao idealno biogorivo za vozila na plin. S količinom bioplina od jednog hektara obnovljivih sirovina jedan auto može voziti 70.000 km. Kada bi se ukupni iskoristivi potencijal bioplina Njemačke koristio kao gorivo, mogao bi pokriti jednu trećinu njemačkih prometnih troškova: 241 milijardu kilometara. U švedskoj i Švicarskoj, bioplin se već dugo koristi kao gorivo za autobuse, teretna vozila i u željezničkom prometu.[13]

4.2.2. Biogoriva II. generacije

Druga generacija biogoriva dobivena je preradom poljoprivrednog i šumskog otpada. Za razliku od prve generacije, biogoriva ove generacije znatno bi mogla reducirati emisiju CO2, a uz to ne koriste izvore hrane kao temelj proizvodnje i neke

[13]Krička, T., Tomić, F., Voća, N., Jukić, Ž., Janušić, V., Matin, A., Zbornik radova znanstvenog skupa: Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije, Zagreb, 2007. str 11-12

vrste osiguravaju bolji rad motora. Biogoriva druge generacije koja su trenutačno u proizvodnji su: biohidrogen, bio – DME, biometanol, DMF, HTU dizel, Fischer – Tropsch dizel i mješavine alkohola.

BIOHIDROGEN

Ova vrsta biogoriva mogla bi biti najzastupljenija u budućnosti, budući da je obnovljiva, ne uzrokuje emisiju stakleničkih plinova pri sagorijevanju, već oslobađa energiju te se lako pretvara u električnu energiju pomoću ćelija za gorivo. Kod proizvodnje biohidrogena uz pomoć fotosintetičkih mikroorganizama, potreban je jednostavan solarni reaktor, kao prozirna zatvorena kutija i neznatni energijski izvor. Elektrokemijska proizvodnja biohidrogena pomoću solarne baterije zahtijeva, međutim, jake energetske izvore. Postoje različiti procesi proizvodnje biohidrogena. Neke od njih 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.

BIO – DME

Bio – DME ili biodimetileter je jako sličan biometanolu o kojem će biti riječ kasnije. Može se proizvesti neposredno iz sintetičkog plina, koji je još uvijek u razvitku. Međutim, u kemijskoj industriji, DME se proizvodi iz čistog metanola procesom katalitičke dehidracije, kojom se kemijski razdvaja voda od metanola. Ovakav metanol može se proizvesti iz ugljena, prirodnog plina ili biomase. Često se produkcija metanola i DME obuhvaća jednim procesom. Tek nedavno se na DME počelo gledati kao na mogući izvor goriva. Zbog svoje niske temperature sagorijevanja i visokog oktanskog broja pogodan je kao gorivo u dizelskim motorima. Iako ne potiče koroziju metala (kao bioetanol i biometanol), DME utječe na određene vrste plastike i gume nakon određenog vremena. Na sobnoj temperaturi je u plinovitom stanju, dok u tekuće prelazi ukoliko je tlak iznad 5 bara ili na temperaturi nižoj od -25 °C.

BIOMETANOL

Ova vrsta goriva druge generacije može također biti proizvedena iz sintetičkog plina, koji se dobiva iz biomase. Može se koristiti kao zamjena nafte u paljenju motora na iskru zbog visokog oktanskog broja. Baš kao i kod bioetanola, kod upotrebe ovog goriva trebali bi u obzir uzeti niski tlak isparavanja, nisku energiju gustoće i nekompatibilnost s materijalima u motoru. 10 – 20% biometanola pomiješanog s naftom može se koristiti u motorima bez potrebe za njihovom

modifikacijom. Budući da biometanol gori nevidljivim plamenom i znatno je otrovan, treba prilikom uporabe poduzeti stroge mjere opreza.

DMF

DMF ili dimetilformamid je organski spoj, može se miješati s vodom i većinom organskih spojeva. Također se često koristi kao otopina u kemijskim reakcijama. Dobiva se procesom reakcije dimetilamina i ugljičnog monoksida pri niskom tlaku i temperaturi. Svoju upotrebu, osim kao gorivo, pronalazi u farmaciji, proizvodnji pesticida, sintetičkih vlakana i sličnih materijala. Smatra se kako DMF uzrokuje rak u ljudi te također neke mane prilikom rođenja.

HTU DIZEL

HydroThermalUpgrading (HTU) je tehnologija pretvorbe biogoriva iz izvora kao što je mokra biomasa životinjskog podrijetla. Na temperaturi od 300 - 350 °C i visokom tlaku biomasa se pretvara u organsku tekućinu koja sadržava mješavinu ugljikovodika. Nakon procesa katalitičke hidrodeoksigenacije (HDO) može se proizvesti tekuće biogorivo, slično fosilnim gorivima. Za sada se ova tehnologija koristi samo u Nizozemskoj, gdje se i nalazi pokusni HTU pogon.

FISCHER – TROPSCH DIZEL

Fischer – Tropsch proces je katalitička kemijska reakcija prilikom koje se ugljikov monoksid i vodik pretvaraju u tekući ugljikovodik različitih oblika. Pri tome se koriste tipični katalizatori kao željezo ili kobalt. Osnovni cilj ovog 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.

MJEŠAVINE ALKOHOLA

Sintetički plin, mješavina ugljikovog monoksida i vodika, može se proizvesti iz biomase kroz niz termalnih procesa, kao isparavanje. Katalitičkim reakcija se može pretvoriti u goriva, kao etanol i kemikalije velike vrijednosti, kao propanol i butanol. Trenutačni katalizatori za sintezu "miješanih alkohola" su proizvedeni za sintetički plin dobiven iz ugljena ili pare metana. Međutim, oni nisu baš najbolje rješenje te se pokušavaju proizvesti poboljšani katalizatori koji bi usavršili proizvodnju ove vrste biogoriva.[14]

[14] http://www.eko.zagreb.hr/default.aspx?id=92

4.2.3. Biogoriva III. generacije

Biogoriva III. generacije su biogoriva proizvedena od jednostavnih ili primitivnih algi (mikro-alge) koje mogu poslužiti za dobivanje goriva. Pod pojmom mikroalge podrazumijeva se skupni naziv za sve niže biljke koje u svom tijelu imaju klorofila. Mikro-alge mogu doprinijeti znatnom smanjenju emisija stakleničkih plinova, osobito ugljičnog dioksida (CO_2). On je uz sunčevu energiju, vodu i hranjive sastojke koje dolaze s vodom potreban za rast mikro-algi. Iz mikroalgi se mogu kemijskom obradom proizvesti različiti tipovi biogoriva.

Alge se mogu uzgajati u odvojenim vodenim površinama čak iako voda nije dovoljno kvalitetna za piće, također se mogu uzgajati i u slanoj vodi.
Proizvodnja biogoriva iz algi ima mnoge prednosti koje taj postupak čine gotovo savršenim izvorom goriva. Alge rastu50 do 100 puta brže od tradicionalnih kultura za proizvodnju biogoriva. Dodatna velika prednost je to što su alge jednostanični organizmi koji ne zahtijevaju svježu pitku vodu i zemljište da bi rasli, a to znatno pojednostavnjuje proizvodnju.[15]

Na temelju laboratorijskih ispitivanja alge mogu proizvesti i do trideset puta više energije po hektaru zemljišta od žitarica kao što su soja. Sa višim cijenama fosilnih goriva, postoji dosta veliko zanimanje za uzgoj algi. Jedna od velikih prednosti ovakvog biogoriva je u tome što je biorazgradivo, tako da je relativno bezopasno za okoliš ako se prolije. United States Department of Energy procjenjuje kako će u budućnosti alge gorivo zamijeniti sva naftna goriva u SAD-u.[16]



Slika 7. Bazeni za uzgoj algi, [7]

[15] http://ccres-aquaponics.blogspot.hr/2012/10/biogorivo-trece-generacije.html

[16] http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastavni_materijal_alternativna_goriva.pdf

4.3. Utjecaj biogoriva na okoliš

Biogoriva kao obnovljiv izvor energije i kao zamjena fosilnim gorivima imaju svoju pozitivnu stranu kao što su utjecaj na okoliš i smanjenje ovisnosti države o uvozu fosilnih goriva. Većina ljudi govori o tome kao savršenom izvoru kojega može proizvoditi bilo tko. No ukoliko uzmemo u obzir izvor za proizvodnju biogoriva moramo se zapitati da li su ona dobro rješenje.

Neki znanstvenici smatraju da su ona izuzetno opasna za razvoj čovječanstva. Tvrde da je proizvodnja biogoriva zapravo direktna pretvorba hrane u naftu, pa bi dodatna potražnja za nekim vrstama hrane mogla dići cijenu te hrane i tako izravno povećati rasprostranjenost gladi u svijetu jer veća cijena znači i manju dostupnost te hrane siromašnim državama.

Dva glavna biogoriva danas (biodizel i bioetanol) većinom se proizvode iz usjeva, odnosno biljaka koje se koriste za prehranu ljudi i stoke pa postoji opravdana briga oko utjecaja na globalne cijene i dostupnosti hrane. Problem nije samo u cijeni hrane. Da bi se povećala proizvodnja biogoriva traže se nove poljoprivredne površine što dovodi do sječe i uništavanja šuma. To dovodi do narušavanja biološke raznolikosti, povećanja CO2 i globalnog zatopljenja. Intenzivna poljoprivredna proizvodnja dovela bi do veće primjene najjačih pesticida i umjetnih gnojiva koja doprinose zagađivanju tla. Znanstvenici traže da se stane sa proizvodnjom biogoriva dok nije kasno. Po njima biogorivo može ostati u upotrebi, ali samo ako uspije projekt na kojem se radi, a to je uvođenje druge generacije biogoriva koje bi se proizvodilo od poljoprivrednog otpada, drvenastih biljaka i recikliranog ulja. Smatra se da će tehnologije koje bi omogućile ovakvu proizvodnju za komercijalnu uporabu biti spremne tek za deset godina.

5. EKOLOŠKE PREDNOSTI I NEDOSTACI BIODIZELSKOG GORIVA U CESTOVNOM PROMETU

5.1. Ekološki učinci biodizela

Cestovni promet proizvodi značajne količine ugljikovog dioksida (CO_2), metana (CH_4) i dušikovog oksida (N_2O), kao i ugljikovog monoksida (CO), dušikovog oksida (NOx), nemetanskih hlapivih organskih spojeva (NMVOC), sumpornog dioksida (SO_2), čestica teških metala i postojanih organskih onečišćivača, koji utječu na probleme sa zagađenjem zraka dok biodizel izgara 75% čišće nego dizel iz fosilnih goriva. Biodizel je razgradivi manje toksičan od kuhinjske soli te ne ispušta CO_2 plinove u atmosferu.

U njegovoj proizvodnji nema neiskorištenog otpada. U proizvodnom procesu i distribuciji biodizel nije opasan ni po jednom kriteriju, nije lako zapaljiv, nije štetan za zdravlje te nije opasan u smislu zagađivanja voda i zraka. Primjenom biodizelskoga goriva značajno se doprinosi očuvanju okoliša, budući da je uz smanjenje štetnih plinova znatno manje stakleničkih plinova, a obzirom da je biodizelsko gorivo biorazgradivo smanjuje se i rizik zagađivanja voda što je posebno interesantno zbog naših nacionalnih parkova, parkova prirode i vodocrpilišta.

Količina ugljikovog dioksida koja nastane izgaranjem biodizela odgovara količini ugljikovog dioksida koje biljke, poput uljane repice, uzmu iz atmosfere tijekom vegetacije, a to nije slučaj s izgaranjem fosilnih goriva. Neutralnost biodizela, s aspekta emisije ugljikovog dioksida, i te kako je važna i u smislu poštovanja potpisanih i preuzetih obveza po Protokolu iz Kyota.

5.2. Prednosti i nedostaci biodizela

Prednost biodizelskoga goriva u odnosu na mineralno dizelsko gorivo, s ekološkog stajališta, proizlazi iz povoljnije bilance ugljikovog dioksida. Osnova za proizvodnju biodizelskoga goriva je sjeme, odnosno ulje neke uljane kulture, a poznato je da biljka za svoj rast troši određenu količinu ugljikovog dioksida. Pri uzgoju tih kultura koriste se razni poljoprivredni strojevi koji svojim radom proizvode ugljikov dioksid, a on nastaje i u procesu prerade ulja u biodizelsko gorivo. Slična je situacija i s proizvodnjom mineralnoga dizela. Doduše, razlika je u tomu što se za daljnji uzgoj uljane repice iz atmosfere preuzima dio ugljikovog dioksida nastalog izgaranjem i proizvodnjom biodizelskoga goriva, dok se kod mineralnoga dizelskoga goriva nastali ugljikov dioksid neprestano akumulira u atmosferi. Uzgojem uljane repice, proizvodnjom ekološki ispravnoga goriva, njegovim izgaranjem te ponovnim uzgojem stvara se djelomično zatvoren i ekološki povoljan lanac nastajanja i potrošnje ugljikovog dioksida.

Iako biodizel, teško može potpuno zamijeniti fosilna goriva, postoji niz ekoloških prednosti i dobrih razloga zašto je njegova proizvodnja opravdana:

- prema svojim energetskim sposobnostima jednak je običnom fosilnom dizelu ima mnogo bolju mazivost te značajno produžuje radno trajanje motora,
- smanjuje onečišćenje okoliša (prilikom rada motora, na ispušnoj cijevi se oslobađa čak 10 % kisika i smanjuje emisiju ugljikovog dioksida),
- biodizel je biorazgradiv, nije otrovan i tipično proizvodi oko 60 % manje emisije ugljikovog dioksida gledajući cijeli životni vijek vozila,
- ne sadrži sumpor niti teške metale (olovo) koji su glavni onečišćivači zraka prilikom uporabe dizela dobivenog iz nafte,
- transport biodizela gotovo je potpuno neopasan za okoliš,
- biodizel je obnovljivi izvor energije koji se može proizvoditi od algi, biljnog ulja, životinjskih masnoća ili iz recikliranih restoranskih masnoća.

Biodizelsko gorivo ima i određenih nedostataka iako se može primijeniti gotovo u svakom dizelskom motoru, pri čemu za sam pogon vozilo ne zahtijeva nikakve izmjene. Svojstva biodizelskoga goriva u hladnim uvjetima lošija su od svojstava dizelskoga goriva. Pri niskim temperaturama biodizelsko gorivo formira kristale voska, koji mogu dovesti do začepljenja u sustavu motora. Pri još nižim temperaturama biodizelsko gorivo dobiva svojstva gela što znači da se ono ne može crpsti iz spremnika. U vozilima koja se pogone mješavinom biodizelskoga goriva i mineralnoga dizelskog goriva nastaju problemi s opskrbom motora gorivom pri manje negativnim temperaturama nego kod onih vozila na pogon dizelskim gorivom. Zbog toga je biodizelsko gorivo potrebno nadopuniti, čime bi njegova uporaba bila moguća i pri niskim temperaturama. Nadalje, korištenje biogoriva stvara dvojbu u pogledu stvarne ekonomske i ekološke koristi kada se sustav proizvodnje i korištenja promatra globalno. Povećanje potražnje za biogorivom u odnosu na fosilni dizel korisno je u pogledu smanjenja emisije stakleničkih plinova poradi izgaranja samog goriva, ali poradi trenutačnog modela pretvorbe velikih površina u plantaže za proizvodnju uljarica, posebice u Jugoistočnoj Aziji, kako bi se zadovoljila svjetska potražnja, neizbježno je krčenje većih šumskih prostora. Europska unija trenutačno je u deficitu potrebne količine biodizela kako bi se zadovoljila potražnja za njim, s obzirom da više od polovice zemalja članica nije investiralo pravodobno u izgradnju rafinerija i povećanje proizvodnje uljarica, među kojima je i Republika Hrvatska.[17]

[17]Univ. bacc. ing. Stojanović, M.: Uporaba biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu, Pregledni rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, kolovoz 2013.

Pored već navedenog, nedostaci korištenja biodizela kao pogonskog goriva su sljedeći:

- manji sadržaj energije dovodi do veće potrošnje goriva u odnosu na potrošnju mineralnoga dizelskog goriva pri istom broju prijeđenih kilometara, jer je energetska vrijednost biodizela oko 90% energetske vrijednosti običnog fosilnog dizela,
- dušikovi oksidi NO_x, u ispušnim se plinovima pojavljuju u većoj koncentraciji pri sagorijevanju biodizela nego običnog fosilnog dizela,
- biodizel je općenito skuplji od normalnih fosilnih dizel goriva, ali ta bi razlika mogla nestati zbog ekonomije veličine, rastućih cijena goriva i poreznih poticaja od država. Primjer je Njemačka gdje je biodizel općenito jeftiniji od normalnog dizela na benzinskim postajama koje prodaju oba goriva,
- biodizel je higroskopan, tj. pokazuje određeni afinitet prema vodi, pa treba voditi računa o pravilnom skladištenju,
- biodizel posjeduje redukcijska svojstva zbog kojih treba izbjegavati kontakt s metalima kao što su: bronca, olovo, bakar, kositar i cink. Ti metali poznati su kao katalizatori oksidacijskih procesa,
- kukuruz je glavna sirovina za trenutnu masovnu proizvodnju biogoriva poput biodizela i bioetanola. Kukuruz koji je prije bio namijenjen za proizvodnju hrane, sada kupuju proizvođači biogoriva koji su spremni platiti veću cijenu od proizvođača hrane pa na kraju i cijene hrane rastu.

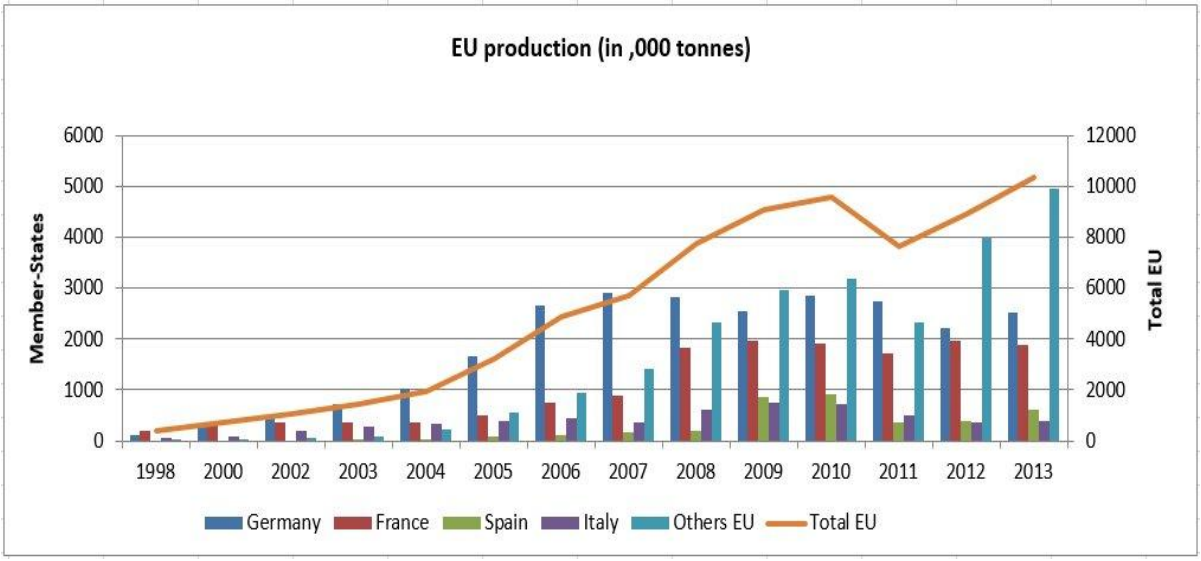
5.3. Proizvodnja biodizela u EU

Gotovo sve zemlje članice Europske unije, a i većina zemalja u tranziciji u posljednjem su desetljeću, a neke i ranije, pokrenule proizvodnju biogoriva i to biodizelskoga goriva i etanola. Takav trend nastavit će se i u budućnosti što pokazuje i Direktiva Europske unije (2009/28/EC) o alternativnim gorivima u cestovnom prijevozu te mjerama za promociju biogoriva. U navedenom se dokumentu predlaže da do 2020. godine treba minimalno20% tradicionalnih goriva u prometu zamijeniti alternativnim, da zemlje članice Europske unije imaju pravo primjenjivati diferenciranu poreznu stopu na biogoriva, kako bi se potaknulo njihovo korištenje te da trebaju poštivati minimalni udio biogoriva od minimalno10 % do 2020. godine.

Diljem EU-a biodizel se upotrebljava u automobilima s dizelskim motorom u mješavinama različitih omjera s fosilnim dizelom, a u Njemačkoj, Austriji i Švedskoj također se upotrebljava i u čistoj formi u prilagođenim vozilima javnog prijevoza. Uporaba biodizela u dizelovim motornim vozilima provodi se već dulji niz godina, ali ozbiljnija implementacija i promocija u Europskoj uniji razvija se značajnije teku posljednjih deset godina. Razlog tomu je djelomično i politika Europske unije glede smanjenja emisija ugljikovog dioksida sukladno Kyoto protokolu te shvaćanju da

iskorištavanje biodizela ne emitira dodatne količine ugljikovog dioksida, osim prilikom procesa transporta i proizvodnje biomase te gotovog proizvod. Prvi nacrt Direktive 2003/30/EC obvezuje zemlje članicena prodaju biodizela na domaćim tržištima u utvrđenim postocima, dok je drugim nacrtom Direktive dana smjernica za oslobađanje poreza biogoriva, kako bi se snizila jedinična prodajna cijena i biodizel učinio kompetitivnijim u odnosu na fosilni.

Zemlje proizvođači biogoriva u EU trenutačno imaju malen udio u odnosu na globalnu proizvodnju biogoriva, ali ne i biodizela, otprilike nešto manje od 6 %, a većina proizvodnje biogoriva sastoji se od proizvodnje etanola (SAD i Brazil). Međutim, EU je najvažniji proizvođač biodizela na globalnom tržištu. Od 1993. godine proizvodnja biodizela u EU povećala se gotovo 10 puta, s 80 000 proizvedenih tona do 780 000 tona u 2001., 3 184 000 tona u 2005. godini, pa sve do nešto više od oko 10 000 000 tona u 2013. godini. Njemačka je vodeća zemlja Europske unije u proizvodnji biodizela, zatim slijede Francuska, Italija i Španjolska (Slika 8)[18]



Slika 8. Proizvodnja biodizela u zemljama članica EU (u 10^3 t), [8]

Zbog različitih problema kao što su limitirani nacionalni potencijali za proizvodnju uljarica, gubitak državnih potpora, preusmjeravanje poticaja u druge svrhe ili visokog troška proizvodnje, više od polovice zemalja Europske unije nije ispunilo zadani cilj u 2005. godini od 2,0 % volumnog udjela biodizela u ukupnom tržištu fosilnog dizela što će predstavljati još veći problem ukoliko se hitno ne preusmjere državni potpore i poticaji u razvoj korištenja biodizela obzirom na činjenicu da je za 2020. godinu Europska unija zadala cilj od 10% volumnog udjela biodizela u ukupnom tržištu fosilnog dizela u transportnom sektoru.

[18] http://www.gradimo.hr/clanak/ekolosko-gorivo-buducnosti/21755

Međutim, zbog limitiranih područja u Europskoj uniji za nove plantaže uljane repice, kako bi se uspio zadovoljiti cilj Europske komisije o implementaciji biogoriva u transportni sektor, logično je zaključiti da će se uvoz palminog ulja iz Jugoistočne Azije iz godinu u godinu sve više povećavati. Takav razvoj događaja može dovesti do potpune devastacije iznimno ekološki vrijednih prostranstava azijskih tropskih prašuma, kako bise zadovoljila svjetska potražnja za biodizelom te izumiranje i gubitak staništa mnogih životinjskih vrsta, kao, na primjer, orangutana. Upravo radi toga, Europska unija sve više potiče zemlje članice na domaću proizvodnju biodizela kako bi se smanjio uvoz iz Jugoistočne Azije koji, ukoliko se nastavi jednakim kontinuitetom, može dovesti do ugrožavanja ekološke ravnoteže tog područja. Oko 12% od ukupno na tržište plasiranog biodizela uvozi se iz jugoistočne Azije (Malezija i Indonezija).

Postupno uvođenje standarda o minimalnim ekološkim uvjetima u postojeći vozni park s vremenom bi moglo rezultirati kontinuiranim procesom zamjene starih i neučinkovitih vozila novim i ekološki prihvatljivijim. Učinkovita promocija novih tehnologija na šire tržište ostvariva je kroz poticajne financijsko, zakonodavne i infrastrukturne mehanizme, poput inicijative za nabavku čišćih i energetski učinkovitijih vozila, ograničenja ulaska vozila s visokim emisijama polutanata u osjetljive urbane zone te uz davanje privilegije ulaska vozila s niskim štetnim emisijama.[19]

5.4. Strategija niskougljičnog razvoja – sektor prometa

Okvirna konvencija Ujedinjenih Naroda o promjeni klime (UNFCCC), Kyotski protokol i regionalna politika Europske unije podupiru nastojanje država u razvoju kao i razvijenih država u nastavku gospodarskog rasta uz smanjenje emisija stakleničkih plinova i uz istodobnu prilagodbu klimatskim promjenama s minimalnim utjecajem na tržišno natjecanje. U prosincu 2010. godine, 16. Konferencija stranaka je bila održana u Cancunu gdje je postignut sporazum o borbi protiv klimatskih promjena za razdoblje nakon 2012. godine. Sporazum potiče države da pripreme nisko-ugljične strategije razvoja(engl. Low-emission Development Strategy ili skraćeno LEDS) te ukazuje da klimatske promjene zahtijevaju izradu dugoročnih strategija razvoja u duhu održivog razvoja i s ciljem ograničavanja porasta temperature do maksimalno 2 stupnja C do kraja stoljeća.

Republika Hrvatska je član Okvirne konvencije Ujedinjenih Naroda o promjeni klime (UNFCCC) i Kyotskog protokola te je potpisala Annex I iAnnex B Kyotskog

[19]Univ. bacc. ing. Stojanović, M.: Uporaba biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu, Pregledni rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, kolovoz 2013.

protokola, čime se je obvezala na smanjenje stakleničkih plinova za 5% u razdoblju od 2008. godine do 2012. godine. Taj cilj Hrvatska je i ispunila.[20]

Cilj strategije nisko-ugljičnog razvoja je smanjenje emisija stakleničkih plinova, zaštita okoliša, poticanje ekonomskog razvoja na principima održivosti, stvaranje prilika za nove poslove te usmjeravanje društva prema dugoročno održivom razvoju.

Iz sektora prometa na razini EU dolazi 25% emisija CO_2. Prijelaz na goriva i vozila s niskim emisijama ili bez emisija važan je jer se time smanjuje ovisnost o fosilnim gorivima, smanjuju se emisije CO_2, doprinosi poboljšanju kvalitete zraka te se potiče razvoj gospodarstva, zelenih tehnologija i inovacija. Stoga kupnja vozila koja manje onečišćuju okoliš nije samo pitanje trenda nego izravno doprinosi smanjivanju emisija CO_2. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode i Fond za zaštitu okoliša pokrenuli su paket sedam mjera za čišći transport. U sklopu tog paketa je i projekt subvencioniranja kupnje električnih i hibridnih vozila za građane i tvrtke. Ove i prošle godine Fond je odobrio poticaje za kupnju 1422 ekološki prihvatljivija vozila. Gradovima i općinama Fond subvencionira projekte čišćeg javnog transporta poput nabave električnih bicikala, a sufinancira se i postavljanje punionica za električne automobile.

Posljedice klimatskih promjena s kojima se suočava čitav svijet vidljive su i kod nas. Posljednjih godina svjedočimo velikim poplavama, sušama i odlomima leda. Pariškim sporazumom želi se ublažiti te posljedice, ali i potaknuti novi investicijski ciklus koji će se temeljiti na zelenim tehnologijama. EU se obvezala do 2030. smanjiti emisije CO_2 za 40% u odnosu na 1990. Kako bi se taj cilj ostvario potrebno je razvijati niskougljično gospodarstvo, a Hrvatska je među prvim članicama EU koja koja je završila Strategiju niskougljičnog razvoja na vrijeme. Strategija će omogućiti da Hrvatska gospodarski razvoj gradi na zelenim radnim mjestima i istovremeno ispuni obveze iz Pariškog sporazuma kojim se nastoji doprinijeti globalnom smanjenju emisija stakleničkih plinova.[21]

[20] http://www.mzoip.hr/hr/klima/strategije-planovi-i-programixxxx/okvir-za-izradu-strategije-nisko-ugljicnog-razvoja-hrvatske/druga-rasprava-na-temu-izrade-strategije-nisko-ugljicnog-razvoja-hrvatske.html

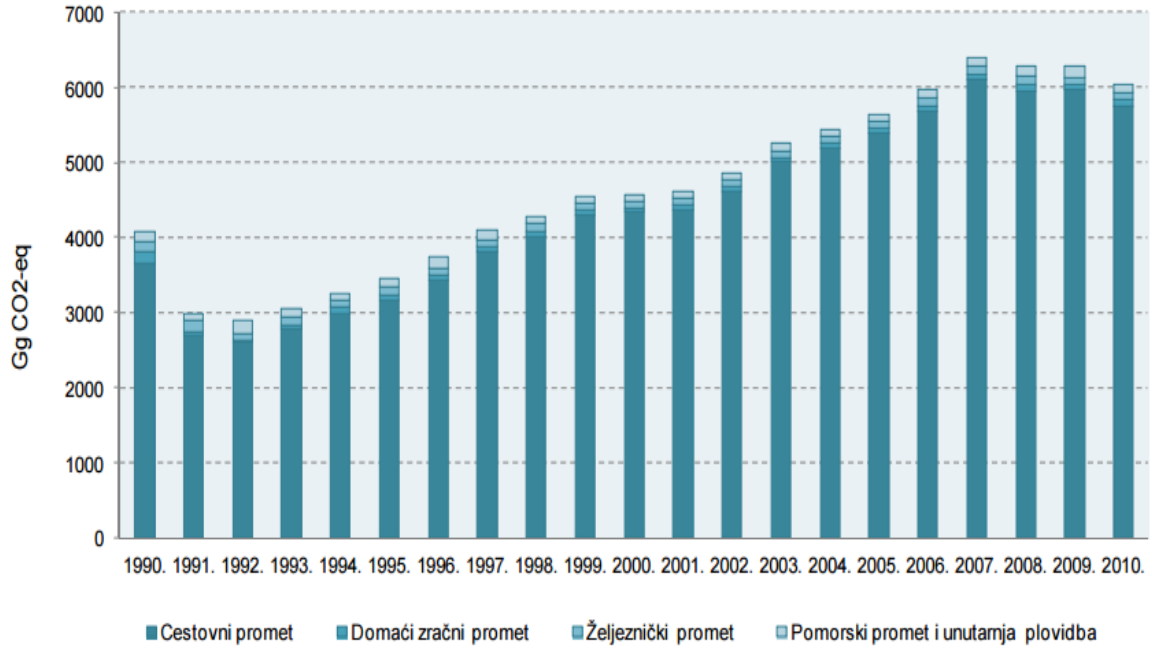
[21] http://www.mzoip.hr/hr/ministarstvo/vijesti/hrvatska-medu-prvim-drzavama-eu-koja-dovrsava-niskougljicnu-strategiju.html

Struktura emisija po glavnim kategorijama (cestovni, željeznički, avionski, pomorski i unutarnja plovidba) u tonama CO_2 – eq:

Tablica 2. Struktura emisija po Gg u tonama CO_2 - eq

Gg	1990.	2010.
Domaći zračni promet	156,1	81,8
Cestovni promet	3634,1	5748,0
Željeznički promet	138,7	90,0
Pomorski promet i unutarnja plovidba	133,5	115,6

Izvor: [1]



Slika 9. Raspon emisija CO2-eq u Gg po kategorijama sektora prometa, [9]

Sektor prometa trebao bi prijeći s primarnoga cestovnog prometa na veći udio željezničkog, riječnog i morskog prometa uz povećanu upotrebu bicikala i više putnika u javnom prijevozu. Električna vozila i biogoriva trebali bi biti glavna karakteristika prijevoza 2050. godine. Projekt VIBRATEe u Austriji i Slovačkoj bliski je primjer kako uspostaviti zelene autoceste i pridonijeti smanjenju emisija stakleničkih plinova i razini buke, prelaskom na električna vozila i poboljšanjem infrastrukture za električne automobile. Nacionalni strateški referentni okvir za 2013. godinu koji utvrđuje prioritete iskorištavanja sredstava iz strukturnih fondova; usmjeren je na četiri sektora za koje su definirani operativni programi među kojima je i sektor prometa. Prioritetne mjere u vezi su s modernizacijom željezničke infrastrukture i pripremom projekata u sektoru prometa, unapređenjem sustava unutarnje plovidbe i tehničkom pomoći.

Interaktivnim radom i vođenom diskusijom, na održanim sektorskim radionicama stručnjaci su usuglašavanjem došli do niskougljične vizije za sektor prometa u Hrvatskoj do 2050. godine:

- niskougljični i nulugljični gradski promet (hibridna vozila, razvijena infrastruktura za punjenje el. vozila, ekološki prihvatljiva goriva; biogoriva, uža središta gradova bez prometa, električna energija za ekološka vozila iz obnovljivih izvora energije, nove tehnologije, biciklistički prijevoz, veći udio javnog prijevoza),
- razvoj infrastrukture za alternativna goriva (jačanje infrastrukture za distribuciju alternativnih goriva i provedba zajedničkih tehničkih specifikacija za ovu infrastrukturu.),
- visoka razina javne svijesti o javnom prijevozu, čišćim oblicima prijevoza;
- razvijen željeznički, riječni i zračni promet (prijelaz s cestovnog na željeznički i riječni promet, razvijena infrastruktura),
- takse za vozila na fosilna goriva (naplata na osnovu potrošnje goriva, ekološka vinjeta),
- javni prijevoz u potpunosti niskougljičan,
- RH brendirana kao zemlja ekološkog i održivog razvoja.[22]

Hrvatska poduzima brojne aktivnosti za smanjenje emisija u prometu. Izgrađeno je oko 120 punionica za električna vozila, sufinancirana je nabava gotovo 3.000 energetski učinkovitih, električnih i hibridnih vozila. Provode se, među ostalim, i tečajevi eko vožnje kojima se mogu ostvariti značajne uštede na potrošnji goriva. Zaposlenik Ujedinjenih naroda za razvoj (UNDP) koji je sudjelovao u projektu Učinimo aute zelenima, svojim proračunima je pokazao da se eko-vožnjom može smanjiti potrošnja goriva i za 30% na 100 km vožnje. Prema njegovom izračunu prosječna potrošnja na 100 km je bila 7,04 litre goriva, a s eko vožnjom manja za 2,11 litara odnosno 4,9 litara goriva. Planiraju se nastaviti i proširiti mjere kojima će se poticati korištenje učinkovitih vozila, alternativnih goriva u prometu, razvoj infrastrukture za alternativna goriva te promicanje inteligentnih i integriranih prometnih sustava u gradovima.[23]

Cilj Europske komisije koji je usvojila Republika Hrvatska je korištenje najmanje 20% alternativnih goriva u odnosu na ostala konvencionalna goriva, odnosno oko 9 PJ energije iz biogoriva u 2020. Godini. Republika Hrvatska Strategijom energetskog razvoja Republike Hrvatske postavlja cilj da iz poljoprivredne proizvodnje u energetske svrhe proizvede približno 2,6 PJ energije iz bioplina odnosno oko 100 milijuna m3 bioplina.[24]Predviđa se da će se većina

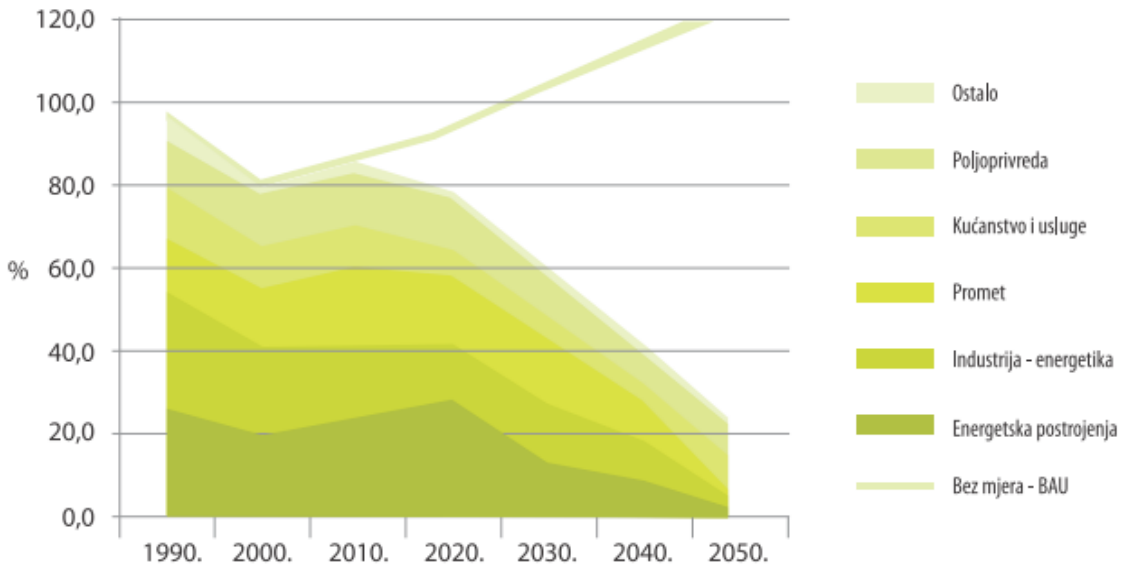
[22]http://www.mzoip.hr/hr/ministarstvo/vijesti/poticanjem-ekoloskih-vozila-i-alternativnih-goriva-do-smanjenja-stetnih-emisija-iz-prometa.html
[23]http://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/ekologija/ekovoznja/
[24]http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html

korištenog biogoriva odnositi na biodizel i bioetanol, te biometan od 2016. godine. Ukupan iznos obnovljive energije u prijevozu, u 2020. godini, bit će oko 162 kt_{oe}. Obnovljiva energija utrošena za prijevoz u 2020. godini uglavnom će se sastojati od energije biogoriva (8,85%), dok će ostatak do 10% udjela biti od električne energije (1,15%), koja će se koristiti u svim vrstama prijevoza. Udio od 1,9% električne energije u cestovnom prometu očekuje se u 2016. godini te daljnji porast do 9,6% u 2020. godini, kao rezultat mjera financijskih poticaja za kupnju hibridnih i električnih vozila.[25]

Prema scenarijima Europske unije inovacije u sektoru prometa uz korištenje niskougljične tehnologije mogle bi smanjiti direktne emisije CO_2 iz automobila i kombija za 64-93% do 2050. godine, što bi znatno doprinijelo postizanju ciljeva EU-a vezano uz smanjenje emisija iz prometa. To bi, također, doprinijelo i gospodarskom razvoju i otvaranju novih radnih mjesta. Uz korištenje niskougljičnih tehnologija, procjenjuje se, do 2030. godine bi se moglo stvoriti između 660.000 i 1.100.000 dodatnih radnih mjesta.[26]

Kako bi se porast globalne temperature zadržao unutar 2°C potrebno je drastično smanjenje emisije stakleničkih plinova, u razvijenim državama za 80-95% do 2050. godine u odnosu na 1990. (slika 10).Smanjenje emisije stakleničkih plinova predstavlja izazov, ali i veliku priliku za otvaranje novih radnih mjesta, pokretanje investicija, zelene poslove, povećanje konkurentnosti i poticaj za trajni gospodarski rast. Koncept puta prema niskougljičnom konkurentnom gospodarstvu i zelenoj ekonomiji, temelji se na osnovnim načelima održivog razvoja ravnoteže društvenih, gospodarskih i okolišnih ciljeva i nema alternative. Put prema viziji u 2050. godini ostvaruje se kroz nekoliko faza, svaka država mora naći svoj optimalan način tranzicije, u okvirima svjetskih i europskih pravila, pri čemu će svako kašnjenje u odlukama i provedbi ugroziti konkurentnost i razvoj.

[25] https://vlada.gov.hr/UserDocsImages/Sjednice/Arhiva/120.%20-%202.pdf
[26] http://www.mzoip.hr/hr/ministarstvo/vijesti/poticanjem-ekoloskih-vozila-i-alternativnih-goriva-do-smanjenja-stetnih-emisija-iz-prometa.html



Slika 10. Smanjenje emisije stakleničkih plinova do 2050. godine primjenom vlastitih mjera, [10]

6. EKOLOŠKE PREDNOSTI I NEDOSTACI BIOPLINA I BIOETANOLA

BIOPLIN

Jedan od osnovnih, a ujedno i ekološki najpovoljnijih načina korištenja biomase je proizvodnja bioplina. Bioplin je plinovito gorivo dobiveno anaerobnom (bez prisustva kisika) digestijom (AD) odnosno razgradnjom organskih tvari (biootpad sa farmi, biootpad iz komunalnog otpada, kanalizacijski mulj, ostatci iz prehrambene industrije itd.). U bioplinu je sadržano više od stotinu različitih kemijskih tvari, no glavne supstance su metan CH_4 (40-75 %), ugljikov-dioksid CO_2 (25-60 %) i malo postotka ostalih plinova poput dušika N_2 , vodika H_2 , sumporovodikaH_2S i ugljik-monoksida CO.

Osnovne prednosti primjene bioplina jesu:

- smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima,
- smanjenje količine otpada,
- smanjenje emisije stakleničkih plinova,
- manje neugodnih mirisa i insekata,
- smanjenje potrošnje vode,
- jednostavan postupak proizvodnje,
- zatvoren ciklus hranjivih tvari,
- visoka energetska učinkovitost i rentabilnost,
- korisni nusproizvodi (gnojivo iz krutih ostataka),
- energetski i ekološki održiva proizvodnja hrane.[27]

Za razliku od fosilnih goriva, spaljivanjem bioplina u atmosferu se ispušta samo onoliko CO_2 koliko je uskladišteno u biljkama tijekom njihova rasta. Time se zatvara ugljični ciklus bioplina. Zato korištenje bioplina smanjuje emisije CO_2 i pomaže kod sprječavanja povećanja koncentracije CO_2 u atmosferi, a time pomaže i borbi protiv globalnog zatopljenja. Nadalje, smanjuju se emisije i ostalih stakleničkih plinova, poput metana i dušičnih oksida, iz netretiranog stajskog gnoja. Procesom anaerobne digestije postiže se dvostruki pozitivni učinak na smanjivanje emisije stakleničkih plinova:

- zbog upotrebe bioplina smanjuje se upotreba fosilnih goriva i time se reducira emisija stakleničkih plinova nastala njihovim izgaranjem,
- hvatanjem nekontroliranih emisija metana i dušikova oksida u digestoru smanjuje se njihova emisija u atmosferu.

[27] http://www.mps.hr/UserDocsImages/projekti/DOBRA%20POLJOPRIVREDNA%20PRAKSA/DPP_bioplin.pdf

Procjenjuje se da bi se anaerobnom digestijom metana moglo smanjiti njegova emisija za 13,24 Mil. t/god., a upotrebom bioplina umjesto fosilnih goriva i drva za ogrjev smanjila bi se emisija CO_2 za dodatnih 90 Mil. t/god pa ukupno smanjenje stakleničkih plinova zbog upotrebe bioplina iznosi 420 Mil. t/god CO_2ekvivalenta.

Osim smanjenja emisija metana i ugljičnog dioksida, u bioplinskim postrojenjima reducira se i emisija dušikova oksida, i to na nekoliko načina:

- nema emisija zbog skladištenja gnoja,
- izbjegnuti su anaerobni uvjeti u tlu koji pogoduju razvoju N_2O,
- povećana dostupnost dušika biljkama, čime se brže apsorbira dušik u nasade,
- smanjuje se upotreba umjetnih gnojiva, koji u procesu proizvodnje stvaraju staklenič̈ke plinove uključujući i N_2O.

Ukupno smanjenje emisija N20 teško je procijeniti, ali procjenjuje se da se anaerobnom obradom gnoja može reducirati 10% godišnjih emisija N20, što iznosi 15,7 Mil. t/god CO2 ekvivalenta. Sumarni prikaz smanjenja emisija stakleničkih plinova na svjetskoj razini prikazuje tablica 3.[28]

Tablica 3. Smanjenje emisije stakleničkih plinova

Vrste stakleničkog plina	**Smanjenje emisija [Mil. t/god]**	**Ekvivalent CO_2 [Mil. t/god]**
Metan [CH_4]	13,24	330
Ugljični dioksid [CO_2]	90	90
Dušikov (II) oksid [N_2O]	0,049	15,7
UKUPNO		**436**

Izvor: [2]

Pored smanjivanja emisije stakleničkih plinova, upotrebom bioplina povoljno se djeluje na okoliš i smanjenjem količine otpada i njegovim pretvaranjem u visokovrijedno organsko gnojivo. Time se smanjuje ne samo količina otpada već i veličina odlagališta i cijena zbrinjavanja otpada. Za proizvodnju bioplina koristi se najmanja količina vode u odnosu na ostala biogoriva, tako da se njegovom primjenom smanjuje potrošnja vode. Nadalje, zbog odgovarajućeg zbrinjavanja biootpada značajno se smanjuje opasnost od zagađivanja površinskih i podzemnih vodotoka. Razgradnja organskih tvari koja se događa u procesu anaerobne digestije, uključuje razgradnju organskih kiselina, mirisnih ugljikovodika i opasnih tvari što povoljno djeluje na strukturu i sastav tla kada se digestat primjenjuje kao gnojivo.

[28]Vuleta, G.: Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2012.

Za korištenje bioplina u prijevozu potrebno je isti „pretvoriti“ u biometan, odnosno iz bioplina dobiti metan minimalne čistioče od 95% i kao takav se može miješati sa prirodnim plinom. Biometan se može koristiti u motorima osobnih automobila, za pokretanje traktora, kamiona, autobusa itd. Biometan je obnovljiv i ne doprinosi povećanju stakleničkog efekta. Prema istraživanju organizacije “LCA“ (Life Cycle Analysis) i mjerenju emisije stakleničkih plinova u svim aspektima života jedne vrste goriva od nabave sirovina, proizvodnje, distribucije i iskoristivosti Biometan se smatra najboljim komercijalno obnovljivim gorivom. Svi produkti biometana mogu se iskoristiti i energetski gubici su mali.

Prednosti upotrebe biometana

- vozila koja upotrebljavaju biometan za gorivo ne emitiraju CO_2,
- sa udjelom biometana u iznosu od 50% te udjelom benzina od 10% u vozilima na plin i benzin smanjuje se emisija CO_2 i do 53%,
- korištenjem otpada u tu svrhu doprinosimo njegovom kvalitetnijem zbrinjavanju,
- u odnosu na benzin postiže se smanjenje emisije CO, CxHy i NOx , uz istodobno smanjenje kancerogenosti ispušnih plinova i njihovog utjecaja na stvaranje smoga,
- u odnosu na dizelsko gorivo znatno se smanjuje emisija NOx, uz iznimno nisku emisiju čestica, dok emisija CO i CxHy, te ekvivalenta emisija CO_2 ostaje na razini dizelovog motora,
- cijena koštanja biometana je od 20-40% niža u odnosu na jednu litru benzina.[29]

Bioplin je sigurniji od tradicionalnih tekućih goriva kao što su benzin i dizel. U slučaju curenja bioplin se raspršri, dok se tekućine nakupljaju na zemlji stvarajući potencijalnu opasnost od požara. Temperatura paljenja je 580° C , odnosno 220° C kod benzina, nije toksičan te ne zagađuje podzemne vode.

Korištenje biometana u transportnom sektoru ima veliki potencijal; biometan se kao pogonsko gorivo već koristi u Švedskoj, Njemačkoj i Švicarskoj. Broj privatnih vozila, vozila u javnom prometu i kamiona koji koriste plinsko gorivo je u značajnom porastu. Biometan se u vozilima može koristiti (tlačenjem u boce) na isti način kao i UNP (propan butan) ili prirodni plin. Sve je veći broj europskih gradova koji u gradskim autobusima zamjenjuju dizel gorivo s biometanom. U usporedbi s drugim biogorivima smatra se da biometan ima najveći potencijal kao buduće prihvatljivo gorivo za vozila koje je najpovoljnije za okoliš.

[29] http://www.prometna-zona.com/bioplin-i-biometan/

Međutim, korištenje bioplina ima i nedostataka, a medu najvažnije svakako spada visok sadržaj sumpornih oksida (SOx) u ispušnim plinovima, koji su zbog toga agresivno korozivni. Opseg negativnih pojava i posljedica korištenja bioplina kao goriva za pogon motora s unutarnjim izgaranjem ovisi o izvoru i svojstvima bioplina.

Najnepovoljniji je slučaj kada se kao sirovinu za proizvodnju bioplina koristi stajski gnoj od krava, jer on sadrži najviše sumpora iz kojega izgaranjem u motoru nastaju korozivni i štetni sumporni oksidi.

BIOETANOL

Bioetanol se može upotrebljavati u motorima s unutarnjim izgaranjem. Upotrebljava se kao dodatak motornom benzinu u određenim omjerima, te kao konverzija do ETBE (etil-tercijarni butil eter). Kao takav može se dodavati benzinu ili pak dizel gorivu u koncentraciji do 15 %. ETBE je oksigenat koji služi za povećanje oktanskog broja i smanjivanje zagađenosti ispušnih plinova ostvarujući bolje izgaranje u motoru.

U upotrebi su različite mješavine etanola i benzina. Odnos miješanja sa benzinom eksplicitno se vidi iz oznake goriva. E je oznaka za etanol a brojni podatak označava postotni volumni udio etanola u benzinu. Smjese sa niskim udjelom bioetanola su smjese od 5 do 22 % i takvo gorivo se označava sa E5 – E22. Takve se smjese mogu koristiti u konvencionalnim motorima bez modifikacija i generalno se može vršiti njihova opskrba korištenjem postojeće infrastrukture. Pored toga moguće je miješati 10 do 15 % bioetanola (uz dodataka specijalnih aditiva) u dizelsko gorivo. Smjese sa visokim udjelom bioetanola su smjese u kojima se sadržaj etanola kreće do 85 % (E85), ali prilikom korištenja ove mješavine potrebne su određene modifikacije na motoru.[30]

Lošija isparljivost čini ga sigurnijim za manipulaciju, jer je gorivo manje sklono zapaljenju. Temperatura zapaljenja etanola je viša u odnosu na benzin. Pare etanola su teže od zraka, pa se zadržavaju pri tlu. Također, kada se upali, etanol gori sporije, odnosno manje eksplozivno u odnosu na benzin. Biorazgradiv je, te su posljedice eventualne kontaminacije zemljišta i voda daleko manje i brže se saniraju nego u slučaju izlijevanja benzina.

Prednost korištenja mješavine bioetanola i motornog benzina je u smanjenju emisije određenih štetnih plinova. Međutim, s druge strane može doći i do povećanja emisije određenih zagađivača ili do nepromijenjenog stanja u emisiji u ovisnosti od sastava goriva (tablica 4).

[30]Zavargo, Z., Popov S., Dodić S., Razmovski R., Tomanović R., Dodić J., Mogućnosti razvoja, proizvodnje i primjene bioetanola u autonomnoj pokrajini Vojvodini, studija, Tehnološki fakultet Novi Sad, 2008.

Tablica 4. Utjecaj mješavine bioetanola i MB (motornog benzina) na štetnu emisiju

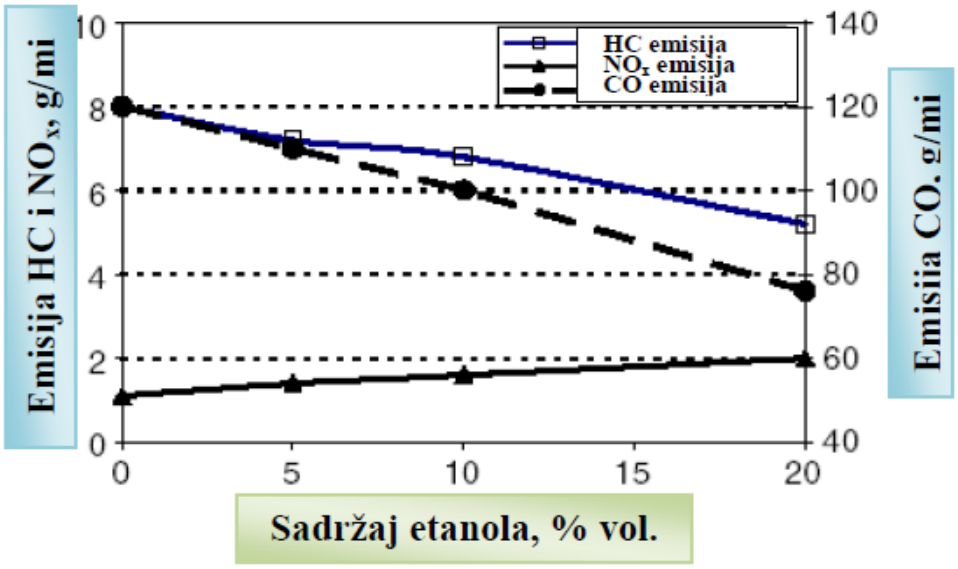
Zagađivači zraka	Mješavina MB sa etanolom (E10) u usporedbi s konvencionalnim MB
CO	-
NO_X	+
Isparljive organske jedinice	+
Čvrste čestice	-

Legenda: + povećava se, - smanjuje se

Korištenjem etanola kao goriva ili kao dodatka benzinu dolazi do smanjenja ugljikovog monoksida. Istraživanja su pokazala da je korištenjem bioetanola kao goriva moguće smanjiti emisiju CO čak i do 30 % ovisno o tipu i starosti vozila, korištenog sistema kontrole nivoa zagađenja i atmosferskih prilika. Ukoliko se koristi gorivo E10 dolazi do smanjenja emisije ugljik-monoksida za oko 25 %, što se objašnjava potpunijim izgaranjem zbog prisustva kisika u gorivu.

Ukoliko udio bioetanola u smjesi sa benzinom raste od 0 do 20 % dolazi i do smanjivanja emisije ugljikovodika, kao što je prikazano na slici 11. S obzirom da se dodatkom etanola motornom benzinu značajno smanjuje emisija ugljikovodika i ugljik-monoksida time se i smanjuje stvaranje ozona. Međutim, pri visokim udjelima bioetanola u smjesi sa benzinom zapaža se povećanje emisije ugljikovodika i smanjenje emisije dušičnih oksida.

Korištenjem smjesa bioetanola (do 20 %) i motornog benzina emisija dušikovih oksida NO_x, se povećava, ali ne značajno, kao što je prikazano na slici 11. Reguliranjem količine bioetanola dodanog benzinu važno je osigurati što manju emisiju dušičnih oksida, ne samo zbog njihove direktne toksičnosti, već i zbog smanjenja nastajanja ozona koji je u većim koncentracijama izuzetno toksičan (nadražuje dišne organe i može dovesti do plućnog edema i smrti).



Slika 11. Promjene u emisiji HC, NOx i CO pri sagorijevanju smjesa motornog benzina i različitog udjela bioetanola, [11]

Dodavanjem manje količine bioetanola (2 – 5 %) u mješavini sa motornim benzinom značajno utječe na povećanje emisije isparljivih organskih jedinica, dok se dodavanjem većih količina bioetanola (>10 %) značajno ne utječe na daljnje povećanje emisije ovog zagađivača.[31]

Jedan od glavnih problema pri sagorijevanju etanola je emisija aldehida (posebno acetaldehida), jer njegove količine u zraku nisu još regulirane zakonom. Aldehidi se direktno ispuštaju u atmosferu usred izgaranja etanola i pojedinih ugljikovodika. Aldehidi su fotokemijski reaktivni. Kod alkohola emisija aldehida je 2-4 puta veća nego kod benzina, zbog visokog sadržaja vezanog kisika. Ona se lako može neutralizirati u katalizatoru koji je obavezan sistem na suvremenim vozilima opremljenim Otto motorima. Etanolska goriva sadrže i minimalne količine sumpora, koji ima negativan efekt na rad katalizatora.

Smatra se da će u budućnosti prevladavati smjese bioetanola sa fosilnim motornim gorivom, a ne čisti bioetanol. Tako bi se favorizirale pozitivne strane bioetanola kao goriva i pozitivni efekti na životnu sredinu, a ne bi bila potreba modifikacija konvencionalnih motora. Smatra se da trenutačno postojeći motori mogu nesmetano koristiti smjese bioetanola sa fosilnim gorivom sa udjelom bioetanola do 22 %. Međutim u praksi, većina proizvođača automobila preporučuje korištenje smjesa sa do 10% etanola.

[31]Nikolić, B., S.: Doktorska disertacija, Proizvodnja bioetanola kao alternativnog goriva iz kukuruza pomoću slobodnog i imobilisanog kvasca, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko – metalurški fakultet, Beograd, 2009.

7. UPORABA BIODIZELA KAO POGONSKOG GORIVA U CESTOVNOM PROMETU

7.1. Povijesni razvoj uporabe biodizela kao pogonskog goriva

1853. godine znanstvenici E. Duffy i J. Patrick prvi put su izveli transesterifikaciju biljnog ulja, mnogo ranije od nastanka prvog funkcionalnog dizel motora. Prvo vozilo na biljno ulje predstavljeno je pred više od stotinu godina, točnije 1900. godine, kada je na Svjetskoj izložbi u Parizu Rudolf Diesel izložio motor na ulje iz kikirikija. Za uspomenu na taj događaj 10. kolovoza je proglašen za "Međunarodni dan biodizela". Rudolf Diesel je još davne 1912. godine u svom govoru rekao da je korištenje jestivog ulja za dizelske motore možda beznačajno za to vrijeme, ali da će doći vrijeme kada će jestivo ulje kao gorivo biti iste važnosti kao i nafta. Prvi suvremeni pokusi i ispitivanja mogućnosti korištenja biljnog ulja za pokretanje motornih vozila potaknuta su 1973. godine u doba prve naftne krize. Odmah je pokazano da se biljna ulja mogu uspješno koristiti u dizelovim motorima, no postojale su i određene poteškoće. Visoka viskoznost ulja je bio glavni uzrok problema, no ubrzo je otkriven, te je problem riješen tako što su kemičari prilagodili ulje jednostavnom esterifikacijom.

Prije i za vrijeme Drugoga svjetskog rata zabilježena su testiranja biogoriva u Belgiji, Francuskoj, Italiji, Velikoj Britaniji, Portugalu, Njemačkoj, Brazilu, Argentini, Japanu i Kini. G. Chavanne je na Sveučilištu u Brusselsu, 31. kolovoza 1937. patentirao postupak za pretvorbu jestivog ulja za gorivo motora kojim je opisana transesterifikacija jestivog ulja korištenjem metanola, da bi se odvojio glicerol i zamijenio s kratkim bazama alkohola. To je bio prvi zapis što se danas podrazumijeva pod proizvodnjom biodizela.

Do ranih 70-ih godina prošlog stoljeća i početka prve energetske krize upotrebljavano je, uglavnom, samo klasično dizelsko gorivo. S povećanom ekološkom sviješću došlo je do prvih ideja o uporabi goriva na osnovi biljnih ulja i životinjskih masti, kao zamjena za dizel na osnovi mineralnog ulja. Krajem osamdesetih nekoliko zemalja odlučilo je djelomično zamijeniti dizelsko gorivo s uljima biljnog ili životinjskog porijekla. Švedska i Austrija bile su prve zemlje koje su početkom devedesetih ratificirale zakonodavstvo o biodizelu, a pratile su ih i neke druge europske zemlje te potom Sjedinjene Američke Države.[32]

[32]Univ. bacc. ing. Stojanović, M.: Uporaba biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu, Pregledni rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, kolovoz 2013.

7.2. Primjena i utjecaj biodizela kao pogonskog goriva

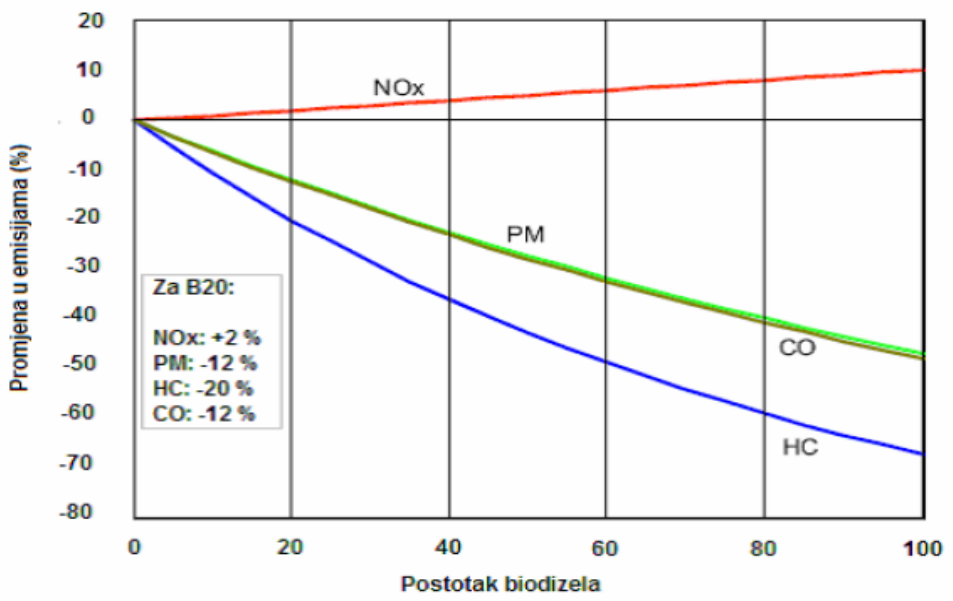
Pri postavljanju ciljeva u pogledu povećanja obujma korištenja biodizela treba voditi računa o dostupnosti takvog goriva i o mogućnosti njegove primjene, pošto još uvijek nismo u mogućnosti da se mogu pokriti potrebe cjelokupnog tržišta. Prijelazno rješenje je upravo korištenje mješavine ova dva goriva. U okviru toga razmatrana je uporaba mješavine konvencionalnog fosilnog dizel goriva i biodizela u dizelovim motorima s unutarnjim izgaranjem (SUI) namijenjenih za putna vozila.

Biodizel se u motorima SUI može koristiti kao dodatak čistom dizelskom gorivu, odnosno uz miješanje sa fosilnim gorivom u određenim omjerima, te kao čisti biodizel. Biodizel se dobro miješa s dizelskim gorivom u svim omjerima i ostaje pomiješan čak i na niskim temperaturama.

Najčešći primjeri goriva nastalog miješanjem biodizala sa fosilnim dizelskim gorivom, su B20, B30, B40, B50, B80 pri čemu slovo B označava biodizel, a broj njegov udio (odnosno metilnog estera) u mješavini.B20 (smjesa od 20% biodizela i 80% fosilnog dizela) radi u svakom dizel motoru, obično bez ikakvih preinaka na motoru ili sustavu dobave goriva te osigurava sličnu snagu, okretni moment i prijeđeni put po litri goriva kao i klasično dizelsko gorivo. Koncentracija do 5% je granična vrijednost za koju većina proizvođača dizelskih motora daje garancije.

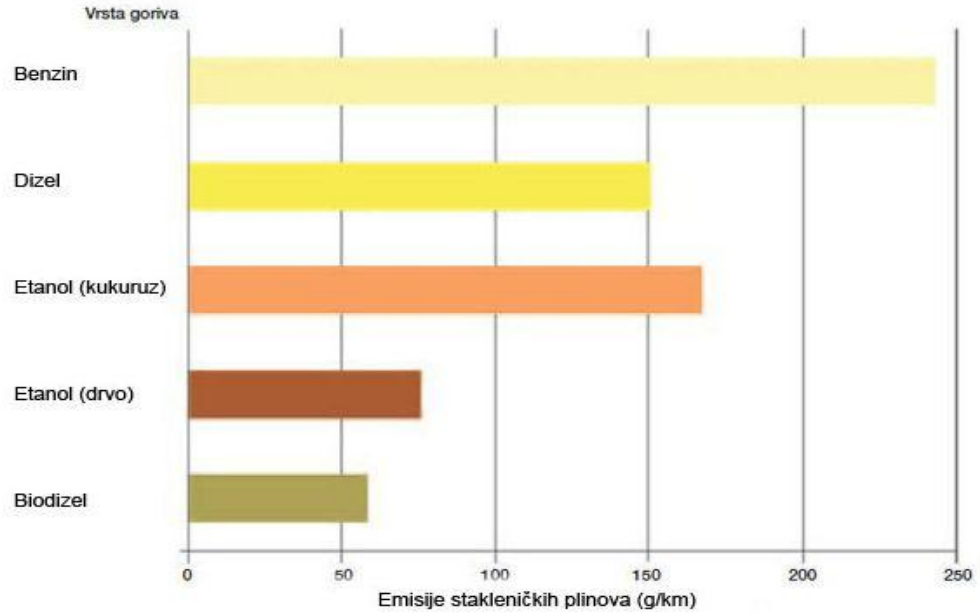
Korištenje biodizela u konvencionalnim dizelskim motorima rezultira znatnim smanjenjem ne izgorenih ugljikovodika, ugljičnog monoksida i čestica. Emisije dušikovih oksida se ili malo smanjuju ili malo povećavaju, ovisno o ciklusu motora i korištenoj metodi testiranja. Biodizel ima prednost pred fosilnim dizelom u pogledu smanjenja emisija tako da smjesa B20 smanjuje emisiju ugljikovodika za 20 %, ugljičnog monoksida i čestica za 12 %, a sumpora za oko 20 %. Emisija NOx-a se istovremeno povećava za 2 %, što se može vidjeti na grafikonu 8.[33]

[33]Kondić, V., Višnjić, V., Pisaćić, K., Bojanić, B., Prednosti, nedostaci i ekološki učinci biodizelskog goriva, Tehnički glasnik 9, 3, str. 260-263, 2015



Slika 12. Promjena u emisijama u ovisnosti o postotku biodizela u gorivu, [12]

Primjenom biodizelskoga goriva značajno se doprinosi očuvanju okoliša, količina smoga smanjuje se za oko 50% u odnosu na dizelsko gorivo, emisija inhalirajućih čestica koje predstavljaju rizik za ljudsko zdravlje, smanjene su za oko 40% u odnosu na dizelsko gorivo, a emisija ugljikovodika je niža za oko 68% u odnosu na dizelsko gorivo. Uz smanjenje štetnih plinova znatno je i manje stakleničkih plinova, kako u proizvodnji tako i u uporabi kod različitih goriva, što se može vidjeti na slici 13.

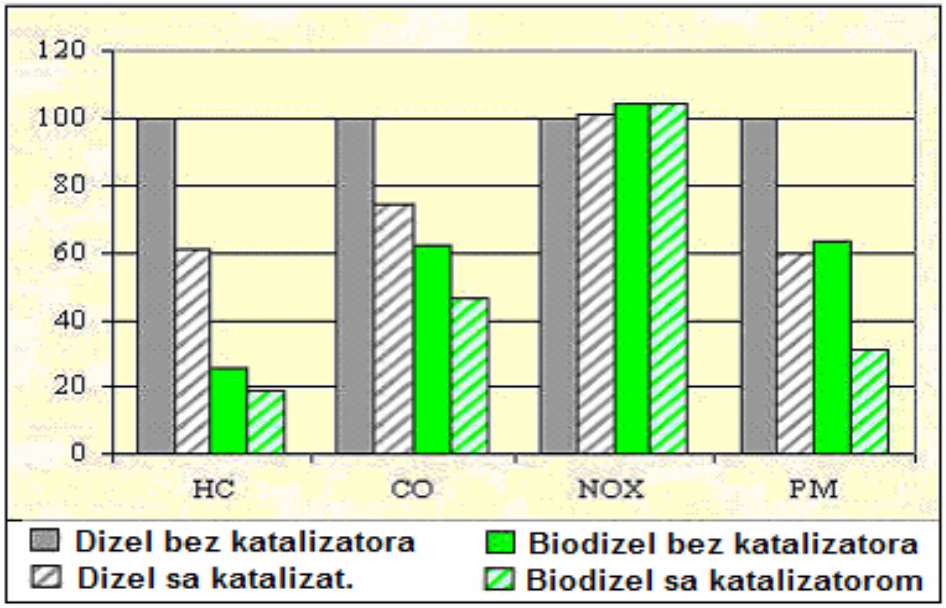


Slika 13. Ciklus stakleničkih plinova pri proizvodnji i uporabi kod različitih goriva (CO_2-CO_2 ekvivalent ostalih zagađivača CH_4 i N_2O), [13]

S obzirom da je biodizelsko gorivo biorazgradivo smanjuje se i rizik zagađivanja voda što je posebno interesantno zbog naših nacionalnih parkova, parkova prirode, vodocrpilišta. Miješanje biodizela s dizelskim gorivom ubrzava biološku razgradivost dizelskog goriva tako da se npr. smjesa od 20% biodizela i 80% dizelskog goriva razgrađuje duplo brže od dizelskog goriva D2. Na taj način, korištenje biodizela povećava biološku razgradivost smjesama s dizelskim gorivom.

Uporaba katalitičkog katalizatora može smanjiti emisije čestica, policikličkih aromatskih ugljikovodika i ugljičnog monoksida znatno ispod postojećih razina, ali može se koristiti samo za niskosumporno dizelsko gorivo. Katalizator međutim može povećati emisije NOx. Biodizel ima niski ili zanemariv sadržaj sumpora i može koristiti nove tehnologije katalizatora. Ove niske količine sumpora u biogorivima su prirodne i nisu rezultat skupih i energetski zahtjevnih spojeva ili izdvajanja sumpora. Studija koju je proveo Christopher Sharp (Southwest Research Institute, USA) prikazuje testiranje tri dizelska motora s i bez oksidacijskog katalizatora i to s dizelskim gorivom, biodizelom i smjesom B20. Slika 14 prikazuje relativne emisije za dizelsko gorivo i 100% biodizel. Testiranje je provedeno na motoru Cummins B5.9.

Svi rezultati prikazani su u masenim postotcima, a normalizirani su po jedinici proizvedenog rada. Na slici se može vidjeti da oksidacijski katalizator daje slične omjere smanjenja emisija kod primjene biodizela, premda se startalo s manjim emisijama nego kod običnog dizela.



Slika 14. Relativne emisije motora Cummins B5.9 za dizelsko gorivo i 100 % biodizel, [14]

Biodizel postiže s katalizatorom bolje rezultate u odnosu na dizel u svim kategorijama osim NOx, gdje je razlika gotovo zanemariva.

U skladu s politikom upravljanja okolišem, podružnice Zagrebačkog holdinga d.o.o., kao i Grada Zagreba, usklađuju svoje vozne parkove s europskim standardima zaštite okoliša i poboljšanja kvalitete života građana, uspostavom kvalitetnijih rješenja u gradskom prometu te promicanjem i poticanjem održivih, ekološki i energetski učinkovitih načina odvijanja prometa, uvođenjem energetski učinkovito obnovljivog goriva dobivenog iz biljnih ulja - biodizela.

U svrhu ostvarenja postavljenih ciljeva, tijekom zadnjih godina, 10% postojeće potrošnje eurodizela zamijenjeno je sa biodizelom. U prvoj fazi sva vozila koristit će biodizel B5, a nabavljena su i nova vozila povoljnijeg utjecaja na okoliš.

- U ZET – u je sufinancirano 100 autobusa na biodizel i 60 na prirodni plin.
- Čistoća je uvela vozila na biodizel za odvoz smeća i čišćenje ulica - sufinancirana je nabava 52 vozila na biodizel.
- Gradska plinara u svoja vozila je uvela prirodni plin.

Očekivana korist je smanjenje potrošnje fosilnog goriva za 10% te smanjenje ispuštanja onečišćujućih tvari u okoliš.[34]

Korištenje biodizela B5 kao pogonskog goriva:

- 5% biodizela – ostatak eurodizel,
- nema potrebe za preinakama na vozilu,
- nema razlike u zakretnom momentu,
- nema promjena u potrošnji.

Istraživanja pokazuju da Zagreb na godinu "proizvede" više od 1,400.000 litara otpadnoga jestivog ulja samo iz hotela, restorana i ostalih poslovnih subjekata te oko 1,600.000 iz kućanstava, dok je količina biodizela proizvedena od toga otpadnog jestivog ulja dostatna za vožnju 80 gradskih autobusa cijele godine. U austrijskom gradu Grazu svi autobusi, njih 140, voze na biodizel. Može se spomenuti i da je nakon uvođenja biodizela u gradske autobuse u tijeku uvođenje istog goriva u taksi vozila pa tako trenutno 60 % vozila (otprilike njih 120) koristi biodizel. [35]

[34] http://www.civitaszagreb.hr/o-projektu/rezultati/
[35] Virkes, T., Magistarski rad, Biodizel u prometu kao čimbenik održivog razvoja u RH, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2007

8. ENERGETSKO - EKONOMSKI ASPEKT UVOĐENJA BIODIZELA U RH

Ograničene količine nafte i plina u svijetu, podižu njihovu cijenu, a istovremeno sve se više ističe i njihov nepovoljan utjecaj na okoliš, stoga razvijene zemlje kako u svijetu tako i u Europskoj uniji mišljenja su da bi obnovljivi izvori energije trebali u određenoj mjeri zamijeniti energiju dobivenu iz fosilnih izvora (goriva). U budućnosti se očekuje značajnija primjena biogoriva, pa se proces unapređivanja proizvodnje i širenje upotrebe biogoriva sve više razvija. Zbog ograničenih postojećih površina za proizvodnju biomase, EU planira u prometu tijekom sljedećih godina (do 2030. godine), zamijeniti naftu biogorivima do 25 % njezine potrošnje.

Hrvatsku krase odlični uvjeti (pogodna klima, kvalitetno tlo, te tradicija u uzgoju poljoprivrednih i šumskih kultura, odnosno u proizvodnji biomase), potrebni za proizvodnju biogoriva (biodizela) iz biomase, a bez da se pritom ugrožava proizvodnja hrane. Potencijali proizvodnje hrvatske poljoprivrede daleko su veći nego što je to slučaj sa proizvodnjom koju danas ostvaruju naša gospodarstva.

Republika Hrvatska kao zemlja s velikim šumskim potencijalom (44% kopnenog šumskog teritorija), značajnom ulogom poljoprivrede te brojnim drvno-prerađivačkim pogonima, ima na raspolaganju znatne količine biomase različitog porijekla, koja se može koristiti za proizvodnju biodizela. Nažalost Hrvatska je još uvijek suočena s nedostatkom preciznije zakonske regulative u tom segmentu, te trpimo dvostruku štetu: osim zagađenja okoliša, znatne su i ekonomske štete, jer se za pročišćavanje (otpadnog ulja koje se ispušta u kanalizaciju) troše znatna sredstva, umjesto da ga se koristi kao sirovinu za proizvodnju biodizela. Kod nas, potrošnja naftnih derivata stalno raste - posebice zbog povećane potrošnje motornih goriva, naročito u prometnoj djelatnosti. Potrošnja dizelskog goriva u poljoprivredi i graditeljstvu stagnira. Dodatkom i malih količina biodizela postigli bi se veliki učinci, ne samo u smislu uštede goriva, nego poglavito postizanjem primjerenog ekološkog standarda.

Obnovljiv izvor biomase i otpada obuhvaća područja poljoprivrede s prehrambenom industrijom, šumarstva s drvnom industrijom, te otpad i otpadne vode pogodni za razgradnju (ostaci hrane, vrtni otpad, papir, karton,...) s mjestom nastanka u kućanstvima ili sličnim prostorima. Ovdje spadaju čvrsti komunalni otpad i otpadne vode, kao i muljevi iz postrojenja za pročišćavanje gradskih i industrijskih otpadnih voda, pogodnih za proizvodnju motornih goriva (biodizela).

Kao rezultat starenja stanovništva, demografskih promjena, promjena u poljoprivrednim poduzećima i ratnih djelovanja, veliki dio obradivih površina se ne koristi, ili se slabo koristi. Procjenjuje se da je danas oko 400 000 ha izvan uporabe. S obzirom na velike subvencije EU poljoprivredi i zasićenost hranom, proizvodnja

biogoriva, odnosno potrebe za većom proizvodnjom uljane repice, predstavlja značajnu priliku za obnovu poljoprivrede.

Poljoprivredna djelatnost generira ove glavne vrste biomase:

- ostaci ratarske i voćarske proizvodnje,
- ostaci stočarske proizvodnje,
- energetske plantaže poljoprivrednih kultura (uljana repica, kukuruz itd.) za proizvodnju motornih biogoriva (biodizel, bioetanol, biometanol).

Za pogon dizelskih motora u svijetu sve značajnija je primjena biodizelskog goriva, koje stvara značajne ekonomske, gospodarske i strateške mogućnosti razvoja Republike Hrvatske. Glavna uljarica za proizvodnju biodizelskoga goriva je uljana repica, za čiju proizvodnju imamo izrazito povoljne uvjete, za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju.

Proizvodnjom biodizelskog goriva ostvarila bi se:

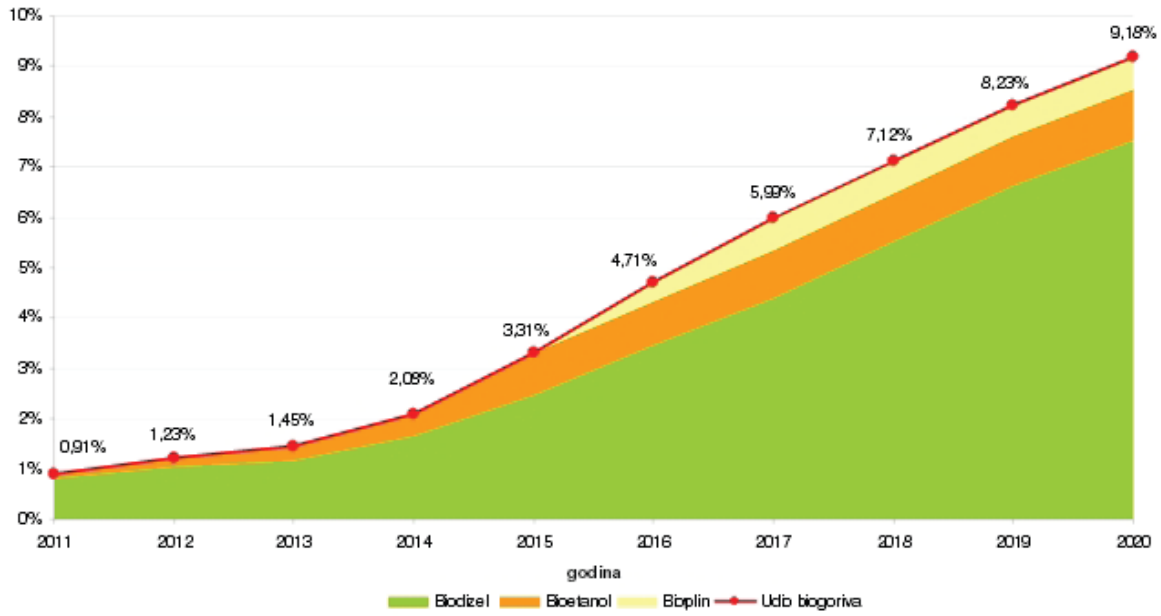
- značajna financijska ušteda s obzirom na smanjenje uvoza nafte (sve veća cijena nafte na tržištu),
- smanjenje onečišćenja okoliša, obzirom da biodizel nije klasificiran kao opasna tvar, utječe na smanjenje stakleničkih plinova, onečišćenja zraka i voda,
- povećanje zaposlenosti, povećanjem uzgoja poljoprivrednih proizvoda za proizvodnju biodizela,
- razvoj apikulture, uvođenje nove poljoprivredne kulture, što bi predstavljalo novo sigurno tržište za poljoprivrednike, utjecalo bi na obradu neiskorištene zemlje te zadržalo kapital unutar zemlje,
- makroekonomski (izvozno) je povoljnije za Hrvatsku proizvodnja uljene repice od drugih kultura,
- obaveza korištenja biodizela u EU, radi provođenja programa smanjenja emisije ugljikovog dioksida prihvaćenog potpisivanjem sporazuma iz Kyota.[36]

Republika Hrvatska trenutačno raspolaže sa tri postrojenja za proizvodnju biogoriva sa ukupnim kapacitetom od oko 70.000 tona biodizela godišnje. Dva pogona kao osnovu za proizvodnju biodizela koriste ulje uljarica, dok jedan pogon koristi otpadno jestivo ulje, no zbog problema u nabavi valja naglasiti da niti jedna desetina pretpostavljenog proizvodnog kapaciteta ovog pogona nije iskorištena.[37]

[36]Univ. bacc. ing. Stojanović, M.: *Uporaba biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu*, Pregledni rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, str. 133 -143, 2013.
[37]http://www.sumari.hr/biomasa/petidanibiomase/izlaganja.htm

U Republici Hrvatskoj cilj je povećati količine biogoriva kako u sektoru proizvodnje, (nužno je izgraditi nove proizvodne kapacitete koji bi trebali pratiti povećanje proizvodnje sirovina) i u sektoru potrošnje pogonskog goriva koje će pridonijeti održivom razvoju Hrvatske. Sa tim ciljem osmišljen je projekt „Biosire“ - Biogoriva - proizvodnja, distribucija i poticaji namijenjen poboljšanju međusobne komunikacije između lokalnih vlasti, Vlade, te tvrtki koje se bave proizvodnjom biogoriva i sirovina za biogoriva u cilju povećanja interesa za proizvodnju i primjenu biogoriva u Hrvatskoj.

Nacionalni cilj stavljanja na tržište biogoriva je minimalni obvezatni cilj stavljanja na tržište biogoriva za potrebe prijevoza u Republici Hrvatskoj. Određuje se kao dio ukupnog udjela energije iz obnovljivih izvora u ukupnoj godišnjoj neposrednoj potrošnji energije u prijevozu, u koju se uračunava samo energija dizelskog goriva, motornog benzina i biogoriva potrošena u cestovnom i željezničkom prijevozu te električna energija potrošena u prijevozu, a izražava se kao postotak u Nacionalnom akcijskom planu, uzimajući u obzir propisane energijske vrijednosti goriva. Slika 15 prikazuje ciljani udio biogoriva u ukupnoj potrošnji energije u prijevozu u Hrvatskoj do 2020. godine.



Slika 15. Nacionalni cilj plasiranja biogoriva na tržište do 2020. godine sa pretpostavljenim udjelima pojedinih vrsta biogoriva, [15]

Sukladno Zakonu o biogorivima, obveznik stavljanja biodizela na tržište samostalno odabire vrstu biodizela i na koji način će staviti biodizel na tržište. Minimalni udjel biodizela može biti umješavanjem biodizela u dizelsko gorivo ili stavljanjem čistog biodizela na tržište. Raspoloživim kapacitetima za proizvodnju biogoriva u Hrvatskoj, te raspoloživim sirovinama za proizvodnju biogoriva, pretpostavlja se da će se do 2020. godine koristiti biodizel (iz uljane repice i otpadnog jestivog ulja) te bioetanol i bioplin.

Hrvatska kao zemlja članica EU treba što prije osigurati barem 5,75% udjela goriva iz obnovljivih izvora u transportu svih benzinskih i dizelskih goriva mjereno s obzirom na njihovu energetsku vrijednost. Korištenjem trenutno neobrađenih površina uz pridržavanje plodoreda, moguće je organizirati proizvodnju, kako bi se zadovoljile Hrvatske potrebe za uljanom repicom u sljedećih nekoliko godina, za proizvodnju biodizela a izgrađena postrojenja i ona koja su u pripremi će bez problema preraditi uljanu repicu u biodizel.

Uštede ostvarene korištenjem biodizela u Republici Hrvatskoj potrebno je promatrati i kroz:

- smanjenje uvoza nafte,
- povećanje proizvodnje umjetnih goriva,
- smanjenje emisije stakleničkih plinova,
- povećanje zapošljavanja,
- povećanje količine kvalitetne stočne hrane,
- obradu trenutno neobrađene zemlje,
- neplaćanje kazni za neobrađene površine,
- razvoj apikulture,
- gubitak na trošarini i naknadi za ceste.

Međutim, ti navedeni pozitivni elementi moraju se držati pod kontrolom, kako se ne bi površine trenutno namijenjene proizvodnji hrane koristile za proizvodnju uljane repice za biogoriva. Prikupljanje otpadnog jestivog ulja je potrebno unaprijediti.

Trenutno izgrađeni i kapaciteti u izgradnji za proizvodnju biodizela u Hrvatskoj premašuju 300.000 t. Za tolike kapacitete, domaća proizvodnja sirovina sa trenutno neobrađenih površina, neće biti dovoljna pa je upitno odakle će se dobaviti sirovina, s obzirom da i susjedne zemlje izgrađuju postrojenja za proizvodnju biodizela.

Možemo zaključiti da je proizvodnja biodizela za Hrvatsku ekonomski opravdana, pošto se iskorištava trenutno neobrađena zemlja, da postoje i dostatne površine neobrađene zemlje koje bi se za to mogle upotrijebiti, i da se zapošljava ruralno stanovništvo te se dobiva kvalitetna hrana za stočarstvo. Proizvodnja uljane repice je za sada u Republici Hrvatskoj, kao i u Eurpskoj uniji, neisplativa bez državnih poticaja. Stoga je potrebno prilagoditi visinu poticaja kako bi proizvodnja bila primamljiva zemljoradnicima. Na proizvodnu cijenu biodizela najviše utječe cijena sirovine uljane repice dok manje utječu postotak iskorištenja kapaciteta postrojenja, vrijednost nusproizvoda (pogača i glicerin) i cijena ulaganja. Da bi biodizel iz domaće proizvodnje bio konkurentan cijeni fosilnog dizela, potrebno ga je osloboditi plaćanja trošarine i naknade za ceste. U tom slučaju i biodizel proizveden u manjem postrojenju može biti konkurentan.

9. ZAKLJUČAK

Potražnja za energijom u idućim godinama bit će sve veća pa će usporedno s tim biti veća i potreba za alternativnim gorivima. S obzirom da su količine fosilnih goriva ograničene, u trenutku kada dođe do njihovoga nestanka, moramo biti spremni na korištenje alternativnih izvora energije. Danas se proizvode i istražuju mnoge vrste biogoriva, no najvažnija su biodizel i bioetanol. Biodizel predstavlja alternativu dizelskom gorivu, a bioetanol benzinu. Imaju veliku ekološku prednost pred benzinskim i dizelskim gorivom jer znatno smanjuju emisiju štetnih ispušnih plinova. Biogoriva mogu smanjiti ovisnost o fosilnim gorivima, potaknuti energetsku neovisnost, pokrenuti gospodarstvo te ekonomski rast te smanjiti emisije stakleničkih plinova, što dovodi do zaključka da će njihov razvoj u budućnosti biti od iznimne važnosti.

Potrebno je sagledati i negativne aspekte primjene biogoriva. Njihova proizvodnja ne smije utjecati na proizvodnju hrane kao i na prenamjenu travnatih i šumskih površina za uzgoj poljoprivrednih kultura. Zbog toga su se intenzivno počeli razvijati postupci proizvodnje biogoriva iz sirovina koja se ne koriste iz sirovina koje se koriste u prehrani ljudi. Europska bi unija stoga trebala promisliti mogu li se ciljevi doneseni Kyotskim protokolom vezani uz smanjenje stakleničkih plinova ostvariti povećanom primjenom biogoriva jer je dobivanje biogoriva pod cijenu nastajanja poljoprivrednih monokultura put koji ne vodi zaštiti klime.

Republika Hrvatska kao članica Europske unije mora do 2020. godine u području transporta potrošiti 260 000 tona biogoriva. Također je do 2030. godine potrebno proizvesti četvrtinu transportnih goriva korištenjem bioenergetskih usjeva. Prostora za to ima imajući na umu činjenicu da u Hrvatskoj tek polovina od moguće obradivih poljoprivrednih površina opravdava svoju ulogu.

Biogoriva zajedno sa primjenom hibridnih i elektroničkih vozila mogu smanjiti ovisnost o potrebi za fosilnim gorivima. Kao konačno rješenje goriva za cestovna motorna vozila u bliskoj budućnosti mogla bi se smatrati upotreba vodika i gorivih članaka. Glavna prednost vodika je to što potpuno čisto izgara te nema štetnog utjecaja na okoliš. Automobilska industrija se također prilagođava tako da razvija nove ili prilagođava postojeće motore za korištenje biogoriva.

Literatura

Knjiga:

1. Majdandžić, Lj., *Obnovljivi izvori energije*, Graphis d.o.o., Zagreb, 2008.
2. Sinčić, D.: *Biodizel - svojstva i tehnologija proizvodnje*, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, 2008.
3. Prof.dr.sc. Jasna Golubić, *Promet i okoliš*, FPZ, Zagreb, 1999
4. Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti, Zbornik radova znanstvenog skupa: *Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije*, Zagreb, 2007.

Znanstveni i stručni članci:

1. Mr. sc. Brozović, I.: Veleučilište u Rijeci i građevinarski fakultet u Rijeci, *7. poglavlje Promet i okoliš*,. str. 14, 2013.
2. Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž.,Trobradović, M.: *Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila*, goriva i maziva, 44, 4 : 241 – 262, 2005.
1. 3., Trevor M. Letcher (Ed), Elsevier Ltd.: *Future energy: Improved, Sustainable and clean options For our planet*, Amsterdam, 2008.
3. Krička, T., Tomić, F., Voća, N., Jukić, Ž., Janušić, V., Matin, A.: Zbornik radova znanstvenog skupa: *Poljoprivreda i šumarstvo kao proizvođači obnovljivih izvora energije*, Zagreb, str 11-12, 2007.
4. Univ. bacc. ing. Stojanović, M.: *Uporaba biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu*, Pregledni rad, Sveučilište u Rijeci, Pomorski fakultet, str. 133 -143, 2013.
5. Kralik, D., Ivanović, M., Mihić, Đ., Jovičić, D.: *Program poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu na području Osječko – baranjske županije za razdoblje 2014. – 2016. godine*, Osijek, 2013.
6. Vuleta, G.: Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2012.
7. Zavargo, Z., Popov S., Dodić S., Razmovski R., Tomanović R., Dodić J.: *Mogućnosti razvoja, proizvodnje i primjene bioetanola u autonomnoj pokrajini Vojvodini*, studija, Tehnološki fakultet Novi Sad, 2008.
8. Nikolić, B., S.: Doktorska disertacija, *Proizvodnja bioetanola kao alternativnog goriva iz kukuruza pomoću slobodnog i imobilisanog kvasca*, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko – metalurški fakultet, Beograd, 2009.
9. Kondić, V., Višnjić, V., Pisaćić, K., Bojanić, B.: *Prednosti, nedostaci i ekološki učinci biodizelskog goriva*, Tehnički glasnik 9, 3, str. 260-263, 2015.
10. Mustapić Z., Krička, T., Stanić Z.: *Biodizel kao alternativno motorno gorivo, Energija*, god. 55, br.6., str. 634 – 657, 2006.

11. Virkes, T.: Magistarski rad, *Biodizel u prometu kao čimbenik održivog razvoja u RH*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2007.
12. Prof.dr.sc. Čavrak, V., Mr.sc. Smojver, Ž.: *Ekonomski aspekti energetske djelotvornosti u Hrvatskoj*, zbornik Ekonomskog fakulteta u Zagrebu, godina 3, 2005.
13. Jones, R., Rätzsch, T., Buchsbaum, A.: *Biogoriva u Europskoj uniji, goriva i maziva*, 46, 4 : 281-306, 2007.
14. Kurevija, T.: *Negativni ekološki učinci globalne proizvodnje biodizelskog goriva, Goriva i maziva*, 46, (2), 2007., str. 103.-127.
15. Ivančić Šantek, M.,Miškulin, E., Beluhan, S.,Šantek, B.: *Novi trendovi u proizvodnji etanola kao biogoriva*, Zavod za biokemijsko inženjerstvo, Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, str. 25 – 38, 2015.
16. Mićić, V., Begić, S., Petrović, Z., Aleksić, V.: *Bioetanol kao alternativno gorivo*, Zbornik radova, Vol. 19.(21), str. 461 – 465, 2014.
17. Ministarstvo gospodarstva, rada I poduzetništva RH: *Nacionalni akcijski plan poticanja proizvodnje I korištenja biogoriva u prijevozu za razdoblje od 2011-2020*., Zagreb, siječanj 2010..
18. Krička, T., Andrašec, M., Domac, J.: *Uvođenje biodizelskog goriva u Republiku Hrvatsku*, goriva i maziva, 40, 3 : 143-163, 2001.

Internet:

1. http://www.mingo.hr/public/energetika/Energija_RH_2014.pdf (travanj 2016)
2. http://www.europarl.europa.eu/atyourservice/hr/displayFtu.html?ftuId=FTU_5.7.4.html (travanj 2016)
3. http://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0094&from=HR (svibanj 2016)
4. http://europa.eu/pol/ener/index_hr.htm (svibanj 2016)
5. http://e-student.fpz.hr/Predmeti/E/Ekologija_u_prometu/Materijali/Nastavni_materijal_alternativna_goriva.pdf (svibanj 2016)
6. http://www.eko.zagreb.hr/default.aspx?id=90 (svibanj 2016)
7. https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/biogorivo3_2012.pdf(svibanj 2016)
8. http://www.eko.zagreb.hr/default.aspx?id=92 (svibanj 2016)
9. http://ccres-aquaponics.blogspot.hr/2012/10/biogorivo-trece-generacije.html
10. http://www.gradimo.hr/clanak/ekolosko-gorivo-buducnosti/21755 (svibanj 2016)
11. http://www.mzoip.hr/hr/klima/strategije-planovi-i-programixxxx/okvir-za-izradu-strategije-nisko-ugljicnog-razvoja-hrvatske/druga-rasprava-na-temu-izrade-strategije-nisko-ugljicnog-razvoja-hrvatske.html (svibanj 2016)
12. http://www.mzoip.hr/hr/ministarstvo/vijesti/hrvatska-medu-prvim-drzavama-eu-koja-dovrsava-niskougljicnu-strategiju.html (svibanj 2016)

13. http://www.hak.hr/sigurnost-u-prometu/projekti/ekologija/ekovoznja/ (svibanj 2016)
14. http://www.mzoip.hr/hr/ministarstvo/vijesti/poticanjem-ekoloskih-vozila-i-alternativnih-goriva-do-smanjenja-stetnih-emisija-iz-prometa.html (svibanj 2016)
15. http://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2009_10_130_3192.html (svibanj 2016)
16. https://vlada.gov.hr/UserDocsImages/Sjednice/Arhiva/120.%20-%202.pdf (svibanj 2016)
17. http://www.mps.hr/UserDocsImages/projekti/DOBRA%20POLJOPRIVREDNA%20PRAKSA/DPP_bioplin.pdf (lipanj 2016)
18. http://www.prometna-zona.com/bioplin-i-biometan/ (svibanj 2016)
19. http://www.civitaszagreb.hr/o-projektu/rezultati/ (lipanj 2016)
20. http://www.sumari.hr/biomasa/petidanibiomase/izlaganja.htm (lipanj 2016)

Popis slika

[1] http://www.os-ssupetar.skole.hr/me_unarodna_godina_odr_ive_energije/eko_znanje/ekologija?news_hk=5602&news_id=704&mshow=1162 (travanj 2016)

[2] http://www.mingo.hr/public/energetika/Energija_RH_2014.pdf (travanj 2016)

[3] Filipović, I., Pikula, B., Bibić, Dž., Trobradović, M., *Primjena alternativnih goriva u cilju smanjenja emisije zagađivača kod cestovnih vozila, goriva i maziva*, 44, 4 : 241 – 262, 2005

[4] https://www.fkit.unizg.hr/_download/repository/biogorivo3_2012.pdf (svibanj 2016)

[5] http://www.ethanolrfa.org/pages/statistics (svibanj 2016)

[6] Kralik, D., Ivanović, M., Mihić, Đ., Jovičić, D., *Program poticanja proizvodnje i korištenja biogoriva u prijevozu na području Osječko – baranjske županije za razdoblje 2014. – 2016. godine*, Osijek, 2013

[7] http://ccres-aquaponics.blogspot.hr/2012/10/biogorivo-trece-generacije.html (svibanj 2016)

[8] http://www.ebb-eu.org/stats.php (svibanj 2016)

[9] http://mzoip.hr/doc/davor_vesligaj_okvir_za_strategiju_nisko-ugljicnog_razvoja_hrvatske__.pdf (svibanj 2016)

[10] http://www.mzoip.hr/doc/tranzicija_prema_niskougljicnom_razvoju_hrvatske.pdf (svibanj 2016)

[11] Nikolić, B., S.: Doktorska disertacija, *Proizvodnja bioetanola kao alternativnog goriva iz kukuruza pomoću slobodnog i imobilisanog kvasca*, Univerzitet u Beogradu, Tehnološko – metalurški fakultet, Beograd, 2009.

[12] Kondić, V., Višnjić, V., Pisaćić, K., Bojanić, B., *Prednosti, nedostaci i ekološki učinci biodizelskog goriva*, Tehnički glasnik 9, 3, str. 260-263, 2015

[13] Mustapić Z., Krička, T., Stanić Z., *Biodizel kao alternativno motorno gorivo, Energija*, god. 55,br.6., str. 634 – 657, 2006

[14] Virkes, T., Magistarski rad, *Biodizel u prometu kao čimbenik održivog razvoja u RH*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb (2007)

[15] http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Nacionalni%20akcijski%20plan%20poticanja%20proizvodnje%20i%20kori%C5%A1tenja%20biogoriva%20u%20prijevozu%20za%20razdoblje%202011.-2020.pdf (lipanj 2016)

Popis tablica

[1] http://mzoip.hr/doc/davor_vesligaj_okvir_za_strategiju_nisko-ugljicnog_razvoja_hrvatske__.pdf (svibanj 2016)

[2] Vuleta, G., Diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2012.

Sveučilište u Zagrebu
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb
Preddiplomski studij

POTVRDA

kojom se potvrđuje kako je student

Luka Vuković

izradio završni rad pod naslovom

Ekološki aspekt primjene biogoriva u cestovnom prometu

u skladu sa zadanim zadatkom, tezama i pravilima struke, te može pristupiti tiskanju rada.

Nadzorni nastavnik:
Prof. dr. sc. Jasna Golubić

Zagreb, 15.6.2016

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI
ODBOR ZA ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 20. travnja 2016.

Zavod: **Samostalne katedre**
Predmet: **Ekologija u prometu**

ZAVRŠNI ZADATAK br. 2361

Pristupnik: **Luka Vuković (0135220995)**
Studij: Promet
Smjer: Cestovni promet

Zadatak: **Ekološki aspekti primjene biogoriva u cestovnom prometu**

Opis zadatka:

U radu je potrebno prikazati kriterije za potencijalnu uporabu alternativnih goriva u cestovnom prometu. Navesti biogoriva I, II i III generacije. Objasniti ekološke prednosti i nedostatke i biodizela, bioplina i bioetanola. Prikazati uporabu biodizela kao pogonskog goriva u javnom gradskom prometu. Analizirati energetsko ekonomski aspekt uvođenja biogoriva u RH.

Zadatak uručen pristupniku: 4. ožujka 2016.

Mentor:

prof. dr. sc. Jasna Golubić

Predsjednik povjerenstva za završni ispit:

METAPODACI

Naslov rada: EKOLOŠKI ASPEKT PRIMJENE BIOGORIVA U CESTOVNOM PROMETU

Student: Luka Vuković

Mentor: Prof. dr. sc. Jasna Golubić

Naslov na drugom jeziku (engleski):

ECOLOGICAL ASPECT OF USAGE THE BIOFUELS IN THE ROAD TRAFFIC

Povjerenstvo za obranu:

- Prof. dr. sc. Goran Zovak predsjednik
- Prof. Dr.sc. Jasna Golubić mentor
- Mr. Sc. Zoran Vogrin član
- Prof. dr. sc. Mihaela Bukljaš Skočibušić zamjena

Ustanova koja je dodijelila akademski stupanj: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu

Zavod: Samostalne katedre

Vrsta studija: Preddiplomski

Studij: Promet

Smjer: Cestovni promet

Datum obrane završnog rada: 5. srpnja 2016.

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj završni rad isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog rada pod naslovom **Ekološki aspekt primjene biogoriva u cestovnom prometu**

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 16.6.2016.

Student: Luka Vuković

(potpis)