

-ОБРАЗАЦ 6

Бр. 01-1/2756

13.08. 2026 год.

КРАГУЈЕВАЦ

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ФАКУЛТЕТА ИНЖЕЊЕРСКИХ НАУКА У КРАГУЈЕВЦУ
и
ВЕЋУ ЗА ТЕХНИЧКО-ТЕХНОЛОШКЕ НАУКЕ
УНИВЕРЗИТЕТА У КРАГУЈЕВЦУ

На седници Већа за техничко-технолошке науке Универзитета у Крагујевцу одржаној 14.7.2026. године (број одлуке: IV-04-413/18) одређени смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом: „Идентификација оптималних параметара процеса сагоревања биодизел горива у дизел мотору“, кандидата Жељка Ђурића, студента докторских академских студија Машинско инжењерство, за коју је именован ментор Иван Грујић, ванр. проф.

На основу података којима располажемо достављамо следећи:

ИЗВЕШТАЈ
О ОЦЕНИ УРАЂЕНЕ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

1. Подаци о докторској дисертацији
1.1. Наслов докторске дисертације:
Идентификација оптималних параметара процеса сагоревања биодизел горива у дизел мотору
1.2. Опис докторске дисертације (навести кратак садржај са назнаком броја страница, поглавља, слика, шема, графикана, једначина и референци) (до 500 карактера):
Докторска дисертација кандидата Жељка Ђурића, под називом "Идентификација оптималних параметара процеса сагоревања биодизел горива у дизел мотору" написана је на 132 стране и подељена у 8 поглавља. Садржи 102 слике, 34 табеле, 51 једначину и 66 референци. Поглављима претходи резиме рада, на српском и енглеском језику, као и садржај рада, а на крају рада налазе се списак коришћене литературе и биографија кандидата. Поглавља су наведена према следећем редоследу: 1. Уводна разматрања; 2. Алтернативни погонски системи и погонска горива; 3. Процес сагоревања конвенционалног дизел горива у дизел мотору; 4. Биодизел гориво и специфичности његове примене код дизел мотора; 5. Мерна инсталација за испитивање процеса сагоревања биодизел горива; 6. Приказ и анализа резултата истраживања; 7. Моделирање процеса сагоревања мешавине биодизел горива и конвенционалног дизел горива; 8. Закључак.

1.3.Опис предмета истраживања (до 500 карактера):

Предмет истраживања ове докторске дисертације је анализа могућности ефикасне и оправдане примене биодизел горива добијеног од отпадних семенки грожђа у дизел моторима пројектованим за рад са конвенционалним дизел горивом. Истражен је утицај удела биодизел горива у мешавини на процес сагоревања, параметре радног циклуса и ефикасност мотора кроз идентификацију оптималних параметара процеса сагоревања. Анализа је обухватила конвенционално дизел гориво (D100) и четири мешавине биодизел горива и конвенционалног дизел горива (B7, B14, B21 и B28), са циљем идентификације оптималног удела биодизел компоненте са аспекта перформанси и ефикасности мотора.

1.4.Анализа испуњености полазних хипотеза:

Анализом приказаних резултата и изведених закључака, може се констатовати да су хипотезе постављене у почетној фази истраживања и наведене у пријави теме докторске дисертације потврђене.

Хипотеза 1: *Процентуални однос удела биодизел горива и конвенционалног дизел горива у мешавини има значајан утицај на вредност индикаторског степена корисности.*

Резултати истраживања показали су да промена удела биодизел горива у мешавини доводи до промене физичко-хемијских карактеристика горива, што се непосредно одражава на параметре процеса сагоревања и ефикасност радног циклуса. Утврђено је да се вредности индикаторског степена корисности разликују за сва испитивана горива и све анализиране режиме рада мотора. Посебно се издвојила мешавина B14, која је при већини испитиваних режима рада остварила највеће вредности индикаторског степена корисности, чиме је потврђена постављена хипотеза.

Хипотеза 2: *Повећањем удела биодизел горива у мешавини повећава се интензитет ослобађања топлоте током фазе неконтролисаног сагоревања.*

Анализом диференцијалних закона ослобађања топлоте, утврђено је да примењена горива испољавају различите карактеристике процеса сагоревања. Најизраженије разлике уочене су у фази неконтролисаног сагоревања, где су мешавине са већим уделом биодизел горива, а посебно B28, при већини радних режима оствариле највеће вредности максималне брзине ослобађања топлоте. Добијени резултати потврђују тачност постављене хипотезе.

Хипотеза 3: *Повећањем удела биодизел горива у мешавини продужава се период притајеног сагоревања.*

Истраживањем је утврђено да повећање удела биодизел горива у мешавини доводи до промена у току процеса сагоревања које се огледају кроз повећање максималног притиска у цилиндру и максималне брзине пораста притиска. Ови резултати указују на продужење периода притајеног сагоревања, што је посебно изражено код мешавина са већим уделом биодизел компоненте. На тај начин потврђена је и трећа хипотеза.

Хипотеза 4: *Повећањем удела биодизел горива у мешавини повећава се степен пораста притиска.*

Због специфичних физичко-хемијских карактеристика биодизел горива, повећање његовог удела у мешавини утиче на интензивније ослобађање топлоте током фазе неконтролисаног сагоревања, што резултује већим вредностима степена пораста притиска. Експериментални резултати показали су да су код већине радних режима мотора веће вредности степена пораста притиска остварене управо код мешавина са већим уделом биодизел горива, чиме је и четврта хипотеза потврђена.

1.5. Анализа примењених метода истраживања:

У циљу реализације постављених циљева истраживања и провере дефинисаних хипотеза, примењен је интегрисани истраживачки приступ који обухвата теоријске, експерименталне, статистичке и методе математичког моделирања.

Теоријским истраживањем извршен је критички преглед научне и стручне литературе из области алтернативних горива, процеса сагоревања у дизел моторима и примене биодизел горива, чиме је дефинисан истраживачки оквир и утврђено тренутно стање у области.

Експериментална истраживања спроведена су на моторском испитном столу применом конвенционалног дизел горива и четири мешавине биодизел горива добијеног од отпадних семенки грожђа са конвенционалним дизел горивом. На основу измерених индикаторских дијаграма одређени су основни параметри процеса сагоревања, укључујући промену притиска у цилиндру, брзину ослобађања топлоте, интегралне и диференцијалне законе сагоревања, као и показатеље ефикасности радног циклуса и мотора.

За анализу добијених резултата примењене су Тагучи метода и ANOVA анализа, којима је испитан утицај радних параметара мотора и удела биодизел горива у мешавини на процес сагоревања и индикаторски степен корисности, као и идентификоване оптималне вредности испитиваних параметара.

У раду је примењено и математичко моделирање процеса сагоревања. За оптималну мешавину горива, развијен је модел заснован на двостепеној Vibe функцији, чија је валидација извршена поређењем експерименталних и симулационих резултата. Добро поклапање добијених резултата, потврдило је применљивост модела за анализу процеса сагоревања и предвиђање понашања мотора.

Комбиновањем наведених метода, обезбеђен је свеобухватан и поуздан приступ истраживању, што је омогућило анализу утицаја биодизел горива на процес сагоревања и идентификацију оптималних параметара са аспекта ефикасности и перформанси дизел мотора.

1.6. Анализа испуњености циља истраживања:

Теоријским истраживањем извршен је критички преглед релевантне научне и стручне литературе из области погонских система моторних возила, са посебним освртом на примену биодизел горива у дизел моторима и перспективе даљег развоја у друмском саобраћају. Кроз лабораторијска истраживања на моторском испитном столу одређени су параметри процеса сагоревања испитиваних горива, који су послужили као основа за анализу процеса сагоревања и оцену ефикасности радног циклуса и мотора у целини. Реализовано је одређивање диференцијалног и интегралног закона сагоревања за случај примене мешавина са различитим процентуалним учешћем биодизел горива и конвенционалног дизела горива. Применом статистичких метода, односно Тагучи методе и ANOVA анализе, испитан је утицај радних параметара мотора и удела биодизел горива у мешавини на положај тежишта сагоревања и индикаторски степен корисности, чиме су идентификоване оптималне вредности посматраних параметара. Математичким моделирањем, применом двостепене Vibe функције, развијен је и верификован модел процеса сагоревања за оптималну мешавину горива, при чему су одређене оптималне вредности параметара модела и потврђена његова применљивост за анализу процеса сагоревања.

1.7. Анализа добијених резултата истраживања и списак објављених научних радова кандидата из докторске дисертације (аутори, наслов рада, назив часописа, волумен, година објављивања, странице од-до, DOI број¹, категорија):

Савремени трендови развоја транспортног сектора усмерени су ка смањењу потрошње фосилних горива и повећању учешћа обновљивих извора енергије. У том контексту, биодизел горива представљају једну од најзначајнијих алтернатива конвенционалном дизел гориву, јер омогућавају делимичну замену необновљивих енергетских ресурса уз истовремено смањење негативних утицаја на животну средину. Међутим, због разлика у физичко-хемијским карактеристикама биодизел горива и конвенционалног дизел горива, било је неопходно детаљно анализирати њихов утицај на процес сагоревања и радне карактеристике мотора.

Предмет истраживања у овој докторској дисертацији било је биодизел гориво добијено од отпадних семенки грожђа, које представља биогориво новије генерације произведено од секундарне сировине настале у процесу производње вина. Оваква сировинска основа омогућава економски оправдану производњу биогорива, али истовремено намеће потребу за детаљним испитивањем његове применљивости у дизел моторима који су пројектовани за рад са конвенционалним дизел горивом.

Параметри процеса сагоревања су одређени на основу експерименталног истраживања (индицирања) за конвенционално дизел гориво (D100) и четири мешавине биодизел горива и конвенционалног дизел горива (B7, B14, B21 и B28), при тринаест карактеристичних режима рада мотора. Анализа добијених резултата показала је да се све испитиване мешавине могу користити без конструктивних измена мотора, при чему је обезбеђен стабилан рад мотора у целокупној радној области.

Резултати истраживања указују да примена мешавина биодизел горива доводи до промена параметара процеса сагоревања у односу на случај примене конвенционалног дизел горива. У већини испитиваних режима рада забележене су веће вредности максималног притиска у цилиндру код мешавина него код горива D100. Такође је утврђено да повећање удела биодизел горива у мешавини углавном доводи до повећања максималне брзине пораста притиска, што указује на значајан утицај састава горива на ток процеса сагоревања.

Анализа диференцијалних закона сагоревања показала је да мешавине биодизел горива остварују веће максималне брзине ослобађања топлоте у односу на конвенционално дизел гориво, изузев при режиму празног хода. Најизраженији ефекти уочени су код мешавина са већим уделом биодизел компоненте, што потврђује да физичко-хемијске карактеристике горива имају значајан утицај на интензитет и динамику процеса сагоревања.

Посебна пажња посвећена је анализи интегралних закона сагоревања и положаја тежишта процеса сагоревања, као једног од кључних показатеља ефикасности радног циклуса. Установљено је да се код већине испитиваних режима тежиште процеса сагоревања код мешавина налази ближе спољној мртвој тачки у односу на конвенционално дизел гориво. Са аспекта ефикасности радног циклуса, овакво позиционирање тежишта сагоревања представља повољну карактеристику и указује на потенцијал испитиваних мешавина као алтернативног погонског горива.

Применом Тагучи методе и ANOVA анализе извршена је идентификација параметара који имају највећи утицај на положај тежишта сагоревања. Утврђено је да највећи утицај има број обртаја мотора, затим оптерећење, док је утицај врсте горива нешто мањег интензитета, али и даље статистички значајан. Анализа је омогућила одређивање комбинације параметара која обезбеђује најповољнији положај тежишта процеса сагоревања.

Поред анализе процеса сагоревања, извршена је и свеобухватна оцена ефикасности радног циклуса мотора. Резултати показују да су све испитиване мешавине, у већем делу радне области

¹ Уколико публикација нема DOI број уписати ISSN и ISBN

мотора, оствариле веће вредности индикаторског степена корисности у односу на конвенционално дизел гориво. Посебно се издвојила мешавина B14, која је код највећег броја радних режима остварила најповољније вредности овог показатеља.

Статистичком анализом утврђено је да најзначајнији утицај на индикаторски степен корисности имају оптерећење мотора и удео биодизел горива у мешавини, док је утицај броја обртаја мање изражен. На основу добијених резултата, идентификована је оптимална комбинација радних параметара и састава горива која обезбеђује максималну ефикасност радног циклуса.

Са аспекта укупне ефикасности мотора, резултати су показали да су мешавине биодизел горива у већини испитиваних режима рада оствариле повољније вредности ефективног степена корисности у односу на конвенционално дизел гориво. На основу свеобухватне анализе параметара процеса сагоревања, показатеља ефикасности и радних карактеристика мотора, мешавина B14 идентификована је као најповољнија замена за конвенционално дизел гориво.

Поред ефикасности мотора, анализирана је и ефективна снага мотора као један од значајних показатеља експлоатационих карактеристика. Резултати су показали да све испитиване мешавине обезбеђују задовољавајуће вредности снаге у целој радној области мотора, док је мешавина B28 у појединим режимима рада показала благу предност са аспекта остварене снаге.

За мешавину B14, која је идентификована као оптимална са аспекта укупних перформанси мотора, развијен је математички модел процеса сагоревања применом двостепене Vibe функције. Поређењем експерименталних и моделом добијених закона сагоревања, утврђено је добро поклапање резултата, чиме је потврђена адекватност развијеног модела и исправност идентификованих параметара. Ово представља значајан допринос јер омогућава анализу процеса сагоревања и предвиђање понашања мотора без спровођења сложених и економски захтевних експерименталних истраживања.

Добијени резултати истраживања потврђени су и кроз научне публикације проистекле из докторске дисертације, чиме је додатно верификована њихова научна вредност и релевантност у оквиру уже научне области Моторних возила и мотора.

Добијени резултати објављени у научним часописима су:

[1] Đurić, Ž., Grujić, I., Petković, S., Jotić, G., Stojanović, N., Experimental investigation of the indicators of the diesel engine combustion process for the case of biodiesel fuel application, Tractors and power machines, Vol. 30, 2025, pp. 28-34, ISSN 0354-9496, M53

[2] Djurić, Z., Grujić, I., Glisović, J., Gordić, D., Milasinović, A., Stojanović, N., Experimental determination of combustion process parameters of biodiesel fuel made from waste grape seeds, Processes, Vol. 14, 2026, 1368; DOI: 10.3390/pr14091368, M22

1.8. Оцена да је урађена докторска дисертација резултат оригиналног научног рада кандидата у одговарајућој научној области и анализа извештаја о провери докторске дисертације на плагијаризам (до 1000 карактера):

Комисија оцењује да докторска дисертација кандидата Жељка Ђурића, под називом „Идентификација оптималних параметара процеса сагоревања биодизел горива у дизел мотору“, представља оригиналан и научно утемељен резултат самосталног истраживачког рада у области Моторних возила и мотора.

Провером оригиналности текста применом софтвера iThenticate утврђено је укупно поклапање од 5%, што не доводи у питање оригиналност научних резултата. Уочена поклапања односе се преваходно на:

- идентификациону табелу,
- делове назива слика и табела,
- називе цитираних радова,
- називе коришћених стандарда и

- општу терминологију из области докторске дисертације.

На основу садржаја дисертације, остварених научних резултата, објављених радова и извештаја о провери оригиналности, Комисија закључује да дисертација представља оригиналан научни допринос у области истраживања процеса сагоревања алтернативних горива у дизел моторима и у потпуности испуњава критеријуме научне оригиналности и академског интегритета.

1.9. Значај и допринос докторске дисертације са становишта актуелног стања у одређеној научној области:

Резултати истраживања приказани у овој докторској дисертацији представљају научни и стручни допринос у области Моторних возила и мотора, посебно у сегменту истраживања могућности примене алтернативних и обновљивих горива у дизел моторима. Актуелност истраживања произилази из потребе за смањењем зависности транспортног сектора од фосилних горива, повећањем енергетске одрживости и смањењем негативних утицаја саобраћаја на животну средину.

Најзначајнији научни и стручни доприноси докторске дисертације могу се сагледати кроз следеће резултате:

- Извршен је детаљан преглед савремених достигнућа у области алтернативних горива и алтернативних погонских система, са посебним освртом на могућности и ограничења примене биодизел горива у моторима са унутрашњим сагоревањем.
- По први пут су за биодизел гориво добијено од отпадних семенки грожђа и његове мешавине са конвенционалним дизел горивом систематски одређени параметри процеса сагоревања у целокупној радној области дизел мотора.
- Експериментално је потврђено да се испитиване мешавине биодизел горива и конвенционалног дизел горива могу користити у дизел мотору без конструктивних измена мотора, при чему је обезбеђен стабилан рад у свим испитиваним режимима рада.
- Утврђене су законитости промене основних параметара процеса сагоревања, укључујући ток ослобађања топлоте, развој притиска у цилиндру, положај тежишта сагоревања и других параметара који директно утичу на ефикасност радног циклуса и укупне перформансе мотора.
- Применом статистичких метода идентификован је степен утицаја појединих радних параметара мотора и удела биодизел горива у мешавини на карактеристике процеса сагоревања и ефикасност мотора, чиме су обезбеђене научно засноване смернице за оптимизацију рада мотора.
- Одређена је оптимална мешавина биодизел горива и конвенционалног дизел горива са аспекта параметара процеса сагоревања, индикаторског степена корисности, ефективне ефикасности и укупних експлоатационих карактеристика мотора.
- Успостављене су узрочно-последичне везе између физичко-хемијских карактеристика горива, параметара процеса сагоревања и показатеља ефикасности мотора, што представља значајан допринос разумевању механизма сагоревања биогорива у дизел моторима.
- Развијен је и верификован математички модел процеса сагоревања применом двостепене Vibe функције, који омогућава поуздану анализу процеса сагоревања и предвиђање понашања мотора без потребе за спровођењем сложених експерименталних испитивања.
- Добијени резултати представљају добру основу за даља истраживања у области примене алтернативних горива, као и за развој стратегија одрживог коришћења отпадних материјала у производњи енергената за моторна возила.

Имајући у виду научну актуелност проблематике, оригиналност приступа, обим реализованих експерименталних истраживања и практичну применљивост добијених резултата, може се

закључити да докторска дисертација даје допринос развоју научне области Моторних возила и мотора, као и широј области истраживања алтернативних горива и одрживих транспортних система.

1.10. Оцена испуњености услова за одбрану докторске дисертације у складу са студијским програмом, општим актом факултета и општим актом Универзитета (до 1000 карактера):

Докторска дисертација кандидата Жељка Ђурића, под називом „Идентификација оптималних параметара процеса сагоревања биодизел горива у дизел мотору“, у потпуности одговара теми одобреној одлуком 01-1/459-4 од 19.02.2026. године од стране Наставно-научног већа Факултета инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу и одлуком Већа за техничко технолошке науке Универзитета у Крагујевцу, број IV-04-131/9 од 18.03.2026. године.

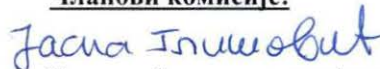
Докторска дисертација представља методолошки утемељен, научно релевантан истраживачки рад који по обиму, структури, садржају и квалитету испуњава све захтеве прописане студијским програмом докторских академских студија и важећим универзитетским актима.

Током израде дисертације, кандидат је показао висок ниво компетентности за самосталан научноистраживачки рад, што се огледа у критичком сагледавању литературе, адекватном дефинисању предмета и циљева истраживања, избору и примени одговарајућих истраживачких метода, као и у систематичној анализи и интерпретацији резултата.

2. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе докторске дисертације и приложене документације, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације под насловом „Идентификација оптималних параметара процеса сагоревања биодизел горива у дизел мотору“, кандидата Жељка Ђурића, предлаже надлежним стручним органима да се докторска дисертација прихвати и да се одобри њена одбрана.

Чланови комисије:

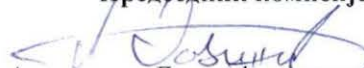


Др Јасна Глишовић, редовни професор

Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Моторна возила и мотори

Председник комисије



Др Александар Давинић, ванредни професор

Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Моторна возила и мотори

Члан комисије

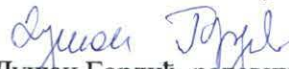


Др Саша Милојевић, доцент

Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Моторна возила и мотори

Члан комисије



Др Душан Гордић, редовни професор

Факултет инжењерских наука Универзитета у
Крагујевцу

Енергетика и процесна техника

Члан комисије



Др Александар Милашиновић, редовни професор

Машински факултет Универзитет у Бањој Луци

Мотори и моторна возила

Члан комисије