

PERFORMANSE VOZILA SA BIODIZELOM KAO POGONSKIM GORIVOM

VEHICLE PERFORMANCE WITH BIODIESEL FUEL

Mr Milan Đorđević¹⁾, dr Dušan Nestorović²⁾, Maja Đorđević³⁾

Rezime: Svakodnevni život bez upotrebe saobraćajnih sredstava je gotovo nezamisliv. Svakoga dana se potroši 85 miliona barela nafte od čega je 47 miliona barela upotrebljeno kroz transportna sredstva. 20 % primarne svetske energije se upotrebi za transport od čega se na putnički saobraćaj troši 70 % a na teretni 30 %.

Biodizel je tečni oblik obnovljivog izvora energije dobijen iz biomase, tj. ulja dobijenih iz semena uljanih kultura. Karakteristike biodizela su slične dizelu fosilnog porekla a poboljšanje proizilazi iz sadržaja kiseonika u biodizelu, koji obezbeđuje bolji proces sagorevanja i poboljšava podmazivanje, što delom kompenzuje uticaj nižeg energetskeg sadržaja. Zato je biodizel, tehnički gledano, idealni supstitut za dizel goriva fosilnog porekla i nikakve značajne modifikacije dizel motora nisu potrebne.

Rad sadrži opis metodologije snimanja performansi vozila kao i dobijene rezultate tokom ispitivanja za različite tipove goriva odnosno koncentracije biodizela i konvencionalnog dizel goriva.

Ključne reči: Vozilo, Performanse, Ispitivanje, Biodizel

Abstract: Life without transport is unthinkable. 85 million barrels oil are spent every day. 47 million barrels are used in transport. 20% of primary world energy is used for transportation, whereof 70% in passenger traffic and 30% in freight transport.

Biodiesel is a liquid state of a renewable energy source, which is taken from biomass, i. e. from the oil taken from rapes. Biodiesel characteristics are very similar to fossil diesel, and an improvement is done by oxygen concentration in biodiesel, which provides better combustion and enhances lubrication, thus it is partly compensated the influence of the lower energy content. Therefore, biodiesel is, by technical viewing an ideal substitute for fossil diesel fuels, and any significant modification are not necessary.

Paper describe methodology for recording vehicle performance, as well as the results obtained during testing different types fuel, i. e. different concentration biodiesel fuel and conventional fuel.

Key words: Vehicle, Performance, Test, Biodiesel

1. UVOD

Svi proračuni kada će proizvodnja nafte doživeti svoj vrhunac zasnovani su na podacima o proizvodnji nafte u istoriji i danas, poznatim rezervama i otkrićima kompanija i vlada, procenama o stanju rezervi, kao i govorima naftnih magnata. Do sada je izvađeno oko 944 milijarde barela nafte, oko 764 milijarde barela tek treba da bude izvađeno iz poznatih nalazišta nafte, ili rezervi, a još 142 milijarde barela je klasifikovano kao količina nafte koja tek treba da bude otkrivena. Ako je to tačno, onda će proizvodnja nafte doživeti vrhunac 2010. godine. To će za posledicu imati da proizvodnja nafte u svetu konstantno opada za oko 2-3 % godišnje, a da će cena putovanja, grejanja, poljoprivrede, trgovine i svih proizvoda od plastike porasti i zato se intenziviraju naponi za

kontrolisanje naftnih rezervi. Kao što je jedan američki analitičar skoro rekao: „Vreme je da se pozdravite sa svojim dosadašnjim načinom života“.

Nasuprot ovome, potrošnja nafte u svetu se povećava. Međunarodna energetska agencija, zadužena za sređivanje podataka iz pojedinačnih zemalja i predviđanje potražnje, tvrdi da bi zemlje u razvoju do 2030. mogle da doprinesu povećanju potražnje za čak 47 odsto, na 121 milion barela dnevno i da naftne kompanije i države proizvođači nafte moraju da potroše oko 100 milijardi dolara godišnje da bi mogli da zadovolje tu potražnju. Prema podacima Međunarodne energetske agencije, potražnja je 2004. povećana brže nego u bilo kojoj godini od 1976. do danas. Potrošnja nafte u Kini, na koju otpada trećina dodatne potražnje u svetu, 2006. godine porasla je za 17 %

1) mr Milan Djordjevic, Zastava automobili - Kragujevac, Kosovska 4, mail: milan.murga@gmail.com

2) dr Dusan Nestorovic, Visa skola za informatiku, mašinstvo i saobraćaj, mail: dunestor@gmail.com

3) Maja Djordjevic, Zastava vozila - Kragujevac, Kosovska 4, mail: maja1979@verat.net

i očekuje se da će se za narednih 15 godina udvostručiti na više od 10 miliona barela dnevno – što je polovina sadašnje potražnje u Americi. Očekuje se da će potražnja nafte u Indiji porasti za skoro 30 %. Ako potražnja nafte u svetu nastavi da raste tempom od dva odsto godišnje, onda će 2035. morati da se eksploatiše 160 miliona barela dnevno, što je duplo više nego danas. A to je, kaže većina geologa, skoro nezamislivo.

2. ZAHTEVI ALTERNATIVNIH GORIVA ZA POGON MOTORA SUS

Da bi alternativno gorivo bilo prihvaćeno kao komercijalno gorivo za pogon motora sa unutrašnjim sagorevanjem neophodno je da zadovolji nekoliko ključnih zahteva:

- Da gorivo potiče iz obnovljivog izvora (sirovine),
- Da je izvor goriva (sirovina), relativno lako dostupna za eksploataciju,
- Da karakteristike goriva odgovaraju zahtevanim karakteristikama goriva namenjenim za pogon motora SUS,
- Da je postupak prerade goriva relativno jednostavan i jeftin,
- Da je manipulacija gorivom, kao i skladištenje, bezbedno, jednostavno i jeftino,
- Da je gorivo postojano pri skladištenju
- Da sa ekološkog aspekta zadovolji zakonske regulative koje se postavljaju pred motore SUS,
- Da je alternativno gorivo kompatibilno sa motornim uljem i ostalim mazivima koja se koriste na vozilu (ne sme značajnije da smanjuje vreme zamene motornog ulja),
- Da primena alternativnog goriva ne smanjuje radni vek motora, niti smanjuje pouzdanost pojedinih motorskih sistema i motora kao celine,
- Da je cena alternativnog goriva manja ili bar ista kao cena konvencijalnog goriva.

Dosadašnja istraživanja su pokazala da su najperspektivnija alternativna goriva tzv. biogoriva, odnosno goriva dobijena iz biomase. Ova goriva se mogu koristiti u motorima, kao i u različitim tehnološkim procesima, a toplotna moć im je vrlo slična kao i odgovarajućih konvencionalnih goriva. Pored toga, ova goriva imaju izuzetno povoljna ekološka svojstva. Danas se masovno koriste dve vrste biogoriva: alkoholi i biodizel. I alkoholi i biodizel se mogu koristiti samostalno ili kao dodatak konvencionalnim gorivima.

S obzirom da Republika Srbija ne spada u red najrazvijenijih i da je veoma zavisna od uvoza nafte, za njenu privredu je od velikog značaja mogućnost korišćenja alternativnih goriva iz biomase, koja ne zahtevaju značajna ulaganja u prilagođavanje pogonskih agregata i potrebnu infrastrukturu. Imajući u vidu naš solidni poljoprivredni potencijal, može se zaključiti da će ova problematika kod nas sve više dobijati na značaju.

3. BIODIZEL I POSTUPAK NJEGOVOG DOBIJANJA

Biodizel je tečno bio-gorivo, proizvedeno iz poljoprivrednih kultura kao obnovljivih izvora energije. Može se koristiti nezavisno ili u mešavini sa dizelom dobijenim rafinacijom sirove nafte i to u bilo kom odnosu. U zavisnosti od udela biogoriva u mešavini, biodizeli se nazivaju B100 (čist, 100% biodizel), B5 (5% biodizel i 95% fosilni dizel), B20 (20% biodizel i 80% fosilni dizel).

Biodizel je komercijalni naziv za metil-estar koji se, bez dodatka klasičnog dizel goriva mineralnog porekla, na tržištu prodaje za pogon dizel motora. Metil-estar je hemijsko jedinjenje koje se dobija tzv. esterifikacijom, odnosno hemijskom reakcijom viših nezasićenih masnih kiselina i alkohola u prisustvu katalizatora. Više masne kiseline su, u stvari, ulja i masti različitog porekla, a alkohol je u ovom slučaju metanol. Za dobijanje metil-estra mogu se koristiti ulja dobijena iz uljane repice, suncokreta, soje, palme, ricinusa, kikirikija ili drugih uljarica, životinjske masti ili reciklirano jestivo ulje (iz restorana i domaćinstava). Kao sporedni produkt ove hemijske reakcije nastaje i trohidroksilni alkohol, glicerol, koji takođe predstavlja sirovinu ili proizvod koji se koristi u različite svrhe.

Sama biljna ulja, iako imaju visoku toplotnu moć (oko 37 MJ/kg), nizak sadržaj sumpora, relativno visok cetanski broj (oko 40) i povoljan sastav produkata sagorevanja, nisu pogodna kao zamena za klasično dizel gorivo, jer imaju vrlo visoku viskoznost. Njihova viskoznost na temperaturi od 20°C je 15 do 20 puta veća u odnosu na konvencionalno dizel gorivo D2. Naravno, sa sniženjem temperature viskoznost još više raste, tako da se biljna ulja ne mogu koristiti kao goriva u dizel motorima na temperaturama nižim od 10°C. Velika viskoznost goriva stvara probleme u funkcionisanju instalacije za napajanje gorivom i smanjuje kvalitet raspršivanja goriva pri ubrizgavanju, tako da je potreban znatno viši pritisak ubrizgavanja. Ovako visoka viskoznost biljnih ulja posledica je velike molekulske mase viših masnih kiselina koje ulaze u njihov sastav. Prosečna molekulska masa biljnih ulja je 3 do 7

puta veća nego konvencionalnog dizel goriva D2. Slične osobine imaju i masti životinjskog porekla. Da bi se otklonio ovaj nedostatak biljnih ulja, vrši se njihova esterifikacija, čime se dobija gorivo sa znatno pogodnijim karakteristikama. Suština konkretnog procesa esterifikacije je u razgradnji velikog molekula više masne kiseline pomoću metil-alkohola tj. metanola, tako da se dobijaju tri manja molekula metil-estra i trohidroksilni alkohol glicerol. Cela reakcija se ubrzava katalizatorom koji je u ovom slučaju kalijumhidroksid (KOH) ili natrijumhidroksid (NaOH). Ovaj postupak, sa aspekta industrijskog korišćenja, nije suviše složen ni skup.

Metil-estri viših masnih kiselina sadrže od 14 do 18 atoma ugljenika (C) u molekulu i imaju vrlo slične fizičke i hemijske osobine kao i molekuli parafina sa istim brojem C atoma. Ova jedinjenja se lako mešaju sa konvencionalnim dizel gorivom. Metil-estri i dalje imaju nepovoljniju krivu isparavanja u odnosu na konvencionalna dizel goriva, ali se ovaj problem može umanjiti

odgovarajućim merama. Takođe, metil-estar je agresivan prema nekim vrstama gume, boja i lakova.

4. PERFORMANSE VOZILA SA POGONSKIM GORIVOM - MEŠAVINA DIZELA I BIODIZELA

Vršili smo ispitivanja na vozilu Florida sa ugrađenim motorom PCA 1.4 hdi (euro 4), mešanjem konvencionalnog dizel goriva i biodizela u različitim procentima.

Ispitali smo ubrzanje vozila od 0 do 100 km/h i elastičnost motora (ubrzanje od 40 do 120 km/h).

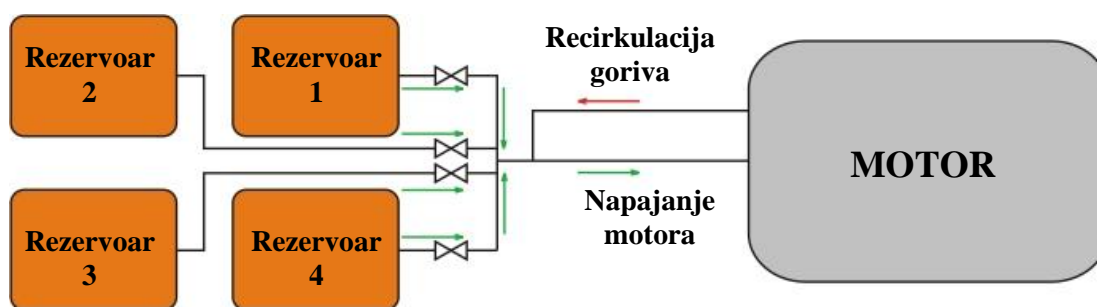
Za snimanje preformansi vozila tj. ubrzanja, korišćen je merni sistem DATRON koji bezkontaktno meri prednji put, vreme, brzinu i ubrzanje vozila (slika 1). Sve parametre koji se mere, posle obrade u računaru, možemo očitati na displeju uređaja (slika 1 – donji levi ugao).



Slika 1 – Merni sistem DATRON



Slika 2 – Rezervoari za gorivo, elektroventili i prekidači za upravljanje napajnim sistemom goriva



Slika 3 – Šema napojnog sistema goriva

4.1 UBRZANJE OD 0 DO 100 Km/h

Merenje ubrzanja vozila od 0 do 100 treba raditi na putu koji je ravan i dovoljno dug sa nagibom koji treba da bude konstantan u granicama od $\pm 0.1\%$ i ne treba da pređe 1.5%.

Vozač postavlja ručicu birača brzine u najniži stepen prenosa, dodaje opterećenje motoru do vrednosti maksimalnog obrtnog momenta. U tom trenutku otpušta pedalu spojke ali takvim intezitetom da pogonski točkovi klizaju 20-30% postizući na taj način najveći koeficijent prijanjanja. Odmah po pokretanju vozila merni sistem DATRON automatski otpičinje merenje. Vozač saopštava motoru maksimalno opterećenje držeći pedalu opterećenja motora maksimalno pritisnutom. Po dostizanju broja obrtaja motora na maksimalnoj snazi, vozač prebacuje u viši stepen prenosa. Nakon što je vozilo dostiglo brzinu od 100 km/h merenje se automatski zaustavlja a ispitivač očitava vreme za koje je vozilo ubrzalo od 0 do 100 km/h.

Ispitivanja su vršena na vozilu u koje je bio ugrađen dizel motor 1.4 hdi. Na vozilu sa dizel motorom vršena su merenja sa euro4 dizel gorivom i četiri tipa goriva različite koncentracije biodizela i konvencionalnog euro4 dizela (tabela

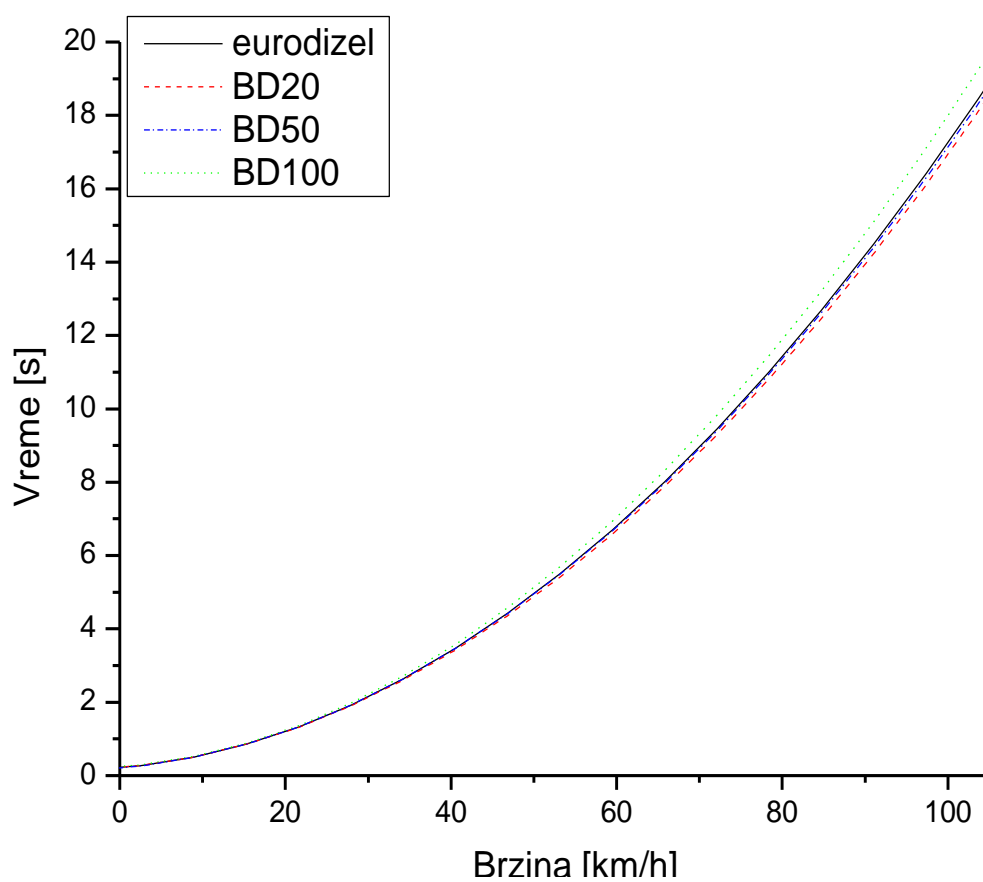
1). Rezultati ispitivanj pokazani su i dijagramski (slika 4).

4.2 ELASTIČNOST MOTORA

Pri promeni spoljnog opterećenja doći će i do promene režima rada motora kako bi se opet uspostavilo ravnotežno stanje. Ukoliko se pri tome režim rada motora manje promeni kaže se da je motor elastičniji. Elastičnost motora, dakle, izražava njegovu sposobnost prilagođavanja promenljivom opterećenju. Elastičnost motora smo merili tako što smo vozilo ubrzali do brzine od 35 km/h. Ručicom birača brzine odaberemo četvrti stepen prenosa i laganim dodavanjem opterećenje ubrzavamo vozilo. Kada vozilo dostigne brzinu od 39 km/h oglasio bi se zvučni signal mernog sistema DATRON i vozač bi pritisnuo pedalu opterećenja motora do kraja, nakon čega bi se pri brzini od 40 km/h, automatski startovalo merenje. Vozilo se na taj način ubrzava od 40 do 120 km/h u četvrtom stepenu prenosa. Ovakvim načinom merenja se isključuje uticaj vozača na samu tačnost merenja. I ova merenja su rađena za različite kombinacije dizel goriva i biodizela (tebela 2, slika 5.).

Brzina [km/h]	Različite vrste goriva			
	eurodizel	eurodizel + 20% biodizel	eurodizel + 50% biodizel	100% biodizel
	Vreme ubrzanja [s]			
0	0	0	0	0
10	0,64	0,65	0,615	0,645
20	1,295	1,285	1,29	1,365
30	2,16	2,11	2,19	2,225
40	3,655	3,63	3,615	3,795
50	5,03	4,985	5,05	5,23
60	6,585	6,48	6,555	6,835
70	8,97	8,805	8,905	9,26
80	11,205	10,995	11,165	11,63
90	13,865	13,57	13,775	14,42
100	17,645	17,36	17,515	18,45

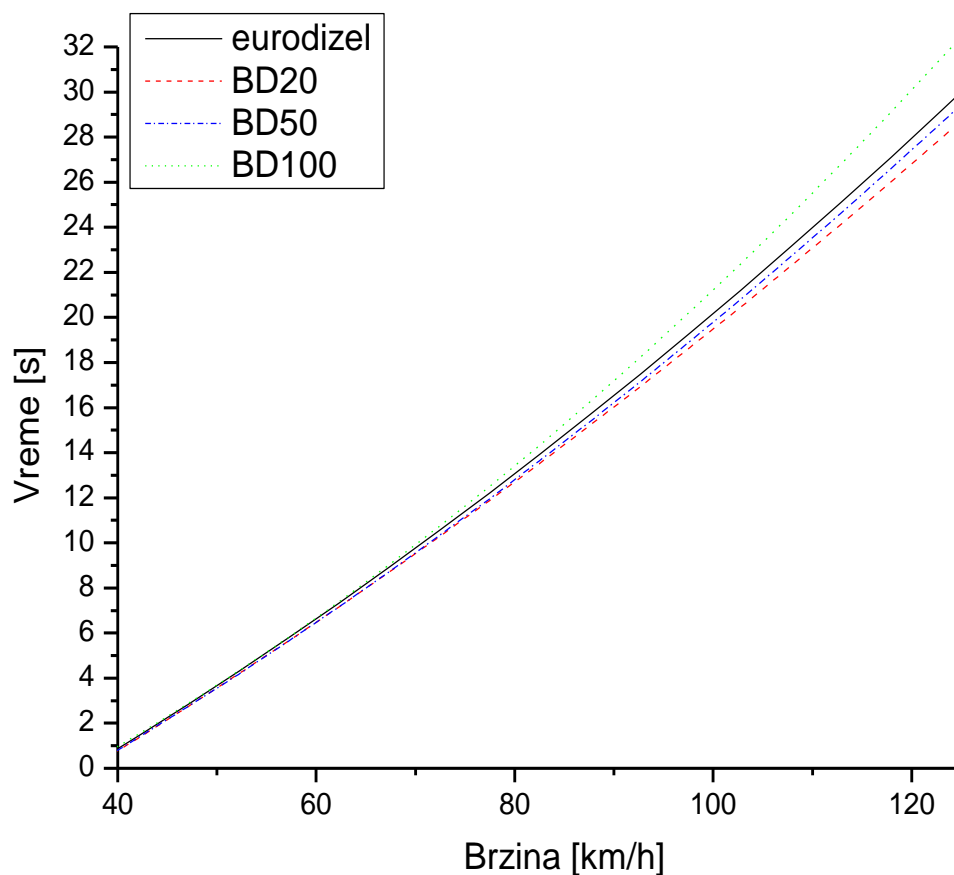
Tabla 1- Ubrzanje vozila sa dizel motorom za različite mešavine eurodizela i biodizela



Slika 4 – Ubrzanje vozila od 0 do 100 km/h

Brzina [km/h]	Različite vrste goriva			
	eurodizel	eurodizel + 20% biodizel	eurodizel + 50% biodizel	100% biodizel
	Vreme ubrzanja [s]			
40	0	0	0	0
50	4,165	4,025	3,995	4,125
60	7,395	7,165	7,22	7,555
70	10,26	9,92	10	10,61
80	13,02	12,655	12,74	13,485
90	16,06	15,59	15,745	16,625
100	19,42	18,85	19,13	20,165
110	23,54	22,725	23,105	24,86
120	28,78	27,505	28,195	31,2

Tabla 2- Ubrzanje vozila sa dizel motorom za različite vrste mešavine eurodizela i biodizela



Slika 5 – Ubrzanje vozila od 40 do 120 km/h

5. ZAKLJUČAK

Kroz rad je pokazano kako različite koncentracije biodizela i konvencionalnog dizela goriva utiču na performanse vozila. Za goriva BD20 i BD50 vidimo da kod ubrzanja od 0 do 100 km/h imamo poboljšanje performansi u odnosu na konvencionalno dizel gorivo euro4. Kod BD100 performanse opadaju u odnosu na dizel gorivo fosilnog porekla i to ubrzanje od 0 do 100 km/h za 4.5% a ubrzanje od 40 do 120 km/h za 7.5%. U doba nadolazeće energetske krize (bar što se tiče fosilnih goriva) podsticanje istraživanja i proizvodnje obnovljivih izvora energije će dobiti sve veći značaj.

LITERATURA

- [1] Maja Đorđević, Milan Đorđević, Dušan Nestorović: „Ekološki aspekti upotrebe biodizela u preduzeću Zastava hortikultura – Agro DOO“, Festival kvaliteta 2009, Kragujevac, 20. – 22. 05. 2009
- [2] Milan Đorđević, Dušan Nestorović, Maja Đorđević: „Proizvodnja biodizela u laboratorijskim uslovima iz korišćenog biljnog ulja“, DEMI 2009, Banja Luka, 28. – 29. 05. 2009