

## BIODIZEL

### I. Istorijat, proizvodnja i standardi

*Biodizel je definisan kao gorivo koje se može kao čisto ili u mešavini sa dizelom mineralnog porekla koristiti za pokretanje dizel motora. Prefiks bio ukazuje da se dobija od sirovina biljnog porekla (repičino, suncokretovo, sojino, kukuruzno, pamučno, bademovo, palmino, laneno, kokosovo, ulje od kikirikija, kao i svih vrsta masti biljnog porekla) ali se može govoriti i o bio–dizelu (ili ani–dizelu) ako se kao polazna sirovina za proizvodnju mono–alkil estara masnih kiselina koriste masnoće (trigliceridi) životinjskog porekla. Za proizvodnju estara masnih kiselina, kao biološkog goriva, najprihvatljivije je repičino ulje.*

*U prvom delu ovog rada se izlaže istorijski pregled početka proizvodnje biodizela u Svetu, analiziraju instalirani kapaciteti u Evropi za proizvodnju biodizela, njihovo iskorišćenje, zatim se u kratkim crtama predstavlja direktiva Evropske zajednice u pogledu supstitucije dizela mineralnog porekla dobijenog iz nafte sa bio–dizelom do 2010 godine koja je usvojena prošle godine, te na kraju daje pregled standarda koje su do sada usvojile neke države koji su najveći proizvođači biodizela. U drugom članku ove serije biće prikazan razvoj nekih novih tehnologija za proizvodnju biodizela koje se zasnivaju na direktnoj nekatalitičkoj konverziji triglicerida u odgovarajuće estre masnih kiselina u natkritičnim uslovima ili korišćenje lipaza kao katalizatora.*

Već sam naziv "biodizel" ukazuje da se radi o gorivu koje se dobija od obnovljivih sirovina za razliku od dizela mineralnog porekla dobijenog iz nafte, dakle od sirovina čiji su resursi ograničeni za korišćenje u nekom konačnom vremenskom periodu u budućnosti. Biodizel nije toksičan i biodegradabilan je, a za njegovo dobijanje mogu se koristiti sirovine domaćeg agrokomplesa, čime se u većoj meri mogu smanjiti troškovi uvoza nafte. Biodizel kao alternativno gorivo može se koristiti u dizel motorima u čistom stanju ali se u praksi meša u različitim odnosima u odnosu na dizel mineralnog porekla, a najčešće do 20:80 zapreminskih procenata biodizel:dizel.

Bolje karakteristike pri sagorevanju biodizela njegove su prednosti u odnosu na virgin dizel, čime se znatno smanjuje emisija čađi u atmosferu, kao i emisija ugljenmonoksida i drugih nesagorelih ugljovodonika. Ugljen dioksid koji nastaje sagorevanjem biodizela može se reciklovati primenom fotosinteze, čime bi se u velikoj meri smanjio efekat staklene bašte koji je danas posledica, pre svega, velike količine oslobodjenog ugljen dioksida nastalog sagorevanjem fosilnih goriva (nafte, uglja). Biodizel ima relativno visoku temperaturu ključanja što olakšava njegov transport ali i dobre mazive karakteristike prilikom korišćenja u dizel motorima.

#### ISTORIJSKI PREGLED PROIZVODNJE BIODIZELA

Pre više od dvadeset godina započeta su prva istraživanja mogućnosti proizvodnje i korišćenja biodizela, prvo u Južnoj Africi (1981), a zatim u Austriji, Nemačkoj i na Novom Zelandu. Već 1985. godine je izgrađeno prvo pilot postrojenje u Austriji zasnovano na konverziji ulja repice u odgovarajuće metil estre masnih kiselina

(MEMK, ili RME –na engleskom rapeadseed methyl esters). Prvi standard za ovo gorivo je definisan u Austriji (Austrian Standardisation Institute, ONC 1190), a već 1996. izgrađena su velika industrijska postrojenja za proizvodnju biodizela u Francuskoj i Nemačkoj [1]. Od prvih postrojenja čiji je kapacitet proizvodnje biodizela bio oko 1000 t/god (1985), danas se već konstruišu i rade postrojenja sa kapacitetima koje imaju mini rafinerije nafte (200–300 kt/god).

Podaci o izgrađenim kapacitetima od 1996. kao i realizovana proizvodnja biodizela navedena je u tabeli 1 [1,2].

Prema navedenim podacima može se uočiti značajno povećanje kapaciteta postrojenja za proizvodnju biodizela koje se u Evropi u periodu od 2002. do 2004.

Tabela 1. Instalirani kapaciteti za proizvodnju biodizela u svetu  
Table 1. Plant unit capacities for biodiesel production in the World

u 1.000 t

	1996.	2001.	2002.	2004.
Austrija	38	24	25	100
Belgija	200	n.p.	n.p.	n.p.
Francuska	310	n.p.	366	502
Nemačka	287	250	450	1088
Italija	199	n.p.	210	419
Ostale zemlje EU	14	n.p.	14	131
EU–15 – zbirno	1048	–	1065	2240
Češka R.	63	n.p.	n.p.	n.p.
Ostale zemlje Evrope*	10	n.p.	n.p.	n.p.
U.S.A.	38	n.p.	n.p.	300 (plan)
Kanada	1	n.p.	n.p.	100 (plan)
Malezija	10	n.p.	n.p.	20 (plan)

(Institut za biogoriva, Austrija, 1997)

\* Danska, Engleska, Švedska, Španija

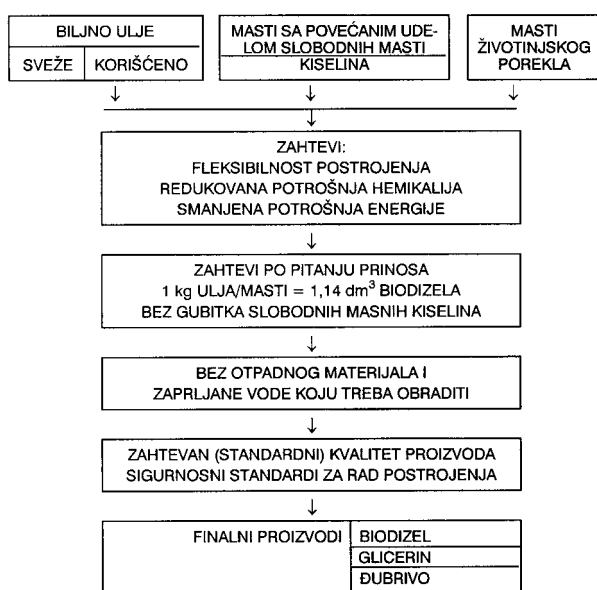
Dostupni podaci ukazuju da danas zemlje EU–15 proizvode oko 700 kt/god biodizela (iskorišćenje instaliranih kapaciteta je oko 50%)

Adresa autora: D. Skala, Tehnološko–metalurški fakultet, Karijeva 4, P. Fah 494, 11001 Beograd, Srbija.

E–mail: skala@elab.tmf.bg.ac.yu

Rad prihvaćen: Februar 16, 2004

udvostručilo (od 1065 na 2240 t/god). Međutim, dostupni podaci o stvarnoj produkciji biodizela pokazuju da je iskorišćenje ovih kapaciteta još uvek samo oko 50% ili nešto manje što je verovatno posledica nedostatka kvalitetne sirovine (pre svega repice). Lako je uočiti da danas Evropa prednjači u odnosu na druge delove sveta u proizvodnji obnovljive energije u koju se svrstava biodizel. Upravo nedostatak kvalitetnih sirovina predstavlja glavni pokretački mehanizam za razvoj tehnologije transesterifikacije ulja ili masti koje sadrže veći procenat slobodnih masnih kiselina. Posebna pažnja se usmerava na korišćenju otpadnog jestivog ulja (iz pogona za pindustrijsku pripremu polugotove hrane, restorana, velikih pržionica i dr.) i životinjske masti. Na slici 1 su shematskim prikazom navedeni osnovni zahtevi koje te nove tehnologije trebaju da ispune.



Slika 1. Budući pravci razvoja tehnologije transesterifikacije ulja ili masti koja sadrže veći procenat slobodnih masnih kiselina  
 Figure 1. The future development of technologies based on the use of raw materials with a very high content of free fatty acids

Danas se uglavnom za proizvodnju biodizela u Evropi, pored ulja repice, koriste i druge sirovine: ulje sunčokreta (Francuska, Italija), soje (SAD), palmino ulje (Malezija) ali i masti životinjskog porekla. Biodizel dobijen transesterifikacijom ovih sirovina u odnosu na dizel mineralnog porekla ima sledeće karakteristike [3].

	Dizel EN 590:1993	Biodizel DIN E 51.606:1997
Gustina	kg/m <sup>3</sup>	820–860
Viskoznost na 40°C, mm <sup>2</sup> /s	2–4,5	3,5–5,0
Temperatura paljenja, °C	>45	>110
Sadržaj sumpora, mas%	<0,20	<0,01
Cetanski indeks	>49	>49
Sadržaj kiseonika, mas%	0	10,9
Toplotna moć, MJ/dm <sup>3</sup>	35,6	32,9
Efikasnost iskorišćenja	38,2	40,7

## DIREKTIVA EVROPSKE UNIJE

Usvojenom deklaracijom EU (Direktiva Evropske unije 2003/30/EC od 30. maja 2003) od strane Saveta Evrope i Parlamenta Evrope promovirane se upotreba biogoriva i korišćenje svih drugih obnovljivih izvora za proizvodnju transportne energije. Ova direktiva je logičan nastavak dogovora usvojenog od strane Saveta Evrope iz Juna meseca 2001. po pitanju strategije obnovljivog razvoja koja se zasnivala na skupu različitih mera koje treba sprovesti u cilju razvoja proizvodnje energije iz obnovljivih izvora (bioenergije).

Poznato je da su prirodni gas, nafta i čvrsta goriva, kao glavni neobnovljivi izvori energije, ujedno i najveći uzročnici emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu, ali i da postoje različiti izvori biomase odnosno obnovljive energije koja može uspešno da se iskoristi za proizvodnju biogoriva (biodizel i bioetanol) uz znatno smanjenje emisije CO<sub>2</sub> u atmosferu. Stoga je strategija EU da se u budućnosti smanji emisija CO<sub>2</sub> u atmosferu, koja će prema prognozama stručnjaka da bude uvećana za 50% do 2010. god u odnosu na 1990. god na oko 1,113·10<sup>9</sup> t/god. Prema podacima iz 2003. godine transportna energija je uglavnom usmerena na korišćenje nafte kao polazne sirovine (98%) za njenu proizvodnju (benzin, dizel).

Veće korišćenje biogoriva će stoga biti u saglasnosti sa merama koje treba sprovesti u skladu sa protokolom iz Kyota (Japan) o globalnom smanjenju emisije CO<sub>2</sub>, glavnog uzročnika efekta staklene bašte i klimatskih promena na Zemlji. Kao rezultat tehničkih unapređenja u automobilske industriji danas je veliki broj vozila, koja se koriste u Evropi za prevoz robe i putnika, osposobljen za korišćenje smeše virgin-goriva (poreklom iz nafte) i biogoriva (biodizel i bioetanol). U nekim državama se već na pumpama mogu točiti goriva koja sadrže 10% ili više biogoriva. Korišćenje goriva sa većim koncentracijama biogoriva, pa u nekim slučajevima i čistog biogoriva u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem se preporučuje u urbanim sredinama i posebno zaštićenim turističkim mestima Austrije, Nemačke i Švajcarske. Ova promocija korišćenja biomase za proizvodnju biogoriva neće zasigurno u budućnosti isključiti razvoj drugih opcija za proizvodnju energije kao što je na primer opcija primene vodonične energije tj. indirektno korišćenje sunčeve energije.

Bioetanol i biodizel koji se mogu koristiti u motorima u čistom obliku moraju da budu u skladu sa odgovarajućim standardima za slična goriva proizvedena iz nafte čime bi se obezbedile optimalne performanse motora pri njegovom radu.

Standard za biodizel koji se dobija procesom transesterifikacije (ili reesterifikacije) biljnog ulja je definisan od strane Evropskog komiteta za standarde (CEN, prEN 14214) kojim se u potpunosti definiše kvalitet metil estara masnih kiselina (MEMK; engl. FAME).

### Kakva je strategija Evrope po pitanju korišćenja biogoriva?

Evropska strategija je da do 2020. god oko 20% alternativnog goriva bude zastupljeno u ukupnoj potrošnji goriva, što imajući u vidu odluku iz 1998. koja je bila usmerena na 2005. (samo 2%), odnosno iz 2003. za period do 2010. (kada zastupljenost biogoriva treba da iznosi 5,75%) znači udvostručenje korišćenja biogoriva

svakih 5. godina (do 2010.) Time se može očekivati da će se, ako se nastavi ovim tempom, do 2050. godine preko 60% energije dobijati iz obnovljivih izvora, a do 2100. godine praktično sva proizvodnja energije zasni- vati na ovakvim izvorima. Japan je nedavno već ukazao da su njihovi planovi razvoja usmereni ka strateškom ci- lju da se do početka 22 veka, dakle do 2100. godine u potpunosti ostvari koncept dobijanja energije iz obnovli- vih izvora.

Tabela 2. Usvojeni standardi za biodizel u različitim državama  
Table 2. Adopted biodiesel standards in different countries

Uporedna analiza različitih standarda za biodizel [5]							
Standard/Specifikacija	Austrija 1 ON C1191	Češka Republika CSN 65 6507	Francuska Journal Officiel	Nemačka DIN V 51606	Italija UNI 10635	Švedska SS 155436	SAD ASTMPS 121-99
Datum	Jul 1997.	Sept. 1998.	Sept. 1997.	Sept. 1997.	Apr. 1997	Nov. 1996.	Julij 1999.
Sirovina	FAME	RME	VOME	FAME	VOME	VOME	FAMAE
Gustina, 15 °C, g/cm <sup>3</sup>	0,85-0,89	0,87-0,89	0,87-0,90	0,875-0,90	0,86-0,90	0,87-0,90	
Viskoznost, mm <sup>2</sup> /s	3,5-5,0	3,5-5,0	3,5-5,0	3,5-5,0	3,5-5,0	3,5-5,0	1,9-6,0
Destilise 95%, °C	-	-	<360	-	<360	-	-
Temperatura paljenja, °C	>100	>110	>100	>110	>100	>100	>100
CFPP, °C leto	max 0	-5	-	max 0	-	-5	-
CFPP, °C zima	max -15			max	-20		
Temperatura smrzavanja, °C	-	-	<-10	-	<-15	-	-
Sumpor, mas%	<0,02	<0,02	-	<0,01	<0,01	<0,001	<0,05
Konradson, mas%	<0,05	<0,05	-	-	<0,05		
Sulfatni pepeo, mas%	<0,02	<0,02	-	<0,03	-	-	<0,02
Oksidni pepeo, mas%	-	-	-	-	<0,01	<0,01	-
Voda, mg/kg	-	<500	<200	<300	<700	<300	<500
Ukupno neželjenih primesa, mg/kg	-	<24	-	<20	-	<20	-
Cu-korozija, 3h/50 °C	-	1	-	1	-	-	<3
Cetanski indeks	>49	>48	>49	>49	-	>48	>40
Neutralizacioni broj, mg/kg	<0,8	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,6	<0,8
Metanol, mas%	-	<0,1	<0,3	<0,2	<0,2	-	
Sadržaj estara, mas%	-	-	>96,5	-	>98	>98	-
Monogliceridi, mas%	-	-	<0,8	<0,8	<0,8	<0,8	-
Digliceridi, mas%	-	-	<0,2	<0,4	<0,2	<0,1	-
Trigliceridi, mas%	-	-	<0,2	<0,4	<0,1	<0,1	-
Glicerol, mas%	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Ukupno glicerol, mas%	<0,24	<0,24	<0,25	<0,25	-	-	<0,24
Jodni broj	<120	-	<115	<115	-	<125	-
C 18:3 i ostale polinezasićene kis.	<15	-	-	-	-	-	-
Fosfor, mg/kg	<20	<20	<10	<10	<10	<10	-
Alkalinitet, mg/kg	-	<10	<5	<5	-	<10	-

RME: metil estri repičinog ulja

FAME: metil estri masnih kiselina

VOME: metil estri biljnih ulja

FAMAE: mono alkil metil estri

(1) zasnovano na prvom standardu za biodizel, ONORM C 1190 (Feb 1991)

(2) Na osnovu podataka BLT Wieselburg Austria

### Šta se pod terminom biogoriva podrazumeva?

Pod terminom biogoriva se prema direktivi EU podrazumeva:

- Čisto biogorivo ili biogorivo u većem procentu prisutno u gorivu mineralnog porekla;
- Smeša biogoriva i derivata mineralnog porekla u skladu sa odgovarajućim propisima (EN 228 i EN 590);
- Goriva (odnosno aditivi) dobijeni iz biogoriva kao što su na primer ETBE (etil-tercijarni-butil-etar).

U skladu sa ovom direktivom usvojeno je da se do kraja 2006. godine, svake druge godine dostavlja odgovarajući izveštaj Evropskom parlamentu koji će da definiše koliki je napredak u korišćenju biogoriva i drugih obnovljivih izvora energije u državama članicama EU. Ovi izveštaji će morati da sadrže između ostalog i sledeće podatke:

- Ekonomske aspekte i uticaj na životnu sredinu budućeg povećanja korišćenja biogoriva i drugih obnovljivih izvora energije;
- Životni ciklus biogoriva i drugih obnovljivih izvora energije;
- Održivost proizvodnje uljanih kultura koje se koriste za proizvodnju biogoriva (iskorišćenje zemljišta, promena zasađivanja različitih biljnih kultura na određenom zemljištu i uticaj na prinose biljnog materijala, uticaj upotrebe pesticida);
- Analizu i drugih odgovarajućih mera i opcija koje se odnose na povećanje efikasnosti iskorišćenja transportne energije.

Dosadašnja iskustva ukazuju da je emisija nekih polutanata u atmosferu (pre svega CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, čestica (čad), lako isparljivih ugljovodonika (VOC)) znatno manja od odgovarajuće emisije ovih jedinjenja u atmosferu pri sagorevanju dizela mineralnog porekla i da ma sledeće vrednosti u slučaju sagorevanja one količine RME (metil estara dobijenih transesterifikacijom repičinog ulja) koja će dati energiju od 1 MJ: CO<sub>2</sub> od 32084 kg, SO<sub>2</sub> od 140,4 kg, NO<sub>x</sub> od 150,3 kg, čađi od 21,2 kg i VOC od 159,6 kg.

### STANDARDIZACIJA BIODIZELA

Prvi standard za biodizel usvojen je u Austriji (Austrian RME specifikacija pod brojem ONC 1190 odnosno ONC 1191). Ovaj standard se odnosio na gorivo koje je dobijeno transesterifikacijom ulja repice. Druge države usvajaju slične standarde (Francuska, Italija, 1993; Češka Republika 1994; Švedska i SAD 1996). Osnovne karakteristike biodizela prema ovim standardima navode se u tabelama 2 i 3 (Evro standard). Analizom karakterističnih vrednosti usvojenih standarda može se zaključiti da postoje relativno male razlike u odgovarajućim osobinama biodizela koje se propisuju u različitim državama. Ove razlike su najverovatnije posledica polaznih sirovina koje se koriste za proizvodnju biodizela (repica, suncekr, soja),

Tabela 3. Usvojeni standardi za biodizel u različitim državama [6]  
Table 3. Adopted biodiesel standards in different countries [6]

Biodizel	Jedinice	Euro Standard EN 14214	Opseg vrednosti
Gustina, 15°C	g/cm <sup>3</sup>	0,86–0,90	0,85–0,90
Viskoznost na 40°C	mm <sup>2</sup> /s	3,50–5,00	1,9–9,0
Temperatura paljenja	°C	min. 120	> 100
CFPP	°C leto zima	2)	0 -20
Ukupan sumpor	mg/kg	max. 10,0	10 - 500
Conradson (CCR)	% mass		max. 0,30
Cetanski broj	–	min. 51	> 48
Sulfatni pepeo	% mass	max. 0,02	< 0,02
Udeo vode	mg/kg	max. 500	< 700
Ukupna kontaminacija	mg/kg	max. 24	< 24
Cu korozija (3 h, 50°C)	stepen korozije	1	< 3
Neutralizacioni broj	mg	max. 0,50	0,5–1,0
Oksidaciona stabilnost	h	min. 6,0	
Udeo metanola	% mass	max. 0,20	0,1–0,3
Udeo estara	% mass	min 96,5	> 96,5
Monogliceridi	% mass	max. 0,80	< 0,8
Digliceridi	% mass	max. 0,20	< 0,4
Trigliceridi	% mass	max. 0,20	< 0,4
Slobodni glicerol	% mass	max. 0,02	< 0,03
Ukupni glicerol	% mass	max. 0,25	< 0,25
Jodni broj		max. 120	< 125
Linolenska kiselina Metil estar	% mass	max. 12,0	< 15
Polinezasićene masne kiseline (>4 dvostrukih veza)	% mass	max. 1	
Sadržaj fosfora	mg/kg	max. 10,0	< 20
Alkalinitet (Na+K)	mg/kg	max. 5,0	< 10
Alkalni metali (Ca + Mg)	mg/kg	max. 5,0	

<sup>1)</sup>Prvi standard za biodizel C1190 (Feb 1991)

<sup>2)</sup>Zavisno od države EN 1421

### INVESTICIONA ULAGANJA I CENA BIODIZELA

Podaci o postrojenjima i njihovim kapacitetima koja su u nedavnoj prošlosti izgrađeni u svetu, odnosno investicionim ulaganjima navode se u tabeli 4. Ovi podaci

Tabela 4. Investicije u postrojenje za proizvodnju biodizela [7]  
Table 4. Cost and technical evolution of biodiesel production [7]

Parametri/godina	1980.	1985.	1990.	1995.	2000.	2005.	2010.
Tipični kapacitet u 1000 t/god.	–	1–10	1–25	1–300	1–300	1–300	1–300
Vreme izgradnje, god.	–	–	>3	2–3	2	2	2
Amortizacija, god.	–	–	10	10	10	10	10
Investicija (Evro/1000 t/y)	–	–	262.000	104.000	100.000	90.000	80.000
Cena goriva (Evro/litar)							
Bez taksi			0,36	0,36	0,35	0,33	0,3
Sa taksama			0,72	0,72	0,7	0,68	0,65

ukazuju da je veliki raspon od minimalnog do maksimalnog do sada izgrađenog kapaciteta, odnosno da će se najverovatnije investitori sve više opredeljavati za izgradnju većih postrojenja sa kapacitetima za proizvodnju biodizela od više desetina, odnosno nekoliko stotina hiljada tona godišnje. Pri tome se, kao posledica usavršavanja tehnologija za proizvodnju estara masnih kiselina očekuje da će 2010. investiciono ulaganje u izgradnju postrojenja kapaciteta 50.000 t/god biti oko 4 miliona Evra ili za 25% manje nego što je bilo potrebno da se uloži u takvo postrojenje 2000. godine. Cena biodizela će u 2005. biti umanjena za oko 10% u odnosu na 2000. sa daljom tendencijom smanjenja proizvodne, a time i prodajne cene biodizela na tržištu. Jedan od zahteva je da se intenziviraju istraživanja u cilju smanjenja proizvodne cene biodizela za 0,152 Evra po litri već do 2005. godine.

## ZAKLJUČAK

U prvom radu serije koja je posvećena problematici dobijanja biodizela, pored kraćeg prikaza istorijskog razvoja proizvodnje biodizela, navode se planovi za proizvodnju biogoriva u Evropi u narednom periodu, a kao glavni zadatak je bio da se navedu standardi za biodizel koji se primenjuju već više od 10 godina u različitim državama u Svetu. Osnovni zahtevi koji se moraju ispuniti da bi se povećala proizvodnja biodizela su [8]:

- Jasno definisana politika koja se bazira na neophodnosti korišćenja obnovljivih izvora energije u dužem vremenskom periodu;
- Jasna identifikacija prednosti koje će uslediti iz povećane upotrebe biodizela;
- Pozitivna tržišna kampanja;
- Dostupnost pozitivnih iskustava u primeni iz prošlosti;
- Demonstracioni projekti koji će dati rezultate praktičnih iskustava pri korišćenju biogoriva u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem;
- Pozitivna poreska politika – na primer uvođenja poreza na korišćenje fosilnih goriva (porez na ugljenik) koji će pozitivno uticati na razvoj proizvodnje biogoriva

(slučaj sa Velikom Britanijom i njene promene i primene poreske politike);

- Koncentrisane akcije u različitim oblastima (poljoprivredu, preradu nafte i ulja, pogona za transesterifikaciju, krajnjih korisnika);
- Istraživanja u cilju smanjenja proizvodne cene biogoriva – cilj je da se cena biogoriva smanji za 0,152 Evra po litri do 2005.;
- Istraživanja u oblasti povećanja efikasnosti rada motora sa unutrašnjim sagorevanjem (bilo da se radi o upotrebi čistog biodizela ili da se omogući fleksibilan rad motora pri upotrebi različitih goriva);
- Istraživanja u stvaranju novih biljnih kultura kao sirovine za proizvodnju biodizela, i
- Istraživanja u pravcu povećanja prinosa biljnog materijala bez negativnog uticaja na životnu sredinu.

U sledećem prikazu na temu biodizela biće analizirani novi procesi dobijanja ovog goriva zasnovani na tehnologijama pod povišenim pritiscima, odnosno tehnologijama koje obezbeđuju efikasnu transesterifikaciju biljnog ulja bez korišćenja klasičnih katalizatora (baze ili kiseline) čime se u značajnijoj meri umanjuju tehnološki problemi proizvodnje biodizela.

## LITERATURA

- [1] W. Körbitz, Biodiesel production in Europe and North America, and encouraging prospect, *Renewable Energy*, **16** (1999) 1078–1083.
- [2] <http://europa.eu.int/scadplus/leg/en/lvb/121061.htm>
- [3] T. Walter, Untersuchungen des Emissionsverhaltens von Nutzfahrzeugmotoren am Prüfstand bei Betrieb mit RME, Swiss Research Institute EMPA, Proceedings Symposium RME / Kraftstoff und Rohstoff. FICHTE, TU Vienna, Austria, 1992.
- [4] [http://europa.eu.int/comm/energy\\_transport/atlas/htmlu/lbtech2.html](http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/htmlu/lbtech2.html)
- [5] [http://ghpbiodiesel.de/biodiesel\\_standards-int.htm](http://ghpbiodiesel.de/biodiesel_standards-int.htm)
- [6] [http://www.biodiesel-intl.com/standards\\_e\\_haupt.htm](http://www.biodiesel-intl.com/standards_e_haupt.htm)
- [7] [http://europa.eu.int/comm/energy\\_transport/atlas/htmlu/lbtech1.html](http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/htmlu/lbtech1.html)
- [8] [http://europa.eu.int/comm/energy\\_transport/atlas/htmlu/bioofuture.html](http://europa.eu.int/comm/energy_transport/atlas/htmlu/bioofuture.html)

## SUMMARY

BIODIESEL I – Historical background, present and future production and standards

(Professional paper)

Dejan Skala, Sandra Glišić

Faculty of Technology and Metallurgy University of Belgrade, Belgrade, Serbia and Montenegro

Biodiesel is defined as a fuel which may be used as pure biofuel or at high concentration in mineral oil derivatives, in accordance with specific quality standards for transport applications. The main raw material used for biodiesel production is rapeseed, which contains mono-unsaturated acids (about 60%) and also poly-unsaturated fatty acids (C 18:1 and C 18:3) in a lower quantity, as well as some undesired saturated fatty acids (palmitic and stearic acids). Other raw materials have also been used in research and the industrial production of biodiesel (palm oil, sunflower oil, soybean oil, waste plant oil, animal fats, etc).

The historical background of biodiesel production, installed industrial capacities, as well as the Directive of the European Parliament and of the Council (May 2003) regarding the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport are discussed in the first part of this article.

The second part focuses on some new concepts for the future development of technology for biodiesel production, based on the application of non-catalytic transesterification under supercritical conditions or the use of lipases as an alternative catalyst for this reaction.

Key words: Biodiesel • Standards  
• Legal regulation • European Union •  
Ključne reči: Biodizel • Standardi •  
Zakonski propisi • Evropska zajednica •