

MOGUĆNOST PROIZVODNJE BIODIZELA U LABORATORIJSKIM USLOVIMA

THE POSSIBILITY OF BIODIESEL PRODUCTION UNDER LABORATORY CONDITIONS

Doc. dr. sc. Šefkija Botonjić, prof. dr. sc. Ilhan Bušatlić, as. Azra Halilović, dipl. ing.
hemije, Adnan Muratović, dipl. ing. hemije
Univerzitet u Zenici, Fakultet za metalurgiju i materijale
Zenica, BiH

Ključne riječi: biodizel, proizvodnja, analize, standard EN 14214

REZIME

Zbog nestašice nafte i sve većeg opterećenja okoliša emisijom ispušnih plinova motornih vozila, aktualizirala se ideja o primjeni biogoriva. Evropska unija je direktivom 2003/30/EC obavezala članice da do 31. decembra 2005 godine, moraju osigurati najmanje 2 % udjela biogoriva i drugih obnovljivih goriva u ukupnoj količini pogonskih goriva za transportne, a 5,75 % do 31. decembra 2010. godine, a EU kao cilj do 2020. godine ima tendenciju povećanja udjela biogoriva na čak 20 % u gorivima koja se koriste za potrebe prijevoza. Hemijskom modifikacijom, odnosno transesterifikacijom biljnih ulja i životinjskih masti, dobije se gorivo manje viskoznosti čiji je opšti naziv biodizel. Kod tog procesa, esterske veze u trigliceridima hidroliziraju da bi se formirale slobodne masne kiseline, koje u reakciji sa metanolom ili etanolom tvore metilni ili etilni ester. Tim procesom nastaje rijeđe, manje viskozno i više hlapljivo gorivo. Sekundarni produkt tog procesa je glicerin. Zbog tih estera i repičine osnove, biodizel se obično naziva i metilni ester repičinog ulja (MERU). Izvršena je sinteza biodizela u hemijskom laboratoriju Metalurškog instituta “Kemal Kapetanović” u Zenici, a njegova kasnija analiza pokazala je njegovu usklađenost sa standardom EN 14214, što upućuje na zaključak, da je sinteza biodizela i u uslovima masovne proizvodnje, praktičan i jednostavan proces.

Keywords: biodiesel, production, analysis, standard EN 14214

SUMMARY

Because of the oil shortage and the growing increasing environmental burdens-emission from motor vehicles, the idea of the biofuels application has been actualized. The European Union directive 2003/30/EC obliged Member States that until 31 December 2005, they must provide at least 2% share of biofuels and other renewable fuels in the total amount of fuel for transport and 5.75% until 31 December 2010, and the EU as a target by 2020, has a tendency to increase the share of biofuels to as much as 20% of fuels used for transportation purposes. Chemical modification or the transesterification of vegetable oils and animal fats obtained less viscous fuel named biodiesel. In this process, an ester bond in triglycerides is hydrolyzed to form free fatty acids, that in the reaction with methanol or ethanol form the methyl or ethyl ester. With this process is made less viscous and more volatile fuel. A secondary product of this process is glycerine. Because of these esters and rapeseed oil, biodiesel is commonly referred to as rapeseed oil methyl ester (MERU). Biodiesel has been

synthesized in the chemical laboratory of Metallurgy Institute "Kemal Kapetanovic" in Zenica, and its subsequent analysis showed that syntheside biodiesel is compatible with standard EN 14214, which suggests that the synthesis of biodiesel in terms of mass production is a convenient and easy process.

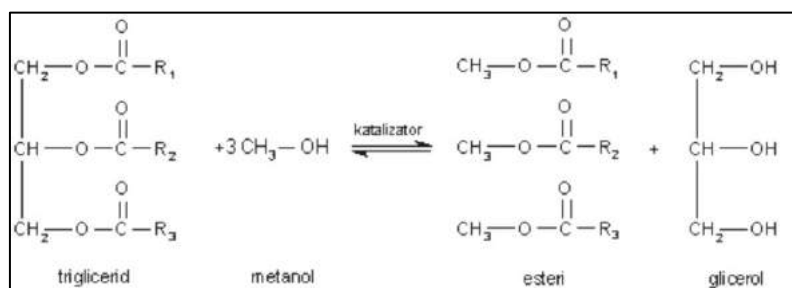
1. UVOD

Dominantni motivi za korištenje biogoriva u saobraćaju s obzirom na udio u ukupnoj potrošnji ogledaju se u povećanju sigurnosti opskrbe i smanjenju zavisnosti cestovnog sektora o nafti, smanjenju udjela emisije stakleničkih plinova (ugljkovog dioksida) iz cestovnog saobraćaja te podupiranje održivog razvoja ruralnih područja. Najrazvijenije zemlje koje su ujedno i najveći potrošači nafte odavno su počele da razvijaju programe za proizvodnju alternativnih goriva koje bi smanjilo upotrebu nafte i možda čak njenu potpunu zamjenu i to kroz upotrebu alternativnih izvora energije koji se dobijaju iz obnovljivih konvencionalnih izvora. Da bi neko gorivo bilo prihvaćeno kao konvencionalno potrebno je da gorivo potiče od obnovljivih izvora, da je izvor goriva odnosno sirovina lako dostupna, da karakteristike goriva budu iste ili slične sa postojećim mineralnim gorivima, da proizvodnja bude jednostavna i jeftina, a dobijeni proizvod jeftiniji, da manipulacija kao i njegovo skladištenje bude jednostavno, bezbjedno i jeftino, da je postojan pri skladištenju, da je kompatibilno sa motornim uljima i ostalim mazivima, a da se njegovom primjenom ne smanjuje vijek trajanja motora, niti smanjuje pouzdanost motornih sistema i motora kao cjeline i da mu je cijena manja ili ista kao i cijena konvencionalnog goriva.

Biodizel je prvo, i za sada jedino, alternativno gorivo koje je prošlo kompletnu evaluaciju izduvne emisije i potencijalnih zdravstvenih rizika po programu propisanom od strane Agencije za zaštitu životne sredine SAD (EPA - Environmental Protection Agency). Ovaj program uključuje najoštrije procedure ispitivanja radi certifikacije goriva. Podaci dobijeni iz ovih ispitivanja predstavljaju najpotpuniji inventar uticaja biodizela na životnu sredinu i ljudsko zdravlje. Biodizel je jedino gorivo od svih alternativnih goriva koje se može koristiti na konvencionalnim dizelskim motorima uz male modifikacije na motoru ili na sistemu goriva. Biodizel se koristi kao čist ili pomiješan sa dizelom fosilnog porijekla (B100, B20, B5 ili B2 – broj označava procentualno učešće biodizela u mješavini) [1].

2. OPĆENITO O BIODIZELU

Biodizel je netoksično, obnovljivo i biorazgradivo gorivo koje se dobiva iz biljnih ulja, (uljane repice, suncokreta, kukuruza, sojino ulje, palmino ulje) životinjskih masti i recikliranog otpadnog jestivog ulja procesom transesterifikacije. Transesterifikacija je hemijska reakcija, kojom iz viših nezasićenih masnih kiselina tj. biljnih ulja ili životinjske masti (trigliceridi) u prisustvu alkohola (metanol ili etanol) i u prisustvu katalizatora (NaOH ili KOH) nastaju metil ester i glicerol [2].



Slika 1. Transesterifikacija triglicerida s alkoholom (metanol)

Jedna molekula triglicerida reagira s tri molekule alkohola. Svaka molekula triglicerida otpušta postupno iz svoje strukture tri molekule masnih kiselina. Tri oslobođene molekule

masnih kiselina iz jedne molekule triglicerida reagiraju s alkoholom, pri čemu nastaju tri molekule alkilnih estera masnih kiselina (npr. metil ester masnih kiselina – FAME), te jedna molekula glicerola kao nusproizvod. Zbog pomicanja ravnoteže reakcije u smjeru produkata, alkohol (metanol), kao reaktant dodaje se u suvišku u odnosu na stehiometrijski odnos reaktanata. Hemijska reakcija mora biti katalizirana kako bi se postigla visoka konverzija pri relativno blagim reakcijskim uslovima.

Biodizel pripada skupini srednje dugih, C16 – C19 lančanih masnih kiselina. Kod recikliranih ulja, ovi lanci su usljed višestrukog zagrijavanja i hlađenja, dužine i preko C32. Te molekule pokazuju sličnost sa molekulama mineralnog dizelskog goriva (C11 – C15), pa se zbog te činjenice može koristiti kao potpuna zamjena za mineralni dizel ili kao smjesa sa njim u različitim omjerima.

2.1. Karakteristike biodizela

U sastav biodizela ulaze slijedeći elementi prikazani u tabeli 1.

Tabela 1. Tipični elementi koji ulaze u sastav biodizela

Elementi	ASTM Test metod	Vrijednosti
Ugljik	D 3176	76,5 %
Vodik	D 3176	12,5 %
Kisik	D 3176	11,0 %

Visok sadržaj kisika doprinosi mnogo boljem sagorijevanju i "čišće" je, odnosno, ima smanjeni sadržaj čestica (ili čađi) u ispusnim plinovima [5]. Potpunije sagorijevanje doprinosi i smanjenoj emisiji ugljen monoksida. Reakcija dobivanja biodizela za posljedicu ima sniženje viskoziteta (od oko 70 mm²/s za biljna ulja na oko 3,7 – 5,8 mm²/s na 40 °C, za njihove metil estere), čime se dobiva dizel gorivo sljedećih karakteristika:

Tabela 2. Okvirne karakteristike biodizela

Parametri	Vrijednosti
Cetanski broj	46 - 70
Sumpor, % m/m	0 – 0,0002
Kinematski viskozitet na 40 °C, mm ² /s	1,9 – 6,0

Biodizel ne sadrži sumpor, odnosno sadržaj sumpora je veoma nizak, čime se smanjuje mogućnost za pojavu kiselih kiša. Korištenjem biodizela, odnosno goriva bez sumpora, javlja se učinkovitije funkcioniranje uređaja za smanjenje dušikovih oksida u ispusnim plinovima. Zahvaljujući izvanrednim mazivim osobinama, biodizel je jedino alternativno gorivo koje može produžiti radni vijek motora. Biodizel zbog svog hemijskog sastava, odnosno estera masnih kiselina, što je i baza aditiva za mazivost, može se koristiti za poboljšanje mazivosti mineralnog dizel goriva, a dodaje se obično u količini 0,4 – 5%, pri čemu ne utiče na ostale osobine mineralnog dizel goriva. Obzirom da biodizel ima veću gustoću, time iskazuje manju volumetrijsku potrošnju goriva. Biodizel ne sadrži ni toksična aromatska jedinjenja, kao što je benzen. Visoki udio zasićenih masnih kiselina sa visokim tačkama paljenja dovodi do veće tačke filtrabilnosti (CFPP). Smanjenje CFPP, uspješno se postiže pomoću aditiva poboljšivača tečenja ili miješanjem sa mineralnim dizel gorivom. Biodizel je najbezbednije gorivo pošto ima visoku tačku paljenja, oko 150 °C, i u skladištenju i transportu ne smatra se lako zapaljivom materijom.

2.2. Prednosti korištenja biodizela

Sa tehničkog aspekta posmatrano, biodizel predstavlja visokokvalitetno gorivo za dizel motore. Pri tome treba naglasiti da je biodizel pogodno gorivo za sve veličine dizel motora o

čemu svjedoče i brojna odobrenja za korištenje ovog goriva od strane proizvođača motora. Ovome je doprinio u velikoj mjeri dobro definisan Standard kvaliteta, između ostalih DIN 51606, ÖNORM C1190 i EN 14214. Prema riječima Austrijskog instituta za biogoriva (Austrian Biofuels Institute), biodizel predstavlja do sada najbolje napravljeno gorivo za dizel motore. Imajući u vidu tendenciju smanjenja sumpora u D-2 gorivu radi poboljšanja stanja izduvnih gasova, ozbiljno je dovedeno u pitanje kvalitetno podmazivanje dijelova motora koje po svojoj funkciji treba da obavlja gorivo. U tom pogledu biodizel može da doprinese poboljšanju svojstva podmazivanja te se može smatrati nekom vrstom aditiva u fosilnom dizelu, kao neophodni dodatak. Ekološki aspekt, izražen kroz uticaj goriva na životnu sredinu, može se evidentirati kroz nekoliko podataka. Evidentno je da se korištenjem biodizela globalno utiče na smanjenje efekta "staklene bašte" zbog obezbijeđenog kruženja ugljen dioksida, čime je onemogućeno nagomilavanje istog u atmosferi (biodizel je ugljen dioksidno neutralan). Osim toga evidentna su i manja zagađenja lokalnog vazduha sa sumpornim jedinjenjima. Zahvaljujući izuzetno visokoj biorazgradljivosti smanjeni su rizici kontaminacije vrijednih resursa kao što je voda i zemljište. Energetski aspekt se može sublimirati u dvije činjenice i to da je biodizel obnovljiv izvor energije i druga da se korištenjem biodizela smanjuje potreba za fosilnim dizelom čime se čuvaju rezerve fosilnih goriva i umanjuje rizik od snabdijevanja. Neosporna je činjenica da je materijalni i energetski bilans proizvodnje biodizela izrazito pozitivan. Ekonomski efekat je možda najinteresantniji, jer u sebi sadrži i mikro i makroekonomiju. Sa mikroekonomskog aspekta treba imati u vidu relativno jeftinu sirovinu i relativno jeftinu tehnologiju prerade. Makroekonomski aspekt je možda još važniji i značajniji, a odnosi se prije svega na supstituciju uvoza nafte ili naftnih derivata domaćim proizvodima koji predstavlja podsticaj za otvaranje novih radnih mjesta i na taj način nova zapošljavanja i stvaranje novih vrijednosti. Izostajanje spoljnih troškova opravdava inicijativu da proizvodnju biodizela treba osloboditi od poreza ili je podsticati na drugi način.

2.2.1. Prednost biodizela u odnosu na mineralni dizel

Korištenje biodizela u konvencionalnim dizelskim motorima, rezultira znatnim smanjenjem neizgorenih ugljikovodika, ugljičnog monoksida i čestica. Emisije dušikovih oksida se ili malo smanjuju ili malo povećavaju ovisno o ciklusu motora i korištenoj metodi testiranja. Veći sadržaj kisika u biodizelu omogućava potpunije sagorjevanje pri čemu se produžava radni vijek motora. Na motoru nisu potrebne nikakve prepravke. Možda i najveća prednost korištenja biodizela pred mineralnim dizelom, leži u smanjenoj emisiji tzv. stakleničkih plinova štetnih tvari, a prije svega CO₂, CO, SO₂. Također, u izduvnim gasovima nema čađi, benzena, toluola. Izgaranjem i proizvodnjom 1 kg mineralnog dizela emitira se 4,01 kg CO₂, a za 1 kg biodizela to iznosi 0,916 kg CO_{2ekv}, zahvaljujući apsorbanju CO₂ iz zraka tokom rasta biljke, odnosno ukupna količina CO₂ u biodizelu, jednaka je onoj koju biljka adsorbira u rastu. Biodizel je biorazgradiv i nije toksičan, četiri puta brže se razgrađuje nego mineralni dizel, 98 % biodizela se razgrađuje u toku tri sedmice. Biodizel se može koristiti i kao smjesa s mineralnim dizel gorivom, a udio do 5 % bitno ne mijenja kvalitet mineralnog dizel goriva propisano standardom EN 590. Ali u procesu uklanjanja sumpora i aromata iz mineralnog dizela, izdvajaju se i komponente koje imaju zadaću podmazivanja u motoru. Rezultat toga je da nova nisko sumporna mineralna goriva, imaju manju sposobnost podmazivanja. Mineralna dizel goriva sa samo 0,4 % dodatog biodizela imaju minimalnu mazivost koju zahtijeva standard EN 590. Uz to je dokazano da biodizel ima puno bolju mazivost od nisko sumpornog mineralnog dizel goriva. Stoga mješavina s malim postotkom biodizela može u potpunosti nadomjestiti manjak mazivosti nisko sumpornih goriva. Maksimalna mazivost postiže se sa mješavinom otprilike 10 % biodizela u mineralnom dizelu.

2.3. Nedostaci biodizelskog goriva

Nedostaci biodizelskog goriva očituju se u hemijskom reagovanju biodizelskog goriva s gumenim i plastičnim materijalima elemenata sistema za napajanje motora gorivom, koji, stoga, moraju biti izvedeni na odgovarajući način. Zatim biodizelsko gorivo je higroskopno, što kod dužeg stajanja motora može izazvati oštećenja, cijevi za gorivo i za povrat goriva, pumpe, te brtve koje dolaze u dodir s gorivom treba zamijeniti materijalima prikladnima za biodizel kao što je fluor-kaučuk poznat i kao FPM-ECO-ECO, jer agensi u biodizelu, pogotovo pri povišenoj temperaturi, u roku od 6 do 10 mjeseci mogu uzrokovati propuštanje cijevi. Biodizel je agresivan prema laku za karoserije pa pri ulijevanju goriva treba odmah obrisati poprskane površine. Ako se prethodno koristilo samo konvencionalno dizelsko gorivo, nakon prvih 1 do 2 punjenja spremnika biodizelom treba zamijeniti filter za gorivo, zbog toga što biodizel može otopiti nečistoće zadržane u njemu. U pojedinim slučajevima može doći do razrjeđivanja motornog ulja i to kada je motor duže vrijeme bio vožen samo s malim opterećenjem jer kao i kod mineralnog dizela, dolazi do prodora neizgorenog goriva u motorno ulje te slijedi i razrjeđivanje. Moguće je smanjenje snage motora za 3 do 5 %, što povlači i proporcionalni porast potrošnje goriva. Biodizel je bez aditiva zimi prikladan za primjenu na temperaturama ne nižima od -8°C .

3. OSNOVE IZVOĐENIH EKSPERIMENTALNIH ANALIZA

U hemijskom laboratoriju Metalurškog Instituta "Kemal Kapetanović" Zenica, sintetizirani su biodizeli iz repičinog ulja i otpadnog jestivog ulja, prema odabranoj metodi. Nakon toga od ova dva biodizela posebno su izmiješane smjese u odgovarajućim odnosima sa mineralnim dizelom, a zatim izvršena hemijska analiza kako čistih biodizela tako i smjesa, kako bi se utvrdilo da li čisti biodizeli i smjese odgovaraju važećim standardima.

3.1. Postupak dobivanja biodizela

Sastoji se iz nekoliko zasebnih procesa koji se mogu podijeliti na: filtriranje, purifikacija, titracija, transesterifikacija, separacija, neutralizacija, pročišćavanje i testiranje kvaliteta dobivenog biodizela. Otpadno jestivo ulje se filtrira od krupnijeg otpada kroz filter za ulje u kojemu će ostati i najmanja prljavština. Zatim se određuje količina ulja koja će se procesuirati kako bi se odredila količina metanola. Na svaki dm^3 ulja miješa se 200 cm^3 99% metanola. Za potrebe ovog rada, cjelokupni postupak je rađen na bazi 1 dm^3 otpadnog ulja. Zatim se profiltrirano ulje podvrgava sušenju, tj zagrijavanjem cijele količine na peći, na temperaturu od 120°C , oko jedan sat kako bi višak vode ispario. Prisustvo vode bi u procesu proizvodnje moglo dovesti do neželjene hidrolize. Zatim se dodaje potrebna količina natrijum hidroksida alkoholu metanolu, koja se određuje postupkom titracije, a koja je potrebna za uspješnu i cjelovitu hemijsku reakciju. Miješanje se vrši sve dok se čitava količina NaOH ne otopi u metanolu. Ovako pripremljen natrijum metoksid služi kao katalizator u procesu transesterifikacije. Ulju koje se nalazi u reaktoru dodaje se natrij-metoksid. Miješa se sat vremena na magnetnoj mješalici pri temperature od 80°C pri čemu se odvija proces transesterifikacije. Metanol se uz pomoć natrijevog hidroksida veže za masne kiseline iz ulja stvarajući biodizel i kruti glicerol. Smjesa se zatim ostavlja 8 sati u lijevku za odvajanje da bi se izdvojio glicerol od biodizela. Nakon odvajanja, glicerol se dalje može upotrijebiti za proizvodnju sapuna, a biodizel se suši na peći na temperaturi od oko 120°C u vremenu od $\frac{1}{2}$ sata, da bi se uklonila eventualno prisutna voda. Nakon hlađenja biodizelu se dodaje od 6 do 10 cm^3 limunske ili vinske kiseline u cilju neutralizacije eventualnog prisutnog katalizatora. Na kraju se biodizel mora još pročistiti dodavanjem određene količine tople vode. Postupak se ponavlja nekoliko puta dok na kraju voda koja se ispusti iz sistema ne bude bistra. Da bi se ispitala kvaliteta i čistoća biodizela uzima se u bočicu uzorak se te pomiješa sa vrućom

vodom, izmiješa i ostavi dva sata. Ako je postupak proveden pravilno, gorivo bi se trebalo odvojiti na vrhu, a sloj vode pri dnu mora biti čist. Mjeri se pH faktor koji bi trebao iznositi između 6.5 do 7.5.

3.1.1. Analize kvalitete mineralnog dizela, biodizela i njihovih smjesa

Metode koje su korištene za određivanje kvaliteta goriva, rađene su na Metalurškom Institutu "Kemal Kapetanović" u hemijskom laboratoriju koji je akreditovan prema standardu EN ISO/IEC 17025:2006. Analizom je određivan kvalitet mineralnog dizela, biodizela iz repičinog ulja, biodizela iz rabljenog jestivog ulja i smjesa 2 biodizela i mineralnog dizela. U tu svrhu napravljene su slijedeće smjese:

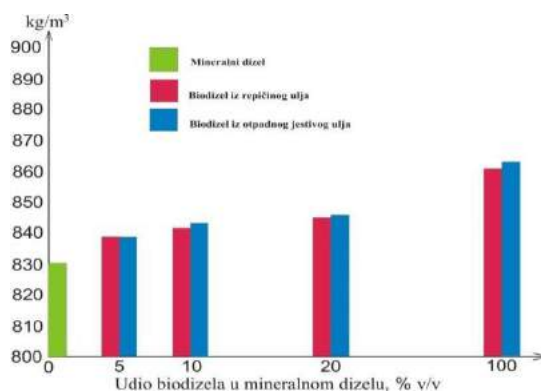
- 5 % biodizel iz repičinog ulja + 95 % mineralni dizel
- 10 % biodizel iz repičinog ulja + 90 % mineralni dizel
- 20 % biodizel iz repičinog ulja + 80 % mineralni dizel
- 5 % biodizel iz rabljenog jestivog ulja + 95 % mineralni dizel
- 10 % biodizel iz rabljenog jestivog ulja + 90 % mineralni dizel
- 20 % biodizel iz rabljenog jestivog ulja + 80 % mineralni dizel.

3.1.1.1. Gustina

Određena je prema standardu ISO 3675. Ovim standardom utvrđuje se metoda za određivanje gustine nafte i naftnih proizvoda pomoću staklenog areometra.

Tabela 3. Rezultati mjerenja gustine

UZORAK	GUSTINA na 15 °C kg/m ³	Granične vrijednosti po BAS EN 590:2009		Granične vrijednosti po EN 14214	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Mineralni dizel	830	820	845	-	-
Biodizel iz repičinog ulja	861	-	-	860	900
B5% + D95%	839	820	845	-	-
B10% + 90%	841				
B20% + B80%	845				
Biodizel iz otpadnog jest. ulja	863	-	-	860	900
B5% + D95%	839	820	845	-	-
B10% + 90%	842				
B20% + B80%	846				



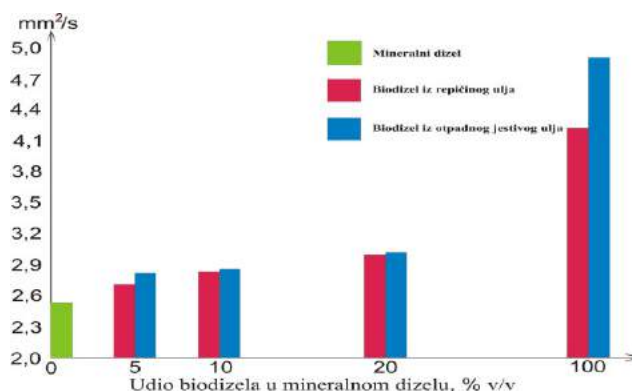
Slika 2. Grafički prikaz rezultata mjerenja gustine

3.1.1.2. Kinematska viskoznost na 40°C

Određena je po standardu ISO 3104.

Tabela 4. Rezultati mjerenja kinematske viskoznosti

UZORAK	Kinemat. viskoznost na 40°C, mm ² /s (cSt)	Granične vrijednosti po BAS EN 590:2009		Granične vrijednosti po EN 14214	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Mineralni dizel	2,513	2,00	4,50	-	-
Biodizel iz repičinog ulja	4,22	-	-	3,50	5,00
B5% + D95%	2,675	2,00	4,50	-	-
B10% + 90%	2,796				
B20% + B80%	2,987				
Biodizel iz otpadnog jest. ulja	4,89	-	-	3,50	5,00
B5% + D95%	2,785	2,00	4,50	-	-
B10% + 90%	2,815				
B20% + B80%	3,015				



Slika 3. Grafički prikaz rezultata mjerenja kinematske viskoznosti

3.1.1.1.3. Cetanski index

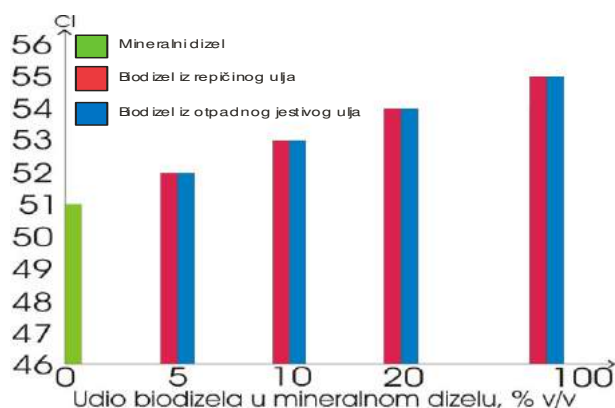
Određuje se prema standardu ISO 4264. Cetanski index je vrijednost koja se dobiva grafički ili računski iz fizikalnih svojstava dizel goriva, tačnije rečeno pomoću gustine i destilacionih karakteristika.

Tabela 5. Rezultati mjerenja cetanskog indeksa

UZORAK	Cetanski index	Granične vrijednosti po BAS EN 590:2009		Granične vrijednosti po EN 14214	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Mineralni dizel	51	46	-	-	-
Biodizel iz repičinog ulja	55	-	-	46	-
B5% + D95%	52	46	-	-	-
B10% + 90%	53				
B20% + B80%	54				
Biodizel iz otpadnog jest. ulja	55	-	-	46	-

Nastavak tabele 5.

B5% + D95%	52	46	-	-	-
B10% + 90%	53				
B20% + B80%	54				



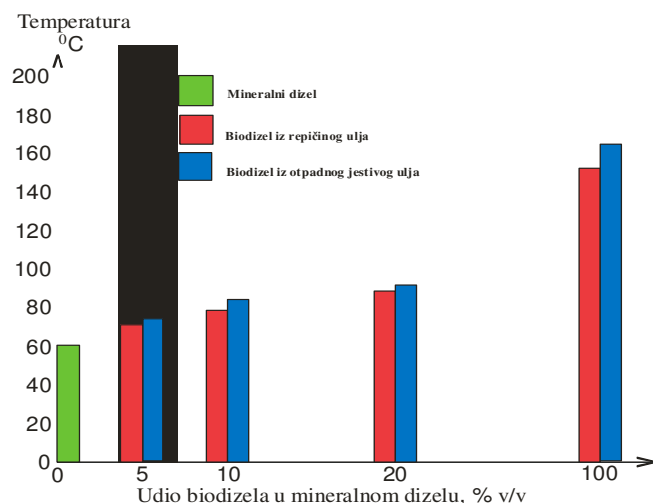
Slika 4. Grafčki prikaz rezultata izračunavanja cetanskog indeksa

3.1.1.1.4. Tačka paljenja

Određuje se prema standardu ISO 2719. Tačka paljenja je najniža temperatura na kojoj se u zatvorenoj posudi, prinošenjem plamena sa strane pod određenim uslovima, zapale pare sakupljene iznad uzorka.

Tabela 6. Rezultati određivanja tačke paljenja

UZORAK	Tačka paljenja [°C]	Granične vrijednosti po BAS EN 590:2009		Granične vrijednosti po EN 14214	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Mineralni dizel	60	55	-	-	-
Biodizel iz repičinog ulja	150	-	-	120	-
B5% + D95%	72	55	-	-	-
B10% + 90%	77				
B20% + B80%	84				
Biodizel iz otpadnog jest. ulja	162	-	-	120	-
B5% + D95%	74	55	-	-	-
B10% + 90%	81				
B20% + B80%	88				



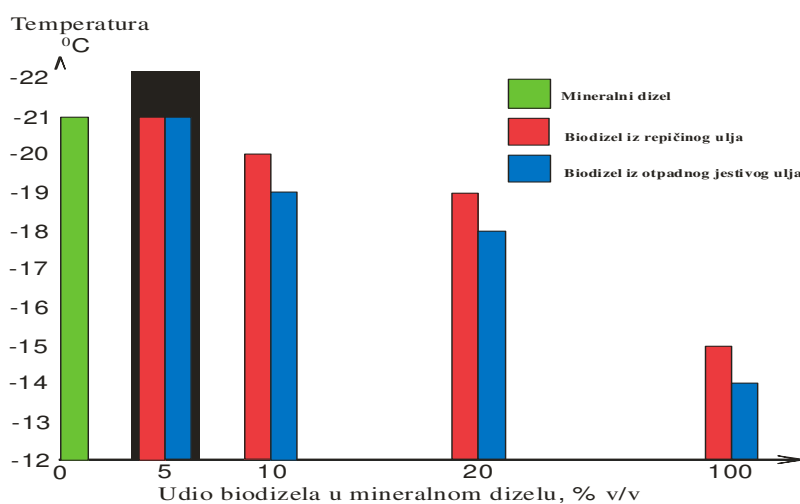
Slika 5. Grafički prikaz rezultata mjerenja tačke paljenja

3.1.1.1.5. Tačka tečenja

Određuje se prema standardu ISO 3016. Tačka tečenja je najniža temperatura na kojoj uzorak još uvijek teče kada se hladi pod utvrđenim uslovima.

Tabela 7. Rezultati određivanja tačke tečenja

UZORAK	Tačka tečenja [°C]	Granične vrijednosti po BAS EN 590:2009		Granične vrijednosti po EN 14214	
		Min.	Max.	Min.	Max.
Mineralni dizel	-21	-20	-	-	-
Biodizel iz repičinog ulja	-15	-	-	-	-
B5% + D95%	-21	-20	-	-	-
B10% + 90%	-20				
B20% + B80%	-19				
Biodizel iz otpadnog jest. ulja	-14	-	-	-	-
B5% + D95%	-21	-20	-	-	-
B10% + 90%	-19				
B20% + B80%	-18				



Slika 6. Grafički prikaz rezultata mjerenja tačke tečenja

4. ZAKLJUČAK

Na osnovu literaturnih izvora i provedenih laboratorijskih analiza pri izradi ovog rada mogu se izvesti slijedeći zaključci:

- Stalno povećanje potrošnje nafte u svijetu traži pronalaženje novih izvora energije. Nedostatak nafte na tržištu će utjecati na povećanje njene cijene i zbog toga je potrebno tražiti zamjenu za fosilna goriva u novim održivim izvorima. Veća cijena nafte utječe na povećanje troškova proizvodnje dobara i usluga, nezaposlenosti, smanjenje investicija i povećanje deficita budžeta, što povećava kamatne stope.
- U ovom radu, u laboratorijskim uslovima biodizeli su prošli kompletan put od same sinteze, preko ispitivanja pojedinih parametara. Kao sirovine korištene su čisto repičino ulje i staro otpadno ulje. Ispitivani su slijedeći parametri (gustina, kinematska viskoznost, cetanski index, tačka paljenja, tačka tečenja). ***Važno je naglasiti da su biodizeli sintetizirani u laboratoriji, a da je kasnija analiza određenih parametara, pokazala njihovu usklađenost sa standardom EN 14214, što upućuje na zaključak, da je sinteza biodizela i u uslovima masovne proizvodnje, praktičan i jednostavan proces.***
- Istraživanja i projekcije ukazale su da se prema sadašnjoj stopi rasta od cestovnog saobraćaja (transporta) do 2020. godine očekuje tri puta veća emisija stakleničkih plinova nego od bilo koje druge industrijske proizvodnje. Koristi od uvođenja biodizelskog goriva su višestruke, i doprinose povećanju sigurnosti opskrbe, smanjenje ovisnosti cestovnog saobraćaja o nafti, podupiranje održivog razvoja ruralnih područja, a najviše se očituju kroz smanjenje emisije stakleničkih plinova, smanjenje potrošnje fosilnih goriva i veće učinkovitosti u zaštiti okoliša. Biodizel rezultira znatno manjom opasnosti od neželjenog zapaljenja kod transporta, skladištenja i tokom upotrebe, produžuje vijek rada motora.
- Kvalitet biodizela mora zadovoljavati normu EN 14214. Prema ideji zaštite okoliša, Evropska unija je propisala direktive o minimalnim količinama biogoriva u ukupnoj količini pogonskih goriva. Evropska komisija prvi put u historiji planira smanjenje potrošnje energije u budućnosti kroz povećanje energetske učinkovitosti od 20 %, čime bi se potrošnja do 2020. godine smanjila za 13 %. Od tako smanjene potrošnje predviđa se da se onih 20 % energije podmiruje iz obnovljivih izvora energije.
- Nakon svih ovih saznanja postavlja se pitanje zašto se ne bi počelo ozbiljno razmišljati za podizanje pogona za proizvodnju biodizela na području Federacije BiH, jer sve zemlje iz okruženja kao i Republika Srpska već odavno imaju instalirane pogone za proizvodnju biodizela. A podizanjem jedne ovakve fabrike otvorilo bi se dosta novih radnih mjesta i razvila bih se nova grana poljoprivrede na području BiH i na taj način povećao bih se ekonomski razvoj BiH.

5. LITERATURA

- [1] Mustapić Z., Krička T.: Biodizel kao alternativno motorno gorivo, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2006.,
- [2] Fukuda H., Kondo A., Noda H.: Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils, Journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 92, No. 5, September, 2001.,
- [3] Kraljević D., Šumanovac I., Heffer G., Martinović A.: Promjena sastava ispušnih plinova dizel motora pri uporabi dizelskog i biodizelskog goriva, Osijek, 2006.,
- [4] Kesić, S.: Uticaj na okoliš smjese Biodizel/Mineralni dizel pri upotrebi u dizel motorima Zenica, 2012.,
- [5] Kamenski: Biodizel, Energetika, 2001.,
- [6] Timofej, F. i saradnici: Biodizel – Alternativno i ekološko tečno gorivo, Novi Sad, 2005.,
- [7] Protić, Ž. D.: Hemijska tehnologija goriva, Beograd, 1949.