

---

**Marina Stojanović**, univ. bacc. ing.  
E-mail: marina-pfri@hotmail.com  
Diplomantica Pomorskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci  
Studentska 2, 51000 Rijeka

---

## Uporaba biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu

### SAŽETAK

Ograničene količine nafte postale su bitnim čimbenikom intenziviranja pronalaženja i uporabe alternativnih vrsta goriva. Biodizelsko gorivo koristi se za pogon dizel motora, a proizvodi se iz biljnih ulja, životinjskih masti te rabljenog jestivog ulja. Uz značajan ekonomski, gospodarski i strateški interes proizvodnje, proizvodnja i primjena biodizelskoga goriva poglavito je značajna s ekološkog aspekta. Također, dobri uvjeti za proizvodnju uljane repice u Republici Hrvatskoj su od velike važnosti za proizvodnju biodizelskog goriva te smanjenja njegova uvoza kao i povećanja mogućnosti zapošljavanja u poljoprivrednoj proizvodnji i u pogonima za proizvodnju biodizelskog goriva. U radu se daje pregled osnovnih značajki biodizelskog goriva, koristi uporabe te mogućnosti proizvodnje biodizela u Republici Hrvatskoj kao i utjecaja uporabe biodizela na okoliš.

**Ključne riječi:** biodizelsko gorivo, uporaba, proizvodnja, okoliš

### 1. UVOD

Smanjenje potrošnje energije kroz povećanje energetske učinkovitosti i povećanje udjela energije iz obnovljivih izvora predstavljaju glavne dijelove programa mjera za smanjenje emisija stakleničkih plinova, odnosno ispunjenje nacionalnih ciljeva o promjeni klime i pripadajućih provedbenih sporazuma. Te mjere imaju značajnu ulogu i u promicanju sigurnosti opskrbe energijom, a potiču i industrijski razvoj.

Biogoriva kao obnovljivi izvor energije su od posebnog interesa za Republiku Hrvatsku jer mogu zamijeniti fosilna goriva za prijevoz koja u ukupnoj potrošnji energije sudjeluju u još uvijek velikoj mjeri, uz stalnu tendenciju rasta, te predstavljaju značajan izvor emisija stakleničkih plinova. Uz to, proizvodnja i uporaba biogoriva ispunjava i druga dva cilja i razloga za njihovu promociju, a to je doprinos sigurnosti opskrbe i povećanje ekonomske aktivnosti, odnosno regionalni razvoj.

Biodizel je motorno gorivo koje se dobiva iz repičinog ulja, te drugih biljnih ulja esterifikacijom s metanolom, a kod čega nastaje gorivo koje ima svojstva potpuno usporediva s dizelom iz mineralnog ulja. Može se koristiti i kao smjesa s mineralnim dizelskim gorivom. Brojne studije pokazuju da ulja organskog porijekla, kao repice, soje i suncokreta, predstavljaju različita alternativna goriva za dizelove motore. Čista ulja imaju veliku viskoznost te se kao takva ne mogu upotrijebiti u motoru, nego se određenim procesima prevode u tzv. biogoriva.

Sukladno navedenoj problematici, određuje se problem istraživanja: korištenje obnovljivih izvora energije u skladu je s globalnom strategijom održivog razvoja. Smanjenjem ovisnosti o fosilnim gorivima te uporabi biodizela u cestovnom prometu povećava se sigurnost energetske opskrbe, čime se stvaraju nove mogućnosti za razvoj poduzetništva i gospodarstva. Nadalje, obnovljivi izvori energije pomažu u povećanju

industrijske konkurentnosti i imaju pozitivan uticaj na regionalni razvoj i zapošljavanje.

Predmet ovog rada je istražiti mogućnosti uporabe biodizela kao pogonskog goriva u cestovnom prometu, njegove proizvodnje u Republici Hrvatskoj te njegove prednosti i nedostatke s obzirom na održivi razvoj i očuvanje okoliša.

## **2. ZNAČAJKE BIODIZELA S OBZIROM NA NJEGOVU PRIMJENU ZA POGON MOTORA**

Biodizel je obnovljivo i biorazgradivo gorivo koje se dobiva iz biljnih ulja, životinjskih masti i recikliranoga otpadnog jestivog ulja, odnosno to je komercijalni naziv pod kojim se metilni eter, bez dodanog mineralnog dizelskog goriva, nalazi na tržištu tekućih goriva i prodaje krajnjim korisnicima. Biodizel je standardizirano tekuće nemineralno gorivo, neotrovan, biorazgradiv nadomjestak za mineralno gorivo. Može se proizvoditi procesom transesterifikacije, pri čemu, kao sporedni proizvod, nastaje glicerol. Kemijski se opisuje kao monoalkoholni ester[1].

### **2.1. Općenito o biodizelu kao pogonskom gorivu**

Premda čisto biljno ulje i životinjske masti imaju sposobnost izgaranja, ipak se neobrađene rijetko koriste kao gorivo. Biljno ulje ima vrlo visoku viskoznost, uzrokujući slabiju protočnost goriva od spremnika do motora. Te probleme može se zaobići grijanjem goriva, uporabom cijevi većih promjera, miješanjem ulja i dizelskog goriva ili kemijskom modifikacijom. Biodizel je opće ime za goriva dobivena od biljnih ulja i životinjskih masti procesom transesterifikacije. Tim procesom dobivamo rjeđe, manje viskozno i više hlapljivo gorivo. Zbog tih estera i repične osnove biodizel se obično zove i metilni ester repičnog ulja [11].

Standardne procedure u skladištenju i manipulaciji za dizelsko gorivo mogu biti korištene za biodizel. Gorivo mora biti uskladišteno u čistom, suhom i tamnom okruženju. Potrebno je izbjevati ekstremne temperature. Biodizel se dobro miješa s dizelskim gorivom u svim omjerima i ostaje pomiješan čak i na niskim temperaturama. Često se miješa s običnim dizel fosilnim gorivima.

Studija provedena na Univerzitetu Idahoa dokazala je da se biodizel treba skladištiti isto kao i dizelsko gorivo. Ta studija je pokazala da se snaga motora smanjuje za 2 %, a viskoznost, gustoća, vrijednost peroksida i kiseline povećavaju za skladišteni biodizel [9].

Današnji dizelski motori ne mogu koristiti biljno ulje jer ono nema odgovarajući viskozitet. Tek pretvorbom ulja u metil-ester dobivamo odgovarajući viskozitet koji omogućuje suvremenim sustavima ubrizgavanja goriva ugrađenima u današnje dizelske motore njihovo ispravno funkcioniranje u skladu s njihovom konstrukcijom.

Ako se promatra energetska iskoristivost motora, a to je postotak toplinske energije goriva koju oslobađa motor, biodizelsko gorivo nije pokazalo signifikantan učinak na energetska iskoristivost, dok razne specifikacije proizvođača vozila pokazuju da je potrošnja biodizela veća za 10% od potrošnje fosilnog dizela. [2].

Svakako treba još riješiti brojne probleme da bi se biodizel u većem obujmu prodavao na hrvatskom tržištu te tako povećala njegova potrošnja. To potvrđuje i činjenica da se biodizel ne može kupiti na benzinskim crpkama, nego se prodaje u sklopu proizvodnih pogona i to isključivo za radne strojeve.

### **2.2. Povijesni razvoj uporabe biodizela kao pogonskog goriva**

Transesterifikaciju biljnog ulja prvi put su izveli 1853. godine znanstvenici E.Duffy i J.Patrick, 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". U svom govoru 1912. godine, Rudolf Diesel je napomenuo 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. Glavni uzrok problema, visoka viskoznost ulja, ubrzo je otkriven, a riješili su ga kemičari koji su ulje prilagodili jednostavnom esterifikacijom [7].

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 Bruselsu, 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. U tom vremenu zahtjevi za energetske neovisnost povezani s povećanom ekološkom sviješću doveli su do prvih ideja o uporabi goriva na osnovi biljnih ulja i životinjskih masti, umjesto dizela 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 [11].

### 2.3. Prednosti i nedostaci korištenja 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.

Pri razmatranju bilance ugljikovog dioksida nastalog izgaranjem u motoru i proizvodnje biodizelskoga goriva s jedne strane i mineralnoga goriva s druge strane, procjenjuje se da je produkcija ugljikovog dioksida biodizelskoga goriva na razini od 40% do 50% produkcije ugljikovog dioksida pri proizvodnji i izgaranju mineralnoga dizelskoga goriva. Jedno od najvažnijih svojstava dizelskoga goriva je njegova sposobnost samozapaljenja, svojstvo koje definira cetanski broj, i što je broj veći, to se gorivo brže zapali. Istraživanja su pokazala da je prosječan cetanski broj biodizelskoga goriva 48 u usporedbi s cetanskim brojem mineralnog dizela koji iznosi 50. Mazivost, još jedno važno svojstvo dizelskoga goriva, definira njegova maziva svojstva [2].

Iz svega navedenog daju se zaključiti sljedeće prednosti biodizela:

- ▶ prema svojim energetske sposobnostima jednak je običnom fosilnom dizelu, ima

- mnogo bolje mazivost te značajno produžuje radno trajanje motora,
- ▶ smanjenje onečišćenja 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 [10].

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 začepjenja 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 trenutalnog 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.

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

- ▶ 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.
- ▶ Mogućnost začepjenja injektora na dizelskom motoru.
- ▶ Miris prženog ulja iz ispuha.
- ▶ Visoka viskoznost.
- ▶ Energetska vrijednost: 37,2 MJ/l (nafta 42, MJ/l), što znači i veća potrošnja u odnosu na potrošnju mineralnoga dizelskog goriva pri istom broju prijeđenih kilometara jer je energetska vrijednost biodizela oko 90% energetske vrijednosti običnog fosilnog dizela.
- ▶ 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.
- ▶ Biodizelsko gorivo u automobilima starijih godišta djeluje poput otapala i može uzrokovati otapanje boje [8].

### 3. UPORABA BIODIZELA U REPUBLICI HRVATSKOJ

Biodizelsko gorivo, čija je primjena za pogon dizelskih motora u svijetu sve značajnija,

stvara značajne ekonomske, gospodarske i strateške mogućnosti razvoja i značenja Republike Hrvatske. Iako proizvodnja biodizela postoji već više od godinu dana u Ozlju, a u pripremnim je fazama još nekoliko tvornica biogoriva (Vukovar), za sada nema veće upotrebe ovog proizvoda na našem tržištu, nego se sva proizvodnja izvozi. Prostora za korištenje ima na svakom koraku i hvalevrijedne su akcije korištenja biodizela u gradskom javnom prometu (ZET/Zagreb), odnosno na mjestima na kojima je od iznimne važnosti smanjenje emisije u okolinu (npr. nacionalni parkovi), marine (Murter) i sl. Biodizel u Hrvatskoj ima svijetlu budućnost s više stajališta [2].

Mnogo je neobrađene zemlje na kojoj se može posaditi uljana repica iako treba imati na umu da je ona dosta invanzivna na okolinu i iscrpljuje zemlju u kratkom razdoblju eksploatacije. Svakako treba napomenuti i povoljniju cijenu biodizela jer su biogoriva oslobođena raznih državnih nameta da bi bila konkurentnija. Također, važan je i ekološki aspekt s obzirom da je korištenje biodizela prepoznato kao jedno od rješenja Kyotskog protokola, ali i smanjenja lokalnog zagađenja u urbanim sredinama.

### 3.1. Koristi ostvarene uporabom biodizela kao pogonskog goriva u Hrvatskoj

Biodizelsko gorivo, čija je primjena za pogon dizelskih motora u svijetu sve značajnija, stvara značajne ekonomske, gospodarske i strateške mogućnosti razvoja i značenja Republike Hrvatske. Budući da je glavna uljarica za proizvodnju biodizelskoga goriva uljana repica, za čiju proizvodnju imamo izrazito povoljne uvjete, stvaraju se preduvjeti za intenzivnu poljoprivrednu proizvodnju. Nadalje, proizvodnjom biodizelskog goriva ostvarila bi se značajna financijska ušteda s obzirom na manji uvoz nafte i na manju mogućnost onečišćenja okoliša. Uvođenje biodizela u Hrvatsku imalo bi višestruke pozitivne učinke na gospodarstvo, poljoprivredu i zaštitu okoliša, kao što je to uočeno u drugim europskim zemljama. Kao najvažnije prednosti uvođenja biodizela u gospodarstvo Hrvatske mogu se istaknuti:

- ▶ Smanjenje uvoza nafte; ukoliko se pretpostavi da se iz jedne litre nafte dobije jedna litra dizelskog goriva (u rafineriji se od nafte dobije određeni postotak benzina, plina, dizela i loživog ulja), tada bi smanjenje trgovinskog deficita zemlje, uz pretpostavku smanjenja količine dizelskog goriva od 89.000 tona godišnje i cijenu nafte od 70 \$/barelu, iznosila 39,1 milijuna \$ godišnje (219 milijuna kuna) [10].
- ▶ Smanjenje onečišćenja okoliša s obzirom da biodizel nije klasificiran kao opasna tvar, jeftiniji je, jednostavniji i sigurniji za transport i skladištenje te uvelike utječe na smanjenje emisije stakleničkih plinova i onečišćenja zraka boljim izgaranjem. Također, korištenje biodizela smanjuje rizik onečišćenja voda korištenjem biološki razgradivog energenta.
- ▶ Povećanje zaposlenosti; za proizvodnju 89.000 tona biodizela je potrebno 1.335 radnika (15 radnika /1.000 t biodizela), što uz prosječnu bruto plaću od 6.000 kn daje godišnji dohodak od 30 milijuna kuna [10]. Trenutno su u tijeku pregovori za izgradnje tvornice tvrtke Ethanol u Vukovaru koja bi trebala biti puštena u probni rad do kraja 2014. godine i proizvoditi oko 165.000 t bioetanol godišnje što bi bio povod za otvaranje novih 100 radnih mjesta u samoj tvornici i dodatnih 600-800 indirektnih radnih mjesta u regiji [3].
- ▶ Razvoj apikulture; uvođenje nove poljoprivredne kulture u Hrvatsku pored kukuruza i pšenice bi predstavljalo dodatno sigurno tržište za poljoprivrednike, utjecalo bi na obradu neiskorištene zemlje te bi zadržavalo kapital unutar zemlje.
- ▶ Makroekonomski (izvozno) je za Hrvatsku proizvodnja uljane repice mnogo povoljnija od pšenice, a prisutne su i objektivne klimatske i pedološke prednosti za tu proizvodnju.

- Provođenje programa smanjenja emisije ugljikovog dioksida prihvaćenog potpisivanjem sporazuma iz Kyota.
- Smanjenje rizika zagađivanja voda korištenjem biološki razgradljivog energenta.

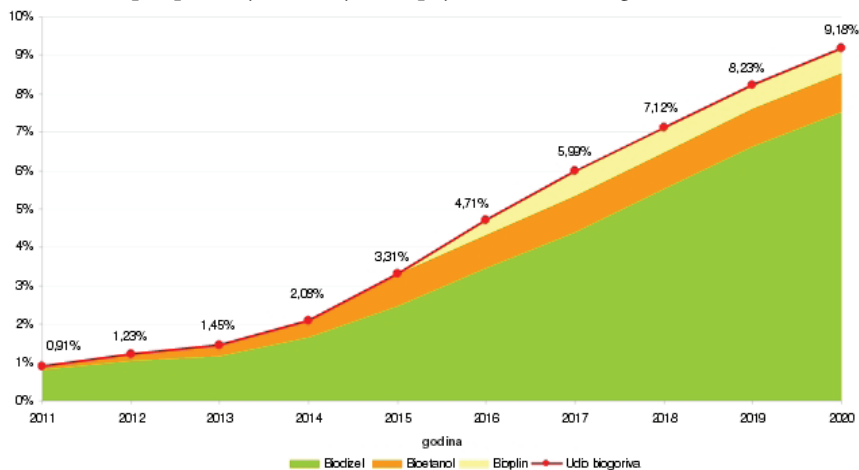
### 3.2. Mogućnosti razvoja biodizela kao pogonskog goriva u Hrvatskoj

Biodizel radi u dizelskim motorima isto kao i klasično dizelsko gorivo. B20 (smjesa od 20 % biodizela i 80 % fosilnog dizela) radi u svakom dizelskom motoru, obično bez ikakvih preinaka na motoru ili sustavu dobave goriva te osigurava sličnu snagu, okretni moment i prijeđene kilometre po litri goriva kao i klasični dizel [10].

Novo zakonodavstvo u sektoru biogoriva u Republici Hrvatskoj ima cilj povećati količine biogoriva kako u sektoru proizvodnje, tako i u sektoru potrošnje kao pogonskog goriva koje će pridonijeti održivom razvoju Hrvatske. U tu svrhu 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, a 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. Grafikon 1. prikazuje ciljani udio biogoriva u ukupnoj potrošnji energije u prijevozu u Hrvatskoj do 2020. godine.

Grafikon 1. Nacionalni cilj plasiranja biogoriva na tržište do 2020. godine s pretpostavljenim udjelima pojedinih vrsta biogoriva (%)



Izvor: <http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Nacionalni%20akcijski%20plan%20poticanja%20proizvodnje%20i%20kori%C5%A1tenja%20biogoriva%20u%20prijevozu%20za%20razdoblje%202011.-2020.pdf> (12.07.2013.)

Sukladno Zakonu o biogorivima za prijevoz i provedbenim aktima koji proizlaze iz Zakona, obveznik stavljanja biogoriva na tržište samostalno odabire vrstu biogoriva koju

će staviti na tržište te na koji način će staviti biogorivo na tržište. Minimalni udjel biogoriva može se osigurati umiješavanjem biogoriva u dizelsko gorivo ili motorni benzin ili stavljanjem čistog biogoriva na tržište. Uzimajući u obzir postojeće proizvodne kapacitete u Hrvatskoj te raspoložive sirovine za proizvodnju biogoriva, pretpostavlja se da će se do 2020. godine koristiti biodizel, bioetanol i bioplin. Pri tomu je realno pretpostaviti da će se u početku promatranog razdoblja biodizel primarno proizvoditi iz uljarica i otpadnog jestivog ulja, a bioetanol iz kukuruza i šećerne repe. Nakon komercijalizacije tehnologije proizvodnje biogoriva druge generacije predviđa se proizvodnja biodizela i bioetanola iz lignoceluloznih sirovina, koja će se na hrvatskom tržištu pojaviti u posljednjem dijelu promatranog razdoblja (od 2017. godine) [4].

### 3.3 Ekonomska opravdanost primjene biodizela u Hrvatskoj

Republika Hrvatska kao članica Europske unije ima obvezu osigurati barem 5,75% minimalnog udjela biogoriva u ukupnom utrošku svih benzinskih i dizelskih goriva, mjereno s obzirom na njihovu energetska vrijednost. S obzirom na količinu neobrađenih površina potrebno je što prije organizirati poljoprivrednu proizvodnju kako se ne bi moralo uvoziti uljanu repicu za proizvodnju biodizela, a ekonomske koristi bi bile sljedeće:

- ▶ Gubitak na trošarini i naknadi za ceste (1,4 kn/l) – 124,6 milijuna kn
- ▶ Smanjenje troškova uvoza nafte (70 \$/barelu) – 219 milijuna kuna
- ▶ Povećanje proizvodnje umjetnih goriva – 23,4 milijuna kn
- ▶ Smanjenje emisija stakleničkih plinova – 30 milijuna kn
- ▶ Proizvodnja pogače uljane repice – 160 milijuna kn
- ▶ Povećanje zapošljavanja – 30 milijuna kn
- ▶ Razvoj apikulture – 28,5 milijuna kn
- ▶ Izbjegavanje plaćanja kazne za neobrađene poljoprivredne površine – 22,25 milijuna kn [10].

Iz svega navedenog se zaključuje da je proizvodnja biodizela za Hrvatsku ekonomski opravdana prvenstveno zbog toga što bi se iskorištavala trenutno neobrađena zemlja, ali i zaposlili ruralni stanovnici te bi se dobivala kvalitetna hrana za stočarstvo.

Proizvodnja, a ne uvoz biodizela bi za Hrvatsku bilo ekonomski najisplativije rješenje s obzirom da je proizvodnju moguće organizirati i da postoje dostatne površine neobrađene zemlje koje bi se za to mogle upotrijebiti. 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 glicerol) 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.

## 4. UTJECAJ BIODIZELA KAO POGONSKOG GORIVA NA OKOLIŠ

Jedno od najvažnijih svojstava biodizelskoga goriva kao pogonskog goriva je smanjena emisija štetnih ispušnih plinova za više od 50% u odnosu na dizelsko gorivo te činjenica da ono gotovo nema sumpora, fosfora i olova, pri čemu je količina čađi u ispušnim plinovima smanjena za oko 50% u odnosu na dizelsko gorivo. Dakle, biodizelsko gorivo u odnosu na dizelsko ima značajno niži stupanj onečišćenja okoliša pri eksploataciji, što je od velike važnosti, posebno za gradove i velegradove u kojima se gradski prijevoz ostvaruje njegovom uporabom. Tijekom ciklusa proizvodnje uljane repice i korištenja biodizelskoga goriva

proizvodi se približno 80% manje ugljikovog dioksida i gotovo 100% manje sumporovog dioksida u usporedbi s proizvodnjom i uporabom mineralnog dizela [2].

#### 4.1. Biodizel kao ekološko gorivo

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. U nastanku nafte i ugljena, milijunima godina u prošlosti, iz atmosfere je uzet dio ugljikovog dioksida, a koji se sada njihovim izgaranjem vraća u atmosferu. Neutralnost biodizela, s aspekta emisije ugljikovog dioksida, i te kako je važna i u smislu poštovanja potpisanih i preuzetih obveza po Protokolu iz Kyota.

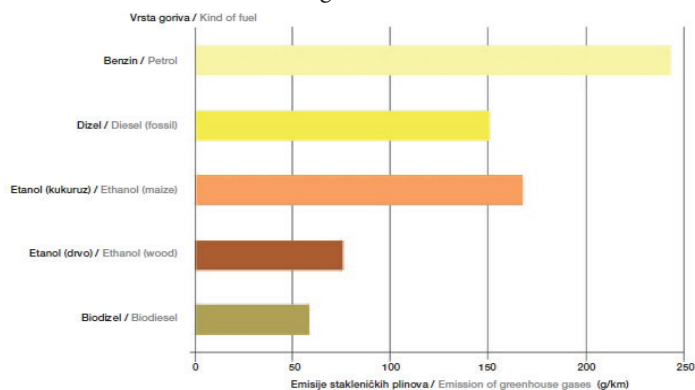
Uporaba biodizelskoga goriva u konvencionalnim dizelskim motorima rezultira značajnim smanjenjem nesagorjelih ugljikovodika, ugljikovog monoksida i krutih čestica. Emisija dušikovih dioksida je ili blago smanjena ili blago povećana, ovisno o metodi istraživanja. Uporabom biodizelskoga goriva, u konvencionalnim dizelskim motorima, smanjuje se količina čestica ugljika (budući da kisik u gorivu omogućuje sagorijevanje do ugljikovog dioksida), eliminira se frakcija sumpora (budući da u gorivu nema sumpora), a topiva frakcija vodika ostaje ista ili je malo povećana.

Biodizelsko gorivo je prvo i jedino biogorivo za koje postoje rezultati istraživanja emisije čestica u zrak te potencijalni učinci na zdravlje ljudi, a koje je predočila Američka agencija za zaštitu okoliša (EPA) nakon primjene najstrožih pravila.

Kako je već spomenuto, uporabom biodizelskoga goriva količina smoga smanjuje se za oko 50 % u odnosu na dizelsko gorivo. Emisija inhalirajućih čestica, koje predstavljaju rizik za ljudsko zdravlje, smanjena je za oko 40 % u odnosu na emisiju istih tih čestica iz mineralnoga dizela, a emisija ukupnih ugljikovodika je niža za oko 68 % [9].

Usporedba emisija stakleničkih plinova pri proizvodnji i uporabi različitih goriva prikazana je na grafikonu 2. s kojeg je vidljivo da su emisije stakleničkih plinova iz biodizelskoga goriva najniže, a slijedi ih bioetanolско gorivo dobiveno iz drveta. Emisije stakleničkih plinova tijekom proizvodnje dizelskoga goriva iznose 32 g/km, što je gotovo polovica emisija do kojih dolazi prilikom proizvodnje biodizelskoga goriva, čak i kada se umjesto električne energije u procesu proizvodnje koristi slama. Međutim, kada se govori o emisiji ugljikovog dioksida tijekom izgaranja samog dizela (245 g/km), argumenti su izrazito na strani biodizela (75 g/km).

Grafikon 2. Ciklus stakleničkih plinova pri proizvodnji i uporabi kod različitih vrsta goriva



Izvor: Mustapić, Z., Krička, T.: Biodizel kao alternativno motorno gorivo, *Energija*, god. 55, (2006), br. 6., str.647.



Klimatske promjene i ograničenja koja proizlaze iz njih, ključni su čimbenici koji će u budućnosti utjecati na način i rezultate planiranja razvoja energetskog sektora. Do sada su se u planiranju uvažavala samo nacionalna ograničenja na razini pojedinačnog utjecaja svakog energetskog objekta te objekta u industriji ili slična nacionalna ograničenja u zgradarstvu. To je sustav planiranja činilo znatno jednostavnijim u odnosu na buduće planiranje. S međunarodnim (globalnim) obvezama smanjivanja emisija stakleničkih plinova ulazi se u novi sustav kumulativnih obveza na razini svake zemlje, čije ispunjavanje nije više jednostavno jer ovisi o nizu utjecajnih čimbenika koji su dijelom iznad nacionalnih utjecaja i ograničenja. Postavljanje ograničenja u emisijama stakleničkih plinova u proizvodnji, transformaciji, transportu, distribuciji i potrošnji energije radi smanjivanja njihove koncentracije u atmosferi, proizvodi novi parametar u cijeni energije, a to je trošak smanjenja emisije stakleničkih plinova.

## 4.2. Smjernice Europske unije za uvođenje biodizela

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 minimalno 20% 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 minimalno 10% do 2020. godine [5]. Navedeni zahtjevi su obvezujući, što znači da se prije navedena zamjena mora izvršiti. Sve su ih članice Europske unije prihvatile uz dinamiku primjerenu svojim mogućnostima, a među njima je odnedavno i Republika Hrvatska.

Uporaba biodizela u dizelovim motornim vozilima provodi se već dulji niz godina, ali ozbiljnija implementacija i promocija u Europskoj uniji razvija se značajnije tek u 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 proizvoda [8].

Iako je važnost implementacije biogoriva u transportnom sektoru istaknuta u dokumentima Europske unije pod nazivom *White Paper on Renewable Sources of Energy* (1997) i *Green Paper: Towards a European strategy for the security of energy supply* (2000), u mnogim zemljama članicama Europske unije nije došlo do kreiranja i pokretanja nacionalnih programa. U Njemačkoj je, naprimjer, biogorivo izuzeto od plaćanja poreza te oslobođeno ekoloških taksi. Prvi nacrt Direktive 2003/30/EC obvezuje zemlje članice na prodaju biodizela na domaćim tržištima u utvrđenim postocima u razdoblju od 2005.-2010., 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. 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 [6].

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 bi se zadovoljila svjetska potražnja za biodizelom te izumiranje i gubitak staništa mnogih životinjskih vrsta, kao, naprimjer, 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.

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 čistih 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.

## 5. ZAKLJUČAK

Ograničene zalihe nafte u svijetu te proizvodnja i uporaba biodizelskoga goriva kao alternativnog goriva postala je sastavnicom suvremene poljoprivredne proizvodnje. Značajan utjecaj na ekonomske, gospodarske i tržišne interese te minimum negativnog utjecaja na okoliš razlozi su koji ukazuju na sve veću važnost uporabe biodizelskoga goriva u cestovnom prometu.

Također, važan razlog traženja alternative fosilnim gorivima je evidentna promjena klime. Obnovljivi izvori energije su se pokazali kao optimalno rješenje s obzirom na ograničenje trenutno postojećih izvora energije i njihove povećane potrošnje te mogu pridonijeti daljnjoj modernizaciji energetskog sektora i sveukupnoj strategiji održivog razvoja.

Biodizel ima mnoge prednosti pred dizelskim gorivom, a koje se odnose na smanjenje emisija štetnih plinova, netoksičnost i biorazgradivost. Jedna od važnijih značajki u eksploataciji je sličnost u karakteristikama rada s konvencionalnim dizelskim gorivom te potreba za vrlo malim preinakama u radu i održavanju.

Hrvatska kao članica Europske unije bi trebala što prije organizirati proizvodnju sirovina za biodizel i sagraditi postrojenja za proizvodnju biodizela. Proizvodnja uljane repice je, za sada, u Republici Hrvatskoj neisplativa bez državnih poticaja. Stoga je potrebno prilagoditi visinu poticaja kako bi proizvodnja bila primamljiva zemljoradnicima. Korištenjem trenutno neobrađenih površina uz pridržavanje plodoreda moguće je zadovoljiti hrvatske potrebe za uljanom repicom u sljedećih nekoliko godina, a izgrađena postrojenja i ona koja su u pripremi će, bez problema, preraditi uljanu repicu u biodizel. Sve navedeno upućuje na potrebu Hrvatske za formuliranje politike razvoja na tom energentu u skladu sa svojim specifičnostima, a s obzirom na politiku prema vlastitoj poljoprivredi, turizmu i zaštiti okoliša.

Suvremena poljoprivredna proizvodnja biodizela uz primjenu suvremenih strojeva te najnovijih znanstvenih dostignuća u proizvodnji podrazumijeva što manji utjecaj na okoliš i njegovo onečišćenje. Primjena biodizelskoga goriva bitan je čimbenik koji pridonosi očuvanju okoliša, budući da je uz smanjenje štetnih plinova znatno manja bilanca stakleničkih plinova. Na temelju navedenog, svakako bi trebalo i dalje poticati uporabu biodizela kao pogonskog goriva za dizel motore u cestovnom prometu, a po uzoru na ostale zemlje članice Europske unije trebalo bi zakonskim aktima urediti obveznu upotrebu biodizelskog goriva kao pogonskog goriva u što većem postatku te državnim poticajima podržati proizvodnju kako bi se uspostavila solidna kompetencija biodizela u

području motornih goriva.

## LITERATURA

1. <http://solarserdar.wordpress.com/> (8.7.2013.)
2. <http://www.gradimo.hr/clanak/ekolosko-gorivo-buducnosti/21755> (8.7.2013.)
3. <http://limun.hr/main.aspx?id=834355> (12.7.2013.)
4. <http://www.mingo.hr/userdocsimages/energetika/Nacionalni%20akcijski%20plan%20poticanja%20proizvodnje%20i%20kori%C5%A1tenja%20biogoriva%20u%20prijevozu%20za%20razdoblje%202011.-2020.pdf> (12.7.2013.)
5. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32009L0028:EN:NOT> (17.7.2013.)
6. <http://www.worldwatch.org/node/5321> (17.7.2013.)
7. Krička, T., Andrašec, M., Domac, J.: Uvođenje biodizelskog goriva u Republiku Hrvatsku, *Goriva i maziva*, 40, (3), 2001., str. 143-163.
8. Kurevija, T.: Negativni ekološki učinci globalne proizvodnje biodizelskog goriva, *Goriva i maziva*, 46, (2), 2007., str. 103.-127.
9. Mustapić, Z., Krička, T.: Biodizel kao alternativno motorno gorivo, *Energija*, god. 55, (2006), br. 6., str.634.-657.
10. Virkes, T.: Biodizel u prometu kao čimbenik održivog razvoja u Republici Hrvatskoj, Magistarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, Zagreb, 2007.
11. Volmarej, M., Kegl, B.: Biodizel i otpadno jestivo ulje kao alternativna goriva: Analiza s aspekta procesa ubrizgavanja, *Goriva i maziva*, 42, (3), 2003., str. 177.-197.

## The Use of Biodiesel as a Fuel in Road Transport

### SUMMARY

Limited quantities of oil have become an important factor toward a more intensive search and use of alternative fuels. Biodiesel is used in diesel engines, and is manufactured from vegetable oils, animal fats and recycled cooking oils. With significant economic, commercial and strategic interests of production, the production and use of biodiesel is particularly important from an environmental point of view. Also, favourable conditions for the production of rapeseed in Croatia are of great importance in the production of biodiesel and reducing its imports, as well as to increase employment opportunities in the agricultural production and in the production of biodiesel. This paper provides an overview of basic features of biodiesel fuel, benefits and production capabilities in the Republic of Croatia as well as the impact of biodiesel on the environment.

**Key words:** biodiesel fuel, use, production, environment.