

UNIVERZITET CRNE GORE			
POMORSKI FAKULTET KOTOR			
Primijeno:	24.08.2024		
Org. jed.			
01-3143			

Pomorski fakultet Kotor, Vijeću Pomorskog fakulteta Kotor

Univerzitet Crne Gore, Senatu Univerziteta Crne Gore

IZVJEŠTAJ

o Ocjeni doktorske disertacije mr Nade Marstijepović Đurđić

1. Pregled disertacije

1.1. Bibliografski podaci o disertaciji

Doktorska disertacija pod nazivom "Optimizacija sastava izduvne emisije iz brodskih dizel motora upotrebom biodizela druge generacije" doktorantkinje mr Nade Marstijepović Đurđić urađena je u skladu sa uputstvima navedenim u Pravilima doktorskih studija Univerziteta Crne Gore.

Disertacija je napisana na crnogorskom jeziku, sadrži šest poglavlja raspoređenih na 150 stranica, i to:

1. Uvod
2. Teorijska postavka primjene biodizela u brodskim dizel motorima
3. Pregled istraživanja
4. Metodologija i priprema eksperimenta
5. Prikaz i analiza rezultata istraživanja
6. Zaključak

Disertaciji su priloženi svi potrebni prateći dokumenti, kao što su izvod na crnogorskom i engleskom jeziku, sadržaj, detaljan spisak tabela i slika. Rad se oslanja na opsežnu literaturu koja obuhvata 169 različitih izvora, a ilustrovan je sa 36 tabela i 57 slika.

1.2. Sažetak disertacije po poglavljima

U disertaciji je istražena mogućnost proizvodnje biodizela (FAME) druge generacije od dostupnih otpadnih sirovina u Crnoj Gori, uključujući otpadno jestivo palmino i suncokretovo ulje, kao i sirovo ulje komine masline žutice (ostatak nakon proizvodnje maslinovog ulja), i njihove primjene za pogon brodskih dizel motora.

U prvom poglavlju doktorske disertacije dat je osvrt na problematiku negativnih efekata brodarstva na kvalitet vazduha i globalno zagrijavanje kroz upotrebu fosilnih goriva, te na mjere koje preduzimaju Svjetska pomorska organizacija (IMO) i Evropska unija (EU) za regulaciju i prelazak na obnovljive

izvore energije, uključujući biogoriva. Iz navedenog je proistekao cilj disertacije i postavljene su hipoteze. U ovom poglavlju je prikazana metodologija i plan istraživanja.

Na početku drugog poglavlja dat je teorijski prikaz procesa sagorijevanja goriva u brodskim dizel motorima, uključujući faze obrazovanja smješe, fizičko-hemijske procese tokom faze sagorijevanja, kao i formiranje zagađivača i gasova staklene bašte i njihovu emisiju iz motora. Nakon toga je dat osvrt na legislativu Svjetske pomorske organizacije (IMO) sa aspekta ograničenja emisija zagađivača, kao i smanjenje emisija gasova staklene bašte povećanjem energetske efikasnosti i primjenom novih alternativnih goriva. Kao jedno od prelaznih rješenja ka upotrebi goriva bez sadržaja ugljenika navode se različite vrste biogoriva koja se mogu direktno upotrijebiti u postojećim brodskim motorima (tzv "drop-in" goriva), pri čemu izdvajaju biodizel i HVO (hidrotretirano biljno ulje). Biogoriva se mogu posmatrati kao ugljenično neutralna, jer se biogeni ugljen dioksid (CO_2) apsorbovan od strane sirovina tokom svog života vraća u atmosferu nakon procesa sagorijevanja. Biogoriva se iz tog razloga često razmatraju u kontekstu dekarbonizacije pomorskog transporta, što treba razumjeti kao njihovu prednost u smislu potencijalnog smanjenja emisije u poređenju sa konvencionalnim fosilnim gorivima. Na kraju poglavlja je dat pregled sirovina za proizvodnju biogoriva, način proizvodnje biogoriva, kao i poređenje svojstva sa standardnim brodskim dizel gorivom sa stanovišta uticaja na skladištenje, transport i upotrebu.

U trećem poglavlju je dat detaljan pregled naučne literature koja se bavi upotrebom biodizela kao pogonskog goriva za brodske motore, s posebnim fokusom na energetske parametre motora i izduvnu emisiju. Pregled obuhvata različite studije koje analiziraju na koji način biodizel utiče na ključne performanse motora, tehnološka rješenja i modifikacije motora koje mogu optimizovati rad s biodizelom, kao i izazovi vezani za stabilnost goriva i njegovu kompatibilnost s postojećim motorima. Takođe, razmatrane su emisije zagađujućih supstanci iz motora koje su kritične za procjenu ekološkog uticaja korišćenja biodizela. Posebna pažnja posvećena je upoređivanju ovih parametara prilikom korišćenja biodizela i konvencionalnih dizel goriva, sa ciljem identifikacije potencijalnih prednosti i izazova vezanih za prelazak na obnovljive izvore energije u pomorskom transportu.

U poglavlju četiri opisan je predmet istraživanja i mogućnost proizvodnje bio-dizela druge generacije od otpadnih sirovina dostupnih u Crnoj Gori, te njihova primjena kao pogonskog goriva za brodske motore. Sirovine su nakon sakupljanja u laboratorijskim uslovima prvobitno očišćene od čvrstih nečistoća i vode u slobodnom stanju kako bi se pripremile za postupak transesterifikacije. Na ovaj način su se proizvele tri vrste biodizela (FAME). Nakon toga, proizvedeni biodizel je umiješan sa čistim niskosumpornim dizel gorivom u tri različite zapremine: 7 %, 20 % i 25 % v/v, čime je za potrebe istraživanja proizvedeno 10 različitih smjesa goriva. Smjese goriva su ispitane u brodskom dizel motoru sa stanovišta energetske parametara i emisije gasovitih zagađivača oksida azota, sumpordioksida i ugljen-monoksida. Za ispitivanje pripremljenih smjesa odabran je reverzibilni dvotaktni sporohodni četvorocilindrični brodski dizel motor. Motor je radio preko 8.000 sati nakon posljednjeg remonta, i nije bilo nikakvih prilagođavanja za ovaj eksperiment. Mjerenje obrtnog momenta i snage motora propelera vršeno je pomoću mjerača napona, dok je potrošnja goriva mjerena za različite brzine motora i za sve vrste goriva. Za mjerenje sastava izduvnih gasova korišćen je prenosni gasni

analizator. Svrha ovih mjerenja bila je da se utvrde trendovi gasovitih emisija u odnosu na različite vrste i sadržaj biodizela druge generacije u smjesama za brodski dizel motor u upotrebi.

U petom poglavlju predstavljeni su rezultati istraživanja. Eksperimentalne smjese su testirane u realnim operativnim uslovima, a prikupljeni podaci omogućili su detaljnu analizu uticaja različitih sastava goriva na performanse motora i ekološke parametre. Rezultati su se detaljno analizirali i uporedili sa drugim sličnim istraživanjima. Rezultati istraživanja su pokazali da se umješavanjem biodizela druge generacije sa dizel gorivom može smanjiti emisija oksida azota (NO_x), sumpor dioksida (SO₂) i ugljen monoksida (CO). Smjese koje sadrže biodizel proizveden od ulja komine masline žutice pokazuju manju emisiju NO_x u poređenju sa smjesama od otpadnog jestivog suncokretovog i palminog ulja, zbog nižeg sadržaja aromatičnih jedinjenja. Emisija SO₂ se smanjuje povećanjem udjela biodizela, jer biodizel ne sadrži sumporna jedinjenja. Emisija CO je bila niža kod smjesa sa biodizelom na niskim i srednjim brzinama motora, zahvaljujući dodatnom kiseoniku koji sadrži biodizel. Ovim je dokazano je da biodizel druge generacije proizveden od otpadnih sirovina prikupljenih u Crnoj Gori može efikasno zamijeniti konvencionalno dizel gorivo, uz određene prednosti u smanjenju emisija zagađujućih gasovitih materija. Ova istraživanja pružaju važan doprinos razumijevanju potencijala biodizela druge generacije kao održive alternative fosilnim gorivima u pomorskom transportu.

U poglavlju šest dat je zaključak sa rezultatima kojima se potvrđuju hipoteze. Ovo poglavlje zaključuje da biodizel proizveden iz otpadnih materija ima značajan potencijal kao alternativno gorivo za brodske motore, uz napomenu da je potrebno daljnje istraživanje kako bi se prevazišli tehnički izazovi i optimizovale performanse. Takođe, istaknuto je da prelazak na biodizel može doprineti ciljevima smanjenja emisija stakleničkih gasova i zagađivača, što je u skladu s međunarodnim propisima i inicijativama za dekarbonizaciju pomorskog transporta.

2. Vrednovanje disertacije

- 2.1. **Problem istraživanja** (Navedi neriješena i kontraverzna mišljenja o istraživačkom problemu i dosadašnjim pokušajima rješavanja problema, rješenja do kojih su došli drugi autori, ocjenu osnove disertacije u skladu sa radovima i istraživanjima kandidata i način njihove veze sa samom disertacijom).

Pomorski transport, koristeći niskokvalitetna fosilna goriva, predstavlja značajan izvor emisije različitih zagađujućih materija koje negativno utiču na lokalni i regionalni kvalitet vazduha, kao i gasova staklene bašte koji doprinose globalnim klimatskim promjenama.

IMO kroz razne mjere nastoji smanjiti emisiju ovih materija putem propisa koje moraju poštovati sve članice. Najvažnija međunarodna konvencija u ovoj oblasti je IMO MARPOL, koja obuhvata šest aneksa s ciljem sprječavanja i smanjenja zagađenja sa brodova. Aneks VI se posebno bavi zagađenjem vazduha od brodova, kontrolom emisija oksida azota (NO_x) i sumpor-dioksida (SO_x), te ograničenjem emisija staklene bašte kroz povećanje energetske efikasnosti brodova. U julu 2023. godine, IMO je napravila dodatni korak obavezujući se na postupnu dekarbonizaciju pomorskog transporta do 2050. godine.

Evropska unija, kroz inicijativu Green Deal, teži uspostavljanju ugljenično neutralnog kontinenta do 2050. godine. U skladu s tim, EU je u svoju legislativu uvrstila mjere za povećanje energetske efikasnosti pomorskog transporta i smanjenje intenziteta ugljenika u brodskim gorivima.

Kao neka od rješenja u procesu dekarbonizacije pomorskog transporta značajno mjesto zauzimaju alternativna goriva sa smanjenim sadržajem ugljenika i ona koja se mogu proizvesti iz obnovljivih izvora (ugljenično neutralna goriva). Takva goriva koja se mogu primijeniti u postojećim brodskim dizel-motorima kao „drop-in” gorivo mogu biti biogoriva - sirova biljna ulja i biodizel.

Upotreba biodizela može značajno smanjiti i emisiju SO₂ i sulfatnih čestica iz brodskih motora, što je posebno važno s obzirom na to da će Sredozemno more od 2025. godine postati nova IMO ECA (*Emission Control Area*) oblast u kojoj će biti zabranjena upotreba goriva sa sadržajem sumpora preko 0,1 m/m%, osim ako brodovi ne koriste uređaje za uklanjanje sumpornih produkata sagorijevanja iz izduvnih gasova (*scrubber*).

Međutim, upotreba biodizela nije bez izazova. Brojna istraživanja su pokazala da biodizel može povećati potrošnju goriva i emisije NO_x, te da postoje problemi vezani uz dugotrajno skladištenje.

Ova disertacija je pokušala istražiti potencijal proizvodnje biodizela iz otpadnih biljnih materija dostupnih u Crnoj Gori, s posebnim fokusom na ulje komine masline žutica koja je prvi put uzeta kao sirovina za proizvodnju biodizela. Kroz eksperimentalni rad, ocijenjeni su energetske parametri brodskih motora i emisije štetnih gasova prilikom korištenja proizvedenih biodizela kao goriva za brodske dizel motore, s naglaskom na emisije NO_x. Ova disertacija daje doprinos boljem razumijevanju mogućnosti proizvodnje i primjene biodizela u pomorskom transportu, te pruža smjernice za daljnja istraživanja u ovoj oblasti.

2.2. Ciljevi i hipoteze disertacije

Iz disertacije se jasno vidi cilj istraživanja, a to je da se odredi najkvalitetnija vrsta biodizela druge generacije, proizvedenog od otpadnih biljnih uljanih sirovina koje su na raspolaganju u Crnoj Gori, sa stanovišta sastava izduvne emisije gasova i radnih parametara broskog dizel motora.

Za proizvodnju bio-dizela druge generacije su se koristile tri različite sirovine, otpadno jestivo suncokretovo ulje, otpadno jestivo palmينو ulje i otpadno sirovo ulje komine masline žutica. Primijenjen je process transesterifikacije u transformaciji otpadnih ulja u biodizel (FAME), nakon čega su umješani u čisto dizel gorivo u različitim zapreminskim odnosima. Za istraživanja se koristio brodski dvotaktni sporohodni dizel-motor na brodu Mornarice Crne Gore, prilikom čega su izmjereni energetske parametri i sastav gasovitih zagađivača NO_x, CO i SO₂ prilikom korišćenja različitih vrsta goriva.

Istraživanje se zasnivalo na sljedećim hipotezama:

1. Moguće je proizvesti u laboratorijskim uslovima bio-dizel druge generacije putem procesa transesterifikacije iz otpadnih jestivih ulja (suncokretovo i palmينو) i sirovog ulja komine masline žutice koja se mogu sakupiti na teritoriji Crne Gore.

2. Moguće je primijeniti bio-dizel druge generacije proizveden od otpadnog jestivog palminog i suncokretovog ulja, i od sirovog ulja komine masline žutica, kao pogonsko gorivo, u smješi sa dizel-gorivom sa 7%, 20% i 25% udjela (B7, B20 i B25), kod brodskih dvotaktnih sporohodnih dizel-motora sa stanovišta radnih parametara motora i uticaja na materijale u sistemu dovoda goriva.
3. Moguće je smanjiti emisije gasovitih zagađivača iz brodskih dvotaktnih sporohodnih dizel-motora, okside azota NO_x, sumpor-dioksid SO₂ i ugljen-monoksid CO, primjenom bio-dizela II generacije proizvedenog od otpadnog jestivog palminog i suncokretovog ulja, i od sirovog ulje komine masline žutice, u smješi sa dizel-gorivom do 25%.

2.3. Metode rada (Bitne metode koje su primijenjene u disertaciji i njihovu primjerenost. Ako je primjenjena nova ili dopunjena metoda, opišite šta je novo)

Metodologija istraživanja uključivala je nekoliko ključnih koraka: pregled naučno-istraživačke i stručne literature, terenski rad, laboratorijski rad, eksperimentalni rad, analize i poređenje rezultata sa prethodnim sličnim istraživanjima, te konačno izvođenje zaključaka.

Prvi dio istraživanja je obuhvatao pregled naučno-istraživačke i stručne literature u vezi problematike procesa sagorijevanja u dizel motorima, stvaranja i emisije zagađivača, mogućnosti proizvodnje i upotrebe biodizela za pogon postojećih brodskih motora.

Terenski rad je uključivao prikupljanje otpadnih jestivih ulja iz restorana i hotela duž crnogorskog primorja, kao i prikupljanje sirovog ulja komine masline žutice od proizvođača maslinovog ulja u Barskoj opštini.

Nakon terenskog rada, u laboratorijskim uslovima uzorci ulja su pripremani kako bi se omogućio postupak transesterifikacije radi proizvodnje biodizela (FAME) druge generacije. Za postupak transesterifikacije koristio se CH₃OH i NaOH, a kao produkti dobijani su esteri masnih kiselina (biodizel) i glicerol. Laboratorijski su utvrđene fizičko-hemijske karakteristike proizvedenih biodizela. U laboratorijskim uslovima su takođe pripremljene smješe biodizel/dizel gorivo od 0 %, 7 %, 20 % i 25 % v/v bio-dizela u dizel-gorivu i dobijeno je 10 vrsta goriva. Laboratorijski su utvrđene fizičko-hemijske karakteristike dobijenih smješa biodizel/dizel-gorivo.

Eksperimentalni rad je uključivao ispitivanje dobijenih smjesa u brodskom motoru sa stanovišta radnih parametara, energetskih parametara i emisije gasovitih zagađivača NO_x, SO₂ i CO. Za potrebe ispitivanja goriva korišćen je dvotaktni sporohodni brodski dizel-motor, model ALPHA 494 R proizveden od strane LITOSTROJ Ljubljana (Slovenija) pod Burmeister licencom. Motor nije posjedovao tehnologije za smanjenje emisije gasovitih zagađivača, te je iz tog razloga bio pogodan za ovu vrstu istraživanja. Eksperimentalna ispitivanja su sprovedena kada je brod bio vezan tokom istog dana, kako bi se ostvarili identični atmosferski uslovi. Eksperimentalnim istraživanjem dobijeni podaci su obrađeni i upoređeni sa rezultatima ostvarenim u sličnim istraživanjima, na osnovu čega su donijeti najvažniji zaključci ovog kompleksnog istraživanja.

2.4. Rezultati disertacije i njihovo tumačenje

U okviru disertacije dati su odgovori na postavljeni cilj i hipoteze, kroz dvije faze istraživanja.

U prvoj fazi istraživanja istražena je mogućnost proizvodnje biodizela druge generacije proizvedenog od sirovina koje su dostupne u Crnoj Gori, otpadnog jestivog palminog i suncokretovog ulja, kao i sirovog ulja komine masline žutice. Sirovine su podvrgnute postupku transesterifikacije u laboratorijskim uslovima kako bi se proizveo biodizel. Nakon toga, biodizel je umiješan sa čistim niskosumpornim dizel-gorivom (prema MEST EN 590) u tri različite proporcije: 7%, 20% i 25% volumenski, čime je proizvedeno 10 različitih vrsta goriva/smjesa za potrebe daljeg istraživanja u drugoj fazi.

U drugoj fazi istraživanja pripremljene smjese goriva su korištene za pogon brodskih motora, prilikom čega su mjereni energetski parametri motora i emisije gasovitih zagađivača oksida azota (NO_x), sumpor-dioksida (SO₂) i ugljen-monoksida (CO). Za potrebe ispitivanja korišten je dvotaktni sporohodni brodski dizel motor koji nije bio prilagođavan za ovaj eksperiment, niti je posjedovao tehnologije za smanjenje emisija gasovitih zagađivača. Ispitivanja su sprovedena kada je brod bio vezan tokom istog dana, kako bi se osigurali identični atmosferski uslovi. Mjerenje emisije gasovitih zagađivača je vršeno na različitim režimima rada motora, dok je mjerenje obrtnog momenta i snage pogonskog vratila vršeno postavljanjem dva para mjerača napona na osovinu propelera.

Ovi rezultati potvrđuju postavljeni cilj i hipoteze da se biodizel druge generacije proizveden iz otpadnih jestivih ulja i ulja komine masline žutice prikupljenih na prostoru Crne Gore može umiješati do 25% u standardno niskosumporo dizel gorivo i na taj način smanjiti emisiju gasovitih zagađivača prilikom sagorijevanja u brodskim dizel motorima.

2.5. Zaključci (usaglašenost sa rezultatima i logično izvedeno tumačenje)

Zaključci su predstavljeni na osnovu rezultata istraživanja, jasno i koncizno, logičkim slijedom. Zaključci potvrđuju da se biodizel druge generacije može uspješno proizvesti postupkom transesterifikacije u laboratorijskim uslovima iz različitih biljnih sirovina, otpadnih jestivih ulja i ulja komine masline žutice prikupljenih na prostoru Crne Gore, umiješati do 25 %v/v u dizel-gorivu i sagorijevanjem uspješno smanjiti emisiju gasovitih zagađivača iz brodskih sprovednih dizel motora.

3. Konačna ocjena disertacije

3.1. Usaglašenost sa obrazloženjem teme

Doktorska disertacija je u potpunosti usaglašena sa obrazloženjem teme.

3.2. Mogućnost ponovljivosti

Ponovljivost ispitivanja u dijelu proizvodnje biodizela procesom transesterifikacije od otpadnih biljnih ulja, uključujući sirovo ulje komine masline žutice, je ostvariva. Međutim, upotreba dvotaktnog sporohodnog brodskog dizel motora bez tehnologija za smanjenje emisija zagađivača u samom motoru, kao i uređaja za naknadni tretman izduvnih gasova, za bilo koju vrstu sličnih ispitivanja je praktički nemoguća s obzirom da su danas ovi motori opremljeni sa nizom navedenih tehnologija, te

se ne može dati uvid u stvarni uticaj sagorijevanja biodizela na gasovite komponente izduvne emisije i na enegetske parameter motora.

3.3. Buduća istraživanja

Dalja istraživanja će biti usmjerena na istraživanje mogućnosti primjene hidrotretiranih biljnih ulja za pogon brodskih dizel motora.

3.4. Ograničenja disertacije i njihov uticaj na vrijednost disertacije

Disertacija nema ograničenja.

4. Originalni naučni doprinos (dati pojašnjenje: originalnost (sasvim nova saznanja, dopuna/proširenje postojećeg znanja ili pobijanje postojećeg znanja), uticaj rezultata disertacije na napredak naučne oblasti, uticaj rezultata na struku (direktno, indirektno))

U disertaciji je istražena mogućnost primjene biodizela druge generacije proizvedenog od sirovina koje su na raspolaganju u Crnoj Gori, otpadnog palminog i suncokretovog ulja iz restorana, kao i otpadnog sirovog ulja komine masline žutice prikupljenog od proizvođača maslinovog ulja iz okoline Bara, za pogon brodskih dizel motora. Sirovine su podvrgnute postupku transesterifikacije u laboratorijskim uslovima kako bi se proizvele tri vrste biodizela, nakon čega su se umiješale sa čistim dizel-gorivom u tri različite zapremine: 7 %, 20 % i 25 % v/v, te na taj način za potrebe istraživanja proizvelo 10 vrsta različitih goriva/smjesa. Za potrebe ispitivanja goriva korišćen je dvotaktni sporohodni brodski dizel-motor, koji nije posjedovao tehnologije za smanjenje emisije gasovitih zagađivača, što ga je činilo pogodnim za ovu vrstu istraživanja. Smjese goriva su ispitane sa stanovišta energetske parametara i emisije gasovitih zagađivača iz broskog dizel motora.

Ono što je u potpunosti bilo novo u ovom istraživanju jeste proizvodnja biodizela od sirovog ulja komine masline žutica prikupljenog iz okoline Bara, kao i upotreba broskog sporohodnog motora bez prisustva novih tehnologija i uređaja za smanjivanje emisije zagađivača (do sada sprovedena slična ispitivanja su uglavnom vršena na četvorotaktnim srednjehodnim brodskim motorima sa najnovijim tehnologijama za smanjenje stvaranja i emisije zagađivača). Naime, riječ je o malom kompaktnom broskom sporohodnom motoru koji se koristio na brodu Mornarice Vojske Crne Gore dugi niz godina i koji je zamijenjen odmah nakon sprovedenih istraživanja. S obzirom da se sporohodni brodski motori koriste za pogon najvećih prekookeanskih brodova, te da svi oni imaju ugrađene nove tehnologije za smanjenje stvaranja zagađivača u samom motoru, kao i uređaje za naknadni tretman izduvnih gasova, ovo je bila jedinstvena prilika da se sprovede takvo istraživanje.

Doktorantkinja Mr Nada Marstijepović Đurđić je objavila tri naučno-istraživačka rada u renomiranim časopisima (SCIE lista i renomirani Izdavač) iz sprovedenog istraživanja u okviru doktorske disertacije čime je dokazala njenu disertabilnost.

U naučno-istraživačkom radu objavljenom kao prvi autor (rad pod rednim brojem 1), doktorantkinja se osvrnula na laboratorijski proizveden biodizel od sirovog ulja komine masline žutica i njegovu primjenu u smjesi sa dizel gorivom. Dokazano je da se u laboratorijskim uslovima postupkom transesterifikacije može proizvesti određena količina biodizela iz otpadnih sirovina prilikom proizvodnje maslinovog ulja, u ovom slučaju barske žutice. Biodizel proizveden na ovaj način se umiješao u tri različita odnosa sa dizel gorivom, nakon čega se ispitala njegova primjena kao pogonskog goriva u brodskom dvotaktnom sporohodnom dizel motoru sa stanovišta energetske parametara i emisije gasovitih zagađivača NO_x, SO₂ i CO. Ispitivanjima je dokazano da se upotrebom biodizela u smjesama sa dizel gorivom do 25 %v/v može uspješno smanjiti emisija ovih gasovitih zagađivača, sa posebnim akcentom na emisiju NO_x-a.

U ostala dva rada, doktorantkinja je ispitivala mogućnosti primjene biodizela proizvedenog od otpadnog jestivog palminog i suncokretovog ulja u brodskim dizel motorima. Sirovine su prethodno prikupljene u restoranima na crnogorskom primorju, nakon čega su podvrgnute procesu transesterifikacije kako bi se proizveo biodizel. Sprovedeno ispitivanje na brodskom motoru sa rezultatima i zaključcima su prezentirani u ova dva rada.

1. Marstijepovic, N., Cvrk, S., Gagic, R., Filipovic, I. Nikolic, D. (2023). APPLICATION OF BIODIESEL DERIVED FROM OLIVE OIL PRODUCTION WASTES AT MARINE DIESEL ENGINE AND EVALUATION OF GASEOUS EMISSION TRENDS. Thermal Science (izdavač: Institut za nuklearne nauke Vinča, Srbija), Volume 27, Issue 3 Part B, Pages: 2195-2203, <https://doi.org/10.2298/TSCI220707218M>
2. Nikolic, D., Cvrk, S., Marstijepovic, N., Gagic, R., Filipovic, I. (2017). INFLUENCE OF BIODIESEL BLENDS ON CHARACTERISTICS OF GASEOUS EMISSIONS FROM TWO STROKE, LOW SPEED MARINE DIESEL ENGINES. In: Pellicer, E., et al. Advances in Applications of Industrial Biomaterials. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62767-0_3
3. Nikolić, D., Marstijepović, N., Cvrk, S., Gagić, R. i Filipović, I. (2016). EVALUATION OF POLLUTANT EMISSIONS FROM TWO-STROKE MARINE DIESEL ENGINE FUELED WITH BIODIESEL PRODUCED FROM VARIOUS WASTE OILS AND DIESEL BLENDS. Brodogradnja, 67 (4), 81-90. <https://doi.org/10.21278/brod67406>

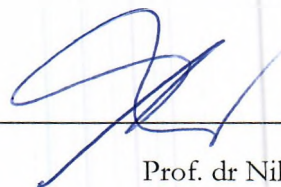
5. Mišljenje i prijedlog komisije za pregled i ocjenu doktorske disertacije

Na osnovu prethodno navedenih činjenica, Komisija konstatuje da doktorska disertacija pod nazivom "Optimizacija sastava izduvne emisije iz brodskih dizel motora upotrebom biodizela druge generacije" doktorantkinje mr Nade Marstijepović Đurđić zadovoljava sve kriterijume vrednovanja u skladu sa Pravilima doktorskih studija Univerziteta Crne Gore. Komisija smatra da disertacija predstavlja originalni naučni doprinos problematici proizvodnje biogoriva iz otpadnih biljnih sirovina i njene primjene kao goriva za pogon brodskih dizel motora.

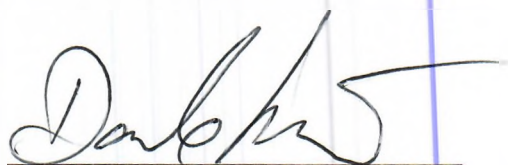
Stoga, Komisija predlaže Vijeću Pomorskog fakulteta Kotor i Senatu Univerziteta Crne Gore da prihvati doktorsku disertaciju doktorantkinje mr Nade Marstijepović Đurđić pod nazivom

“Optimizacija sastava izduvne emisije iz brodskih dizel motora upotrebom biodizela druge generacije”
i odobri njenu javnu odbranu.

Kotor 26.08.2024.g.



Prof. dr Nikola Račić



Prof. dr Danilo Nikolić



Doc. dr Miroslav Vukičević