

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
САОБРАЋАЈНОГ ФАКУЛТЕТА УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Александра Чупића, дипл. инж. саобраћаја

Одлуком Наставно-научног већа Саобраћајног факултета Универзитета у Београду бр. 671/1 од 11.09.2014 године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Александра Чупића, дипл. инж. саобраћаја под насловом

**"ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ МРЕЖА ПРИМЕНОМ ЕВОЛУЦИОНОГ
РАЧУНАРСТВА: МРЕЖА ЗА ПРЕНОС ЕКСПРЕС ПОШТАНСКИХ ПОШИЉАКА"**

После 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

На основу предатих захтева кандидата мр Александра Чупића, дипл инж. саобраћаја и донетих одлука Универзитета у Београду - Саобраћајног факултета, хронологија одобравања и израде дисертације је следећа:

- 05.07.2007. године кандидат, мр Александар Чупић, дипл инж. саобраћаја, магистрирао је на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду;
- 15.05.2013. године кандидат, мр Александар Чупић, дипл инж. саобраћаја, поднео је пријаву теме докторске дисертације Наставно-научном већу Саобраћајног факултета бр. 355/1, уз захтев да се спроведе поступак за оцену подобности кандидата и предложене теме и за ментора предложио проф. др Душана Теодоровића, дописног члана САНУ, редовног професора Саобраћајног факултета Универзитета у Београду;
- 03.07.2013. године на седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука бр. 355/5 о формирању Комисије за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације;
- 03.09.2013. године Комисија за оцену подобности кандидата и теме за израду докторске дисертације поднела је позитиван извештај Наставно-научном већу Саобраћајног факултета - одлука бр. 355/6;
- 18.09.2013. године на седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука бр. 355/7 о прихватању позитивне оцене Комисије за оцену подобности кандидата и теме и о предлогу да за ментора буде именован проф. др Душан Теодоровић, дописни члан САНУ, редовни професор Саобраћајног факултета Универзитета у Београду;

- 14.10.2013. године на седници Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду донета је одлука бр. 61206-4690/2-13 којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата мр Александра Чупића, дипл. инж. саобраћаја и на именовање ментора проф. др Душана Теодоровића, дописног члана САНУ, редовног професора Саобраћајног факултета Универзитета у Београду;
- 25.04.2014. године кандидат, мр Александар Чупић, дипл. инж. саобраћаја, поднео је шест примерака неукоричене дисертације уз молбу Наставно-научном већу Саобраћајног факултета да отпочне поступак за оцену и одбрану докторске дисертације;
- 11.09.2014. на седници Наставно-научног већа Саобраћајног факултета донета је одлука бр. 671/1 о формирању Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Александра Чупића, дипл. инж. саобраћаја.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом "Пројектовање транспортних мрежа применом еволуционог рачунарства: мрежа за пренос експрес поштанских пошиљака" припада научној области техничко-технолошких наука, подручје Саобраћај, ужим научним областима "Операциона истраживања у саобраћају" и "Експлоатација, аутоматизација и информатизација поштанског саобраћаја" за које је матичан Саобраћајни факултет Универзитета у Београду.

Ментор, проф. др Душан Теодоровић, дописни члан САНУ, редовни професор Саобраћајног факултета Универзитета у Београду, се бави операционим истраживањима у саобраћају. Објавио је 76 радова у међународним научним часописима са SCI листе. Ови радови су цитирани у светској литератури 3785 пута (база *Google Scholar*). *Hirsch* - ов индекс научне компетентности професора Теодоровића износи $h = 34$ (база *Google Scholar*).

1.3. Биографски подаци о кандидату

Мр Александар Чупић је рођен у Прокупљу 1978. године. Основну школу "9. Октобар" и гимназију "Топлички хероји" завршио је са одличним успехом и Вуковим дипломама за постигнуте резултате. Саобраћајни факултет Универзитета у Београду, ПТТ смер, завршио је 2003. године са просечном оценом у току студија 9,05 (девет и 5/100) и оценом 10 (десет) на дипломском испиту (Тема дипломског рада: "Најновија генерација техничких система за аутоматско сортирање пакета").

Последиломске студије на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду, смер за поштански и телекомуникациони саобраћај, уписао је школске 2003/2004. године и положио све испите са просечном оценом 10.00. Као студент основних и последиломских студија за показани успех добио је следеће награде и признања: стипендије Владе Републике Србије, стипендије Министарства науке и технолошког развоја, стипендија за развој научног и уметничког подмлатка. Магистарски рад са темом „Методологија избора техничког система за аутоматску прераду пакета у главним поштанским центрима“ одбранио је у јулу 2007. године.

Од 2004. године је запослен на Саобраћајном факултету Универзитета у Београду као асистент – приправник. За асистента на Саобраћајном факултету изабран је децембра 2007. године и реизабран 2010.године, за ужу научну област Експлоатација, аутоматизација и информатизација поштанског саобраћаја. Кандидат учествује у извођењу наставе на предметима: Технологија механизоване прераде поштанских пошиљака; Аутоматизација процеса у поштанском саобраћају; Механизација претовара и транспортна средства у поштанском саобраћају; Аутоматизација и информационе технологије у поштанском саобраћају; Електронско пословање; Поштанска технологија (мастер студије).

Области интересовања мр Александра Чупића су локацијски проблеми, вишекритеријумска анализа и оптимизација у саобраћају, развој метахеуристичких алгоритама и њихова примена у решавању саобраћајних проблема, експлоатација и аутоматизација поштанског саобраћаја. Аутор је и коаутор једног универзитетског уџбеника и више од 35 научних радова објављених у часописима, на домаћим и иностраним конференцијама. Члан је ауторских тимова на два истраживачка пројекта које финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије. Кандидат мр Александар Чупић је члан организационог одбора Симпозијума о новим технологијама у поштанском и телекомуникационом саобраћају – ПОСТЕЛ и члан удружења за моделовање и симулације Србије – СРБИСИМ. Служи се енглеским и руским језиком.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата мр Александра Чупића написана је у складу са „Упутством за обликовање докторске дисертације“ које је 14.12.2011. године усвојио Сенат Универзитета у Београду у оквиру „Упутства за формирање репозиторијума докторских дисертација“. Дисертација је написана ћиричним писмом, једнострано, укупног обима 170 страна, укључујући референтну литературу и прилоге. На почетку дисертације дат је резиме на српском и енглеском језику са кључним речима, садржај, листа табела и слика. Докторска дисертација се састоји од шест поглавља под следећим називима:

1. Уводна разматрања
2. Организација преноса експрес поштиљака
3. Методологија рада
4. Решавање проблема доставе експрес поштиљака применом генетских алгоритама
5. Решавање проблема доставе експрес поштиљака на интерактиван начин
6. Закључна разматрања и правци будућег рада.

У наставку је дат списак коришћене литературе и референци са укупно 238 библиографске јединице из теорије локације, пројектовања транспортних мрежа и еволуционог рачунарства. На крају рада је дата биографија аутора и потписане изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и о коришћењу докторског рада. Према структури рада, 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

Прво поглавље је уводно. У оквиру овог поглавља, приказани су мотиви за избор теме, дефинисан је проблем и одређени истраживачки циљеви дисертације. Такође, наведени су очекивани научни доприноси и дат је приказ садржаја рада..

У другом поглављу се, након описа експрес преноса поштиљака, дефинише ниво експрес услуге и анализирају искуства домаћих и страних оператера као и организација доставе. Описан је хаб прерадни центар и анализирана опрема која се инсталира у њему. На крају поглавља је дат преглед хаб локацијских модела и метода за њихово решавање.

Треће поглавље садржи опис методологије рада. Прикасане су основне поставке Генетских алгоритама. Разматрана су биолошке основе и све модификације ове технике, а потом је дат и преглед досадашњих примена. У поглављу је такоже дата и теоријска основа компромисног програмирања и интерактивног приступа решавању проблема.

Четврто поглавље је посвећено приказу модела за решавање проблема доставе експрес поштица применом генетских алгоритама. Најпре је дата математичка формулација проблема. Преглед релевантне литературе наведен у овом поглављу односи се на дискретне локацијске проблеме. Централни део овог поглавља представља опис развијеног вишекритеријумског модела заснованог на компромисном програмирању. Иако је проблем решаван вишекритеријумски прво је представљена примена генетских алгоритама на једнокритеријумски проблем пројектовања транспортне мреже. У наставку су разматрани и двокритеријумски и трокритеријумски приступ. Истим редоследом, на крају поглавља, дати су експериментални резултати.

Пето поглавље садржи интерактивни модел за решавање проблема доставе. Након математичке формулације проблема и прегледа литературе предложено је решење за пројектовање мреже преноса експрес поштанских поштица. На крају су дати експериментални резултати.

Коначно, у оквиру шестог поглавља су дата закључна разматрања, допринос докторске дисертације и правци будућих истраживања.

Докторска дисертација је технички квалитетно обрађена у складу са најсавременијим могућностима компјутерске технике у области издаваштва. Све слике и дијаграми су јасно и квалитетно представљени. Усвојене ознаке величина, нумерација слика, дијаграма, табела и израза поштована је током целог текста.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Типови транспортних мрежа засновани на постојању хабова (енгл. *Hub-and-spoke networks*) се широко користе у модерним транспортним и телекомуникационим системима. На овим мрежама се путовања између појединих парова чворова обављају преко изабраног скупа хабова. Хабови представљају центре колекције и консолидације робних и/или путничких токова у мрежи на путевима између парова чворова. Разлог за организовање мрежа хабова је покушај смањивања транспортних трошкова. Експрес услуга преноса пакета представља класичан пример организације преноса преко хаб мреже.

Један од најзначајнијих проблема са којима се сусрећу компаније које се баве преносом поштица је како да што боље организују транспортну мрежу узимајући у обзир захтеве својих клијената. Укупан број хабова, њихове локације, и чворови који су са њима директно повезани имају утицај на укупне транспортне трошкове, на профит који компаније остварују као и на ниво услуге који нуди мрежа за пренос поштица. У оквиру процеса усклађивања укупног броја хабова и њихових локација са захтевима за преносом јавља се читав низ проблема укључујући димензионисање возног парка, рутирање возила на мрежи, планирање одржавања возила, и то у комбинацији са планом рутирања возача и њиховим распоредом на радне задатке. Када се у савременом пословању одређује укупан број хабова и њихових локација неопходно је да се узму у обзир интереси како компаније превозиоца тако и њених клијената. Услед конфликта ових интереса, проблем одређивања укупног броја хабова и њихових локација у овом раду је формулисан као вишекритеријумски оптимизациони задатак, насупрот традиционалном једнокритеријумском приступу. Како се интерес превозника изражава кроз минимизирање трошкова и остварени профит, а интерес клијената кроз ниво услуге, у раду су дефинисане критеријумске функције које одражавају ове интересе. У тези су, уз развој општег модела преноса, дефинисана три критеријума који представљају интересе како клијената тако и компаније која врши пренос: а) укупан профит преносиоца; б) просечно време које је на располагању поштицаоцу за предају поштице на пренос; в) проценат клијената којима је на располагању додатна услуга у виду предаје

пошиљака током продуженог радног времена. За оптимизацију ових конфликтних критеријума коришћено је компромисно програмирање, једна од најпознатијих техника вишекритеријумске оптимизације и метахеуристика генетски алгоритми.

Докторска дисертација се бави хаб локацијским проблемима који се јављају приликом пројектовања транспортних мрежа за пренос експрес пошиљака који се може дефинисати на следећи начин: *за познате токове, растојања и времена путовања између свих парова чворова као и трошкове превоза, прераде/разврставања пошиљака и изградње хабова, пронаћи укупан број хабова, њихове локације и сваком хабу доделити подручје са кога ће се ка њему вршити концентрација пошиљака на начин да се максимизирају укупни профит и ниво(и) квалитета услуга који се пружају клијентима.*

У дисертацији је формиран интерактивни приступ решавању предложеног проблема који олакшава аналитичарима доношење крајње одлуке о топологији и перформансама транспортне мреже. Интерактивни приступ такође омогућава да се, кроз анализу случаја, доносиоци одлуке боље упознају са потенцијалним решењима проблема.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Дисертација поседује критичку анализу и обимну референтну литературу из области теорије локације са укупно 238 библиографских јединица. Литература је релевантна за предмет и циљеве истраживања. Коришћена литература највећим делом обухвата радове из међународних часописа, радове са националних и међународних конференција, монографије, књиге, студије и пројекте. Литература је правилно реферисана и аутор је показао висок ниво познавања резултата истраживања у најважнијој литератури из предметне области.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Велики број проблема теорије локације из области саобраћаја могу бити формулисани као *дискретни оптимизацијски проблеми*. За решавање оваквих проблема, развијане су разнородне технике. Једна група ових техника је у стању да пронађе оптимално решење постављеног проблема, али само за примере мањих димензија. Ове технике се називају *егзактним методама*. Остале технике се могу сврстати у групу *хеуристика* (омогућавају изналажење доброг решења у разумном времену рада рачунара само за неке специфичне проблеме) или у групу *метахеуристика* (уопштени скуп правила којима се проналазе довољно добра решења у прихватљивом времену рада рачунара за различите типове проблема). Последњих година важно место у групи метахеуристика заузимају алгоритми инспирисани природним процесима. Генетски алгоритми су метахеуристичка техника која припада класи алгоритама инспирисаних појавама у природи. Ови алгоритми су део еволутивног рачунања које представља сегмент вештачке интелигенције. Показало се да генетски алгоритми, у прихватљивом времену рада рачунара, поседују способност да пронађу високо квалитетна решења тешких комбинаторних проблема због чега су до сада били коришћени као алат за решавање великог броја реалних проблема. Добри претходни резултати представљали су мотив за примену ове метахеуристике као универзалног алата за решавање саобраћајних проблема формулисаних у дисертацији. Сходно томе, Комисија сматра да су изабране и коришћене методе адекватне и у потпуности одговарају предмету и циљевима истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

Оригинална методологија дефинисана у докторској дисертацији има и практичну вредност, пре свега у виду применљивости добијених резултата. Предложени приступ је тестиран на примеру транспортне мреже за пренос експрес поштанских пошиљака у Србији као и логистичких пошиљака у Турској. Добијене резултате могу користити пројектанти система

преноса експрес поштиљака али и пројектанти других транспортних мрежа. Резултати добијени тестирањем модела на скупу реалних података омогућавају евентуалну реорганизацију система преноса и прераде поштиљака. Остварени резултати омогућавају и дефинисање нових праваца истраживања у овој области.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

На основу анализе докторске дисертације, верификације остварених резултата истраживања објављивањем у међународним часописима и саопштавањем на међународним и домаћим скуповима, Комисија сматра да је кандидат несумњиво показао способност за самостални и тимски научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Анализирајући целокупан материјал који је изложен у докторској дисертацији кандидата мр Александра Чупића, дипл. инж. саобраћаја, сматрамо да су у њој остварени оригинални научни доприноси. Као најзначајнији доприноси докторске дисертације издвајају се следећи:

- У дисертацији је предложен оригинални вишекритеријумски модел за решавање хаб локацијских проблема. Методом компромисног програмирања укључени су у разматрање и параметри квалитета услуге коју транспортна мрежа пружа корисницима за разлику од већине сличних истраживања која су се углавном концентрисала на минимизирање трошкова односно максимизирање профита.
- Други допринос дисертације представља укључивање широког спектра параметара који утичу на крајње решење. Приликом израде предложеног модела узимали су се у обзир: приходи од преноса поштиљака, трошкови манипулације унутар хабова, фиксни трошкови изградње процењени на основу реалних цена специфичних локација, употреба више типова возила, време потребно за прераду поштиљака као и прилагођавање реда вожње прерадним капацитетима. Резултат оваквог приступа је висок квалитет добијених решења и њихова реалистичност.
- Развијен је модел интерактивног доношења крајње одлуке. Доносиоцима одлука, као крајњим корисницима, понуђен је алат за истраживање и боље разумевање проблема који се решава. Доносиоци одлука кроз процес дефинисања сопствених аспирационих нивоа могу да спознају могућности и ограничења које им поставља транспортна мрежа.
- Још један допринос дисертације је остварен кроз генерисање низа додатних параметара транспортне мреже која се пројектује: радна времена чворова, општи ред вожње, дефинисање возног парка и капацитета прераде за успостављене хабове итд.
- Добијени резултати показују да је предложена еволутивна метода изузетно успешна при решавању хаб локацијских проблема. Научно истраживање описано у овој дисертацији даје допринос областима локацијских проблема, комбинаторне оптимизације и пројектовања мрежа за пренос експрес поштиљака.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

У дисертацији је развијен модел (заснованих на генетским алгоритмима) за решавање једне класе проблема пројектовања транспортних мрежа. Према полазним претпоставкама у дисертацији, имајући у виду постављене циљеве и предмет истраживања, Комисија сматра да

добијени резултати у дисертацији дају одговоре на постављена питања у току истраживања и да представљају оригиналан и савремен приступ за решавање проблема.

На основу изложеног техничког описа дисертације и кратког приказа садржаја њених појединачних поглавља, може се закључити да је излагање у дисертацији изузетно добро планирано, а организација таква да се кроз поједина поглавља, излажу оригинални резултати истраживања верификовани кроз научне радове аутора, неведене у литератури. Планирана истраживања у оквиру докторске дисертације изведена су у више фаза које одговарају оквирном садржају дисертације.

Дисертација се бави сложеним хаб локацијским проблемима од чијег решавања зависе укупни трошкови саобраћајног система као и квалитет саобраћајних услуга. Број и локација објеката на транспортној мрежи у којима се врши опслуживање у функцији су одређених критеријума и захтева који се постављају пред транспортни систем.

Током израде дисертације коришћене су: технике математичке статистике, технике математичког програмирања и метахеуристички алгоритми. За потребе имплементације алгоритма развијени су програмски кодови у Матлабу 7.1.

Примена и тестирање методологије извршени су на примеру компаније за пренос експрес пошљака *CityExpress*, а на основу добијених резултата потврђено је да се методологија може успешно примењивати за одређивање броја и локације прерадних центара било ког поштанског оператора али и других објеката на транспортним мрежама.

Предложени концепт интерактивног решавања проблема пружа доносиоцима одлука, као главним корисницима развијених програма, нову димензију у разумевању проблема који покушавају да реше.

Сви резултати добијени експериментисањем указују да су развијени програми способни за решавање широког спектра хаб локацијских проблема. У том смислу величина посматраног проблема не представља посебан изазов у решавању што је потврђено на контролном примеру транспортне мреже у Турској.

4.3. Верификација научних доприноса

Верификација научних доприноса остварених у оквиру ове докторске дисертације реализована је објављивањем резултата истраживања у међународним и домаћим часописима и саопштавањем резултата истраживања на међународним и домаћим скуповима.

Поред тога, резултати дисертације су коришћени у реализацији активности научно истраживачких пројеката подржаних од стране Министарства просвете и науке Републике Србије (ев. бр. 36002 и ев. бр. 36022).

Верификација научног доприноса дисертације остварена је објављивањем следећих радова:

Категорија M22:

1. **Ћупић А.**, Teodorović D., „A Multi - objective approach to the parcel express service delivery problem”, *Journal of Advanced Transportation*, 2013, (M22 - **IF=0.733**) DOI: 10.1002/atr.1218.

Категорија M33:

1. Marković G., Bukumirović M., **Ћупић А.**, Bogićević Z., „The decision methodology of optimal location of regional logistic centre”, *Proceedings, The Sixth International Conference Heavy Machinery HM2008, Kraljevo, 2008*, pp. D45-D50.
2. Marković G., Marinković Z., Tomić V., **Ћупић А.**, „Location of regional logistic center: multiple criteria decision making and implementation of algorithms under fuzzy

environment”, Proceedings, The Seventh International Conference Heavy Machinery HM2011, Kraljevo, 2011, pp. 63-70.

Категорија М63:

1. **Чупић А.**, Теодоровић Д. (2009) *Лоцирање хабова за експрес пошिल्ке применом генетских алгоритама*, XXXVI SIM-OP-IS, Математички институт САНУ, Ивањица, стр. 651-654. (ISBN: 978-86-80593-43-2)
2. **Чупић А.**, „*Вишекритеријумски приступ пројектовању мреже за пренос експрес пошљака применом генетских алгоритама*”, XLI SIM-OP-IS, Саобраћајни факултет, Дивчибаре 2014, стр. 741-747. (ISBN: 978-86-7395-325-0)

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу изложеног Комисија сматра да докторска дисертација кандидата мр Александра Чупића , дипл. инж. саобраћаја, представља вредан научни допринос у области хаб локацијских проблема у саобраћају и транспорту.

Докторска дисертација кандидата мр Александра Чупића , дипл. инж. саобраћаја, доказује његову потпуну научно-истраживачку зрелост, суверено владање модерним алатима и методама научно-истраживачког рада, као и завидно познавање различитих научних дисциплина.

Имамо част и задовољство да предложимо Наставно-научном већу Саобраћајног факултета Универзитета у Београду да поднету докторску дисертацију под називом **"ПРОЈЕКТОВАЊЕ ТРАНСПОРТНИХ МРЕЖА ПРИМЕНОМ ЕВОЛУЦИОНОГ РАЧУНАРСТВА: МРЕЖА ЗА ПРЕНОС ЕКСПРЕС ПОШТАНСКИХ ПОШИЉАКА"** кандидата мр Александра Чупића , дипл. инж. саобраћаја, прихвати, изложи на увид јавности, упути на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а потом закаже јавну одбрану.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Проф. др Душан Теодоровић, дописни члан САНУ,
редовни професор Саобраћајног факултета
Универзитета у Београду – ментор

.....
Проф. др Бранка Димитријевић, ванредни професор
Саобраћајног факултета Универзитета у Београду

.....
Проф. др Вера Ковачевић-Вујчић, редовни професор
Факултета организационих наука у Београду