

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Дијане Т. Петровић Ђорђевић

Одлуком бр. 3/135-9 од 17. 12. 2014. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације **"Моделирање, анализа и мерење ефикасности спортских организационих јединица применом ДЕА методе"** кандидата **Дијане Т. Петровић Ђорђевић**, мастер инжењера информационих система и технологија, и мастер инжењера електротехнике и рачунарства.

После прегледа достављених материјала и разговора са кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

На својој седници 3/43-14 од 04.05.2011. године, Наставно-научно веће Факултета организационих наука Универзитета у Београду именовало је Комисију за оцену услова и прихватање теме докторске дисертације кандидата мастер инг. Дијане Т. Петровић Ђорђевић, под горе наведеним насловом. Позитиван Извештај именоване Комисије усвојен је на седници 3/48-6 Наставно-научног већа Факултета организационих наука од 25.05.2011. године. На седници 06-6390/4-11 од 04.07.2011. године, Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду одобрило је израду докторске дисертације.

Кандидат је уписао докторске студије 31.октобра 2007. године. Одлуком од 21.05. 2014. године, кандидату је одобрен статус мировања у трајању од годину дана, условљен породилским одсуством. Одлуком од 26.11. 2014. године, кандидату је одобрен продужетак школовања у трајању од годину дана у школској 2014/2015. год.

Наставно-научно веће Факултета организационих наука Универзитета у Београду је на основу извештаја ментора да је кандидат завршио докторску дисертацију на својој седници 3/135-9 од 17.12.2014. године именовало Комисију за преглед и оцену и одбрану докторске дисертације кандидата.

1.2. Научна област дисертације

Предмет истраживања докторске дисертације припада, у ширем смислу, научној области *операционих истраживања*, а у ужем смислу тзв. тврдим

операционим истраживањима која се заснивају на *математичком програмирању*. Разматра се мултидисциплинарни приступ моделирању, анализи и мерењу ефикасности организационих јединица применом оптимизационих алгоритама методе обавијања података (ДЕА методе). Факултет организационих наука Универзитета у Београду је матичан за наведене научне области. Израдом дисертације је као ментор руководио редовни члан Академије инжењерских наука Србије проф. др Мирко Вујошевић, руководилац Катедре за операциона истраживања и статистику Факултета организационих наука.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Дијана Петровић Ђорђевић је рођена 27. јануара 1984. године у Београду. После завршене основне школе *Војвода Радомир Путник* у Београду и *IV гимназије у Београду*, школске 2001/2002. год. уписала је Факултет организационих наука, *Одсек за информационе системе*, у својој 17. години као један од најмлађих студената Универзитета у Београду која је двогодишњу предност над својом генерацијом стекла испуњењем свих услова убрзаног школовања. Високо образовање и стручни назив *дипломирани инжењер организационих наука – одсек за информационе системе* (по Закону о универзитету који је важио пре тзв. "болоњизације" универзитета) стекла је дипломирањем 6. децембра 2006. године, са просечном оценом 8.58 у току студија и оценом 10 на дипломском раду: *Анализа линеарних и линеаризованих регресионих модела применом софтверских пакета SPSS, MATLAB и STATISTIKA* (ментор: проф. др Милица Булајић, Катедра за операциона истраживања и статистику).

Дијана Петровић Ђорђевић је 9. јануара 2006. године, као апсолвент Факултета организационих наука, засновала стални радни однос у Фудбалском савезу Србије и од тада, до данашњих дана, обавља дужност Шефа канцеларије генералног секретара Савеза.

Дипломске академске студије (мастерске студије) на студијском програму *Информациони системи и технологије* Факултета организационих наука уписала је школске 2006/2007.г. и завршила 3. октобра 2007.г. са просечном оценом 10 у току студија и оценом 10 за мастерски рад: *Анализа примењених статистичких модела* (ментор: проф. др Милица Булајић, Катедра за операциона истраживања и статистику). Тиме је стекла академски назив *дипломирани инжењер организационих наука – мастер из области информационих система и технологија*.

Дипломске академске студије (мастерске студије) на студијском програму *Електротехника и рачунарство – модул Сигнали и системи*, на Електротехничком факултету Универзитета у Београду, уписала је школске 2007/2008.г. и завршила 18. фебруара 2010. год. са просечном оценом 10 у току студија и оценом 10 за мастерски рад: *Стохастичко моделирање цена финансијских деривата* (ментор: проф. др Ненад Цакић, Катедра за примењену математику). Тиме је стекла академски назив *дипломирани инжењер електротехнике и рачунарства – мастер*.

На основу литературе коју је изучавала у току мастерских студија на Електротехничком факултету и свог мастерског рада кандидаткиња је као коаутор објавила књигу:

Petrović Đorđević, D., Cakić, N.: *Stohastički modeli finansijskih tržišta*, Akademski misao, Beograd, 2010., ISBN 178706700, стр. 178.

Ова књига се по препоруци рецензента користи као уџбенички материјал за студенте Електротехничког факултета Универзитета у Београду, посебно изборних модула *Примењена математика* и *Сигнали и системи*, али се препоручује и студентима одговарајућих студијских програма Факултета организационих наука и економских факултета, студентима информационих система, квантитативног менаџмента, рачунарства и нумеричке математике, као и стручњацима чија је професионална делатност условљена познавањем стохастичких, непрекидних и дискретних, модела финансијских тржишта.

Докторске студије на Факултету организационих наука у Београду, на студијском програму *Операциона истраживања* уписала је школске 2007/2008.г. Свих девет испита предвиђених планом и програмом докторских студија положила је са највишом оценом 10. Приступни рад за израду докторске дисертације под насловом *Моделирање, анализа и мерење ефикасности спортских организационих јединица применом ДЕА методе* одбранила је 01.02.2011.г.

У области операционих истраживања, као широј научној области којој дисертација припада, објавила је следећа два рада:

Mladenović, N., **Petrović, D.**, Urošević, D.: *Modifikovani i restartovani Nelder-Meadov algoritam bezuslovne optimizacije: Deo I – Teorijska analiza*, SYM-OP-IS 2008. M63

Petrović, D., Urošević, D., Mladenović, N.: *Modifikovani i restartovani Nelder-Meadov algoritam bezuslovne optimizacije: Deo II – Numerička analiza*, SYM-OP-IS 2008. M63

Кандидат је била један од 35 стипендиста студијског програма *UEFA CFM (Union of European Football Associations, Certificate in Football Management)*. Ове једногодишње студије су реализоване сарадњом Института за високе студије у јавној управи Швајцарске (*IDHEAP, Institute de Hautes Etudes en Administration Publique, Switzerland*), Швајцарског савезног института за технологију и Савезне политехнике у Лозани (*EPFL, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne*). Први семестар је био у школској 2010/2011.г., други у школској 2011/2012.г. Кандидат је успешно завршила ове студије одбраном завршног рада пред трочланом комисијом на институту IDHEAP. У току израде завршног рада настала су следећа два научна рада која су саопштена на међународним конференцијама и накнадно прихваћена за објављивање:

Petrović, L., **Petrović Djordjević, D.** & Desbordes, M.: *An Approach to Sports Event Implementation Planning on the Example of UEFA European U-17 Championship*.

International Congress on Sport Management, ISC Paris School of Management, Paris, France, 12–14 June 2013, in press. M33

Petrović, L, Scelles, N., Desbordes, M., Hautbois, C. & **Petrović Djordjević, D.**: Privatization Process in Serbian Football Industry: A Step Forward or Vice-Versa, *WORLD ASSOCIATION FOR SPORT MANAGEMENT (WASM) INAUGURAL WORLD CONFERENCE – Bridging the Gap in Sport Management Globally*, Universidad Europea, 1-3 October 2014, Madrid, Spain, in press. M34

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана на 170 страна и састоји се од 6 поглавља, листе референци и три прилога, и то:

1. Увод
 2. Концепти ефикасности организационих јединица: Непараметарски модели
 3. Мерење ефикасности организационих јединица
 4. ДЕА алгоритми естимације економије обима пословања организационих јединица
 5. ДЕА модели спортских економија
 6. Закључак
- Референце
- Прилог 1 – Подаци о одиграним утакмицама (AMISCO PRO)
- Прилог 2 – Факторска анализа у SPSS програмском пакету
- Прилог 3 – EMS програмски пакет- Избор радног модела и извештаји

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Формулација проблематике ДЕА моделирања, анализе и мерења ефикасности организационих јединица, као и кратак приказ садржаја појединачних поглавља дисертације, дати су у првом, уводном поглављу. Истакнути су резултати и проблеми досадашњег развоја методе ДЕА са нагласком на њену примену у анализи спортских организационих јединица, као и смернице за развој и модификацију ДЕА модела спортских, посебно фудбалских економија. Уводни део садржи и циљеве и детаљан план истраживања, полазне хипотезе и коришћене научне методе истраживања.

У другом поглављу се приказују непараметарски модели за економске анализе организационих јединица помоћу естимације неконвексних и конвексних граница ефикасности. Описане анализе ефикасности односе се на економије константног или варијабилног приноса на обим пословања, а као репрезенти непараметарских естиматора продукционих јединица изложени су ДЕА и ФДХ естиматори. Мера ефикасности продукционе јединице одређена је према Фареловој метрици растојањем од границе ефикасности.

У трећем поглављу се разматра проблем мерења ефикасности организационих јединица коришћењем ДЕА ЦЦР модела за случај економија са константним приносом на обим, и ДЕА БЦЦ модела за случај са варијабилним приносом на

обим. У питању су релативне ефикасности истородних организационих јединица које се посматрају као системи који имају улазе и излазе истог типа. Сматра се да је организациона јединица ефикаснија ако за исте вредности улаза даје боље вредности излаза, или ако исте вредности излаза може да оствари са мањим вредностима улаза. Формула ефикасности представља се разломком чији је бројилац тежински збир вредности дефинисаних излаза, а именилац тежински збир вредности одговарајућих улаза. Оптимизациони проблем у методи ДЕА јесте одређивање тежинских коефицијената за конкретну организациону јединицу. Тежински коефицијенти се одређују тако да у највећој могућој мери одговарају разматраној организационој јединици али се при томе морају задовољити ограничења која произилазе из начелног става да се све организационе јединице могу међусобно поредити. Оригинални проблем разломљеног програмирања трансформише се у еквивалентни проблем линеарног програмирања који се решава симплексном методом. Нумеричка процедура и анализа за спортске организационе јединице је двофазног карактера.

У четвртом поглављу су најпре описани БЦЦ модели улазне оријентације у прималној и дуалној форми. У овим моделима се одређују оптималне вредности тежинских коефицијената и одговарајућа ефикасност оцењује коришћењем концепта потпорне хиперравни. Детаљно се разматра успостављање односа вектора коефицијената потпорне хиперравни и дуалног оптималног решења БЦЦ модела. ЦЦР модели методе ДЕА користе се за економије са константним приносом на обим. Поред тога, разматран је и адитивни модел. Сви математички модели су детаљно објашњени. У другом делу овог поглавља разматра се проблем декомпозиције техничке ефикасности у циљу откривања узрока неефикасности.

Пето поглавље је посвећено анализи ефикасности и ефикасности спортских организационих јединица и развоју теоријских модела спортских економија у виду вишестепених ДЕА модела. У низу модификација ДЕА модела спортских, посебно фудбалских економија, управо се огледају главни теоријски доприноси докторске дисертације. Најпре се разматрају технички индикатори фудбалске игре ради естимације техничке ефикасности, која одређује однос уложених ресурса и постигнутих резултата. Чиста техничка ефикасност је део укупне техничке ефикасности и директно зависи од техничких концепата игре. Она репрезентује начин коришћења улаза у продукцији излаза. Ефикасност обима, као други део техничке ефикасности, репрезент је технологије продукције. Различити нивои продуктивности напада и одбрана тима, сагласно класификацији ефикасности, резултат су разлика у квалитету менаџмента и/или организације ресурса. У апликативном смислу, основни научни доприноси су постигнути у примени постављених оптимизационих вишестепених ДЕА модела у мерењу ефикасности фудбалске репрезентације Србије у утакмицама квалификација за учешће на Светском првенству 2010. год. у Јужној Африци.

Закључна разматрања, отворени проблеми и могући правци даљег развоја су изложени у последњем, шестом поглављу. Затим следи списак коришћених релевантних референци, укључујући и радове аутора дисертације.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Област моделирања, анализе и мерења ефикасности организационих јединица применом ДЕА методе поседује актуелност. То показују бројна континуирана истраживања и велики број различитих публикација које се буквално свакодневно појављују и које, поред осталих, обухватају више хиљада радова у научним часописима. Значајан разлог томе је изворна дефиниција јединице чија се ефикасност анализира која је веома општа и зато високо адаптивна. Она је основа да се метода ДЕА примењује у моделирању операционализованих процеса (не)економске и (не)техничке природе. За практичну примену методе ДЕА постоји велики број различитих софтверских пакета. Оригиналност у дисертацији се, слично другим истраживачким применама методе ДЕА, огледа у избору улаза и излаза и развоју вишестепеног модела. На основу тога, Комисија је закључила да је разматрана проблематика у докторској дисертацији савремена и да су дати оригинални доприноси у решавању постављених проблема.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Кандидат је навела 75 референци које су коришћене и цитиране у докторској дисертацији. Списак садржи прве, фундаменталне радове у формирању области ДЕА, али и оне са савременим резултатима који су објављени у водећим међународним научним часописима, техничким извештајима факултета и научних института, конференцијским зборницима, докторским дисертацијама и књигама уџбеничког и/или монографског карактера. Цитирањем и кратким приказом основних резултата две докторске дисертације новијег датума на руском језику аутор је показао да се у сакупљању и обради релевантне литературе није ограничио на енглеске и српске изворе. С обзиром да значајан део дисертације представља систематско приказивање савремених теоријских резултата, свако поглавље дисертације је покривено релевантном референтном литературом.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У изради докторске дисертације коришћене су опште методе научног сазнања, методе операционих истраживања и посебне методе које су карактеристичне за област примене ДЕА. Систематски су прикупљене, обрађене и критички анализирани постојеће информације из области истраживања. Одговарајућа сазнања су синтетички приказана у деловима дисертације који се односе на преглед стања у области истраживања и у делу који описује фундаменталне особине методе ДЕА. У постављању хипотеза и њиховој провери примењен је стандардни методолошки поступак операционих истраживања. У њему се као кључна општа метода научног сазнања користи метода моделирања што се у овој дисертацији односи на прилагођавање општег модела методе ДЕА, развој двостепеног модела за оцену ефикасности и избор одговарајућих улазних и излазних величина у методи ДЕА. За извођење експеримента као суштински важног дела методе ДЕА, коришћен је један од најбољих софтверских пакета за

методу ДЕА. На основу наведеног, Комисија оцењује да је примењена научна методологија адекватна.

3.4. Применљивост остварених резултата

Остварени резултати представљају основу за потенцијална теоријска истраживања и практичну примену. Концепт вишестепеног модела методе ДЕА за анализу спортских организационих јединица могуће је даље разрађивати и развијати нове моделе са различитом комбинацијом улаза и излаза. Практична применљивост резултата дисертације односи се на могућности детаљне анализе расположивих података (утакмица) и извлачења закључака о тактичким одлукама у игри које би могле да подигну ефикасност тима. Опште је познато да менаџери и тренери фудбалских екипа детаљно анализирају своје и утакмице противничких екипа. Предложени приступ коришћена методе ДЕА представља користан алат који може да допринесе укупном сазнању о пожељној тактици фудбалског тима.

Комисија је мишљења да су резултати предложеног систематског прилаза ДЕА моделирању и анализи, на адекватан начин верификовани на примеру анализе ефикасности у фудбалској економији, и да је, генерално, предложени систематски прилаз применљив и у анализи ефикасности у другим спортским економијама.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат Дијана Т. Петровић Ђорђевић је у раду на својим мастерским завршним радовима, објављивањем уџбеничке литературе, научних радова и стручних извештаја још пре израде докторске дисертације, доказала склоност научно истраживачком раду и способност да самостално обрађује одређене истраживачке теме. Садржај докторске дисертације показује њено даље сазревање у том правцу као и оригиналност у развоју приступа решавању постављеног проблема. На основу наведених чињеница и квалитета објављених радова кандидата, Комисија је мишљења да је Дијана Т. Петровић Ђорђевић у потпуности способна за даљи самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Постигнути доприноси и закључци до којих се дошло у изради ове дисертације могу се укратко сумирати на следећи начин:

- Приказан је развој и дат је детаљан преглед бројних модела ДЕА.
- Посебно су приказани и критички анализирани модели ДЕА за анализу ефикасности спортских организационих јединица.
- Приказане су могућности и недостаци постојећих модела ДЕА у анализи ефикасности фудбалских тимова и идентификовани су извесни аспекти ефикасности који нису до сада математички моделирани и анализирани.
- Формулисан је оригинални проблем анализе ефикасности тактичке варијанте и тактичких карактеристика фудбалске игре.

- Развијен је двофазни модел методе ДЕА за оцену ефикасности фудбалског тима.
- Образложен је предложени методолошки аспект и могуће редукције броја улазних и излазних променљивих.
- Експериментисањем на рачунару и верификацијом резултата анализе показано је да се развијени модел ДЕА може успешно применити за оцену ефикасности фудбалског тима са аспекта остварене тактике.
- Идентификован је методолошки концепт, који може бити коришћен, генерално, и у анализи ефикасности аналогних спортских организационих јединица

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Резултати истраживања у докторској дисертацији усмерени су на решавање проблема моделирања, анализе и мерења ефикасности спортских, конкретно фудбалских организационих јединица применом методе ДЕА. Као и у многим другим сличним истраживањима, од кључног значаја у току истраживања били су и релевантни реални подаци о фудбалским тимовима и њиховој игри. У овом истраживању су на располагању били подаци о играма фудбалске репрезентације Србије у утакмицама квалификација за учешће на Светском првенству 2010. год. у Јужној Африци. Експериментисањем са тим подацима провераване су постављене истраживачке хипотезе и верификовани су резултати истраживања. Изгледа врло вероватно да би расположивост већег броја података, пре свега статистичких података који се сакупљају у току утакмице и који су, по правилу, власништво и тајна великих фудбалских тимова који за прикупљање таквих података имају одговарајуће ресурсе, отворило могућност даљих истраживања, нових сазнања и евентуално нових модела анализе. Није искључено да се у великим спортским организацијама неки слични математички модели већ користе за анализу ефикасности али да се то чува као пословна тајна. Резултати ове докторске дисертације представљају допринос методама и алатима које менаџери спортских организација могу и треба да користе у анализи и припреми својих тимова.

4.3. Верификација научних доприноса

Неки од оригиналних научних доприноса кандидата који су изложени у докторској дисертацији публиковани су у међународном научном часопису *Technical Gazette* са SCI листе:

Petrovic Djordjevic, D., Vujosevic, M., Martic, M.: *Measuring Efficiency of Football Teams by Multy Stage DEA Model*, *Technical Gazette*, Vol.22, No. 3, June 2015. Print: ISSN 1330-3651, Online: ISSN 1848-6339, Acceptance of Article ID: TV-20140306134047. Original scientific paper. The Journal indexed in Web of Science (Science Citation Index Expanded), Journal Citation Reports (IF = 0,615 for 2013), Scopus, INSPEC, Compendex, Geo Abstracts etc. M22.

Део резултата је објављен и у следећим радовима на симпозијумима:

Petrović Đorđević, D., Đoković, A., Savić, G.: *Merenje tehničke efikasnosti fudbalske reprezentacije Srbije u utakmicama kvalifikacija za SP 2010*, CD Zbornik radova, SymOrg, 2010. M63

Petrović Đorđević, D., Martić, M.: *Primena dvofazne DEA u merenju tehničke efikasnosti fudbalske reprezentacije Srbije na utakmicama kvalifikacija za Svetsko prvenstvo u Južnoj Africi 2010*, SYM-OP-IS, 2010. M63

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација **"Моделирање, анализа и мерење ефикасности спортских организационих јединица применом ДЕА методе"** кандидата **Дијане Т. Петровић Ђорђевић**, садржи резултате који представљају оригиналне доприносе у области операционих истраживања и анализе ефикасности спортских организационих јединица применом ДЕА моделирања. Формулисани проблем истраживања је методолошки коректно обрађен, постављене хипотезе су експериментално проверене и изведени закључци потврђени експертским оценама. Објављивањем радова остварена је и формална научна верификација резултата. Кандидат је доказала оригиналност и самосталност у обрађивању истраживачких тема. Дисертација је написана у складу са стандардима научно-истраживачког рада и испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Факултета организационих наука, Универзитета у Београду.

На основу свега изложеног, Комисија је закључила да је кандидат **Дијана Т. Петровић Ђорђевић** у складу са предвиђеним предметом и постављеним циљевима истраживања успешно завршила докторску дисертацију **"Моделирање, анализа и мерење ефикасности спортских организационих јединица применом ДЕА методе"** и предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука Универзитета у Београду да прихвати овај реферат, рукопис докторске дисертације изложи на увид јавности а затим упути реферат као предлог на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

У Београду,
9. март 2015.год.

Чланови Комисије

др Мирко Вујошевић, редовни професор,
Редовни члан Академије инжењерских наука Србије
Факултет организационих наука Универзитета у Београду,

др Милан Мартић, редовни професор,
Факултет организационих наука Универзитета у Београду,

др Ненад Цакић, редовни професор,
Електротехнички факултет Универзитета у Београду,

др Гордана Савић, доцент,
Факултет организационих наука Универзитета у Београду,

др Александар Ђоковић
Факултет организационих наука Универзитета у Београду,