

ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

-обавезна садржина- свака рубрика мора бити попуњена

(сви подаци уписују се у одговарајућу рубрику, а назив и место рубрике не могу се мењати или изоставити)

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију</p> <p>Решењем бр. 012-199/49-2019 од 11.06.2020. године, на основу Одлуке Научно-наставног већа Факултета техничких наука, у складу са Статутом Факултета техничких наука, Декан Факултета техничких наука именовao је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације.</p> <p>2. Састав комисије са знаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Др Драган Ружић, ванредни професор, УНО: Моторна возила и мотори СУС, 01.04.2019., Факултет техничких наука, Нови Сад, председник. 2. Др Александар Бенгин, редовни професор, УНО: Аеронаутика, 10.06.2015., Машински факултет, Београд, члан. 3. Др Бобан Николић, доцент, УНО: Мотори СУС и моторна возила, 23.12.2016., Машински факултет, Ниш, члан. 4. Др Синиша Бикић, ванредни професор, УНО: Механика флуида и хидропнеуматски системи, 13.02.2019., Факултет техничких наука, Нови Сад, члан. 5. Др Јован Дорић, ванредни професор, УНО: Моторна возила и мотори СУС, 15.10.2017., Факултет техничких наука, Нови Сад, ментор.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме:</p> <p>Стјепан, Ласло, Галамбош</p> <p>2. Датум рођења, општина, држава:</p> <p>12.11.1990., Загреб, Република Хрватска</p> <p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив</p> <p>Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду, Механизација и конструкционо машинство - Аутомобилско инжењерство, Мастер инжењер машинства</p> <p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија</p>

2014, Машинско инжењерство

5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: -

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: -

III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Утицај облика и врсте аеродинамичке опреме привредних моторних возила на отпор ваздуха

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Навести кратак садржај са назнаком броја страна, поглавља, слика, шема, графикона и сл.

Докторска дисертација је структурирана у 9 поглавља, на 276 страна, садржи 155 слика/графикона/шема/дијаграма, 60 табела и 81 литературну референцу. Испред основног дела текста у раду су дати: наслов рада, кључна документацијска информација, захвалница, садржај, попис слика, попис табела и преглед коришћених акронима и скраћеница.

Докторска дисертација се састоји из следећих поглавља:

1. Увод
2. Актуелно стање у области
3. Аеродинамика возила
4. Рачунарска динамика флуида - CFD
5. Оптимизација
6. Спровођење оптимизационог процеса
7. Експериментално мерење
8. Резултати и дискусија
9. Закључак

Први део рада се бави општим уводним питањима, везаним за дефинисање циља, теме и предмета докторске дисертације. Осим тога, дат је увид у научне методе примењене у раду, као и комбинацију коришћених алата и софтверских пакета. На основу задатих почетних претпоставки и радних хипотеза, назначен је потенцијал спроведеног облика истраживања и евентуалне могућности њене примене у научно инжењерској пракси, кроз прелиминарни увид очекиваних резултата.

Други део рада се бави актуелним стањем у научно инжењерској пракси, која је директно повезана са темом докторске дисертације. Увидом у релевантну литературу се стичу основна знања из области, уочавају делови недовољно истражени, који остављају простор за спровођење истраживања у оквиру докторске дисертације.

Трећим делом рада, аутор ставља до знања значај основних аеродинамичких сазнања у области примене моторних возила, као и остала аеродинамичка теоријска разматрања неопходна за разумевање истраживачке проблематике. Приказане су основне законитости на основу којих се приступа аеродинамичком истраживању и анализи феномена из области аеродинамике моторних возила. Уводе се аеродинамичке силе и моменти на моторном возилу у разматрање, као и могући правци умањења лоших аеродинамичких појава у пракси код моторних возила.

Четврти део рада се бави рачунарском динамиком флуида - CFD. Ова научна област представља основу за сва савремена истраживања у области аеродинамике, па је због тога детаљно представљена у раду. Софтвер за CFD анализу коришћен у раду је на веома прецизан и адекватан начин објашњен у овом делу раду, као и његова директна примена за виртуелно истраживање спроведено у наставку рада. Стављен је осврт на значај правилног одабира и употребе струјног режима ваздуха и типа мреже за креирање виртуелног модела.

Пети део рада је предвиђен за упознавање читаоца са најпре основама и предностима оптимизационог процеса, а касније и са њеном детаљном анализом и применом у практичним решењима. Детаљно су представљене базне оптимизационе методе, као и актуелна савремена решења настала на основу претходно дефинисаних поступака. Дат је веома значајан приказ анализе добијених података путем оптимизационих метода, као и значај усвојених метода примењених у наставку рада.

Шестим поглављем рада се улази у његову суштину, обједињавањем свих претходно приказаних и дефинисаних теоријских основа. На веома детаљан и приступачан начин је приказан ток спровођења оптимизационог процеса на усвојеном моделу камиона и полуприколице, као и виртуелних експеримената путем CFD симулација. Добијени резултати за сваки од четири разматрана аеродинамичка додатка су јасно статистички обрађени и приказани. Дат је комплетан поступак спровођења геометријске оптимизације аеродинамичких додатка од почетних усвајања и претпоставки, до крајње добијених облика са изнетим закључцима испитивања.

Седми део рада прати комплетан ток експерименталног испитивања у ваздушном тунелу са аспекта верификације добијених резултата виртуелним путем. Постављене су основе поступка мерења у ваздушном тунелу, мерног постројена и опреме, као и самог процеса мерења. Обрада и аквизиција добијених резултата мерења, њихова тачност и валидност су детаљно објашњени у овом делу рада. Дат је комплетан осврт на експериментално мерење са уоченим недостацима и саветима за наредна истраживања у овом области.

Осми део рада представљају резултати и дискусија. У овом делу рада су приказани сви резултати добијени у раду виртуелним и експерименталним путем. Извршено је њихово приказивање нумерички и графички у сврху поређења и доласка до закључака. Дата је веома детаљна анализа резултата и дискусија свих уочених феномена и специфичних запажања приликом испитивања и обраде резултата. Визуелизација тока ваздушне струје око виртуелних модела је приказана у сврху анализе њеног утицаја на испитивани модел и све његове разматране конфигурације. На крају поглавља је извршен оријентациони прорачун потрошње горива стварног модела према подацима добијеним процесом испитивања.

Девето или последње поглавље рада се бави извођењем и приказом општих закључака комплетног рада, почевши од усвојених стартних претпоставки, спровођења оптимизационог процеса, виртуелних симулација, експерименталног мерења и обраде података. Приказан је општи став аутора о извршеном истраживању у оквиру рада и осврт на даља истраживања из ове области.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Дисертација садржи све неопходне елементе прописане важећим правилницима.

Предмет истраживања представља утицај, анализа и оптимизација геометријских површина на моделу привредног моторног возила са полуприколицом у сврху добијања бољих аеродинамичких перформанси, уз примену методе планирања експеримената. Аеродинамика моторних возила представља веома значајан део аутомобилског света јер се у великој мери бави питањима која директно утичу на дизајн, еколошке карактеристике, перформансе возила, итд. Опструјавањем ваздушне струје око возила у кретању стварају се силе и моменти који могу значајно утицати на понашање возила на путу. Стабилност, убрзање, удобност могу бити нарушени уколико постоје делови возила на којем ваздушне струјнице нису правилно усмерене. Упркос свим претходно поменутих областима у којима аеродинамика има свој утицај, отпор ваздуха који се генерише приликом опструјавања ваздушне струје око модела представља један од најзначајнијих области којима се бави аеродинамика у примени на моторним возилима. Сила отпора ваздуха представља хоризонталну компоненту отпора који делују на возило и као њен најутичајнији фактор је геометријски облик тела преко којег ваздушна струја прелази. Као и остали отпори које је могуће пронаћи на возилу (отпор котрљања точкова, отпор савладавања успона, инерцијални отпори и отпор прикључног возила) отпор ваздуха свакако представља негативан утицај на возило у кретању јер је његово увећање директно сразмерно квадрату брзине кретања возила. На поједине параметаре који утичу на стварање силе отпора ваздуха (густина ваздуха и брзина кретања возила) је тешко утицати. Једини параметри који остављају простора да се са њиховом модификацијом може допринети умањеној сили отпора ваздуха су облик површина преко којих ваздушна струја опструјава око возила, садржаних кроз параматре величине чеоне површине возила и коефицијента отпора ваздуха. Привредна моторна возила и аутобуси представљају возила великих габаритних димензија и масе, која су предвиђена да у току своје експлоатације прелазе више стотина хиљада километара што је свакако неколико пута више од стандардног путничког возила. Нису баш предвиђена за

кретање при брзинама сличним путничким возилима, али са аспекта дуголинијског транспорта путника или терета, могу се сврстати у возила која се крећу на аутопуту, односно њихова брзина се може сматрати релевантном са аспекта утицаја аеродинамичких сила и момената. Свакако поменуте габаритне димензије и величина чеоне површине доприноси да сила отпора вазуха не представља компоненту отпора која се сме занемарити. Са аспекта много пређених километара у току експлоатације и најмање смањење потрошње горива представља велику уштеду на глобалном нивоу. Привредна возила су најчешће карактеристична по облицима каросерије који нису најпогоднији са аспекта аеродинамике. Велике површине, оштри углови и велики зазори између камиона и полуприколице у многоме доприносе стварању и увећању силе отпора ваздуха. У употреби се могу пронаћи разни додаци који доприносе побољшању аеродинамичности привредних возила, као што су разни типови спојлера или додатака који спречавају продор ваздушне струје у одређене области и увећање силе отпора ваздуха. Оптимизацијом аеродинамичких додатака на каросерији привредног возила се може значајно утицати на смањење силе отпора ваздуха и уштеде горива. Методе оптимизације представљају актуелну област изучавања пре свега због велике примене и жеље за постизањем најбољих резултата одабиром оптималне понуђене комбинације улазних параметара. Метода која је свакако заузела значајно место у мноштву оптимизационих поступака је метода планирања експеримената. Ова метода је карактеристична што закључке о томе који од мноштво улазних параметара има највећи утицај на резултат, остварује преко низа постављених експеримената. Анализом добијених резултата, могуће је на јасан начин увидети приоритете у одабиру улазних параметара, као и нивое њихових појединачних и комбинованих утицаја на резултат. Уколико постоји могућност брзог покретања већег броја експеримената, ова метода представља веома значајан оптимизациони алат. Осим реалних аеродинамичких експеримената који свакако представљају најбољи вид валидације добијених резултата, захваљујући напредној технологији и савременим рачунарима и рачунарским софтверима, могуће је извршити велики број виртуелних експеримената путем симулација за релативно кратко време. Софтвери за анализу су на завидном нивоу квалитета и могуће је готово идентично симулирати неки реални утицај. У области аеродинамике моторних возилима, реалан експеримент у ваздушном тунелу свакако представља највалиднији облик добијених резултата и не би требало га избегавати. Ваздушни тунели су најчешће недовољних габаритних димензија како би се могло анализирати реално путничко возило, а свакако још теже привредно возило. Из тог разлога се преусмерава методама геометријске сличности, преко којих се за анализирано реално возило праве у што већој мери сличности умањени модели. Степен умањења у највећој мери зависи од величине реалног модела и димензија ваздушног тунела. Правилним постављањем експеримента на умањеном моделу, могуће је постићи веома прецизне резултате и закључке који су директно примењиви на реалном моделу.

Основни циљ истраживања представља креирање, анализа и примена оптимизационог поступка у сврху постизања бољих аеродинамичких перформанси у примени на моделу привредног моторног возила са полуприколицом. Применом параметарски дефинисаног основног облика аеропрофила се врши пројектовање аеродинамичких додатака на усвојеном моделу истраживања. Уз помоћ оптимизационих метода, планирања виртуелних и стварних експеримената, приступа се креирању оптималних аеродинамичких облика на умањеном испитиваном моделу камиона и полуприколице, у сврху побољшања аеродинамичких перформанси и умањењу силе отпора ваздуха модела. Крајњи циљеви овог рада, осим поменутих, могли би бити креирање аеродинамичких додатака и потврда њихове функционалности путем виртуелних и стварно спроведених експерименталних истраживања у ваздушном тунелу, као и њихове евентуалне примене на моделу привредних возила стварних димензија.

На основу свега наведеног, Комисија позитивно оцењује све наведене делове докторске дисертације.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Таксативно навести називе радова, где и када су објављени. Прво навести најмање један рад објављен или прихваћен за објављивање у часопису са ISI листе односно са листе министарства надлежног за науку када су у питању друштвено-хуманистичке науке или радове који могу

заменити овај услов до 01. јануара 2012. године. У случају радова прихваћених за објављивање, таксативно навести називе радова, где и када ће бити објављени и приложити потврду о томе.

M22 - Rad u istaknutom međunarodnom časopisu

1. Galamboš S., Nikolić N., Ružić D., Dorić J. 2019. *An approach to CFD air flow simulation in the IC engine intake manifold*. Thermal Science. Vol. 24, No. 1A, pp. 127-136. <https://doi.org/10.2298/TSCI180707063G>

M33 - Saopštenje sa međunarodnog skupa štampano u celini

1. Dorić J., Kovač A., Nikolić N., Galamboš S. 2015. *Improving performance of spark ignition engine using variable length intake manifold*. International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology - DEMI (12; Banja Luka; 2015). Vol. 12. pp. 627-633. ISBN: 978-99938-39-53-8
2. Galamboš S., Dorić J. 2015. *Design and analysis of car body using CFD software*. International Conference on Accomplishments in Electrical and Mechanical Engineering and Information Technology - DEMI (12; Banja Luka; 2015). Vol. 12. pp. 693-697. ISBN: 978-99938-39-53-8
3. Dorić J., Nikolić N., Galamboš S. 2016. *Unconventional flat double acting I.C. engine*. International Congress Motor Vehicles & Motors - MVM (6; Kragujevac; 2016). pp. 57-63. ISBN: 978-86-6335-037-3
4. Galamboš S., Dorić J., Ružić D. 2016. *Wind effects on the agricultural spraying using CFD simulations*. International Congress Motor Vehicles & Motors - MVM (6; Kragujevac; 2016). pp. 277-283. ISBN: 978-86-6335-037-3
5. Ružić D., Galamboš S. 2016. *Thermal radiation between the driver and the vehicle cabin interior*. International Congress Motor Vehicles & Motors - MVM (6; Kragujevac; 2016). pp. 331-338. ISBN: 978-86-6335-037-3

M52 - Rad u časopisu nacionalnog značaja

1. Galamboš S., Ružić D., Dorić J., Stojić B. 2015. *Analiza uticaja vetra na poljoprivredno prskanje pomoću CFD simulacije*. Traktori i pogonske mašine. Poljoprivredni fakultet Novi Sad. Vol. 20. No. 2. pp. 60-65. ISSN: 0354-9496
2. Ružić D., Galamboš S. 2017. *Thermal radiation between the driver and the vehicle cabin interior*. Mobility and Vehicle Mechanics. Fakultet inženjerskih nauka Kragujevac. Vol. 43. No. 1. pp. 29-37. ISSN: 1450-5304.

VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру докторске дисертације је спроведено истраживање која има значајног доприноса у научно-инжењерској пракси. Оптимизациона метода која је дефинисана у раду и примењена на креирање аеродинамичких додатака на моделу камиона и полуприколице је показала свој потенцијал кроз резултате добијене виртуелним и стварним експериментима. Експериментално мерење спроведено у ваздушном тунелу на умањеном моделу је извршено у сврху валидације постигнутих резултата и потврде разматране оптимизационе методе. Добијени резултати су приказали велико поклапање између виртуелних експерименталних поступака и стварног мерења у ваздушном тунелу. Креирани аеродинамички додаци у појединачном или групном постављању на модел су приказали велики потенцијал у обарању силе отпора ваздуха модела од распону између 14 и 25%. Визуелизација тока ваздушне струје око испитиваног модела, која је извршена путем виртуелних експеримената за опсег брзина од 60 до 90 км/ч, је показала напредак у струјном пољу око испитиваног модела, што се сматра значајним аеродинамичким побољшањем. Оријентационим прорачуном просечне потрошње горива камиона са полуприколицом према моделу на коме је вршено испитивање у оквиру рада је постигнута уштеда од 15%, додавањем креираних аеродинамичких додатака. На крају рада аутор ставља до знања предности проведеног истраживања и могућности његове директне примене.

Закључци Докторске дисертације, може се рећи, имају велик значај за целокупну научну заједницу, посебно имајући у виду проблематику дефинисања оптимизационог процеса и његове имплементације у пољу аеродинамике моторних возила.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Докторска дисертација кандидата Стјепана Галамбоша, садржи све битне елементе, који су утврђени методологијом научно истраживачког рада.

-Коришћењем актуелне литературе како домаће, тако и стране, а посебно научних радова објављених у часописима, кандидат је представио преглед ставова и досадашњих резултата из разматране области.

-Резултати истраживања су детаљно обрађени, прегледно приказани, графички добро илустровани и јасно и систематски изложени.

-Резултати су праћени одговарајућим образложењима и критичким освртом на њихово вредновање у складу са резултатима других аутора и важећих стандарда.

-На основу резултата истраживања и разматрања, изведени су закључци, који дају јасне одговоре на циљеве истраживања и допринос научној заједници.

Текст дисертације је проверен путем софтвера за детекцију плагијаризма iThenticate и пронађене су веома мале сличности, (Similarity index 2 %), што указује да је то ауторски рад кандидата.

Комисија констатује да је начин приказа и тумачење резултата истраживања у потпуности одговара проблему који се у овој докторској дисертацији решавао.

IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Докторска дисертација кандидата Стјепана Галамбоша је написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Докторска дисертација својим садржајем, методологијом, резултатима истраживања, адекватном тумачењу тих резултата представља заокружен истраживачки рад, јасно конципиран, изложен и анализиран. Комисија сматра да Дисертација садржи све неопходне битне елементе.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

Према мишљењу комисије, Докторска дисертација кандидата Стјепана Галамбоша, представља научни допринос истраживању и пракси дефинисањем комбинованог оптимизационог поступка помоћу којег се долази до веома прецизно пројектованих геометријских облика у сврху побољшања аеродинамичких карактеристика испитиваног модела. Кроз дисертацију кандидат је поставио детаљан истраживачки ток, на основу којег се добијају најбољи резултати овог типа испитивања.

Комисија сматра да дисертација представља оригиналан допринос науци.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

Комисија сматра да дисертација нема недостатака.

X ПРЕДЛОГ:

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација под називом: "Утицај облика и врсте аеродинамичке опреме привредних моторних возила на отпор ваздуха" прихвати, а кандидату Стјепану Галамбошу одобри јавна одбрана.

Датум: 03.07.2020.

Др Драган Ружић, ванредни професор, председник

Др Александар Бенгин, редовни професор, члан

Др Бобан Николић, доцент, члан

Др Сениша Бикић, ванредни професор, члан

Др Јован Дорић, ванредни професор, ментор