

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Дражена Поповића, дипл. инж. саобраћаја

Одлуком бр. 784/4 од 10.11.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Дражена Поповића, дипл. инж. саобраћаја под насловом

"Проблем рутирања са залихама: моделирање и анализа перформанси"

Након прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

- 03.03.2009. год. Кандидат Дражен Поповић, дипл. инж. саобраћаја, уписао је докторске академске студије на Универзитету у Београду - Саобраћајном факултету, студијски програм "Саобраћај".
- 26.03.2012. год. Кандидат Дражен Поповић, дипл. инж. саобраћаја, поднео је пријаву теме докторске дисертације Наставно-научном већу Саобраћајног факултета, уз захтев да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и предложене теме.
- 18.04.2012. год. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука о формирању Комисије за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације кандидата Дражена Поповића, дипл. инж. саобраћаја, у саставу: ментор проф. др Милорад Видовић, редовни професор Универзитета у Београду, Саобраћајни факултет; проф. др Гордана Радивојевић, ванредни професор Универзитета у Београду, Саобраћајни факултет; др Драган Урошевић, виши научни сарадник, Математички институт Српске академије наука и уметности.

- 10.05.2012. год. Кандидат Дражен Поповић, дипл. инж. саобраћаја, пред Комисијом за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације, успешно је одбранио предлог истраживања у оквиру предложене докторске дисертације.
- 15.05.2012. год. Комисија за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације поднела је позитиван извештај Наставно-научном већу Саобраћајног факултета.
- 30.05.2012. год. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука о прихватању позитивне оцене Комисије за оцену подобности кандидата и теме.
- 02.07.2012. год. На седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду донета је одлука којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације.
- 11.09.2014. год. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука о прихватању захтева за продужетак рока за израду докторске дисертације до завршетка школске 2014/2015. године.
- 15.10.2014. год. Предаја докторске дисертације уз захтев Научно-наставном већу за почетак поступка за оцену и одбрану докторске дисертације.
- 05.11.2014. год. На седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета формирана је комисија за оцену и одбрану докторске дисертације.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом **"Проблем рутирања са залихама: моделирање и анализа перформанси"** припада научној области *Саобраћајно инжењерство* и ужим научним областима *"Руковање материјалом и еко логистика"* и *"Индустријска логистика, ланци снабдевања и складишни системи"* за које је матичан Саобраћајни факултет Универзитета у Београду.

Ментор, др Милорад Видовић, редовни професор Саобраћајног факултета, бави се научно-истраживачким радом из наведене области. Као аутор или коаутор објавио је 8 научних радова у међународним часописима са СЦИ листе, преко 15 радова у међународним и домаћим часописима и више од 100 радова на међународним и домаћим конференцијама и симпозијумима. Активно је учествовао, као аутор или руководиоца, у преко 80 пројеката и студија.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Рођен 5.9.1981. године у Славонском Броду, Дражен Поповић је завршио основну школу у Београду, и средњу електротехничку школу "Никола Тесла" такође у Београду. Основне студије на Саобраћајном факултету у Београду уписао је 2000. године на Одсеку за логистику, а дипломирао је 2005. године са просечном оценом у току студија 8.91 и оценом 10 на дипломском раду на тему *"Аутоматски системи сортирања коадне робе базирани на*

технологији транспортера". Докторске студије на Саобраћајном факултету уписао је 2008. године.

У звање сарадника у настави на Саобраћајном факултету, Одсек за логистику, за ужу научну област *"Руковање материјалом и еко логистика"*, изабран је у новембру 2008. године. У звање асистента на Саобраћајном факултету, Одсек за логистику, за ужу научну област *"Индустријска логистика, ланци снабдевања и складишни системи"*, изабран је у јануару 2010. године, где је и тренутно запослен.

Као сарадник у настави и асистент, на основним студијама ангажован је од школске 2008/2009. на предметима *Објектно оријентисана симулација, Ланци снабдевања, Управљање информацијама у логистици, Логистички контролинг и перформансе, Географски информациони системи, Посебне области логистике 1, Посебне области логистике 2*. На мастер студијама ангажован је од школске 2008/2009. године на предмету *Моделирање перформанси логистичких система*, а од школске 2014/2015. године на предмету *Софтверски алати у логистици*.

Дражен Поповић је аутор више радова из области рутирања возила, управљања залихама, симулације логистичких система, складиштења и руковања материјалима, перформанси логистичких система, математичког и хеуристичког моделирања.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација Дражена Поповића, дипл. инж. саобраћаја, написана је према "Упутству за обликовање докторске дисертације", које је 14.12.2011. године усвојио Сенат Универзитета у Београду, у оквиру "Упутства за формирање репозиторијума докторских дисертација". Дисертација, укупног обима 136 страна, написана је латиничним писмом. На почетку дисертације дат је резиме са кључним речима, садржај, спискови слика и табела, као и списак коришћених скраћеница, а на крају је дат и списак коришћене литературе и прилога.

Главни део дисертације, обима 102 стране, са 27 слика и 15 табела, организован је у 5 поглавља која су структурирана тако да омогућавају континуитет како у упознавању са разматраном проблематиком, тако и са методама и оствареним резултатима.

У наставку дисертације је, на 8 страна, дат списак коришћене литературе који садржи 105 библиографских јединица релевантних за област истраживања и методе коришћене у раду.

На крају дисертације дате су потписане изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и начину коришћења докторске дисертације, као и биографија аутора. Према структури, примењеним научним методама и постигнутим резултатима, дисертација у потпуности задовољава критеријуме и стандарде предвиђене за овакву врсту научног рада.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У уводном поглављу је описана тема, циљ истраживања, као и организациона структура дисертације.

У поглављу 2. је дат преглед појединих класа проблема рутирања и проблема управљања залихама, као и обједињених проблема рутирања са залихама (ИРП, *engl. Inventory Routing Problem*) који представљају тежиште ове докторске дисертације. Основни услов за примену ИРП-а јесте концепт управљања залихама од стране снабдевача (ВМИ, *engl. Vendor Managed Inventory*), такође описан у оквиру овог поглавља. У оквиру 2. поглавља дати су и преглед литературе и опис проблема секундарне дистрибуције нафтних деривата као једне класе ИРП-а.

Оптимални и хеуристички модели за решавање ИРП-а су описани у поглављу 3, заједно са тестним примерима и анализом резултата. Оптимални модел је формулисан као математички модел линеарног програмирања (МИЛП, *engl. Mixed Integer Linear Programming*). Решавање реалних проблема (инстанци великих димензија) применом МИЛП модела није могуће у прихватљивом времену рада рачунара. Према томе, за потребе решавања инстанци великих димензија, предложена је хеуристика променљивог претраживања околина (ВНС, *engl. Variable Neighbourhood Search*).

У представљеним МИЛП и ВНС моделима се користи детерминистичка поставка ИРП-а (подразумева се детерминистичка потрошња код корисника) ради поједностављена проблема и омогућавања добијања решења. У реалним системима, потрошња има стохастичан карактер и ово поједностављење може довести до нежељених ефеката. Ради анализе применљивости решења детерминистичког ИРП-а на стохастичко окружење, у поглављу 4. је описан оригинално развијен симулациони модел ИРП-а. У истом поглављу је дат и преглед литературе из стохастичког ИРП-а.

На крају, у 5. поглављу су дата закључна разматрања истраживања и правци могућег даљег истраживања везани за разматрану проблематику.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Дисертација представља оригинални допринос решавању обједињеног проблема рутирања и управљања залихама у сегменту ланца снабдевања који се односи на дистрибуцију робе од снабдевача до скупа корисника. Допринос докторске дисертације се пре свега односи на два модела, математички и хеуристички, који на оригиналан начин формулишу ИРП приступ у једној класи овог проблема, односно у секундарној дистрибуцији горива. Оригиналност, односно научни допринос је потврђен са два рада публикована у референтним међународним часописима (који су дати у поглављу 4.3 овог реферата, под категоријом M21). Растуће интересовање међународне истраживачке заједнице за ИРП концепт (које се огледа, између осталог, и у три прегледна рада из 2007, 2010 и 2011. године) потврђује савременост ове докторске дисертације.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Дисертација садржи свеобухватни приказ и критички осврт на референтну и коришћену литературу. Обрађено је 105 библиографских јединица релевантних за предмет и циљеве истраживања, као и за примењене технике решавања проблема.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

При изради докторске дисертације, поред општих метода научних истраживања, примењене су и методе и технике операционих истраживања адекватне за решавање оптимизационих проблема, какав је и проблем разматран у истраживању. У том смислу, развијена је математичка МИЛП формулација, при чему је решавање модела реализовано применом софтверског пакета CPLEX 12.2. Пошто је ИРП комплексан проблем, оптимално решавање (применом МИЛП модела) могуће је искључиво за проблеме мањих димензија. За решавање практичних проблема већих димензија коришћена је ВНС метахеуристика која се у пракси показала као врло ефикасна за решавање читавог низа проблема комбинаторне оптимизације. У том смислу, изабране и коришћене методе су адекватне и у потпуности одговарају предмету и циљевима истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Практична примена модела и алгоритама приказаних у дисертацији се огледа кроз могућност имплементације која се у овом случају, у реалним системима дистрибуције роба, обезбеђује коришћењем система за подршку доносиоцима одлуке у одлучивању,. Томе у прилог сведочи и чињеница да су у дисертацији и представљени модели развијени на основу потребе решавања практичних проблема секундарне дистрибуције горива, односно снабдевања бензинских станица.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу изнете анализе докторске дисертације и верификације остварених резултата истраживања, Комисија сматра да је кандидат несумњиво показао способност за самостални научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Научни допринос дисертације се састоји у следећем:

- идентификација истраживаног проблема рутирања са залихама и обухватан преглед и критичка анализа релевантне литературе, са посебним освртом на класу проблема у којој се користе возила са подељеним товарним простором
- развој оригиналног математичког модела за оптимално решавање проблема обједињеног проблема рутирања са залихама
- развој оригиналног хеуристичког модела за решавање проблема обједињеног проблема рутирања са залихама чије димензије одговарају димензијама практичних проблема секундарне дистрибуције горива

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

На основу поређења изложених доприноса остварених у реализацији истраживања и циља дисертације Комисија је мишљења да остварени доприноси у потпуности задовољавају постављени циљ. Предложени математички МИЛП модел омогућава добијање оптималних управљачких одлука за проблеме мањих димензија, при чему сваки напредак у развоју алгоритама за решавање МИЛП проблема и његова имплементација у софтверске пакете, као и развој рачунарске технологије у будућности, омогућава решавање све ширег спектра проблема за које се гарантује добијање оптималних управљачких одлука. Са друге стране, за проблеме већих димензија, предложен је ВНС модел који даје квалитетна решења у прихватљивом времену рада рачунара.

4.3. Верификација научних доприноса

Резултате истраживања у оквиру докторске дисертације кандидат је објавио и у часописима и саопштио на већем броју националних и међународних конференција:

Категорија M21

Popović, D., Vidović, M., Radivojević, G. (2012). Variable Neighborhood Search heuristic for the Inventory Routing Problem in fuel delivery. *Expert Systems with Applications*, 39, 13390-13398.

Vidović, M., **Popović, D.**, Ratković, B. (2014). Mixed integer and heuristics model for the inventory routing problem in fuel delivery. *International Journal of Production Economics*, for the Special Issue: Interdisciplinary Research, 147, 593-604.

Категорија M33

Popović, D., Vidović, M., Bjelić, N., Ratković, B., (2010). Matching Heuristics for Inventory Routing Problem in Fuel Delivery, XXIV microCAD International Scientific Conference, Miskolc, 89-94.

Popović, D., Bjelić, N., Radivojević, G., (2011). Simulation Approach to Analyse Deterministic IRP Solution of the Stochastic Fuel Delivery Problem. 14th EWGT & 26th MEC & 1st RH, *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 20, 273-282.

Popović, D., Vidović, M., Bjelić, N., Ratković, B., (2012). Evaluation of the direct and Multi-Stop Frequency Based Heuristics for the Inventory Routing Problem, *Proceedings of the International Scientific Conference Quantitative Methods in Economics (Multiple Criteria Decision Making XVI)*, pp 39-44, ISBN 978-80-225-6-3426-0.

Popović, D., Vidović, M., Bjelić, N., (2013). Mathematical formulation for the Closed Loop Inventory Routing Problem, *Proceedings of the 1st Logistics International Conference, LOGIC 2013*, pp 30-35, ISBN 978-86-7395-320-5.

Категорија M63

Popović, D., Ratković, B., (2010). MIP Formulation of IRP in Fuel Delivery, XXXVII Serbian Operations Research Conference, Tara, 365-368.

Vidović, M., **Popović, D.**, (2010). Inventory Routing Problem in Recyclables Collection Processes, XXXVII Serbian Operations Research Conference, Tara, 381-384.

Popović, D., Vidović M., Bjelić N., Ratković, B., (2011). Inventory routing problem in fuel delivery with time constraints, XXXVIII Serbian Operations Research Conference, Zlatibor, 372-375.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Дражена Поповића, дипл.инж. саобраћаја под називом **"Проблем рутирања са залихама: моделирање и анализа перформанси"** разматра тему од изузетног значаја за ефикасност и економичност функционисања ланаца снабдевања у којима постоје услови за обједињено рутирање и управљање залихама, Дисертација представља оригинални допринос решавању ове класе проблема, важне како са теоријског тако и са практичног аспекта.

Разматрајући структуру рада, научне доприносе, примењене научне методе, обим и квалитет истраживања, развијене моделе и добијене резултате, Комисија закључује да докторска дисертација кандидата Дражена Поповића, дипл. инж. саобраћаја има све елементе неопходне за стицање научног звања Доктора техничких наука и у потпуности испуњава услове дефинисане Статутом Универзитета у Београду и Статутом Саобраћајног факултета. Исто тако, Комисија са задовољством констатује да је кандидат Дражен Поповића, дипл. инж. саобраћаја, кроз израду ове дисертације показао квалитете и способност за самосталан научно-истраживачки рад.

На основу свега претходно исказаног Комисија има част и велико задовољство да Наставно-научном већу Саобраћајног факултета предложи да се докторска дисертација под називом **"Проблем рутирања са залихама: моделирање и анализа перформанси"** кандидата Дражена Поповића, дипл. инж. саобраћаја, након излагања рада на увид јавности, прихвати и потом упуту на усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Комисија:

Др Милорад Видовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Др Гордана Радивојевић, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Др Момчило Миљуш, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет

Др Драган Урошевић, научни саветник
Математички институт Српске академије наука и уметности