

Факултет Машински

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

Веће научних области техничких наука
(Назив стручног већа коме се захтев упућује, сагласно

члану 6. и чл. 7 став 1. овог правилника)

89/2

(Број захтева)

18.01.2018. године

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5 тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, број 131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата:

РАДОСЛАВА (ЗОРАН) РАЈКОВИЋА

(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ **РАДОСЛАВ (ЗОРАН) РАЈКОВИЋ** уписан на Докторске студије 2011. год.

(име, име једног од родитеља и презиме)

Поднео је захтев за израду докторске дисертације:

ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ У ТРАНСПОРТУ КОНТЕЈНЕРАУниверзитет је дана 09.03.2015. год. својим актом под бр. 61206-824/2-15 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:**ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ У ТРАНСПОРТУ КОНТЕЈНЕРА**Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата: **РАДОСЛАВА (ЗОРАН) РАЈКОВИЋА**

(име, име једног од родитеља и презиме)

Образована је на седници одржаној 19.10.2017. године, одлуком факултета под бр. 2470/2, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област	установа у којој је запослен
1. Др Ненад Зрнић	Ред. проф.	Механизација транспортно инжењерство, конструкције и логистика	Машински факултет Београд
2. Др Угљеша Бугарић	Ред. проф.	Индустријско инжењерство	Машински факултет Београд
3. Др Ненад Косанић	Ванр. проф.	Механизација транспортно инжењерство, конструкције и логистика	Машински факултет Београд
4. Др Бранислав Драговић	Ред. проф.	Планирање и пројектовање поморско-транспортних система	Универзитет Црне Горе – Поморски Факултет Котор
5. Др Сања Бојић	Доцент	Пројектовање и испитивање машина и конструкција, транспортна техника и логистика	Универзитет у Новом Саду- Факултет техничких наука

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 18.01.2018. године.ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТАпроф. др Радивоје Митровић

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом.

2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја.

3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности,
уколико је таквих примедби било.

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 89/2
Датум: 18.01.2018. године
Београд, Краљице Марије 16

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета и реферата Комисије у саставу: др Ненад Зрнић, ред. проф., ментор, др Угљеша Бугарић, ред. проф., др Ненад Косанић, ванр. проф., др Бранислав Драговић, ред. проф., Универзитет Црне Горе – Поморски факултет Котор и др Сања Бојић, доц., Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука о оцени докторске дисертације „Вишекритеријумско одлучивање у транспорту контејнера“ студента докторских студија **Радослава Рајковића, маг. инж. саобраћаја**, Наставно-научно веће Машинског факултета на седници одржаној 18.01.2018. године, донело је следећу

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ У ТРАНСПОРТУ КОНТЕЈНЕРА“** студента **РАДОСЛАВА РАЈКОВИЋА, маг. инж. саобраћаја**

Докторску дисертацију и реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији доставити на давање сагласности Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, по истеку рока од 30 дана у коме су били на увиду јавности.

Одлуку доставити: Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, студенту, ментору и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић

ВЕЋУ ДОКТОРСКИХ СТУДИЈА

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата
Радослава З. Рајковића, маг. инж. саобр., студента докторских студија

Одлуком бр. 2470/2 од 19.10.2017. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом:

„ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ У ТРАНСПОРТУ КОНТЕЈНЕРА“

кандидата Радослава З. Рајковића, маг. инж. саобр., студента докторских студија.

Након прегледа достављене дисертације и других пратећих материјала, као и разговора са кандидатом, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На докторске студије на Машинском факултету, кандидат Радослав З. Рајковић уписан је у школској 2011/12. године, број индекса ДЗ7/11.

На основу захтева за пријаву за израду докторске дисертације студента докторских студија Радослава Рајковића, маг. инж. саобр. број 3189/1 од 10.12.2014. године, предлога ментора проф. др Ненада Зрнића и сагласности Катедре за механизацију број 205/1 од 06.02.2015. године да му се одобри пријава теме докторске дисертације и именује Комисија за подношење извештаја о прихватању теме, Наставно-научно веће Машинског факултета у Београду донело је Одлуку број 205/2 од 19.02.2015. године којом се прихвата тема докторске дисертације и именује ментор проф. др Ненад Зрнић и Комисија за подношење реферата о прихватању теме докторске дисертације и оцени њене научне заснованости у саставу:

1. Др Ненад Зрнић, редовни професор, ментор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
2. Др Угљеша Бугарић, редовни професор, члан комисије, Машински факултет, Универзитет у Београду,
3. Др Влада М. Гашић, доцент, члан комисије, Машински факултет, Универзитет у Београду,
4. Др Бранислав Драговић, редовни професор, члан комисије, Поморски факултет Котор, Универзитет Црне Горе,
5. Др Сања Бојић, доцент, члан комисије, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду.

Комисија за писање реферата о прихватању теме и оцени научне заснованости докторске дисертације поднела је Наставно-научном већу Машинског факултета у Београду реферат број 205/3 од 18.02. 2015. године.

На основу одлуке Наставно-научног већа Машинског факултета у Београду о испуњености услова кандидата за израду докторске дисертације и именовању ментора, број 205/4 од 19.02.2015. године и сагласности Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду, донетој на седници одржаној 09.03.2015. године (одлука бр. 61206-824/2-15), а на основу чега је 24.03.2015. године Декан Машинског факултета донео Закључак бр. 501/1 којим се одбрава рад на теми докторске дисертације, кандидату Радославу З. Рајковићу одобрен је рад на теми докторске дисертације под називом „Вишекритеријумско одлучивање у транспорту контејнера“. За ментора дисертације именован је проф. др Ненад Зрнић.

На основу информације ментора проф. др Ненада Зрнића да је студент докторских студија Радослав Рајковић завршио докторску дисертацију под називом „Вишекритеријумско одлучивање у транспорту контејнера“, предлога Катедре за механизацију, Наставно-научно веће Машинског факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку број 2470/2 од 19.10.2017. године о именовању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у следећем саставу:

1. Др Ненад Зрнић, редовни професор, ментор, Машински факултет, Универзитет у Београду,
2. Др Угљеша Бугарић, редовни професор, члан комисије, Машински факултет, Универзитет у Београду,
3. Др Ненад Косанић, ванредни професор, члан комисије, Машински факултет, Универзитет у Београду,
4. Др Бранислав Драговић, редовни професор, члан комисије, Поморски факултет Котор, Универзитет Црне Горе
5. Др Сања Бојић, доцент, члан комисије, Факултет техничких наука, Универзитет у Новом Саду.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација Радослава З. Рајковића, под насловом „Вишекритеријумско одлучивање у транспорту контејнера“, припада области техничких наука, научна област машинство, ужа научна област транспортно инжењерство, конструкције и логистика, за коју је матичан Машински факултет Универзитета у Београду.

Ментор проф. др Ненад Зрнић је редовни професор Катедре за механизацију Машинског факултета Универзитета у Београду. Као аутор или коаутор, публиковао је 23 рада у часописима са SCI листе (7 у категорији M21, 4 у категорији M22, 10 у категорији M23) из ужих научних области транспортно инжењерство, конструкције и логистика, као и механизације.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Радослав З. Рајковић, маг. инж. саобр., студент докторских студија, рођен је 22. 03. 1986. године у Београду. Основну школу („Младост“) и гимназију („Земунска гимназија, Смер: природно-математички“) завршио је у Београду. За постигнуте успехе током школовања награђен је дипломом „Вук Стефановић Караџић“.

Основне академске студије, Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, водни саобраћај и транспорт (просечна оцена током студирања 8,93) завршио је у периоду од 2005. – 2010. Завршни рад одбранио са оценом 10.

Мастер рад одбранио 30. децембра 2010. са оценом 10 и укупном просечном оценом током студирања 9,28. Тема мастер рада: Одређивање коефицијента потпуне пропулзије код самоходних моторних теретњака опремљених ванбродским погонским уређајима. Ментор: проф. др Владета С. Чолић, редовни професор Саобраћајног факултета Универзитета у Београду.

Од 01. новембра 2011. године запослен у Иновационом центру Машинског факултета Универзитета у Београду као сарадник на пројекту технолошког развоја под називом: „Развој софтвера и националне базе података за стратешко управљање развојем транспортних средстава и инфраструктуре у друмском, железничком, ваздушном и водном саобраћају применом европских транспортних мрежних модела“, који финансира Министарство за просвету, науку и технолошки развој Републике Србије. Руководилац пројекта је доц. др Оља Чокорило, а идентификациони број пројекта је ТР 36027. У оквиру пројекта, ангажовање кандидата је било фокусирано на тематски оквир његове докторске тезе, а то је анализа контејнерских токова робе са посебним освртом на развој математичких модела. Радослав Рајковић је учествовао у делу конципирања, анализе и развоја математичких модела, базираних на претходно адекватно проученој тематици контејнерских токова робе у транспорту. У реализацији ових задатака Радослав Рајковић је извршио студиозну анализу стања истраживачких активности у овој области.

Од 04. марта 2013. до 01. децембра 2016. године ради као менаџер мултимодалног транспорта у поморско - речној агенцији Агент Плус, водећој домаћој компанији у пружању логистичких услуга на територији Србије. Активно радио на задацима везаним за интеракцију са индустријом радећи на развоју математичког модела за контејнерске токове робе.

Од 01. децембар 2016. године до 01. септембра 2017. ради као менаџер развоја контејнерског транспорта у компанији Voxel, водећој италијанској компанији у пружању збирног контејнерског транспорта на територији Србије.

Од 01. септембра 2017. године - ради као менаџер продаје у компанији Dragon Maritime SEE d.o.o., агенту бродара COSCO Shipping Line, једног од највећих светских бродара и водећих бродара на територији Србије.

Од 01. децембра 2015. године до 30. Јуна 2016. – учествује на међународном пројекту „START - Danube Region Project Fund“ под називом „Measurement of reliability in inland navigation along the Danube fairway“

Од 01. јануара 2017. – учествује на међународном пројекту „Interreg“ под називом: „DBS gateway region – regional and transport development in the Danube-black sea region towards a transnational multiport gateway region“.

Одлуком Наставно-научног већа Машинског факултета Универзитета у Београду, од 04. септембра 2014., изабран је у звање „истраживач сарадник“.

Агилним ангажовањем у извршавању наставних обавеза кандидат је положио у року све испите предвиђене наставним планом и програмом докторских студија и програмом усавршавања који је усвојила Катедра за механизацију, укупно 9 (45 ЕСПБ) + 4 (53 ЕСПБ) = 13 испита са укупно 98 ЕСПБ (просечна оцена 10), што је документовано одговарајућом Потврдом Студентског одсека за докторске студије Машинског факултета у Београду.

У складу са планом и програмом извођења докторских студија кандидат је одбранио Пројекат идеје докторске дисертације (22 ЕСПБ) пред комисијом коју су, поред ментора ове докторске дисертације, чинили следећи наставници: доц. др Влада М. Гашић са Машинског факултета у Београду и проф. др Бранислав Б. Драговић са Поморског факултета Универзитета Црне Горе. Кандидат је саопштио преглед области истраживања, резултате систематизације кључних налаза са тим у вези, и на основу тога предложио комисији област, тематски оквир и очекиване резултате истраживања за своју докторску дисертацију.

У складу са планом и програмом извођења докторских студија кандидат је, радећи на истраживачким активностима, првенствено кроз оквир пројекта ТР 36027, активно учествовао у публикавању 34 научна рада.

Кандидат говори енглески језик, а служи се француским. У свакодневном раду користи различите рачунарске програме.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Радослава З. Рајковића, маг. инж. саобр., под називом: „Вишекритеријумско одлучивање у транспорту контејнера“ написана је на српском језику, садржи 114 страна формата А4, 30 слика и дијаграма, 30 табела и списак коришћене литературе на шест страна.

Дисертација садржи следећа поглавља:

1. Уводна разматрања;
2. Стање у области;
3. Опис проблема;
4. Математички модел;
5. Резултате рада;
6. Закључна разматрања и предлог даљих истраживања;
7. Литература.

Осим наведеног, дисертација садржи предговор, резиме на српском и енглеском језику, садржај, као и биографију аутора и изјаву о ауторству, изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

2.2. Кратки приказ појединих поглавља

У првом поглављу, у оквиру уводних разматрања и предмета истраживања, објашњен је значај контејнерских робних токова и издвојени су критеријуми оптимизације: трошкови превоза, транзитно време и емисија гасова. Као допринос стварању новог генеричког знања неопходног за изградњу савремених мрежних модела за решавање практичних проблема у контејнерском транспорту дефинисан је општи научни циљ, док је поставка концепта мултимодализма и стварање новог генеричког знања за доношење најбоље одлуке у смислу више усвојених разнородних критеријума постављена као основа посебног научног циља. Дефинисани су следећи задаци: одредити полазну тачку (утоварно место); одабрати бродаре и дефинисати адекватне контејнерске руте бродара на поморским путевима; одредити луке истовара; дефинисати видове транспорта од утоварне луке до места допреме контејнера; одредити финално место допреме контејнера. Постављене су хипотезе: ефикасност анализе најбоље одлуке низа допустивих решења у смислу више усвојених разнородних критеријума: минимално транзитно време, најнижи транспортни трошкови и минимална емисија гасова приликом транспорта контејнера, узимајући истовремено у обзир поморски и копнени транспортни систем; одабир тежинских коефицијената (пондера) са емпиријском компарацијом у логистичком ланцу адекватно пружа могућност једноставне и самосталне одлуке крајњег корисника; континуална предност у доношењу брзе одлуке компаративном анализом математичког модела и софтверског пакета, генерисањем целог скупа потенцијалних решења у математичком моделу са циљем интеракције у транспортним системима. Наведене су научне методе истраживања, приказане су могућности примене очекиваних научних резултата и дата је детаљна структура дисертације.

Друго поглавље приближава сам термин контејнерског транспорта, објашњава проблем вишекритеријумске оптимизације и приказује досадашња истраживања у области. Објашњени су начини и методе ранијих истраживања, као и најчешће примењивани модели

за решавање проблема контејнерског транспорта, дефинисани уз помоћ математичког програмирања. Конципиран је транспортни систем и дат је осврт на развој контејнерског транспорта. Приказан је појам оптимизације који има за циљ да изврши избор најбоље варијанте из низа могућих алтернатива, или из низа понуђених алтернатива, што у математичком смислу значи тражење екстремума критеријумске функције. Појам вишекритеријумског одлучивања, методе решавања вишекритеријумске анализе и примена вишекритеријумског одлучивања у контејнерском транспорту у оквиру еволуције контејнерског транспорта дефинисани су у овом поглављу.

У трећем поглављу, приказан је развој вишекритеријумске оптимизације анализом претходних радова, постепеним умрежавањем разnorodних критеријума: цена транспорта, време транспорта, емисија гасова. Дефинисани су улазни подаци коришћени у дисертацији. Имплементирани подаци конципирани су на примеру транспорта различитих типова контејнера на релацији Шангај – Београд. У овом поглављу је анализиран транспортни систем. Транспортни систем чине океански део на коме су контејнери транспортовани посредством највећих светских бродара и копнени део на коме су контејнери транспортовани користећи различите видове превоза. Основни циљ овог истраживања је тражење најбољег решења из низа допустивих решења у смислу више усвојених критеријума: минимално транзитно време, најнижи транспортни трошкови и минимална емисија гасова.

У четвртном поглављу је развијен мулти-објектни оптимизациони модел. Математички модел је програмиран у програмском језику MATLAB. Развијени математички модел нам даје могућност посматрања читавог опсега решења, као и могућност њиховог рангирања, чијим се одабиром врши једноставна селекција групе најбољих решења, посматрајући истовремено минимизацију транзитног времена, транспортних трошкова и емисије гасова. Модел одговара различитим захтевима купаца обзиром да неки захтевају ниже трошкове транспорта, док су други оријентисани на минимизацију и брже време испоруке, узимајући у обзир све важније питање одрживости животне средине, минимизацијом емисије гасова. Математички модел велику примену налази у пракси, чијом једноставном применом транспортне компаније могу пратити константне промене на тржишту са посебним освртом на одрживост екосистема.

Пето поглавље, разматра 7 различитих сценарија у односу на минимизацију одређених критеријума. Приказана је и веб апликација којој се приступа од стране корисника преко интернет мреже. Термин означава и примену компјутерског софтвера који је кодиран у веб-претраживачу који подржава програмске језике (као што су Јаваскрипт, у комбинацији са језиком који служи за обележавање као што је HTML) и ослања се на заједничком веб-претраживачу да донесе извршну апликацију. Технологије су развијене тако да координирају скриптове на клијентској страни са технологијама на серверској страни, као што је PHP.

У завршном, шестом поглављу дисертације презентирана је синтеза парцијалних закључака о резултатима истраживања у претходним поглављима дисертације. Изнети су детаљни закључци са критичком анализом остварених резултата истраживања. Истакнут је научни допринос дисертације као и могућност примене остварених резултата приликом решавања конкретних инжењерских проблема.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Контејнерска револуција резултирала је великим променама у међународној трговини и један је од најважнијих доприноса глобализацији светске економије, док је превоз генералног терета контејнерима омогућио неоспорну остварљивост самог концепта мултимодализма, тј. међусобног повезивања различитих облика превоза. Предности контејнерског транспорта се односе на целу привреду, па чак и друштво у целини. Повећава се број привредних субјеката укључених у процес, побољшана је координација и управљање транспортом, омогућено је

остваривање учинака економије обима у модалитету превоза „од врата до врата“, а све је то довело до смањења трошкова и повећања добити. Да би контејнери остали фактор који позитивно утиче на развој привреде, мора се константно вршити ревизија стандарда и норми, као и тежити имплементацији нових технологија на начин на који ће се унапредити ефикасност целокупног логистичког ланца. Данас, контејнерски транспорт у оквиру светске глобализације привреде има веома важну улогу у превозу робе са константном тенденцијом раста.

Контејнерски транспорт као програмиран ланац транспорта проузрокован тачним временом хармонизује превоз за све учеснике у ланцу. Одступања од распореда доводи до нередовних испорука - кашњења и уских грла. Транспортни трошкови и транзитно време представљају два најчешће разматрана проблема приликом транспорта контејнера, када су у питању сами процеси планирања контејнерских робних токова. Емисија угљен-диоксида као једног од гасова који највише утиче на ефекат стаклене баште и промену климе, један од највећих изазова са којима се суочава наша генерација, приликом планирања ланца снабдевања више се не може игнорисати: с једне стране, јер компаније имају моралну обавезу да послују на одржив начин, а са друге стране, јер купци постају све више и више свесни огромног утицаја на животну средину.

Докторска дисертација показује ефикасност анализе најбоље одлуке из низа допустивих решења у смислу више усвојених разнородних критеријума: минимално транзитно време, најнижи транспортни трошкови и минимална емисија гасова приликом транспорта контејнера, узимајући истовремено у обзир поморски и копнени транспортни систем. Одабир тежинских коефицијената (пондера) са емпиријском компарацијом у логистичком ланцу адекватно пружа могућност једноставне и самосталне одлуке крајњег корисника. Такође, омогућава се континуална предност у доношењу брзе одлуке компаративном анализом математичког модела и софтверског пакета, генерисањем целог скупа потенцијалних решења у математичком моделу са циљем интеракције у транспортним системима.

Очекивани научни допринос истраживања спроведена у оквиру ове докторске дисертације би требала да допринесу развоју нових еволуционих алгоритама који пружају могућност једноставног и брзог доношења одлуке приликом вишекритеријумске оптимизације разнородних критеријума којису најчешће посматрани параметри у контејнерском транспорту, издвајајући се као пресудни фактори за финалну одлуку.

Предност развијеног математичког модела је да се може применити на различите чворове и контејнерске робне токове у транспортним системима узимајући у обзир и сам концепт мултимодализма. У практичном домену, очекивани резултати пружају могућност компанијама да доносе одлуке о транспортним рутама узимајући у обзир сва три посматрана критеријума оптимизације, остављајући могућност одлуке у зависности од тежинских коефицијената који су у посматраном моменту најважнији.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Проучавајући податке из литературе, закључено је да је одређена група истраживача испитивала контејнерски транспорт на различитим релацијама, који се заснива на минимизацији једног циља. Укључивањем више циљева приликом доношења комплексних одлука добијамо тачније информације о посматраним објектима у исто време.

Списак литературе која је коришћена приликом израде дисертације дат је у посебном поглављу. Прегледом листе коришћене литературе закључује се да је кандидат имао на располагању и проучио сву доступну референтну литературу. Она је била полазна основа за приказ постојећег стања у области истраживања, али и основа за избор поступка развоја модела за вишекритеријумску оптимизацију у транспорту контејнера. Резултати велику примену налази у пракси, чијом једноставном применом транспортне компаније могу пратити константне промене на тржишту са посебним освртом на одрживост екосистема.

У оквиру дисертације кандидат се позива на анализе, резултате и закључке објављене у референтним монографијама, докторским дисертацијама, магистарским тезама, стручним уџбеницима, радовима у међународним и домаћим часописима и релевантним међународним стандардима. Кандидат је коректно проучио и цитирао литературне изворе.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У стварању математичког модела у оквиру дисертације коришћене су следеће истраживачке методе које су уско повезане са концептом нове примењене методе за решавање проблема вишекритеријумске оптимизације у контејнерском транспорту:

- апостериори методе у којима се доносилац одлуке (ДО) информише о доминантним (Парето оптималним) решењима математичког модела, на основу њих доноси коначну одлуку.
- априори методе у којима се информације о односу према ДО критеријумима уграђују у математички модел или методу априори, тј. пре било каквог решавања модела, коначна одлука се доноси на основу тако добијеног решења.
- интерактивне методе у којима неактивно учествује током решавања модела. У њима се итеративно комбинују методе из претходне две групе, тј. ДО прво даје прелиминарне информације о својим преференцијама, затим када добије решење, може променити информације или решење. Овај поступак се понавља све док итеративно ДО не буде задовољан коначно добијеним решењем.

У циљу провере развијених теоријских метода и тестирања полазних хипотеза, примењене су експерименталне методе истраживања спровођењем одговарајућих математичких анализа.

3.4. Применљивост остварених резултата

Уважавајући истраживачке приоритете пројекта ТР 36027, у оквиру докторске дисертације спроведена су истраживања робних токова у транспортним системима, конципирана на изради јединственог математичког модела.

На основу досадашњих истраживања и развијених алгоритама за оптимизацију контејнерских робних токова утврђена је нова идеја израде јединственог математичког модела за истовремену анализу више различитих критеријума. Најбољи начин да се донесе адекватна одлука у условима постојања више разнородних критеријума, који су често и међусобно супротстављени, јесте да се користе методе вишекритеријумског одлучивања. Због тога се приступа тражењу најбољег решења из низа допустивих решења у смислу више усвојених критеријума: минимално транзитно време, најнижи транспортни трошкови и минимална емисија гасова приликом транспорта контејнера, узимајући истовремено у обзир поморски и копнени транспортни систем.

Знања којима располажемо у анализи оптимизације уз помоћ вишекритеријумских еволуционих алгоритама представљају подобан приступ који помаже компанијама у процесу доношења одлука и унапређењу пословања кроз праћење непрекидних промена на тржишту на поуздан начин, како би се упоређивале постојеће разлике. Суштина је да израђени математички модел пружа тачне информације приликом транспорта контејнера између логистичких чворова. У основи модел омогућава информације: ефикасност анализе најбоље одлуке низа допустивих решења у смислу више усвојених разнородних критеријума узимајући истовремено у обзир поморски и копнени транспортни систем анализирајући истовремено и различите видове транспорта и различите врсте контејнера; могућност одабира тежинских коефицијената (пондера) чијом се променом дефинишу и вреднују

жељени критеријуми; брзе информације, кратко време извршавања програма у односу на постојеће софтверске пакете; генерисање целог скупа потенцијалних решења истовремено.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Чланови комисије сматрају да је кандидат показао да има смисао и знање неопходно да самостално препозна и систематски решава научне и инжењерске проблеме, примењујући савремене методе теоријског и експерименталног карактера, да користи расположиву литературу и да успешно влада савременим истраживачким методама. Резултати докторске дисертације доказ су способности кандидата за самостални научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Очекивани научни допринос истраживања спроведених у оквиру докторске дисертације допринесе развоју нових еволуционих алгоритама који пружају могућност једноставног и брзог доношења одлуке приликом вишекритеријумске оптимизације разнородних критеријума који су најчешће посматрани параметри у контејнерском транспорту, издвајајући се као пресудни фактори за финалну одлуку. Спроведена истраживања у оквиру дисертације допринесе генерисању математичког модела, који пружа прилику да посматрамо цео спектар свих могућих решења, дајући нам могућност њиховог рангирања, посматрајући три разнородна критеријума истовремено, где сам математички модел не мора да буде временски ограничен.

Предност овог модела је да се може применити на различите чворове и контејнерске робне токове у транспортним системима узимајући у обзир и сам концепт мултимодализма. У практичном домену, резултати пружају могућност компанијама да доносе одлуке о транспортним рутама узимајући у обзир сва три посматрана критеријума оптимизације, остављајући могућност одлуке у зависности од тежинских коефицијената који су у посматраном моменту најважнији.

Планирани математички модел имплементиран је као посебан програмски пакет у компанијама у процесу унапређења пословања кроз континуално праћење непрекидних промена на тржишту како би се упоређивале разлике које постоје. Дакле, истраживање у оквиру дисертације доприноси да се остваре научни доприноси:

- развој еволуционог алгорита базираног на развоју јединственог математичког модела за вишекритеријумско доношење одлуке
- генерисање математичког модела који пружа могућност одабира пондера у зависности одважности интересног критеријума
- генерисање математичког модела који пружа могућност рангирања сви могућих решења
- генерисање математичког модела који омогућава истовремено посматрање више разнородних критеријума са могућношћу укључивања нових критеријума
- адекватност примене математичког модела на различите чворове са могућношћу укључивања већег броја чворова.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Током развоја модела вишекритеријумске оптимизације контејнера, као и током његове примене, могуће су промене броја посматраних критеријума, као и интегрисања нових чворова у транспортни систем. Током израде дисертације, развијен је оригиналан математички модел који омогућава да посматрамо цео спектар свих потенцијалних решења

транспортних рута у односу на дефинисане тежинске коефицијенте, са предностима њиховог рангирања, посматрајући три разнородна критеријума истовремено.

Значај развијеног математичког модела је да се може применити на различите чворове и контејнерске робне токове у транспортним системима узимајући у обзир и сам концепт мултимодализма. У практичном домену, очекивани резултати пружају могућност компанијама да доносе одлуке о транспортним рутама узимајући у обзир сва три посматрана критеријума оптимизације, остављајући могућност одлуке у зависности од тежинских коефицијената којису у посматраном моменту најважнији.

Резултати остварени током израде дисертације представљају драгоцену подлогу за конципирање и примену софтвера за вишекритеријумску оптимизацију у контејнерском транспорту, као и за реконструкцију и модернизацију постојећег функционисања логистичких компанија.

Као предлог даљих истраживања, издваја се развој софтвера за вишекритеријумско одлучивање (транспортни трошкови, транзитно време, емисија гасова) приликом транспорта робе различитих димензија и запремине од добављача до крајњег корисника. Презентовани софтвер би поред оптимизације омогућио комуникацију свих учесника у ланцу (shipper, agent, carrier, forwarder, customs agent, consignee) и комплетно оперативно праћење пошиљке. У сваком тренутку софтвер би пружао информације о виду превоза који треба изабрати од добављача до луке утовара, на коју консолидациону луку утовара треба допремити пошиљку, који тип контејнера изабрати од специфичности робе, којег бродара, коју луку истовара, који магацин за деконсолидацију робе, који вид транспорта до крајњег корисника. У сваком тренутку (десктоп, мобилни телефон) софтвер би пружао прецизне информације сваком учеснику у ланцу о статусу актуелних и реализованих пошиљки.

4.3. Верификација научних доприноса

Део доприноса докторске дисертације верификован је у радовима које је кандидат публиковао у међународним часописима категорије M23 и M24, као и у публикацији категорије M13. Кандидат је првопотписани аутор у свим наведеним публикацијама.

Категорија M23:

1. **Рајковић, Р.**, Зрнић, Н., Стакић, Ђ. (2016), "Application of Mathematical Model for Container Transport Flow of Goods: Trade routes from Far East to Serbia", Technical Gazette, Vol. 23, No. 6, pp. 1739-1746. ISSN: 1330-3651, doi: 10.17559/TV-20140629203730

Категорија M24:

1. **Радослав З. Рајковић**, Ненад Зрнић, Снежана Д. Кирић, Бранислав Драговић: „A Review of Multi-Objective Optimization of Container Flow Using Sea and Land Legs Together“, FME Transactions, University of Belgrade, Faculty of Mechanical Engineering, Vol. 44, No. 2, pp. 204 - 211, ISSN: 1451-2092 (print), 2406-128X (online), doi:10.5937/fmet1602204R.

Категорија M13:

1. **Rajković, R.**, Zrnić, N., Bojić, S., Stakić, Đ.: *Role of Cargo Weight and Volume: Minimizing Costs and CO2 Emissions in Container Transport*, In: Commercial Transport, Series: Lecture Notes in Logistics, edited by U. Clausen, H. Friedrich, C. Thaller and C. Geiger, 2016, pp. 159-173, DOI: 10.1007/978-3-319-21266-1_10, ISBN: 978-3-319-21266-1, Springer.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу прегледа и детаљне анализе докторске дисертације под називом **„Вишекритеријумско одлучивање у транспорту контејнера“** кандидата Радослава З. Рајковића, маг. инж. саобр., студента докторских студија, комисија за оцену и одбрану констатује да је урађена докторска дисертација написана према свим стандардима у научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, стандардима и Статутом Машинског факултета у Београду.

На основу резултата и закључака приказаних у докторској дисертацији и чињенице да је анализирана проблематика значајна и актуелна у научној и стручној јавности, констатује се да је кандидат кандидата Радослав З. Рајковић, маг. инж. саобр., студент докторских студија, успешно завршио докторску дисертацију у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања. Кандидат је остварио оригиналне резултате из научне области машинства, односно уже научне области транспортно инжењерство, конструкције и логистика, користећи при том расположиву литературу и резултате експерименталног истраживања. Резултати истраживања су систематично обрађени и на основу њих су изведени закључци о вишекритеријумском одлучивању у транспорту контејнера. Научна и стручна јавност је упозната са резултатима истраживања публикавањем једног рада у часопису међународног значаја (категорија M23), једног рада у часописима међународног значаја верификовани посебном одлуком (категорија M24), као и реализацијом пројекта TR 36027.

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључила је да дисертација представља оригинални научни рад са научним доприносом у области техничких наука, ужа научна област транспортно инжењерство, конструкције и логистика, па сагласно томе предлаже Наставно-научном већу Машинског факултета Универзитета у Београду да прихвати Реферат Комисије и упути га Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду на усвајање, а дисертацију **„Вишекритеријумско одлучивање у транспорту контејнера“** кандидата Радослава З. Рајковића, маг. инж. саобр., студента докторских студија, стави на увид јавности.

У Београду, 18.12. 2017. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

редовни проф. др Ненад Зрнић - ментор
Универзитет у Београду – Машински факултет

редовни проф. др Угљеша Бугарић – члан комисије
Универзитет у Београду – Машински факултет

ванредни проф. др Ненад Косанић – члан комисије
Универзитет у Београду – Машински факултет

редовни проф. др Бранислав Драговић – члан комисије
Универзитет Црне Горе – Поморски факултет Котор

доц. др Сања Бојић – члан комисије
Универзитет у Новом Саду – Факултет техничких наука

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ –
Број: 89/2
Датум: 18.01.2018. године
Београд, Краљице Марије бр. 16

На основу члана 30. Закона о високом образовању („Службени гласник РС“, број 76/2005, 100/2007 – аутентично тумачење, 97/2008, 93/2012 и 89/2013), члана 63. Статута Машинског факултета (број 1876/1 од 04.10.2013. године) и члана 37. Правилника о докторским студијама Машинског факултета, Наставно-научно веће на седници одржаној 18.01.2018. године, донело је

ОДЛУКУ

Усваја се реферат Комисије о урађеној докторској дисертацији **„ВИШЕКРИТЕРИЈУМСКО ОДЛУЧИВАЊЕ У ТРАНСПОРТУ КОНТЕЈНЕРА“** студента **РАДОСЛАВА РАЈКОВИЋА**, маг. инж. саобраћаја

Јавна одбрана докторске дисертације обавиће се по добијању сагласности Универзитета у Београду.

Универзитет у Београду је својом Одлуком број 61206-824/2-15, од 09.03.2015. године, дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.

Објављени радови студента у часописима међународног значаја:

1. **Рајковић, Р.**, Зрнић, Н., Стакић, Ђ. (2016), “Application of Mathematical Model for Container Transport Flow of Goods: Trade routes from Far East to Serbia“, Technical Gazette, Vol. 23, No. 6, pp. 1739-1746. ISSN: 1330-3651, doi: 10.17559/TV-20140629203730

Одлуку доставити: студенту, ментору, Катедри за механизацију и архиви Факултета.

ДЕКАН
МАШИНСКОГ ФАКУЛТЕТА

проф. др Радивоје Митровић