

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
UNIVERZITET U BEOGRADU
TEHNOLOŠKO-METALURŠKI FAKULTET**

Predmet: Referat o urađenoj doktorskoj disertaciji kandidata **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije.

Odlukom br. 35/424 od 15.09.2016. godine, imenovani smo za članove Komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije kandidata **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, pod naslovom: **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smješa sa dizel gorivom na visokim pritiscima”**.

Posle pregleda dostavljene Disertacije i drugih pratećih materijala i razgovora sa Kandidatom, Komisija je sačinila sledeći

R E F E R A T

1. UVOD

1.1. Hronologija odobravanja i izrade disertacije

U oktobru 2010. kandidat **Gorica R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, je upisala doktorske studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu na smeru Hemijsko inženjerstvo.

23.11.2015. Kandidat **Gorica R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, prijavila je temu doktorske disertacije pod nazivom **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smješa sa dizel gorivom na visokim pritiscima”**.

04.12.2015. Nastavno-naučno veće Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu je usvojilo sastav Komisije za ocenu naučne zasnovanosti predložene teme odlukom br. 35/544.

28.01.2016. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, na osnovu izveštaja Komisije, doneta je Odluka br. 35/3 o prihvatanju predloga teme doktorske disertacije **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, pod nazivom **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smješa sa dizel gorivom na visokim pritiscima”**. Za mentora ove doktorske disertacije imenovana je dr Mirjana Kijevčanin, redovni profesor TMF-a.

08.02.2016. doneta je Odluka Univerziteta, 02 broj: 61206-526/2-16, o saglasnosti na predlog teme doktorske disertacije **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, pod nazivom **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smješa sa dizel gorivom na visokim pritiscima”**.

15.09.2016. Na sednici Nastavno-naučnog veća Tehnološko-metalurškog fakulteta, doneta je Odluka br. 35/424 o imenovanju članova komisije za pregled, ocenu i odbranu doktorske disertacije **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, pod nazivom **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smješa sa dizel gorivom na visokim pritiscima”**.

1.2. Naučna oblast disertacije

Istraživanja u okviru ove doktorske disertacije pripadaju naučnoj oblasti Tehnološko inženjerstvo, uža naučna oblast Hemijsko inženjerstvo, za koju je Tehnološko-metalurški fakultet Univerziteta u Beogradu matična ustanova.

Mentor ove doktorske disertacije je dr Mirjana Kijevčanin redovni profesor Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, koja je objavila preko 80 radova u međunarodnim naučnim časopisima.

1.3. Biografski podaci o kandidatu

Gorica R. Ivaniš, master inž. tehnologije, rođena je 22.10.1986. godine u Trebinju, Bosna i Hercegovina. Završila je osnovnu školu i opštu gimnaziju u Gacku, Bosna i Hercegovina.

Osnovne studije na Tehnološko-metalurškom fakultetu u Beogradu započela je 2005/2006. školske godine, a završila 2009. godine sa prosečnom ocenom 9,19 na odseku za Hemijsko inženjerstvo. Završni rad pod nazivom "Energetska integracija i optimizacija rada reaktora" odbranila je sa ocenom 10 kod mentora prof. dr Mirjane Kijevčanin. Master studije je upisala 2009/2010. školske godine na istom odseku, a završila 2010. godine sa prosečnom ocenom 10, sa kojom je odbranila i master rad pod nazivom "Energetska analiza i integracija procesa u prehrambenoj industriji" pod rukovodstvom prof. dr Mirjane Kijevčanin. Dobitnik je Diplome fonda Panta S. Tutundžić za izuzetan uspeh na studijama, a takođe je bila i stipendista Ministarstva prosvete Republike Srbije na master studijama.

Školske 2010/2011. upisala je doktorske studije na matičnom fakultetu, na studijskom programu Hemijsko inženjerstvo. Položila je sve predviđene ispite na doktorskim studijama, kao i završni ispit, sa prosečnom ocenom 10.

Početkom 2014. godine pohađala je kurs "Promotion and Dissemination of Biomass Utilization Technology" u Japanu.

Od februara 2011. godine zaposlena je na Tehnološko-metalurškom fakultetu, prvo u zvanju istraživač pripravnik, a od aprila 2013. godine u zvanju istraživač saradnik na projektu Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije ON172063 pod nazivom "Novi industrijski i ekološki aspekti primene hemijske termodinamike na unapređenje hemijskih procesa sa višefaznim i višekomponentnim sistemima", kojim rukovodi prof. dr Mirjana Kijevčanin. U zvanje istraživača saradnika je ponovo izabrana u januaru 2016. godine.

Od školske 2011/2012. godine bila je angažovana u izvođenju računskih vežbi iz predmeta Programiranje.

Gorica R. Ivaniš je koautor većeg broja naučnih radova objavljenih u časopisima međunarodnog značaja i prezentovanih na konferencijama, kao i 1 tehničkog rešenja.

Aktivno koristi engleski jezik. Član je Srpskog hemijskog društva.

2. OPIS DISERTACIJE

2.1. Sadržaj disertacije

Doktorska disertacija kandidata, **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, napisana je na 305 strana, uključuje 75 tabela, 114 slika, kao i 175 literaturnih navoda. Doktorska disertacija sadrži sedam poglavlja: Uvod, Termodinamička svojstva ispitivanih sistema, Eksperimentalni dio, Rezultati i diskusija eksperimentalnih mjerenja, Modelovanje eksperimentalnih podataka, Zaključci i Literatura.

2.2. Kratak prikaz pojedinačnih poglavlja

U okviru doktorske disertacije kandidiat **Gorica R. Ivaniš** je radila na uspostavljanju nove aparature i uvođenju procedure za merenje gustina na visokim pritiscima. Pored konstrukcije aparature izvršena je i kalibracija DMA HP uređaja i provera rezultata merenja poređenjem sa literaturnim vrednostima. Nakon što je utvrđena pouzdanost podataka dobijenih na novoj aparaturi merene su gustine različitih biodizela, dizel goriva i njihovih smeša na visokim pritiscima. Za pomenute uzorke određena su i termodinamička i transportna svojstva na atmosferskom pritisku. Eksperimentalni podaci su obrađeni odgovarajućim korelativnim modelima što je omogućilo određivanje izvedenih termofizičkih veličina.

U prvom poglavlju disertacije, **Uvod**, istaknut je značaj termodinamičkih i transportnih svojstava koja su merena u okviru rada na ovoj disertaciji. Predstavljene su osnovne karakteristike konstruisane aparature za merenje gustina na visokim pritiscima i kalibracione metode koja je primenjena za određivanje gustina. Pored toga objašnjeni su i razlozi odabira biodizela za predmet istraživanja i dat je detaljan pregled literature u kojoj su ispitivana svojstva različitih biodizela i njihovih smeša sa dizel gorivom. Na osnovu toga je utvrđeno da termodinamička i transportna svojstva biodizela ispitivanih u ovoj disertaciji, nisu ranije određivana u istim opsezima temperature i pritiska.

Drugo poglavlje disertacije, **Termodinamička svojstva ispitivanih sistema**, u svom prvom potpoglavlju nudi definicije termodinamičkih i transportnih svojstava koja su merena za izabrane uzorke. U drugom potpoglavlju je detaljno objašnjena procedura obrade gustina na visokim pritiscima i date jednačine za izračunavanje izvedenih volumetrijskih svojstava na visokim pritiscima. Takođe, predstavljene su i veličine koje se mogu izvesti iz brzine zvuka merene na atmosferskom pritisku.

Treće poglavlje disertacije, **Eksperimentalni dio**, podeljeno je na 5 potpoglavlja. U prvom je dat pregled uređaja koji su korišćeni za merenje termodinamičkih i transportnih svojstava na atmosferskom pritisku. U drugom poglavlju je predstavljena aparatura za merenje gustina na umerenim temperaturama i visokim pritiscima. Dat je pregled metoda koje se koriste za određivanje gustine na visokim pritiscima i detaljno opisana metoda sa oscilirajućom U cevi koja je primenjena u DMA HP uređaju kao centralnom delu pomenute aparature. Detaljno je opisana procedura kalibracije uređaja i izvedene su jednačine za određivanje nesigurnosti merenja na konstruisanoj aparaturi. U trećem potpoglavlju je objašnjena procedura određivanja ravnoteže tečnost-tečnost, koja je vršena za etanol i dizel gorivo. U četvrtom potpoglavlju su predstavljene supstance koje su korištene u radu na ovoj doktorskoj disertaciji, a u petom je objašnjena procedura pripreme ispitivanih binarnih i ternernih smeša dizela sa biodizelima i etanolom.

U četvrtom poglavlju disertacije, **Rezultati i diskusija eksperimentalnih mjerenja**, izdvaja se 5 potpoglavlja. U prvom su dati rezultati merenja na DMA HP uređaju za kalibracione fluide i određene kalibracione konstante aparature za merenje gustina na visokim pritiscima. U drugom su dati rezultati merenja gustina na visokim pritiscima supstanci za koje su ti podaci lako dostupni, što omogućava poređenja eksperimentalno određenih gustina sa onima koje su već objavili različiti autori u cilju provere usvojene procedure merenja i kalibracije aparature koja je predstavljena u ovoj doktorskoj disertaciji. U trećem potpoglavlju su predstavljeni rezultati merenja gustine, viskoznosti, indeksa refrakcije i brzine zvuka na atmosferskom pritisku za četiri čiste supstance koje su ispitivane tokom rada na ovoj disertaciji, kao i njihove gustina na umerenim temperaturama i visokim pritiscima. Rezultati su prikazani na dijagramima u tekstu, a brojčane vrednosti su date u tabelama u Prilogu. U četvrtom i petom potpoglavlju su prikazani rezultati pomenutih merenja za po četiri binarne i ternerne smeše biodizela sa dizel gorivom i etanolom. Takođe su data i poređenja različitih uzoraka i objašnjen uticaj dodavanja različitih supstanci u dizel gorivo na njegova termodinamička i transportna svojstva. U petom potpoglavlju je prikazana ravnoteža tečnost-tečnost za dizel gorivo i etanol.

Peto poglavlje ove doktorske disertacije, **Modelovanje eksperimentalnih podataka**, sastoji se od 2 potpoglavlja. U prvom je prikazano modelovanje viskoznosti ispitivanih čistih uzoraka i njihovih binarnih i ternernih smeša na atmosferskom pritisku Vogel-Tammann-Fulcher modelom i grafički su prikazana odstupanja eksperimentalnih od proračunatih vrednosti. U drugom potpoglavlju su predstavljeni rezultati modelovanja gustina na visokim pritiscima i izračunate izvedene veličine za test supstance i biodizele i njihove smeše sa dizelom i etanolom. Za tri test supstance su, slično kao za gustine na visokim pritiscima, izvršena i poređenja dobijenih vrijednosti izvedenih volumetrijskih koeficijenata sa literaturnim podacima u cilju potvrde ispravnosti izbora modifikovane Tammann-Tait-ove jednačine za korelisanje gustina na visokim pritiscima. Gustine čistih biodizela i dizel goriva, kao i njihovih smeša su modelovane, izračunate su izvedene veličine i izvršeno je poređenje različitih uzoraka i ispitan uticaj dodavanja biodizela ili etanola dizel gorivu

na njegova svojstva na visokim pritiscima. Svi rezultati su predstavljeni grafički u ovom poglavlju, dok su vrijednosti parametara optimizovanih pri modelovanju viskoznosti i gustine, kao i izvedenih volumetrijskih svojstava, dati u tabelama u Prilogu.

U šestom poglavlju doktorske disertacije, **Zaključci**, dat je pregled rezultata do kojih se došlo tokom rada na disertaciji. Ukratko je navedeno koje veličine su merene i pod kojim uslovima, kao i koji su uzorci ispitivani. Dati su kriterijumi poređenja gustina test supstanci na visokim pritiscima sa literaturnim vrijednostima kao potvrda ispravnosti odabira kalibracione metode i uspostavljene procedure merenja, te pouzdanosti rezultata koji se dobijaju merenjem gustina na konstruisanoj aparaturi. Istaknute su razlike u termodinamičkim i transportnim svojstvima među različitim biodizelima, kao i u odnosu na dizel gorivo. Ispitan je uticaj udela biodizela u binarnim i ternernim smešama biodizela sa dizelom na različita svojstva, kako na atmosferskom, tako i na visokim pritiscima. Osim biodizela, predstavljeni su i rezultati posmatranja uticaja etanola na smeše dizela sa biodizelom kroz proveru termodinamičkih svojstava smeša pri različitim uslovima. Izvedeni su opšti zaključci o uticaju zamene dizel goriva u dizel motorima njegovim smešama sa biodizelom i etanolom.

U sedmom poglavlju disertacije, **Literatura**, dat je pregled literature korišćene pri izradi disertacije.

3. OCENA DISERTACIJE

3.1. Savremenost i originalnost

Imajući u vidu da se poslednjih nekoliko decenija upotreba biodizela kao goriva znatno povećala u cilju prevazilaženja nestašice fosilnih goriva i smanjenja zagađenja životne sredine, jasno je koliko je bitno poznavanje ponašanja ovih supstanci pri različitim uslovima. Jedna od glavnih prednosti biodizela jeste mogućnost njegove upotrebe u većini dizel motora, čistog ili u smeši sa dizel gorivom, bez značajnijih promena u dizajnu motora. Najvažniji razlozi za korišćenje biodizela umesto dizel goriva jesu smanjenje emisije ugljen dioksida, ugljen monoksida i nesagorelih ugljovodonika, kao i netoksičnost, obnovljivost i odsustvo sumpora. Upravo zbog povoljnog uticaja na životnu sredinu Evropska unija je izdala direktivu po kojoj se bar 10% dizel goriva u sektoru transporta mora zameniti gorivima iz obnovljivih izvora do 2020. godine, a to je najlakše ostvariti upotrebom biodizela i njegovih smeša sa dizel gorivom. Ubrizgavanje i paljenje goriva u dizel motorima se odvija na povišenom pritisku i temperaturi i na taj proces značajno utiču volumetrijska svojstva goriva, a posebno gustina i viskoznost pa je stoga poznavanje ovih veličina od izuzetnog značaja pri upotrebi biodizela i njegovih smeša sa dizelom.

Jedno od najvažnijih svojstava fluida, kako sa teoretske tako i sa praktične tačke gledišta, jeste gustina. Pouzdani podaci o gustini pomažu pri razumevanju molekularne strukture, bilo čistih supstanci bilo smeša, na određenim pritiscima i temperaturama i pri određenom sastavu. Eksperimentalno određivanje gustine na različitim pritiscima i temperaturama je jako značajno, kako za industrijsku primenu, tako i kod određivanja drugih fizičkih svojstava (rastvorljivosti, viskoznosti, koeficijenta izobarske ekspanzije i izotemske kompresibilnosti itd.), ali i kod razvoja termodinamičkih modela baziranih na poznavanju eksperimentalnih P-v-T podataka. Stoga je konstruisanje i kalibracija aparature za merenje gustine na temperaturama 288,15-413,15 K i pritiscima 0,1-60 MPa, predstavljene u okviru ove doktorske disertacije, od izuzetnog značaja. Treba napomenuti da je ova metoda izuzetno preciznih merenja gustina tečnosti i gasova na visokim pritiscima jedinstvena na ovim prostorima.

U ovoj doktorskoj disertaciji su predstavljene gustine metil i etil estara suncokretovog ulja i metil estara svinjske masti na temperaturama 288,15-413,15 K i na pritiscima do 60 MPa, za koje se ne mogu naći literaturni podaci. Takođe, i gustine komercijalnog dizel goriva, kao i binarnih i ternernih smeša metil i etil estara suncokretovog ulja sa dizel gorivom, kao i metil estara suncokretovog ulja sa dizelom i etanolom, su merene u opsegu temperatura 293,15-413,15 K i na pritiscima do 60 MPa. Pored toga, za navedene čiste supstance i smeše su određene i viskoznosti,

kao i indeks refrakcije i brzina zvuka na atmosferskom pritisku i različitim temperaturama. Dobijene gustine su korelisane modifikovanom Tammann-Tait-ovom jednačinom, što je omogućilo izračunavanje izvedenih termodinamičkih veličina. U ovoj doktorskoj disertaciji su ispitane razlike između gustina biodizel i dizel goriva, kao i njihovih smeša, pri različitim uslovima, da bi se utvrdilo koliki i kakav uticaj ima zamena dizel goriva biodizelom na rad dizel motora. Iz istog razloga je merena i viskoznost kao izuzetno bitna veličina koja utiča na količinu ubrizganog goriva i brzinu paljenja. Na osnovu dobijenih rezultata su izvedeni zaključci o ponašanju smeša biodizel i dizel goriva pri različitim pritiscima, temperaturama i sastavima, što ovu doktorsku disertaciju čini veoma aktuelnom u skladu sa zahtevima za povećanjem udela biogoriva u transportnom sektoru do 2020. godine.

3.2. Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu

Tokom izrade doktorske disertacije Kandidat je izvršio pregled naučne i stručne literature iz relevantnih naučnih oblasti vezanih za problematiku koja se u disertaciji obrađuje. Većina pregledane literature su bili radovi objavljeni u vodećim svetskim časopisima u oblasti termodinamike i hemijskog inženjerstva.

Pregledom literature se došlo do saznanja da podaci o gustinama biodizel goriva su uglavnom zastupljeni samo na atmosferskim uslovima, pa je u ovoj tezi akcenat bio na merenjima na visokim pritiscima. Takođe, i smeše biodizel i dizel goriva su uglavnom ispitivane na atmosferskom pritisku. Nakon pregleda literature je utvrđeno da nema dovoljno podataka o biodizelima iz suncokretovog ulja i svinjske masti pa su oni, kao i njihove smeše sa dizel gorivom izabrani da budu predmet istraživanja u ovoj doktorskoj disertaciji.

U ovoj doktorskoj disertaciji ukupno je navedeno 175 referenci, koje obuhvataju oblasti termodinamike i hemijskog inženjerstva.

3.3. Opis i adekvatnost primenjenih naučnih metoda

Naučne metode koje su primenjene tokom rada na ovoj doktorskoj disertaciji su eksperimentalna merenja termodinamičkih i transportnih svojstava odabranih uzoraka pri različitim uslovima i modelovanje dobijenih rezultata korišćenjem različitih programskih paketa što je omogućilo proračun izvedenih termodinamičkih veličina. Gustine, viskoznosti, indeksi refrakcije i brzine prostiranja zvuka čistih uzoraka biodizela i dizel goriva i njihovih smeša su merene na različitim temperaturama i atmosferskom pritisku. Gustine pomenutih uzoraka su merene i na umerenim temperaturama i visokim pritiscima i dobijeni podaci su obrađeni modifikovanom Tammann-Tait – ovom jednačinom u cilju dobijanja izvedenih termodinamičkih svojstava.

Merenja gustina na atmosferskom pritisku su izvršena na gustinomeru sa vibrirajućom U cevi, Anton Paar DMA 5000, preciznosti $10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i tačnosti $5\cdot 10^{-6} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Viskoznosti na atmosferskom pritisku su merene Stabinger SVM 3000/G2 viskometrom, proizvođača Anton Paar, preciznosti 0.1% od merene vrednosti, dok je za merenje indeksa refrakcije na istom pritisku korišćen Anton Paar RXA-156 refraktometar, preciznosti $2\cdot 10^{-5}$. Brzine zvuka na atmosferskom pritisku su određene pomoću uređaja najnovije generacije koji ima mogućnost paralelnog merenja i gustine i brzine prostiranja zvuka u uzorku, Anton Paar DSA 5000 M, sa preciznošću $0.1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Gustine na visokim pritiscima su merene na aparaturi koja je predstavljena u ovoj doktorskoj disertaciji i čiji je glavni deo DMA HP uređaj sa oscilirajućom U cevi, proizvođača Anton Paar, preciznosti $10^{-5} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ i tačnosti $5\cdot 10^{-5} \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Za kalibraciju uređaja, tj. proračunavanje gustina uzoraka iz perioda oscilovanja U cevi ispunjene uzorkom, je izabrana klasična kalibraciona metode sa jednim referentnim fluidom, koja je preporučena od strane mnogih autora u literaturi. Sastavi binarnih i ternarnih smeša su određivani posebnom procedurom uz merenje mase, vagom tipa Mettler AG 204, preciznosti 10^{-4} g .

Primjećuje se da su sva eksperimentalna merenja vršena na uređajima proizvođača Anton Paar iz Austrije koji je poznat po izuzetnoj preciznosti svojih uređaja što još jednom potvrđuje i kvalitet rezultata predstavljenih u ovoj doktorskoj disertaciji.

Odlično slaganje eksperimentalnih rezultata sa vrednostima izračunatim iz parametara dobijenih pri njihovom korelisanju pozitivno ocenjuje odabrane modele za obradu podataka prikazane u disertaciji.

3.4. Primenljivost ostvarenih rezultata

Rezultati prikazani u ovoj doktorskoj disertaciji su veoma primenljivi, kako na polju projektovanja procesa i opreme koji zahtevaju precizne podatke o gustinama na različitim uslovima, tako i na polju upotrebe obnovljivih izvora energije. Predstavljene metodologije za merenje gustina na visokim pritiscima i obradu dobijenih podataka omogućavaju računanje izvedenih volumetrijskih svojstava, pre svega koeficijenta izotermnog sabijanja i koeficijenta izobarskog toplotnog širenja, . koji su od velikog tehničkog značaja i neophodni su u oblasti provere postojećih i razvijanja novih jednačina stanja. Pošto se paljenje goriva u dizel motorima odvija na visokim pritiscima i temperaturama, poznavanje termodinamičkih i transportnih svojstava biodizela i njihovih smeša sa dizel gorivom pri različitim uslovima je neophodno za njihovu upotrebu umesto dizela goriva.

3.5. Ocena dostignutih sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad

Kandidat **Gorica R. Ivaniš** angažovana je u naučno-istraživačkom radu od trenutka zaposlenja na Tehnološko-metalurškom fakultetu (na katedri za Hemijsko inženjerstvo), na projektu finansiranom od strane Ministarstva nauke i tehnološkog razvoja.

U toku izrade doktorske disertacije pod nazivom **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smeša sa dizel gorivom na visokim pritiscima”**, Kandidat je iskazao stručnost i samostalnost u svim fazama izrade teze, pružajući značajan naučni doprinos u naučnim oblastima koje do sada nisu bile istraživane ili su bile samo delimično istraživane.

Na osnovu iznetih činjenica, Komisija je mišljenja da je Kandidat kvalifikovan i da poseduje sve kvalitete koji su neophodni za samostalan naučno-istraživački rad.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

4.1. Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa

Doktorska disertacija kandidata **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije pod naslovom: **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smeša sa dizel gorivom na visokim pritiscima”** pruža značajan naučni doprinos u okviru određivanja termodinamičkih i transportnih svojstava supstanci pri različitim uslovima, kao i u oblasti upotrebe obnovljivih izvora energije, pri čemu se može izdvojiti sledeće:

- uspostavljena je metodologija preciznog određivanja gustina tečnosti na visokim pritiscima do 60 MPa i umerenim temperaturama, do 413,15K,
- uspostavljena je procedura korelisanja gustina na visokim pritiscima modifikovanom Tammann-Tait-ovom jednačinom i određivanja izvedenih termodinamičkih svojstava,
- proširene su baze podataka o gustinama i izvedenim volumetrijskim veličinama za čiste supstance koje su poslužile za testiranje aparature
- određena su termodinamička i transportna svojstva različitih biodizela, dizel goriva i njihovih smeša na atmosferskom pritisku,
- proširene su baze podataka novim podacima o gustini biodizel i dizel goriva, kao i njihovih smeša sa etanolom na visokim pritiscima,

- određen je uticaj temperature i pritiska na izvedena termodinamička svojstva za biodizele i njihove smeše sa dizel gorivom i etanolom,
- određena je zavisnost termodinamičkih i transportnih svojstava smeša dizela sa biodizelom i etanolom od udela biodizela i etanola

4.2. Kritička analiza rezultata istraživanja

Značajan doprinos predmetne doktorske disertacije je u konstruisanju aparature i uspostavljanju procedure merenja gustina na visokim pritiscima. Poređenje gustina test supstanci sa literaturnim vrednostima, koje je dalo veoma dobre rezultate, potvrđuje ispravnost principa merenja i odabrane kalibracione metode pa se rezultati dobijeni prilikom rada na ovoj aparaturi mogu smatrati izuzetno pouzdanim. Pored toga predstavljena je i metodologija obrade gustina na visokim pritiscima i računanja izvedenih volumetrijskih svojstava pri istim vrednostima pritiska.

Drugi bitan doprinos predstavljene disertacije jeste određivanje gustina i izvedenih veličina različitih biodizela i njihovih smeša sa dizel gorivom na visokim pritiscima i različitih termodinamičkih i volumetrijskih svojstava istih uzoraka na atmosferskom pritisku. Iz dobijenih rezultata izvedene su zavisnosti svojstava binarnih i ternernih smeša dizela sa biodizelom i etanolom od udela biodizela i etanola i predstavljeni načini za predviđanje ponašanja ovakvih smeša u zavisnosti od sastava.

Naučni doprinosi koje daje ova doktorska disertacija otvaraju put za mnoga slična istraživanja u oblasti visokog pritiska, kao i obnovljivih izvora energije. Pošto je poslednjih godina aktuelna zamena dizel goriva biodizelima i njihovim smešama, ova disertacija je obezbedila veliku količinu izuzetno bitnih podataka i relacija vezanih za smeše dizel goriva sa biodizelom i etanolom, a, takođe, pruža mogućnost ispitivanja dodavanja i drugih supstanci u dizel gorivo u cilju smanjenja zagađenja životne sredine i njegove potrošnje.

4.3. Verifikacija naučnih doprinosa

Kandidat **Gorica R. Ivaniš** je objavio ili prezentovao sedam radova i to: 2 rada u vrhunskom međunarodnom časopisu (M21a), 2 rada u međunarodnom časopisu (M23), 1 saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini (M33), 1 saopštenje sa skupa nacionalnog značaja štampano u celini (M63) i jedno štampano u izvodu (M64), kao i jedno tehničko rešenje, čime je verifikovao naučni doprinos svoje doktorske teze.

Kategorija M21a:

1. **G. R. Ivaniš**, I. R. Radović, V. B. Veljković, M. Lj. Kijevčanin, *Biodiesel density and derived thermodynamic properties at high pressures and moderate temperatures*, Fuel 165 (2016) 244-251, (IF (2014)=3.520; ISSN: 0016-2361), DOI: 10.1016/j.fuel.2016.07.023
2. **G. R. Ivaniš**, I. R. Radović, V. B. Veljković, M. Lj. Kijevčanin, *Thermodynamic properties of biodiesel and petro-diesel blends at high pressures and temperatures. Experimental and modeling*, Fuel 184 (2016) 277-288, (IF (2014)=3.520; ISSN: 0016-2361), DOI: 10.1016/j.fuel.2015.10.050.

Kategorija M23:

1. **G. R. Ivaniš**, A. Ž. Tasić, I. R. Radović, B. D. Djordjević, S. P. Šerbanović, M. Lj. Kijevčanin, *An apparatus proposed for density measurements in compressed liquid regions at pressures of 0.1–60 MPa and temperatures of 288.15–413.15 K*, Journal of the Serbian

Chemical Society 80 (2015) 1073-1083, (IF (2014)=0.871; ISSN: 0352-5139), DOI: 10.2298/JSC141127026I.

2. **G. R. Ivaniš**, A. Ž. Tasić, I. R. Radović, B. D. Djordjević, S. P. Šerbanović, M. Lj. Kijevčanin, *Modeling of density and calculations of derived volumetric properties for n-hexane, toluene and dichloromethane at pressures 0.1–60 MPa and temperatures 288.15–413.15 K*, Journal of the Serbian Chemical Society 80 (2015) 1423-1433, (IF (2014)=0.871; ISSN: 0352-5139), DOI: 10.2298/JSC150318062I.

Kategorija M33:

1. **Gorica R. Ivaniš**, Ivona R. Radović, Vlada B. Veljković, Mirjana Lj. Kijevčanin, *“Thermodynamic and Transport Properties of Biodiesel and Petro-diesel Mixtures at High Pressures and Temperatures”*, 14th International Conference on Properties and Phase Equilibria for Products and Process Design 22 – 26 May 2016, Granja – Portugal, III-P07

Kategorija M63:

1. **G. R. Ivaniš**, A. A. Abdussalam, A. O. Suliman, I. R. Radović, M. Lj. Kijevčanin, *Density of biodiesels from sunflower oil at high pressures*, Rad izdat u Zborniku radova sa 52. savetovanje Srpskog hemijskog društva, Novi Sad, Srbija, 29. i 30. maj 2015., str.47-51.

Kategorija M64:

1. **G. R. Ivaniš**, A. A. Abdussalam, A. O. Suliman, I. R. Radović, M. Lj. Kijevčanin, *Density of biodiesels from sunflower oil at high pressures*, Rad izdat u Zborniku radova sa 52. savetovanje Srpskog hemijskog društva, Novi Sad, Srbija, 29. i 30. maj 2015., str.47-51.

Kategorija M83:

1. Mirjana Kijevčanin, Slobodan Šerbanović, Ivona Radović, Aleksandar Tasić, **Gorica Ivaniš**, Jovana Ilić, Jasna Stajić-Trošić, Mirko Stijepović, Aleksandar Grujić, *Postrojenje za određivanje gustine fluida na visokim pritiscima i temperaturama*, 2014.
Korisnik: PPT Namenska, Trstenik
Oblast na koju se tehničko i razvojno rešenje odnosi: materijali i hemijske tehnologije

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Na osnovu prethodno navedenog, mišljenje Komisije je da doktorska disertacija, kandidata **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije, pod naslovom: **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smješa sa dizel gorivom na visokim pritiscima”** predstavlja originalan naučni doprinos predmetne oblasti istraživanja. Originalnost doktorske disertacije kandidata je potvrđena objavljivanjem više radova u časopisima međunarodnog značaja. Postavljeni predmet i ciljevi doktorske disertacije u potpunosti su ostvareni, na osnovu čega Komisija iznosi svoje mišljenje da doktorska disertacija pod nazivom **“Termodinamička i transportna svojstva biodizela i njihovih smješa sa dizel gorivom na visokim pritiscima”** u potpunosti ispunjava sve zahtevane kriterijume, kao i da je kandidat tokom izrade disertacije pokazao samostalnost i originalnost u naučno-istraživačkom radu.

Imajući u vidu kvalitet, obim i naučni doprinos postignutih i prikazanih rezultata, Komisija predlaže Nastavno-naučnom veću Tehnološko-metalurškog fakulteta, Univerziteta u Beogradu, da prihvati ovaj Referat, pruži na uvid javnosti podnetu doktorsku disertaciju kandidata **Gorice R. Ivaniš**, master inž. tehnologije u zakonom predviđenom roku, kao i da Referat uputi Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu i da nakon završetka procedure pozove Kandidata na usmenu odbranu disertacije pred Komisijom u istom sastavu.

ČLANOVI KOMISIJE

.....
Dr Mirjana Kijevčanin, redovni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Ivona Radović, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Vlada Veljković, redovni profesor
Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu

.....
Dr Emila Živković, vanredni profesor
Univerzitet u Beogradu, Tehnološko-metalurški fakultet

.....
Dr Zoran Višak, docent,
Aston University School of Engineering and Applied Sciences,
Birmingham, UK