

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Милана Радојичића за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа ФОН-а бр. 3/76-23 од 22.06.2016. године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Милана Радојичића за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Модел за оцену ефикасности заснован на интеграцији Ивановићевог одстојања и Анализе обавијања података“

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Милан Радојичић је рођен 16.06.1989. године у Сарајеву. Основну школу и гимназију природно-математичког смера завршио је у Београду са одличним успехом. Носилац је Вукове дипломе. Факултет организационих наука, Универзитета у Београду, студијски програм Информациони системи и технологије, уписао је школске 2008/09 године. Дипломирао је 2012. године са просечном оценом 8,77 (осам, 77/100) и одбранио завршни рад под називом „Примена статистичких метода у анализи тактичких поставки фудбалских тимова“. Након завршетка основних академских студија, уписује дипломске академске (Мастер) студије на одсеку за Операциона истраживања и рачунарска статистика, модул Рачунарска статистика, Факултета организационих наука, Универзитета у Београду. Мастер студије завршио је 2013. године са просечном оценом 10,00 (десет, 0/100) и одбранио мастер рад под називом „Статистички приступ мерењу перформанси спортских екипа“.

Од децембра 2013. године до октобра 2015. године радио је у Војвођанској банци у сектору Аналитика послова са становништвом на позицији Аналитичар. Од октобра 2015. године ради на Факултету организационих наука у Служби за подршку настави на позицији Стручног сарадника за планирање наставе.

У јуну 2015. године је стекао сертификат о завршеном иновационом курсу „Примена програма SPSS у анализи података“ на Економском факултету, Универзитета у Београду.

1.2.Стечено научноистраживачко искуство

Милан Радојичић је у новембру 2014. године уписао докторске академске студије на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје – Квантитативни менаџмент. Положио је све испите са просечном оценом 10 (десет):

1. Наука о менаџменту
2. Одлучивање – одабрана поглавља
3. Статистика у менаџменту
4. Мултиваријациона анализа
5. Квантитативни модели и методе у менаџменту
6. Маркетинг информациони системи
7. Менаџмент здравствене аналитике
8. Методологија научно – истраживачког рада
9. Временске серије и фрактали

Кандидат је дана 08.09.2016. одбранио приступни рад за израду дисертације под називом „Модел за оцену ефикасности заснован на интеграцији Ивановићевог одстојања и Анализе обавијања података“.

Списак објављених радова:

1. Радови објављени у научним часописима међународног значаја (M24)
 - 1.1. Radovanović, S., **Radojičić, M.**, & Savić, G. (2014). Two-phased DEA-MLA approach for predicting efficiency of NBA players. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 24(3), 347-358. DOI: 10.2298/YJOR140430030R.
2. Радови објављени у часописима националног значаја (M51)
 - 2.1. Radovanović, S., **Radojičić, M.**, Jeremić, V., & Savić, G. (2013). A Novel Approach in Evaluating Efficiency of Basketball Players. *Management*, 67, 37-45. doi:10.7595/management.fon.2013.0012
3. Радови саопштени на скупу међународног значаја (M33)
 - 3.1. Radovanović, S., **Radojičić, M.**, Savić, G. (2013). Efficiency Measurment of NBA Players using Data Envelopment Analysis. *XI Balkan Conference on Operational Research – BALCOR 2013* (pp. 79-88). Belgrade – Zlatibor, Serbia. University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade.
 - 3.2. **Radojicic, M.**, Savic, G., Radovanovic, S., Jeremic, V. (2015). A Novel Bootstrap DBA-DEA Approach in Evaluating Efficiency of Banks. In *Proceedings of the 12th Balkan Conference on Operational Research – BALCOR 2015* (pp. 375-384). Constanta, Romania.
4. Радови саопштени на скупу националног значаја (M63)
 - 4.1. Milenković, N., Đoković, A., Totić, S., **Radojičić, M.** (2014). Bruto društveni proizvod i bruto nacionalni dohodak kao indikatori ekonomskog razvoja. *XLI Simpozijum o operacionim istraživanjima – SYM-OP-IS 2014* (str. 14-18). Divčibare, 2014, ISBN: 978-86-7395-325-0
 - 4.2. **Radojičić, M.**, Đoković, A., Jeremić, V. (2016). Evaluating football players efficiency using different multivariate analysis approaches. *XLIII Simpozijum o operacionim istraživanjima – SYM-OP-IS 2016* (str. 607-610). Tara, 2016, ISBN: 978-86-335-0535-2

1.3.Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Милан Радојичић је завршио основне и мастер студије на Факултету организационих наука, Универзитета у Београду. На докторским студијама Факултета организационих наука положио је свих девет испита предвиђених планом и програмом студија, одбранио је приступни рад и остварио 120 ЕСПБ бодова.

Узимајући у обзир резултате остварене током досадашњег образовања, резултате досадашњег истраживања објављене на научно-стручним конференцијама и радно искуство кандидата, сматрамо да кандидат Милан Радојичић поседује потребно знање и искуство за израду докторске дисертације на тему „**Модел за оцену ефикасности заснован на интеграцији Ивановићевог одстојања и Анализе обавијања података**“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације биће развој методолошког оквира за унапређење Анализе обавијања података (Data Envelopment Analysis - ДЕА), коришћењем Ивановићевог одстојања (И-одстојања) у циљу генерисања граница за виртуелне тежине.

Анализа ефикасности је увек актуелна тема. Проценом ефикасности неког ентитета и његовим поређењем са другим ентитетом, доводи се до значајних нових сазнања и унапређења пословања. Ефикасност може бити мерена како у профитно, тако и у непрофитно оријентисаним организацијама. Класична дефиниција ефикасности каже да је то остваривање одређеног циља уз минимум напора, трошкова, ресурса и времена. Ефикасност је мерљив концепт и дефинише се као однос излаза према улазу. У сложеним организационим системима ентитети користе велики број разнородних улаза да би произвели, такође, разнородне излазе (Martić, 1999; Savić, 2012).

ДЕА метода се користи за компаративну анализу ефикасности комплексних ентитета. Представља непараметарску методу која омогућава мерење ефикасности јединица одлучивања (Decision Making Units - ДМУ), поредећи их са другим јединицама неког система, које користе исте улазе за производњу истих излаза (Charnes et al., 1978). У последњих 30 година ДЕА метода има широку примену - од процене ефикасности у непрофитном сектору као што је образовање (Nazarko & Šaparauskas, 2014; Ruiz et al., 2015; Wolszczak-Derlacz, 2016), јавна предузећа (Husain et al., 2000; Moreno & Lozano, S., 2016), здравство (Kao et al., 2013; Mitrović et al., 2016), преко процене ефикасности спортских клубова (Radovanović et al., 2013; Roboredo et al., 2015), до процене ефикасности профитног сектора као што су банке (Savic et al., 2012; Jayaraman et al., 2013; Paradi & Zhu, 2013; Moradi-Motlagh & Saleh, 2014), осигуравајућа друштва (Barros & Wanke, 2014; Sinha, 2015) или хотели (Yu, 2012; Tsang & Chen, 2013).

Једна од главних карактеристика ДЕА методе је то што она не захтева да тежине улаза и излаза буду унапред одређене. У основи, метода допушта свакој ДМУ, да за себе одреди најповољнију комбинацију тежина, за сопствене улазе и излазе, све са циљем максимизације ефикасности. Претходно наведена карактеристика се сматра једном од главних предности ДЕА методе. Рецимо, када се једна ДМУ процени као неефикасна, иако има слободу да користи за њу најповољније тежине, можемо сматрати да имамо јак доказ за тврдњу да наведена ДМУ функционише испод границе ефикасности. Међутим, флексибилност у одређивању тежина има за последицу да ће се често, значајан број ДМУ проценити као ефикасне при чему ће поједине ДМУ бити процењене само на малом подскупу својих улаза и/или излаза, док се остали улази и/или излази игноришу. Наведени проблеми се решавају ограничавањем тежина и у ту сврху су развијани модели који комбинују ДЕА са осталим параметарским и непараметарским методама.

Аутори Wong и Beasley (1990) су предложили модел којим се уместо ограничавања стварних тежина, ограничавају виртуелне тежине излаза и/или улаза. На тај начин се превазилази проблем осетљивости на јединице мере улаза и излаза који се јавља код осталих модела за ограничавање тежина, јер виртуелни улаз/излаз представља производ

вредности улаза/излаза и тежине додељене за тај улаз/излаз. Виртуелни улази и излази једне ДМУ откривају релативни допринос сваког улаза и излаза у њеној ефикасности. Што је већа вредност виртуелног улаза/излаза, то је и тај улаз/излаз значајнији у креирању ефикасности одређене ДМУ. Горње и доње границе за виртуелне тежине се одређују од стране експерата. Њихов модел је у литератури познат и као ГАР ДЕА модел (Global Assurance Region - ГАР).

И-одстојање (Ivanović, 1977) представља мултиваријациону статистичку методу која интегрише већи број показатеља, са различитим мерним јединицама, у један синтетички показатељ (Jeremic et al., 2011). Карактеристика новодобијеног показатеља је да садржи максимум информација о посматраној појави, при чему се превазилази проблем дуплицитета информација. Такође, битно је истаћи да се методом И-одстојања може успешно решити проблем субјективности при дефинисању важности појединачних показатеља. Наиме, метода пружа могућност дефинисања тежинских коефицијента који су засновани на корелацијама између посматраних показатеља и добијене вредности И-одстојања (Dobrota et al., 2016). Основна идеја за инкорпорирање И-одстојања у ДЕА је да се имплементацијом реузорковања (*bootstrap*) у методи И-одстојања могу наћи доње и горње границе тежинских коефицијената, које су погодне за коришћење у ГАР ДЕА моделу. На тај начин се дефинише нови приступ за одређивање граница виртуелних тежина, чиме се значајно повећава корпус постојећих решења наведене проблематике.

Основни циљ докторске дисертације је да се предложи нови модел за мерење ефикасности који ће се заснивати на ДЕА методи, у којој ће се тежински коефицијенти дефинисати имплементацијом методе И-одстојања са реузорковањем. Предложени модел ће бити верификован кроз студије случаја у којима се упоређују профитно или непрофитно оријентисане организације. Један од циљева докторске дисертације је и да се истражи постојећа литература везана за методе мерења ефикасности и да се укаже на могућности примене, предности и недостатке истих. Биће урађен преглед најчешће коришћених параметарских и непараметарских метода и њихова компаративна анализа, при чему ће посебна пажња бити усмерена на ДЕА моделе за ограничавање тежина.

2.1.Списак изабраних референци

- [1] Abramowitz, M. and Stegun, I.A.. (1965). Handbook of Mathematical Functions. New York, Dover.
- [2] Adizes, I. (2010). On Effectiveness and Efficiency and Their Repercussions. Managerial Insights.
- [3] Afriat, S. N. (1972). Efficiency estimation of production functions. International Economic Review, 568-598.
- [4] Aigner, D. J., & Chu, S. F. (1968). On estimating the industry production function. The American Economic Review, 58(4), 826-839.
- [5] Aigner, D., Lovell, C. K., & Schmidt, P. (1977). Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. Journal of Econometrics, 6(1), 21-37.
- [6] Andersen, P., & Petersen, N. C. (1993). A procedure for ranking efficient units in data envelopment analysis. Management science, 39(10), 1261-1264.
- [7] Asmild, M., & Matthews, K. (2012). Multi-directional efficiency analysis of efficiency patterns in Chinese banks 1997–2008. European Journal of Operational Research, 219(2), 434-441.
- [8] Asmild, M., & Zhu, M. (2016). Controlling for the use of extreme weights in bank efficiency assessments during the financial crisis. European Journal of Operational Research, 251(3), 999-1015.

- [9] Athanassopoulos, A. D., & Curram, S. P. (1996). A comparison of data envelopment analysis and artificial neural networks as tools for assessing the efficiency of decision making units. *Journal of the Operational Research Society*, 47(8), 1000-1016.
- [10] Azadeh, A., Ghaderi, S. F., Omrani, H., & Eivazy, H. (2009). An integrated DEA–COLS–SFA algorithm for optimization and policy making of electricity distribution units. *Energy Policy*, 37(7), 2605-2618.
- [11] Banerjee, B. (2012). Banking sector efficiency in new EU member states: a survey. *Banka Slovenije*.
- [12] Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- [13] Barros, C. P., Chen, Z., Liang, Q. B., & Peypoch, N. (2011). Technical efficiency in the Chinese banking sector. *Economic Modelling*, 28(5), 2083-2089.
- [14] Barros, C. P., & Wanke, P. (2014). Insurance companies in Mozambique: A two-stage DEA and neural networks on efficiency and capacity slacks. *Applied Economics*, 46(29), 3591-3600.
- [15] Berg, S. (2010). *Water utility benchmarking: Measurement, methodologies, and performance incentives*. Iwa Publishing.
- [16] Berger, A. N. (2007). International comparisons of banking efficiency. *Financial Markets, Institutions & Instruments*, 16(3), 119-144.
- [17] Berger, A. N., & Humphrey, D. B. (1997). Efficiency of financial institutions: International survey and directions for future research. *European journal of operational research*, 98(2), 175-212.
- [18] Berndt, E. R., & Christensen, L. R. (1973). The translog function and the substitution of equipment, structures, and labor in US manufacturing 1929-68. *Journal of econometrics*, 1(1), 81-113.
- [19] Bifulco, R., & Bretschneider, S. (2001). Estimating school efficiency: A comparison of methods using simulated data. *Economics of Education Review*, 20(5), 417-429.
- [20] Birch, M. W. (1964). The detection of partial association, I: The 2×2 case. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 313-324.
- [21] Birch, M. W. (1965). The detection of partial association, II: the general case. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 111-124.
- [22] Biswas, A., & Verma, S. (2013). Parametric Approach for Estimation of Technical Efficiency. *Int. J. Sci. Eng. Technol*, 2(10), 996-999.
- [23] Bogetoft, P., & Otto, L. (2010). *Benchmarking with Dea, Sfa, and R* (Vol. 157). Springer Science & Business Media.
- [24] Bulajic, M., Jeremic, V., Knezevic, S., & Zarkic-Joksimovic, N. (2013). A Statistical Approach to Evaluating Efficiency of Banks. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 26(4), 91-100.
- [25] Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- [26] Chirikos, T. N., & Sear, A. M. (2000). Measuring hospital efficiency: a comparison of two approaches. *Health Services Research*, 34(6), 1389-1408.
- [27] Coelli, T., & Perelman, S. (1999). A comparison of parametric and non-parametric distance functions: With application to European railways. *European journal of operational research*, 117(2), 326-339.
- [28] Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Routledge.

- [29] Cohen, J., Cohen, P., West, S.G., and Aiken, L.S. (2003). *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences* (3rd edition). Mahwah, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- [30] Cook, W. D., & Zhu, J. (2008). CAR-DEA: Context-dependent assurance regions in DEA. *Operations Research*, 56(1), 69-78.
- [31] Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to data envelopment analysis and its uses: with DEA-solver software and references*. Springer Science & Business Media.
- [32] Cubbin, J., & Tzanidakis, G. (1998). Regression versus data envelopment analysis for efficiency measurement: an application to the England and Wales regulated water industry. *Utilities Policy*, 7(2), 75-85.
- [33] Devaney, M., & Weber, W. L. (2002). Small-business lending and profit efficiency in commercial banking. *Journal of Financial Services Research*, 22(3), 225-246.
- [34] Dimitrov, S., & Sutton, W. (2010). Promoting symmetric weight selection in data envelopment analysis: A penalty function approach. *European Journal of Operational Research*, 200(1), 281-288.
- [35] Dobrota, M., Bulajic, M., Bornmann, L., & Jeremic, V. (2016). A new approach to the QS university ranking using the composite I-distance indicator: Uncertainty and sensitivity analyses. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 67(1), 200-211.
- [36] Dobrota, M., Jeremić, V., Bulajić, M., & Radojičić, Z. (2015). Uncertainty and sensitivity analyses of PISA efficiency: Distance based analysis approach. *Acta Polytech. Hungarica*, 12(3), 41-58.
- [37] Dolmatov, I. A., & Dvorkin, V. V. (2015). Parametric and Non-Parametric Cost Efficiency Benchmarking of Water Utilities in Russia. *Higher School of Economics Research Paper No. WP BRP*, 42.
- [38] Drucker, P. F. (1995). *People and performance: The best of Peter Drucker on management*. Routledge.
- [39] Dyson, R. (2000). Performance measurement and data envelopment analysis. *OR Insight*, 13(4), 3-8.
- [40] Dyson, R. G., & Thanassoulis, E. (1988). Reducing weight flexibility in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 39(6), 563-576.
- [41] Efron, B. (1992). Bootstrap methods: another look at the jackknife. In *Breakthroughs in Statistics* (pp. 569-593). Springer New York.
- [42] Eling, M., & Luhn, M. (2010). Frontier efficiency methodologies to measure performance in the insurance industry: Overview, systematization, and recent developments. *The Geneva Papers on Risk and Insurance Issues and Practice*, 35(2), 217-265.
- [43] Emrouznejad, A., Parker, B. R., & Tavares, G. (2008). Evaluation of research in efficiency and productivity: A survey and analysis of the first 30 years of scholarly literature in DEA. *Socio-economic planning sciences*, 42(3), 151-157.
- [44] Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253-290.
- [45] Farsi, M., & Filippini, M. (2005). *An analysis of efficiency and productivity in Swiss hospitals*. Università della Svizzera italiana.
- [46] Ferrier, G. D., & Hirschberg, J. G. (1997). Bootstrapping confidence intervals for linear programming efficiency scores: With an illustration using Italian banking data. *Journal of Productivity Analysis*, 8(1), 19-33.

- [47] Fethi, M. D., & Pasiouras, F. (2010). Assessing bank efficiency and performance with operational research and artificial intelligence techniques: A survey. *European Journal of Operational Research*, 204(2), 189-198.
- [48] Fries, S., & Taci, A. (2005). Cost efficiency of banks in transition: Evidence from 289 banks in 15 post-communist countries. *Journal of Banking & Finance*, 29(1), 55-81.
- [49] Gabrielsen, A. (1975). On estimating efficient production functions. In Working Paper no. A-85. Chr. Michelsen Institute, Department of Humanities and Social Sciences Bergen, Norway.
- [50] Galagedera, D. U. (2014). Modeling risk concerns and returns preferences in performance appraisal: An application to global equity markets. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 33, 400-416.
- [51] Gonçalves, A. C., Almeida, R. M., Lins, M. P. E., & Samanez, C. P. (2013). Canonical correlation analysis in the definition of weight restrictions for data envelopment analysis. *Journal of Applied Statistics*, 40(5), 1032-1043.
- [52] Greene, W. H. (2008). The econometric approach to efficiency analysis. The measurement of productive efficiency and productivity growth, 92-250.
- [53] Herr, A. (2008). Cost and technical efficiency of German hospitals: does ownership matter?. *Health Economics*, 17(9), 1057-1071.
- [54] Hotelling, H. (1936). Relations between two sets of variates. *Biometrika*, 28(3/4), 321-377.
- [55] Hou, X., Wang, Q., & Zhang, Q. (2014). Market structure, risk taking, and the efficiency of Chinese commercial banks. *Emerging Markets Review*, 20, 75-88.
- [56] Husain, N., Abdullah, M., & Kuman, S. (2000). Evaluating public sector efficiency with data envelopment analysis (DEA): a case study in Road Transport Department, Selangor, Malaysia. *Total Quality Management*, 11(4-6), 830-836.
- [57] Irastorza, V. (2003). Benchmarking for distribution utilities: a problematic approach to defining efficiency. *The Electricity Journal*, 16(10), 30-38.
- [58] Ivan, I. C. (2015). Stochastic Frontiers. Case Study–Japanese Banking System. *Procedia Economics and Finance*, 27, 652-658.
- [59] Ivanović, B. (1977). Teorija klasifikacije, Institut za ekonomiku industrije, Beograd.
- [60] Jain, V., Kumar, A., Kumar, S., & Chandra, C. (2015). Weight restrictions in Data Envelopment Analysis: A comprehensive Genetic Algorithm based approach for incorporating value judgments. *Expert Systems with Applications*, 42(3), 1503-1512.
- [61] Jamasb, T., & Pollitt, M. (2003). International benchmarking and regulation: an application to European electricity distribution utilities. *Energy policy*, 31(15), 1609-1622.
- [62] Jayaraman, A. R., Srinivasan, M. R., & Jeremic, V. (2013). Empirical Analysis of Banks in India using DBA and DEA. *Management*, 18(69), 25-35.
- [63] Jeremić, V. (2012). Statistički model efikasnosti zasnovan na Ivanovićevom odstojanju, Doktorska disertacija, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- [64] Jeremic, V., Bulajic, M., Martic, M., & Radojicic, Z. (2011). A fresh approach to evaluating the academic ranking of world universities. *Scientometrics*, 87(3), 587-596.
- [65] Jeremic, V., Bulajic, M., Martic, M., Markovic, A., Savic, G., Jeremic, D., & Radojicic, Z. (2012). An Evaluation of European Countries' Health Systems through Distance Based Analysis. *Hippokratia*, 16(2), 170-174.
- [66] Joro, T. (1998). Models for identifying target units in Data Envelopment Analysis: comparison and extension: IIASA

- [67] Kao, C., & Liu, S. T. (2014). Multi-period efficiency measurement in data envelopment analysis: The case of Taiwanese commercial banks. *Omega*, 47, 90-98.
- [68] Kao, H. Y., Chang, T. K., & Chang, Y. C. (2013). Classification of hospital web security efficiency using data envelopment analysis and support vector machine. *Mathematical Problems in Engineering*, 2013.
- [69] Khalili, M., Camanho, A. S., Portela, M. C. A. S., & Alirezaee, M. R. (2010). The measurement of relative efficiency using data envelopment analysis with assurance regions that link inputs and outputs. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 761-770.
- [70] Khalili-Damghani, K., Tavana, M., & Santos-Arteaga, F. J. (2016). A comprehensive fuzzy DEA model for emerging market assessment and selection decisions. *Applied Soft Computing*, 38, 676-702.
- [71] Koopmans, T. C. (1951). *Activity analysis of production and allocation* (No. 13). New York: Wiley.
- [72] Kumar, S., & Gulati, R. (2013). *Deregulation and efficiency of Indian banks*. Springer.
- [73] Kumbhakar, S. C., & Lovell, C. K. (2003). *Stochastic frontier analysis*. Cambridge University Press.
- [74] Li, Y., Liang, L., Chen, Y., & Morita, H. (2008). Models for measuring and benchmarking Olympics achievements. *Omega*, 36(6), 933-940.
- [75] Limam, I. (2001, July). A comparative study of GCC banks technical efficiency. *Economic Research Forum*.
- [76] Liu, J. S., Lu, L. Y., & Lu, W. M. (2016). Research fronts in data envelopment analysis. *Omega*, 58, 33-45.
- [77] Mamatzakis, E., Staikouras, C., & Koutsomanoli-Filippaki, A. (2008). Bank efficiency in the new European Union member states: Is there convergence?. *International Review of Financial Analysis*, 17(5), 1156-1172.
- [78] Marklund, P. O., & Samakovlis, E. (2007). What is driving the EU burden-sharing agreement: Efficiency or equity?. *Journal of Environmental Management*, 85(2), 317-329.
- [79] Martić, M. (1999). *Analiza obavijenih podataka sa primerima*, Doktorska disertacija, Fakultet Organizacionih Nauka, Univerzitet u Beogradu, Beograd
- [80] Martić, M., & Savić, G. (2001). An application of DEA for comparative analysis and ranking of regions in Serbia with regards to social-economic development. *European Journal of Operational Research*, 132(2), 343-356.
- [81] Mecit, E. D., & Alp, I. (2013). A new proposed model of restricted data envelopment analysis by correlation coefficients. *Applied Mathematical Modelling*, 37(5), 3407-3425.
- [82] Meeusen, W., & Van den Broeck, J. (1977). Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. *International economic review*, 435-444.
- [83] Mitrović, Z., Vujošević, M., & Savić, G. (2016). Data Envelopment Analysis for Evaluating Serbia's Health Care System. *Management*, 20(75), 39-46.
- [84] Mladenović, Z., & Petrović, P. (2007). *Uvod u ekonometriju*. Centar za izdavačku delatnost Ekonomskog fakulteta.
- [85] Moradi-Motlagh, A., & Saleh, A. S. (2014). Re-Examining the Technical Efficiency of Australian Banks: A Bootstrap DEA Approach. *Australian Economic Papers*, 53(1-2), 112-128.
- [86] Moreno, P., & Lozano, S. (2016). Super SBI Dynamic Network DEA approach to measuring efficiency in the provision of public services. *International Transactions in Operational Research*.

- [87] Mortimer, D., & Peacock, S. (2002). Hospital efficiency measurement: simple ratios vs frontier methods. Centre for Health Program Evaluation.
- [88] Nazarko, J., & Šaparauskas, J. (2014). Application of DEA method in efficiency evaluation of public higher education institutions. *Technological and Economic development of Economy*, 20(1), 25-44.
- [89] Paradi, J. C., & Zhu, H. (2013). A survey on bank branch efficiency and performance research with data envelopment analysis. *Omega*, 41(1), 61-79.
- [90] Paul, S., & Kourouche, K. (2008). Regulatory policy and the efficiency of the banking sector in Australia. *Australian economic review*, 41(3), 260-271.
- [91] Porcelli, F. (2009). Measurement of Technical Efficiency. A brief survey on parametric and non-parametric techniques. University of Warwick, 11.
- [92] Puri, J., & Yadav, S. P. (2015). Intuitionistic fuzzy data envelopment analysis: an application to the banking sector in India. *Expert Systems with Applications*, 42(11), 4982-4998.
- [93] Radojicic, Z., & Jeremic, V. (2012). Quantity or quality: What matters more in ranking higher education institutions. *Current science*, 103(2), 158-162.
- [94] Radojičić, Z., Stefanović, T., & Vukmirović, D. (1998). Rangiranje preduzeća metodom Ivanovićevog odstojanja. *Analiza grupisanja IV, SZS, Kosmaj*.
- [95] Radovanović, S., Radojičić, M., Jeremić, V., & Savić, G. (2013). A novel approach in evaluating efficiency of basketball players. *Management*, 18(67), 37-45.
- [96] Rahnavard, K. A., & Mashayekhi, S. (2014). An investigation of technical efficiency in the industrial fattening calves farms of Marakazi province. *Animal Science Journal*, 101, 79-90.
- [97] Ray, S. C., & Das, A. (2010). Distribution of cost and profit efficiency: Evidence from Indian banking. *European Journal of Operational Research*, 201(1), 297-307.
- [98] Richmond, J. (1974). Estimating the efficiency of production. *International economic review*, 15, 515-521.
- [99] Roboredo, M. C., Aizemberg, L., & Meza, L. A. (2015). The DEA game cross efficiency model applied to the Brazilian football championship. *Procedia Computer Science*, 55, 758-763.
- [100] Roll, Y., Cook, W. D., & Golany, B. (1991). Controlling factor weights in data envelopment analysis. *IIE transactions*, 23(1), 2-9.
- [101] Rosko, M. D., & Chilingerian, J. A. (1999). Estimating hospital inefficiency: does case mix matter?. *Journal of Medical Systems*, 23(1), 57-71.
- [102] Ruiz, J. L., Segura, J. V., & Sirvent, I. (2015). Benchmarking and target setting with expert preferences: An application to the evaluation of educational performance of Spanish universities. *European Journal of Operational Research*, 242(2), 594-605.
- [103] Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
- [104] Sarafidis, V. (2002). An assessment of comparative efficiency measurement techniques. *Europe Economics*, (16).
- [105] Sarrico, C. S., & Dyson, R. G. (2004). Restricting virtual weights in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 159(1), 17-34.
- [106] Savić G. (2012). Komparativna analiza efikasnosti u finansijskom sektoru, Doktorska disertacija, Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu, Beograd.
- [107] Savic, G., Radosavljevic, M., & Ilievski, D. (2012). DEA Window Analysis Approach for Measuring the Efficiency of Serbian Banks Based on Panel Data. *Management*, 17(65), 5-14.

- [108] Seifert, L. M., & Zhu, J. (1998). Identifying excesses and deficits in Chinese industrial productivity (1953–1990): a weighted data envelopment analysis approach. *Omega*, 26(2), 279-296.
- [109] Shang, J., & Sueyoshi, T. (1995). A unified framework for the selection of a flexible manufacturing system. *European Journal of Operational Research*, 85(2), 297-315.
- [110] Shephard, R. W. (1953). *Cost and Production Functions*. Princeton University Press.
- [111] Shephard, R. W. (1970). *Theory of Cost and Production Functions*. Princeton University Press.
- [112] Sinha, R. P. (2015). A Dynamic DEA Model for Indian Life Insurance Companies. *Global Business Review*, 16(2), 258-269.
- [113] Smith, A. S. J. (2008). International Benchmarking of Network Rail's Maintenance and Renewal Costs: An Econometric Study Based on the LICB Dataset (1996-2006). Report for the Office of Rail Regulation.
- [114] Soper, D.S. (2013). A-priori Sample Size Calculator for Multiple Regression [Software]. Available from <http://www.danielsoper.com/statcalc>
- [115] Staub, R. B., Souza, G. D. S., & Tabak, B. M. (2010). Evolution of bank efficiency in Brazil: A DEA approach. *European journal of operational research*, 202(1), 204-213.
- [116] Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2012). *Using Multivariate Statistics: International Edition*. Pearson.
- [117] Takamura, Y., & Tone, K. (2003). A comparative site evaluation study for relocating Japanese government agencies out of Tokyo. *Socio-Economic Planning Sciences*, 37(2), 85-102.
- [118] Taylor, W. M., Thompson, R. G., Thrall, R. M., & Dharmapala, P. S. (1997). DEA/AR efficiency and profitability of Mexican banks a total income model. *European Journal of Operational Research*, 98(2), 346-363.
- [119] Thanassoulis, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis*. Massachusettes: Kluwer Academic Publishers.
- [120] Thanassoulis, E., & Emrouznejad, A. (1998). *Warwick Windows DEA user's guide*. Warwick, Warwick Business School.
- [121] Thanassoulis, E., Boussofiane, A., & Dyson, R. G. (1995). Exploring output quality targets in the provision of perinatal care in England using data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 80(3), 588-607.
- [122] Thompson, R. G., Langemeier, L. N., Lee, C. T., Lee, E., & Thrall, R. M. (1990). The role of multiplier bounds in efficiency analysis with application to Kansas farming. *Journal of econometrics*, 46(1-2), 93-108.
- [123] Thompson, R. G., Singleton Jr, F. D., Thrall, R. M., & Smith, B. A. (1986). Comparative site evaluations for locating a high-energy physics lab in Texas. *Interfaces*, 16(6), 35-49.
- [124] Titko, J., & Jureviciene, D. (2014). DEA Application at Cross-Country Benchmarking: Latvian vs Lithuanian banking sector. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 110, 1124-1135.
- [125] Toloo, M., & Tichý, T. (2015). Two alternative approaches for selecting performance measures in data envelopment analysis. *Measurement*, 65, 29-40.
- [126] Tsang, S. S., & Chen, Y. F. (2013). Facilitating benchmarking with strategic grouping and data envelopment analysis: the case of international tourist hotels in Taiwan. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, 18(5), 518-533.

- [127] Varesi, L. (2015). Measuring Banking Efficiency during Crisis Period Using Data Envelopment Analysis: Western Balkan Countries Case. *Academic Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(1), 261.
- [128] Vitaliano, D. F., & Toren, M. (1996). Hospital cost and efficiency in a regime of stringent regulation. *Eastern Economic Journal*, 22(2), 161-175.
- [129] Wagstaff, A., & Lopez, G. (1996). Hospital costs in Catalonia: a stochastic frontier analysis. *Applied Economics Letters*, 3(7), 471-474.
- [130] Winsten, C. B. (1957). Discussion on Mr. Farrell's paper. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120, 282-284.
- [131] Wolszczak-Derlacz, J. (2016). Assessment of TFP in European and American higher education institutions—application of Malmquist indices. *Technological and Economic Development of Economy*, 1-22.
- [132] Wong, Y. H., & Beasley, J. E. (1990). Restricting weight flexibility in data envelopment analysis. *Journal of the Operational Research Society*, 41(9), 829-835.
- [133] Worthington, A. C. (2004). Frontier efficiency measurement in health care: a review of empirical techniques and selected applications. *Medical care research and review*, 61(2), 135-170.
- [134] Worthington, A. C. (2014). A review of frontier approaches to efficiency and productivity measurement in urban water utilities. *Urban Water Journal*, 11(1), 55-73.
- [135] Xu, S. (2012, September). Study on the Logistics Efficiency of Three Northeast Provinces Based on Three-Stage DEA. In *International Conference on Information Computing and Applications* (pp. 810-819). Springer Berlin Heidelberg.
- [136] Yang, C., & Liu, H. M. (2012). Managerial efficiency in Taiwan bank branches: A network DEA. *Economic Modelling*, 29(2), 450-461.
- [137] Yildirim, S. H., & Philippatos, G. C. (2007). Efficiency of banks: recent evidence from the transition economies of Europe, 1993–2000. *European Journal of Finance*, 13(2), 123-143.
- [138] Yong, K., & Harris, A. H. (1999). Efficiency of hospitals in Victoria under casemix funding: a stochastic frontier approach. *Centre for Health Program Evaluation*.
- [139] Yu, M. M. (2012). An integration of the multi-component DEA and GAR models to the measurement of hotel performance. *Current Issues in Tourism*, 15(5), 461-476.
- [140] Yu, Y., & Wang, E. (2012). Analysis of agriculture insurance technical efficiency based on COLS approach for rice farmers in Liaoning province. *INCSSSM12* (pp. 419-421). IEEE.
- [141] Zhu, J. (1996). DEA/AR analysis of the 1988–1989 performance of the Nanjing Textiles Corporation. *Annals of Operations Research*, 66(5), 311-335.
- [142] Zuckerman, S., Hadley, J., & Iezzoni, L. (1994). Measuring hospital efficiency with frontier cost functions. *Journal of health economics*, 13(3), 255-280.

3. Полазне хипотезе

На основу анализе доступне литературе и постављеног предмета и циља истраживања може се поставити општа хипотеза као и посебне хипотезе докторске дисертације, које ће у раду бити потврђене или оповргнуте.

Општа хипотеза:

- Могуће је развити модел за мерење ефикасности, који ће инкорпорирати резултате методе И-одстојања у ДЕА моделе.

Посебне хипотезе:

- Комбиновањем методе И-одстојања и методе поновног узорковања могу се наћи доње и горње границе тежинских коефицијената, које су погодне за коришћење у ГАР ДЕА моделу;
- Заједничким коришћењем методе И-одстојања и ДЕА методе превазилазе се недостаци који се јављају уколико се користе класични ДЕА модели за мерење ефикасности;
- Предложени метод могуће је применити за мерење ефикасности различитих врста организационих система.

4. Научне методе истраживања

Да би се успешно реализовала идеја истраживања и потврдиле (или оповргле) постављене хипотезе, у раду ће бити коришћен основни метод истраживања који се базира на прикупљању, анализи и класификацији постојеће литературе и теоријских и експерименталних резултата. Кроз анализу постојећих решења, биће истакнута потреба за развојем оригиналног модела за оцену ефикасности заснованог на интеграцији Ивановићевог одстојања и Анализе обавијања података.

У раду ће бити примењене следеће опште методе: методе дескриптивне анализе, методе индукције-дедукције, методе компаративне анализе, аналитичке и статистичке методе (методе мултиваријационе анализе, корелациона анализа, реузорковање). Поред општих метода истраживања, користиће се и посебне методе које произилазе из специфично постављеног предмета и циља истраживања: ДЕА метода и метода И-одстојања. Могућност примене предложене методологије биће приказана на реалном примеру, уз употребу савремених софтвера.

5. Очекивани научни допринос

Допринос који се жели остварити овом докторском дисертацијом се огледа у систематизацији постојећег знања у области и дефинисању оригиналног методолошког оквира који се базира на унапређењу ДЕА методе методом И-одстојања, а који ће бити потврђен кроз тестирање на реалним примерима. Сходно томе, као очекивани резултати овог рада могу се навести:

- Целовит приказ проблематике мерења ефикасности организационих система и модела који се примењују;
- Компаративна анализа ДЕА методе и осталих метода за мерење ефикасности, уз критички осврт на досадашње резултате истраживања;
- Детаљан преглед досадашњих комбиновања ДЕА са другим методама у циљу ограничавања тежина;
- Развој методолошког оквира који представља унапређење ДЕА методе коришћењем методе И-одстојања;
- Имплементација предложеног модела на оцењивање ефикасности у профитно и непрофитно оријентисаним организацијама, чиме се истиче универзалност предложеног модела;
- Верификација добијених резултата кроз практичну примену модела и публикавање научних и стручних радова.

6. План истраживања и структура рада

Избор положених испита на докторским студијама био је у циљу стицања знања и упознавању метода које су неопходне за рад на предложеној теми. Значајна пажња је посвећена изучавању конкретне проблематике везане за мерење ефикасности организационих система. Посебан осврт рада обухвата ДЕА методу, која је разматрана у правцу решавања недостатака који се јављају при коришћењу те методе за мерење ефикасности ентитета. Пажња ће такође бити посвећена методи И-одстојања и њеној примени на бројне истраживачке проблеме.

Оквирна структура дисертације биће конципирана, тако, да ће у уводном делу бити дефинисани предмет и проблем истраживања, циљеви истраживања, хипотезе и методе истраживања. У другом поглављу ће се дефинисати појам ефикасности, разлози за мерење ефикасности, као и проблематика везана за мерење ефикасности организационих система. Треће поглавље ће представљати преглед параметарских метода које се користе за мерење ефикасности. Сама ДЕА метода, као њена теоријска основа и модели, биће приказана у четвртном поглављу. У истом поглављу ће се разматрати и концепт ограничавања тежина у ДЕА методи. Пето поглавље објашњава методу И-одстојања док, шесто поглавље чини суштину рада јер ће ту бити приказана процедура којом се метода И-одстојања комбинује са ДЕА методом у циљу ограничавања тежинских коефицијената. У седмом поглављу ће бити приказане студије случаја кроз које је тестиран предложени модел за мерење ефикасности. Осмо поглавље ће, поред закључних разматрања која се односе на научни допринос рада, садржати и могуће правце даљих истраживања. На крају рада биће дат списак коришћене литературе.

Оквирни садржај докторске дисертације је дат у наставку.

1. Увод

- 1.1 Предмет и циљ истраживања
- 1.2 Полазне хипотезе
- 1.3 Очекивани резултати, научни и стручни доприноси
- 1.4 Методе истраживања

2. Концепт ефикасности

- 2.1. Разлози за мерење ефикасности
- 2.2. Мере ефикасности

3. Параметарске технике за мерење ефикасности

- 3.1 Коригована линеарна регресија методом најмањих квадрата
- 3.2 Анализа стохастичких граница - СФА

4. Анализа обавијања података - ДЕА

- 4.1 Појам, порекло, развој и примена ДЕА методе
- 4.2 Основни ДЕА модели
- 4.3 Имплементација ДЕА методе
- 4.4 Предности и недостаци ДЕА методе
- 4.5 Ограничавање тежина у ДЕА методи

5. Ивановићево одстојање – И-одстојање

6. Ограничавање тежина у ДЕА уз помоћ И-одстојања

7. Емпиријска студија

- 7.1 Опис и анализа проблема истраживања
- 7.2 Примена основних ДЕА модела
- 7.3 Примена ДЕА методе интегрисане са И-одстојањем
- 7.4 Компарација резултата

8. Закључак

9. Литература

7. Закључак и предлог

Из изложеног се може закључити да кандидат Милан Радојичић поседује неопходна знања за успешан рад на докторској дисертацији и испуњава све услове, предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Факултета, за одобрење израде докторске дисертације под насловом „Модел за оцену ефикасности заснован на интеграцији Ивановићевог одстојања и Анализе обавијања података“. Предложена тема спада у научна подручја која се развијају на Факултету организационих наука. Тема докторске дисертације по предмету истраживања, садржају и очекиваним доприносима представља значајно подручје истраживања, како са теоријског, тако и са аспекта примене у пракси, у области Техничких наука, уже научне области Операциона истраживања.

Комисија је констатовала да кандидат Милан Радојичић испуњава формалне услове и поседује све потребне квалификације за одобравање израде докторске дисертације на предложеној теми.

На основу изнетог, Комисија за оцену испуњености услова кандидата и научне заснованости теме докторске дисертације предлаже Наставно-научном већу Факултета организационих наука да кандидату Милану Радојичићу одобри израду дисертације под називом:

„Модел за оцену ефикасности заснован на интеграцији Ивановићевог одстојања и Анализе обавијања података“

и да се за ментора именује др Вељко Јерemiћ, доцент Факултета организационих наука, а за коментора др Гордана Савић, доцент Факултета организационих наука.

У Београду, 08.03.2017.

Чланови Комисије

др Вељко Јерemiћ, доцент - ментор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

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

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

Проф. др Александар Марковић, редовни професор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Наташа Бојковић, ванредни професор
Универзитета у Београду, Саобраћајни факултет