

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Милице Маричић за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа ФОН-а бр. 3/19-5 од **23.02.2018.** године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Милице Маричић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Развој методологије за формирање и евалуацију композитних индикатора“**

На основу материјала приложеног уз захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Милица Маричић рођена је 21.08.1991. године у Београду, Република Србија. Основну школу „Владислав Рибникар“ је завршила у Београду, а потом Трећу београдску гимназију, природно-математички смер, као носилац Вукове дипломе.

Школске 2010/11 године уписала је основне академске студије на Факултету организационих наука у Београду, студијски програм Менаџмент и организација, студијска група Менаџмент. У септембру 2014. године је дипломирала са дипломским радом на Катедри за операциона истраживања и статистику. Током основних академских студија је остварила просечну оцену 9.53 (девет, 53/100).

Школске 2014/15 године уписала је мастер академске студије на Факултету организационих наука, студијски програм Пословна аналитика, модул Пословна статистика. У октобру 2015. године је одбранила завршни мастер рад са оценом 10. Током ових мастер академских студија је остварила просечну оцену 10.00.

Школске 2014/15 године, уписала је мастер академске студије на Универзитету у Београду, студијски програм Рачунарство у друштвеним наукама који је резултат Tempus пројекта INCOMING. У новембру 2016. године одбранила је завршни мастер рад са оценом 10. Током ових мастер студија је остварила просечну оцену 9.85 (девет, 85/100).

Школске 2015/16 године уписала је мастер академске студије на Факултету организационих наука, студијски програм Менаџмент и организација, модул Маркетинг инжењеринг и комуникације. У октобру 2017. године је одбранила завршни мастер рад са оценом 10. Током ових мастер академских студија је остварила просечну оцену 9.33 (девет, 33/100).

Током основних и мастер академских студија обавезну стручну праксу је реализовала на Факултету организационих наука, на Катедри за операциона истраживања и статистику, у Лабораторији за Статистику.

Милица Маричић је од јануара 2015. до новембра 2016. године радила на Факултету организационих наука као сарадник у настави ван радног односа и као демонстратор за ужу научну област Рачунарска статистика. Од децембра 2016. до децембра 2017. године је била запослена као сарадник у настави за исту научну област. У звање асистента је изабрана у децембру 2017. године. Током посматраног периода, учествује у настави на предметима које изводи Лабораторија за статистику. На основним академским студијама (ОАС): Теорија вероватноће (обавезни предмет II год.), Статистика (обавезни предмет II год.), Економетријске методе (алтернативни предмет III год.), Биостатистика (изборни предмет IV год.) и Статистика у менаџменту (изборни предмет IV год.). На мастер академским студијама (МАС): Статистика у менаџменту – изабрана поглавља (изборни предмет) и Биостатистика и телемедицина (изборни предмет).

Приликом евалуације од стране студената њен педагошки рад је вреднован високим оценама о чему постоји писана евиденција на Факултету организационих наука. Резултати вредновања су доступни уз посредство Проректора за наставу. Добитник је награде за најбоље оцењене сараднике на Факултету организационих наука у летњем семестру школске 2016/17 године о чему такође постоји писана евиденција.

Учествује на научно-истраживачком пројекту Министарства науке, просвете и технолошког развоја “Инфраструктура за електронски подржано учење у Србији” (број пројекта: 47003). Такође, учествовала је у процесу међународне акредитације Факултета организационих наука током 2017. године.

Милица Маричић се стручно усавршавала на летњој школи Radboud Универзитета у Најмегену, у Холандији, током 2017. године, где је похађала курс “How to become an excellent lecturer?”.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

Милица Маричић је у новембру 2015. године уписала докторске академске студије на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент, изборно подручје – Квантитативни менаџмент. Положила је свих девет испита предвиђених планом студијског програма:

Предмет	Оцена	ЕСПБ
Статистика у менаџменту	10	10
Мултиваријациона анализа	10	10
Квантитативни модели и методе у менаџменту	10	10
Маркетинг информациони системи	10	10
Одлучивање – одабрана поглавља	10	10
Наука о менаџменту	10	10
Методологија научно-истраживачког рада	10	10
Маркетинг и управљање односима са купцима	10	10
Нови трендови у операционим истраживањима	10	10

Кандидат је дана 30.03.2018. године одбранила приступни рад под називом „Прилог развоју методолошког оквира за формирање и евалуацију композитних индикатора“ и остварила 30 ЕСПБ.

Списак објављених радова:

Милица Маричић је, у сарадњи са другим ауторима, објавила више научних радова у међународним и домаћим часописима, као и у зборницима радова са међународних конференција и у зборнику радова домаће конференције.

Поглавље у монографији међународног значаја (M13)

1. **Maricic, M.**, Bulajic, M., & Vasiljevic, M. (2017). The Rule of Law Index: Is It Really Impartial? A Twofold Multivariate I-Distance Approach. In Jeremic, V., Radojicic, Z., & Dobrota, M. (Eds.), *Emerging Trends in the Development and Application of Composite Indicators*, 200-222. Hershey, PA, ISBN-13: 9781522507147, doi: 10.4018/978-1-5225-0714-7.ch009. (M13)

Рађ објављен у часопису међународног значаја (M20)

2. **Maricic, M.**, & Kostic-Stankovic, M. (2016). Towards an impartial Responsible Competitiveness Index: a twofold multivariate I-distance approach. *Quality & Quantity*, 50(1), 103-120. doi: 10.1007/s11135-014-0139-z. ISSN: 0033-5177. IF (2016): 1.094 (M22)
3. Zornic, N., Bornmann, L., **Maricic, M.**, Markovic, A., Martic, M., & Jeremic, V. (2015). Ranking institutions within a university based on their scientific performance: A percentile-based approach. *El Profesional de la informacion*, 24(5), 551-566. doi: 10.3145/epi.2015.sep.05. ISSN: 1386-3710. IF (2015): 0.710 (M22)
4. **Maričić, M.**, Zornić, N., Pilčević, I., & Dačić-Pilčević, A. (2017). ARWU vs. Alternative ARWU Ranking: What are the Consequences for Lower Ranked Universities?. *Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*, 22(1), 1-14. doi: 10.7595/management.fon.2017.0002 (M24)

Рађ објављен на међународном скупу (M30)

5. **Maričić, M.** (2017). Performance analysis, prediction, and weighting coefficients assignment: a literature review. *44th International Symposium on Operational Research SYM-OP-IS 2017*, September 25-28, Zlatibor, Serbia, 48-53. ISBN: 978-86-7488-135-4. (M33)
6. Jeremic, V., **Maricic, M.**, & Bulajic, M. (2017). The fusion of PCA and CIDI methodology: The creation of the ARWU-THE-QS university ranking index, *61st ISI World Statistics Congress*. July 16-21, Marrakech, Morocco. In press. (M33)
7. Bulajic, M., Kragulj, D., **Maricic, M.**, Horvat, A., & Dobrota, M. (2017). Is there intercontinental difference in the indicators of urban sustainability? The case of Sustainable Cities Index, *23rd International Scientific Conference on Economic and Social Development*. September 15-16, Madrid, Spain, 460-469. ISSN: 1849-689x. (M33)
8. **Maricic, M.**, Zornic, N., & Jeremic, V. (2017). Ranking European universities based on their level of internationalization: The European University-Internationalization Index. *9th International Conference on Education and New Learning Technologies*, July 03-05, Barcelona, Spain, 8004-8014. ISBN: 978-84-697-3777-4, ISSN: 2340-1117, doi: 10.21125/edulearn.2017.0474. (M33)
9. **Maricic, M.**, Djokovic, A., & Jeremic, V. (2016). Gender bias in student assessment of teaching performance, *Central European Conference on Information and Intelligent*

Systems. September 21-23, Varaždin, Croatia, 137-143. ISSN: 1847-2001 (Print), ISSN: 1848-2295 (Online). (M33)

10. **Maričić, M.**, Bulajić, M., & Dobrota, M. (2016). The alteration of U21 ranking methodology: from expert-driven to data-driven weighting scheme. *SYMORG 2016 Conference*, June 10-13, Zlatibor, Serbia, 83-90. ISBN: 978-86-7680-326-2. (M33)
11. **Maricic, M.**, Zornic, N., & Jeremic, V. (2016). Ranking European universities based on their level of collaboration with the Industry: The University-Industry Research Connections Index. *8th International Conference on Education and New Learning Technologies*, July 04-06, Barcelona, Spain, 6095-6105. ISBN: 978-84-608-8860-4, ISSN: 2340-1117, doi: 10.21125/edulearn.2016.0306. (M33)

Раđ објављен у часопису међународног значаја (M50)

12. **Maricic, M.**, Bulajic, M., Dobrota, M., & Jeremic, V. (2016). Redesigning The Global Food Security Index: A Multivariate Composite I-Distance Indicator Approach. *International Journal of Food and Agricultural Economics*, 4(1), 69-86. ISSN: 2147-8988. E-ISSN: 2149-3766. (M53)
13. **Maričić, M.**, Dobrota, M., & Bulajić, M. (2016). University Ranking in the Field of Business and Management: The Stability Issues. *International Scientific Journal: Science. Business. Society*, 1(1), 10-13. ISSN: 2367-8380. (M53)
14. **Maričić, M.**, Bulajić, M., Radojičić, Z., & Jeremić, V. (2016). Multivariate approach to imposing additional constraints to the Benefit-of-the-Doubt model: The case of QS World University Rankings by Subject, *Croatian Review of Economic, Business and Social Statistics*, 2(1), 1-14. ISSN: 1849-9872, doi:10.1515/crebss-2016-0005. (M53)
15. **Maricic, M.**, Bulajic, M., Martic, M., & Dobrota, M. (2015). Measuring the ICT development: the fusion of biased and objective approach, *Scientific Bulletin by "Mircea cel Batran" Naval Academy*, 18(2), 326-334. ISSN: 2392-8956. (M53)
16. **Maricic, M.**, Jankovic, M., & Jeremic, V. (2014). Towards a Framework for Evaluating Sustainable Society Index. *Romanian Statistical Review*, 62(3), 49-62. ISSN: 1844-7694. (M53)

Раđ објављен на националном научном скупу (M60)

17. **Maričić, M.**, Zornić, N., Dobrota, M., & Jeremić, V. (2016). Sensitivity analysis of Balkan universities on the URAP ranking list: Why is it important? *ECIN 2016: International Economics and Management Conference*, September 22, Belgrade, Serbia, 139-146. ISBN 978-86-7329-100-0. (M63)

Поред тога што је била међу ауторима научних радова, била је и рецензент за међународне часописе: i) *Quality & Quantity*, ii) *Current Science*, iii) *International Journal of Food and Agricultural Economics Management* и iv) *Management: Journal of Sustainable Business and Management Solutions in Emerging Economies*.

Кандидат Милица Маричић је активно учествовала у припреми и изради уџбеничке литературе за предмет који се изводи на Факултету организационих наука:

1. Булајић, М., Вукмировић, Д., Рadojičić, З., Јерemiћ, В., Ђоковић, А., Комарчевић, С., Доброта, М., Миленковић, Н., & **Маричић, М.** (2017). *Збирка решених задатака из Статистике*. Београд: Факултет организационих наука, ISBN: 978-86-7680-335-4.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Кандидат Милица Маричић је завршила основне студије и два програма на мастер академским студијама Факултета организационих наука, Универзитета у Београду. Такође, завршила је и мастер академске студије при Универзитету у Београду. На докторским студијама Факултета организационих наука положила је свих девет испита предвиђених планом и програмом студија и остварила је 120 ЕСПБ. Од завршетка основних студија, ангажована је на Факултету организационих наука у Београду, где је радила, као демонстратор и сарадник ван радног односа, онда као сарадник у настави, а сада као асистент за ужу научну област Рачунарска статистика. Ангажована је на предметима које реализује Лабораторија за статистику, која је део Катедре за операциона истраживања и статистику.

Узимајући у обзир резултате остварене током досадашњег образовања, резултате досадашњег истраживачког рада који су објављени у научним часописима и на научно-стручним конференцијама, као и радно искуство кандидата, сматрамо да кандидат **Милица Маричић** поседује потребно знање и искуство за израду докторске дисертације на тему „Развој методологије за формирање и евалуацију композитних индикатора“.

2. Предмет и циљ истраживања

Предмет истраживања докторске дисертације биће развој нове методе додељивања тежинских коефицијената, чиме би се унапредила методологија за формирање и евалуацију композитних индикатора.

Композитни индикатор се дефинише као агрегирани индекс који се састоји од појединачних пондерисаних индикатора који мере различите аспекте посматраног вишедимензионалног концепта [2,3]. С обзиром да композитни индикатори смањују димензионалност посматраног концепта, они омогућавају процену перформанси ентитета, евалуацију спроведених активности, као и једноставнију презентацију добијених резултата широј друштвеној заједници. Међутим, основно питање које се поставља је да ли је могуће и на који начин формирати један потпунији, глобални индекс „величине“ на основу вредности појединачних индикатора [4].

Значај композитних индикатора је препознат од стране Организације за економску сарадњу и развој (*Organisation for Economic Co-operation and Development* - ОЕЦД) и Заједничког истраживачког центра Европске Комисије (*Joint Research Center* - ЈРЦ), научно-истраживачког центра који је, између осталог, специјализован за креирање и евалуацију композитних индикатора. Ове две организације су заједно развиле методолошки оквир за формирање и евалуацију композитних индикатора у виду приручника [19]. Циљ приручника је да свим заинтересованим странама пружи водич за креирање, евалуацију и тумачење резултата композитних индикатора. Овај приручник је од изузетног значаја јер даје увид у различите начине на који се неки од недостатака композитних индикатора могу превазићи.

Иако имају велики број предности, композитни индикатори се суочавају са неколико методолошких проблема, при чему су најчешће навођени недостаци: (i) одабир методе додељивања тежинских коефицијената [20,36,57,141] и (ii) испитивање стабилности композитног индикатора у зависности од методолошких промена [48,99]. Наиме, показало се да шема тежинских коефицијената има значајан утицај на крајње вредности композитног индикатора и да ју је потребно одредити са пуно пажње [20,15]. Полазећи од схватања да су одређене методе додељивања тежинских коефицијената интуитивне, јер представљају став експерата о важности одређених индикатора, савремене методе додељивања тежинских коефицијената теже томе да умање утицај експерата. Из тог

разлога су креиране методе додељивања тежинских коефицијената које се заснивају на резултатима статистичких метода и метода оптимизације. Међутим, такве методе додељивања тежинских коефицијената у потпуности елиминишу експертско мишљење [17]. Такође, поставља се питање стабилности композитног индикатора који настаје применом такве шеме тежинских коефицијената [22,23]. То је корак из методолошког оквира за формирање и евалуацију композитних индикатора који творци композитних индикатора или не спроводе или не публикују добијене резултате.

Докторска дисертација ће покушати да превазиђе наведене недостатке креирањем нове методе додељивања тежинских коефицијената. Предложена метода ће се заснивати на математичком моделу који има за циљ да максимизује стабилност композитног индикатора, при чему су ограничења модела настала применом статистичких метода, уз учешће експертског мишљења приликом одређивања вредности одговарајућих параметара.

Од великог броја статистичких метода које се могу применити у циљу одређивања нових тежинских коефицијената, посебно се издваја метода Ивановићево одстојање (И-одстојање) [28]. Основна предност методе И-одстојања је њена способност да агрегира варијабле (индикаторе) у једну нумеричку вредност, а да им при томе не додељује тежинске коефицијенте [3]. Са друге стране, резултати И-одстојања се могу користити за одређивање тежинских коефицијената коришћењем методологије Композитног индикатора заснованог на И-одстојању (ЦИДИ) [2]. Приликом примене ЦИДИ методологије, као резултат се добија јединствена шема тежинских коефицијената [31]. Међутим, спровођењем методе реузорковања и понављања И-одстојања и ЦИДИ на различитим узорцима исте величине, може се добити горња и доња граница унутар које се може наћи сваки тежински коефицијент. Предности оваквог начина дефинисања ограничења унутар којих се могу наћи тежински коефицијенти ће бити приказане у докторској дисертацији.

Анализа неизвесности и анализа осетљивости се спроводе за испитивање стабилности композитног индикатора [23,98]. Што је осетљивост на методолошке промене мања, то је сигурност у стабилност посматраног композитног индикатора већа [2]. Наведене анализе се могу спровести за један или више фактора неизвесности [24]. За истраживање у докторској дисертацији је од кључног значаја испитивање неизвесности и осетљивости у зависности од шеме тежинских коефицијената. Истраживања су показала да се релативни доприноси могу користити и као улаз у анализу неизвесности [26,31]. У дисертацији ће релативни доприноси, тачније сума стандардних девијација релативних доприноса, бити коришћена као мера стабилности композитног индикатора. Показано је да већа стандардна девијација релативних доприноса доводи до већег степена осцилације рангова [27]. Формула по којој се дефинишу релативни доприноси је [100]:

$$v_{ir} = \frac{x_{ir} w_i}{\sum_{j=1}^k x_{jr} w_j}$$

где v_{ir} представља релативни допринос индикатора i укупној вредности композитног индикатора ентитета r , w_i тежински коефицијент додељен индикатору i , а x_{ir} је вредност индикатора i за ентитет r . Одавде следи да се може дефинисати нова променљива V_i коју чине релативни доприноси v_{ir} индикатора i за све посматране ентитете.

Метода додељивања тежинских коефицијената која ће се развијати у докторској дисертацији ће се базирати на математичком моделу, чија су ограничења одређена спровођењем И-одстојања и ЦИДИ са реузорковањем. Циљ математичког модела је да пронађе шему тежинских коефицијената која ће креирати најстабилнији композитни индикатор, узимајући у обзир дата ограничења. Стабилност композитног индикатора ће се мерити сумом стандардних девијација релативних доприноса индикатора који чине композитни индикатор [2,32]. Како већа стандардна девијација релативних доприноса доводи до већег степена осцилације рангова [27], циљ модела је да минимизира суму стандардних девијација релативних доприноса. Како би се пронашло оптимално решење, предлаже се примена метахеуристике унапређено распршено претраживање (*Enhanced Scatter Search* - eCC).

Основни циљ докторске дисертације је да се унапреди методологија за формирање и евалуацију композитних индикатора увођењем нове хибридне методе додељивања тежинских коефицијената која максимизује стабилност композитног индикатора. Предложена метода се заснива на математичком моделу базираном на релативним доприносима индикатора, чији је допустиви скуп решења дефинисан имплементацијом И-одстојања са реузорковањем. За решавање математичког модела предложена је метахеуристика унапређено распршено претраживање. Предложена метода би имала вишеструку примену: за анализу стабилности постојећих шема тежинских коефицијената, за генерисање нове шеме тежинских коефицијената, али и за редукцију броја индикатора који чине композитни индикатор.

2.1. Списак коришћених референци

Кандидат је приликом израде приступног рада користила 175 референци. Редни број референце у реферату одговара редном броју референце у списку коришћених референци.

1. Saltelli A. Composite Indicators between Analysis and Advocacy. *Soc Indic Res.* 2007 Jan 19;81(1):65–77.
2. Dobrota M. Statistički pristup formiranju kompozitnih indikatora zasnovan na Ivanovićevom odstojanju. *Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu*; 2015.
3. Jeremić V. Statistički model efikasnosti zasnovan na Ivanovićevom odstojanju. *Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu*; 2012.
4. Bulajić M. Geodemografski model tržišnog prostora Srbije. *Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu*; 2002.
5. Liu NC, Cheng Y. The Academic Ranking of World Universities. *High Educ Eur.* 2005 Jul;30(2):127–36.
6. Williams R, de Rassenfosse G, Jensen P, Marginson S. The determinants of quality national higher education systems. *J High Educ Policy Manag.* 2013 Dec 14;35(6):599–611.
7. Van de Kerk G, Manuel AR. A comprehensive index for a sustainable society: The SSI — the Sustainable Society Index. *Ecol Econ.* 2008 Jun;66(2–3):228–42.
8. Plantenga J, Remery C, Figueiredo H, Smith M. Towards a European Union Gender Equality Index. *J Eur Soc Policy.* 2009 Feb;19(1):19–33.
9. Castellani V, Sala S. Sustainable performance index for tourism policy development. *Tour Manag.* 2010 Dec;31(6):871–80.
10. Arcadis. Sustainable Cities Index [Internet]. 2018 [Приступљено 20 Октобра 2017]. Доступно на: <https://www.arcadis.com/en/global/our-perspectives/sustainable-cities-index-2016/>
11. WorldJusticeProject. Rule of Law Index [Internet]. Washington, D.C; 2016. Доступно

- на: https://worldjusticeproject.org/sites/default/files/documents/RoLI_Final-Digital_0.pdf
12. UNDP. Human Development Index [Internet]. 2016 [Приступљено 23 Октобра 2017].
Доступно на: <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-index-hdi>
 13. World Bank. Doing Business [Internet]. 2016 [Приступљено 25 Октобра 2017].
Доступно на: <http://www.doingbusiness.org>
 14. Lukman R, Krajnc D, Glavič P. University ranking using research, educational and environmental indicators. *J Clean Prod.* 2010 May;18(7):619–28.
 15. Saisana M, D’Hombres B, Saltelli A. Rickety numbers: Volatility of university rankings and policy implications. *Res Policy.* 2011;40(1):165–77.
 16. Bandura R. United Nations Development Programme: A Survey of Composite Indices Measuring Country Performance [Internet]. 2008 [Приступљено 10 Јануара 2018].
Доступно на: http://old.usc.ac.ir/IPPWebV1C035/TemplateFileFolder/10-8-2013/OriginalFolder/0a6e29c4-1fa6-4496-a362-000f0851d4fc_indices_2008_bandura.pdf
 17. Booysen F. An overview and evaluation of composite indices of development. *Soc Indic Res.* 2002;59(2):115–51.
 18. Nardo M, Saisana M, Saltelli A, Tarantola S. Tools for Composite Indicators Building. European Communities; 2005. 134 p.
 19. Nardo M, Saisana M, Saltelli A, Tarantola S, Hoffman A, Giovannini E. Handbook on constructing composite indicators [Internet]. OECD Statistics Working Papers. 2005. 108 p. Доступно на: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5lgmz9dkcdg4.pdf?expires=1471336777&id=id&accname=guest&checksum=158391DADFA324416BB9015F3E4109AF>
 20. Jeremic V, Bulajic M, Martic M, Radojicic Z. A fresh approach to evaluating the academic ranking of world universities. *Scientometrics.* 2011;87(3):587–96.
 21. Greco S, Ishizaka A, Tasiou M, Torrisi G. On the Methodological Framework of Composite Indices: A Review of the Issues of Weighting, Aggregation, and Robustness. *Soc Indic Res.* 2018;1–34.
 22. Grupp H, Schubert T. Review and new evidence on composite innovation indicators for evaluating national performance. *Res Policy.* 2010;39(1):67–78.
 23. Saltelli A, Ratto M, Andres T, Campolongo F, Cariboni J, Gatelli D, et al. Global Sensitivity Analysis. The Primer. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2007.
 24. Saltelli A, Chan K, Scott EM. Sensitivity Analysis. Wiley series in probability and statistics. 2000.
 25. Saisana M, D’Hombres B. Higher Education Rankings: Robustness Issues and Critical Assessment. How Much Confidence can we Have in Higher Education Rankings? [Internet]. Jrc. 2008. Доступно на: http://crell.jrc.ec.europa.eu/Publications/CRELL_Research_Papers/EUR23487.pdf
 26. Dobrota M, Dobrota M. ARWU ranking uncertainty and sensitivity: What if the award factor was Excluded? *J Assoc Inf Sci Technol.* 2016;67(2):480–2.
 27. Savic D, Jeremic V, Petrovic N. Rebuilding the Pillars of Sustainable Society Index: A Multivariate Post Hoc I-Distance Approach. *Probl Ekorozvoju – Probl Sustain Dev.* 2016;12(1):125–34.
 28. Ivanovic B. Teorija klasifikacije. Institut za ekonomiku industrije, Beograd; 1977.
 29. Maricic M, Kostic-Stankovic M. Towards an impartial Responsible Competitiveness Index: a twofold multivariate I-distance approach. *Qual Quant.* 2016;50(1):103–20.
 30. Maricic M, Bulajic M, Radojicic Z, Jeremic V. Multivariate approach to imposing additional constraints on the Benefit-of-the-Doubt model: The case of QS World University Rankings by Subject. *Croat Rev Econ Bus Soc Stat.* 2016;2(1):1–14.
 31. Dobrota M, Bulajic M, Bornmann L, Jeremic V. A new approach to the QS university ranking using the composite I-distance indicator: Uncertainty and sensitivity analyses. *J*

- Assoc Inf Sci Technol. 2016;67(1):200–11.
32. Dobrota M, Martić M, Bulajić M, Jeremić V. Two-phased composite I-distance indicator approach for evaluation of countries' information development. *Telecomm Policy*. 2015;39(5):406–20.
 33. Radojčić M, Savić G, Radovanović S, Jeremić V. A novel bootstrap dba-dea approach in evaluating efficiency of banks. *Nav Acad Sci Bull*. 2015;18(2):375–84.
 34. Vujošević M. Metode optimizacije u inženjerskom menadžmentu. Beograd: Akademija inženjerskih nauka Srbije, Odeljenje rudarskih i geoloških nauka : Fakultet organizacionih nauka; 2012. 161 p.
 35. Amado CAF, São José JMS, Santos SP. Measuring active ageing: A Data Envelopment Analysis approach. *Eur J Oper Res*. 2016;255:207–23.
 36. Becker W, Saisana M, Paruolo P, Vandecasteele I. Weights and importance in composite indicators: Closing the gap. *Ecol Indic*. 2017 Sep;80:12–22.
 37. Cherchye L, Moesen W, Rogge N, Van Puyenbroeck T, Saisana M, Saltelli A, et al. Creating composite indicators with DEA and robustness analysis: the case of the Technology Achievement Index. *J Oper Res Soc*. 2008 Feb 27;59(2):239–51.
 38. Glover F. Heuristics for integer programming using surrogate constraints. *Decis Sci*. 1977;8(1):156–66.
 39. Egea JA, Balsa-Canto E, García M-SG, Banga JR. Dynamic Optimization of Nonlinear Processes with an Enhanced Scatter Search Method. *Ind Eng Chem Res*. 2009;48(9):4388–401.
 40. Murphy R, Weinhardt F. The Importance of Rank Position [Internet]. 2013. Доступно на: <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED545617.pdf>
 41. Gastil RD. The Determinants of Human Behavior. *Am Anthropol*. 1961 Dec;63(6):1281–91.
 42. Birkmann J. Risk and vulnerability indicators at different scales: Applicability, usefulness and policy implications. *Environ Hazards*. 2007;7(1):20–31.
 43. Castillo H, Pitfield DE. ELASTIC – A methodological framework for identifying and selecting sustainable transport indicators. *Transp Res Part D Transp Environ*. 2010 Jun;15(4):179–88.
 44. Singh RK, Murty HR, Gupta SK, Dikshit AK. An overview of sustainability assessment methodologies. *Ecol Indic*. 2012 Apr;15(1):281–99.
 45. Saisana M, Tarantola S. State-of-the-art report on current methodologies and practices for composite indicator development [Internet]. 2002. Доступно на: <http://bookshop.europa.eu/en/state-of-the-art-report-on-current-methodologies-and-practices-for-composite-indicator-development-pbEUNA20408/%2520>
 46. Egilmez G, Gumus S, Kucukvar M. Environmental sustainability benchmarking of the U.S. and Canada metropolises: An expert judgment-based multi-criteria decision making approach. *Cities*. 2015 Feb;42:31–41.
 47. Morse S, Fraser EDG. Making “dirty” nations look clean? The nation state and the problem of selecting and weighting indices as tools for measuring progress towards sustainability. *Geoforum*. 2005 Sep;36(5):625–40.
 48. Freudenberg M. Composite indicators of country performance: a critical assessment. *OECD Sci Technol Ind Work Pap* [Internet]. 2003;16:35. Доступно на: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5lgsjhvj7lbt.pdf?expires=1436619503&id=id&accname=guest&checksum=DA782FFA25365A66A8238E1D5106BE79>
 49. OECD. The OECD-JRC Handbook on Practices for Developing Composite Indicators. In 2004.
 50. Giampietro M, Mayumi K, Munda G. Integrated assessment and energy analysis: Quality assurance in multi-criteria analysis of sustainability. *Energy*. 2006 Jan;31(1):59–86.

51. Kovačić Z. Multivarijaciona analiza. Beograd: Ekonomski fakultet; 1992.
52. Jovanovic M, Jeremic V, Savic G, Bulajic M, Martic M. How does the normalization of data affect the ARWU ranking? *Scientometrics*. 2012;93(2):319–27.
53. Cherchye L, Moesen W, Rogge N, Puyenbroeck T Van. An introduction to “benefit of the doubt” composite indicators. *Social Indicators Research*. 2007;82(1):111–45.
54. Munda G. *Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; 2008.
55. Böhringer C, Jochem PEP. Measuring the immeasurable — A survey of sustainability indices. *Ecol Econ*. 2007 Jun;63(1):1–8.
56. Drewnowski J. Social indicators and welfare measurement: Remarks on methodology. *J Dev Stud*. 1972 Jan 23;8(3):77–90.
57. Decancq K, Lugo MA. Weights in Multidimensional Indices of Wellbeing: An Overview. *Econom Rev*. 2013;32(1):7–34.
58. Cox DR, Fitzpatrick R, Fletcher AE, Gore SM, Spiegelhalter DJ, Jones DR. Quality-of-Life Assessment: Can We Keep It Simple? *J R Stat Soc Ser A (Statistics Soc)*. 1992;155(3):353–93.
59. Rogge N. Undesirable specialization in the construction of composite policy indicators: The environmental performance index. *Ecol Indic*. 2012;23:143–54.
60. Giannetti BF, Bonilla SH, Silva CC, Almeida CMVB. The reliability of experts’ opinions in constructing a composite environmental index: The case of ESI 2005. *J Environ Manage*. 2009;90(8):2448–59.
61. Tabachnick B, Fidell L. *Using Multivariate Statistics*, 6th Edition. Pearson; 2013. 1024 p.
62. Ali ZM, Ibrahim NA, Mengersen K, Shitan M, Juahir H. Robust principal component analysis in water quality index development. In: *AIP Conference Proceedings*. 2014. p. 1091–7.
63. Maricic M, Bulajic M, Vasilijevic M. The Rule of Law Index: Is it really impartial? A Twofold Multivariate I-Distance Approach. In: Jeremic V, Radojicic Z, Dobrota M, editors. *Emerging Trends in the Development and Application of Composite Indicators*. 2016. p. 200–22.
64. Milenkovic MJ, Brajovic B, Milenkovic D, Vukmirovic D, Jeremic V. Beyond the equal-weight framework of the Networked Readiness Index: a multilevel I-distance methodology. *Inf Dev*. 2016 Sep 9;32(4):1120–36.
65. Maricic M, Bulajic M, Martic M, Dobrota M. Measuring the ict development: the fusion of biased and objective approach. *Nav Acad Sci Bull*. 2015;18(2):326–34.
66. Joro T, Viitala E-J. Weight-restricted DEA in action: from expert opinions to mathematical models. *J Oper Res Soc*. 2004 Aug 21;55(8):814–21.
67. Zardari NH, Ahmed K, Shirazi SM, Yusop Z Bin. *Weighting Methods and their Effects on Multi-Criteria Decision Making Model Outcomes in Water Resources Management*. Cham: Springer International Publishing; 2015. (Springer Briefs in Water Science and Technology).
68. Dobbie MJ, Dail D. Robustness and sensitivity of weighting and aggregation in constructing composite indices. *Ecol Indic*. 2013;29:270–7.
69. Vujošević M. *Linearno programiranje*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka; 2013.
70. Charnes A, Cooper WW, Rhodes E. Measuring the efficiency of decision making units. *Eur J Oper Res*. 1978;2(6):429–44.
71. Maletic R, Kreca M, Maletic P. Application of DEA methodology in measuring efficiency in the banking sector. *Ekon Poljopr*. 2013;60(4):843–55.
72. Hatefi SM, Torabi SA. A common weight MCDA-DEA approach to construct composite indicators. *Ecol Econ*. 2010;70(1):114–20.
73. Despotis DK. A reassessment of the human development index via data envelopment analysis. *J Oper Res Soc*. 2005;56(8):969–80.

74. Zhou P, Ang BW, Zhou DQ. Weighting and aggregation in composite indicator construction: A multiplicative optimization approach. *Soc Indic Res.* 2010;96(1):169–81.
75. Ramón N, Ruiz JL, Sirvent I. Common sets of weights as summaries of DEA profiles of weights: With an application to the ranking of professional tennis players. *Expert Syst Appl.* 2012 Apr;39(5):4882–9.
76. Van Puyenbroeck T, Rogge N. Geometric mean quantity index numbers with Benefit-of-the-Doubt weights. *Eur J Oper Res.* 2017;256(3):1004–14.
77. Mariano EB, Sobreiro VA, Rebelatto DA do N. Human development and data envelopment analysis: A structured literature review. *Omega.* 2015;54:33–49.
78. Giambona F, Vassallo E. Composite Indicator of Financial Development in a Benefit-of-Doubt Approach. *Econ Notes.* 2013;42(2):171–202.
79. Reinelt G. The Traveling Salesman: Computational Solutions for TSP Applications (Lecture Notes in Computer Science). Springer New York; 1994.
80. Glover F, Kochenberger GA. Handbook of metaheuristics. Kluwer Academic Publishers; 2003.
81. Gendreau M, Potvin JY. Handbook of Metaheuristics. Vol. 146, Handbook of Metaheuristics. 2010. 648 p.
82. Talbi EG. Metaheuristics: From Design to Implementation. Metaheuristics: From Design to Implementation. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Ltd; 2009. 618 p.
83. Kim K, Han I. Genetic algorithms approach to feature discretization in artificial neural networks for the prediction of stock price index. *Expert Syst Appl.* 2000;19(2):125–32.
84. Socha K, Blum C. An ant colony optimization algorithm for continuous optimization: Application to feed-forward neural network training. *Neural Comput Appl.* 2007;16(3):235–47.
85. Karaboga D, Akay B, Ozturk C. Artificial Bee Colony (ABC) Optimization Algorithm for Training Feed-Forward Neural Networks. *Model Decis Artif Intell.* 2007;4617:318–29.
86. Mirjalili S, Mohd Hashim SZ, Moradian Sardroudi H. Training feedforward neural networks using hybrid particle swarm optimization and gravitational search algorithm. *Appl Math Comput.* 2012;218(22):11125–37.
87. Oh KJ, Kim TY, Min S. Using genetic algorithm to support portfolio optimization for index fund management. *Expert Syst Appl.* 2005;28(2):371–9.
88. Narang N, Dhillon JS, Kothari DP. Weight pattern evaluation for multiobjective hydrothermal generation scheduling using hybrid search technique. *Int J Electr Power Energy Syst.* 2014;62:665–78.
89. Taghdisian H, Pishvaie MR, Farhadi F. Multi-objective optimization approach for green design of methanol plant based on CO₂-efficiency indicator. *J Clean Prod.* 2015;103:640–50.
90. Macedo LL, Godinho P, Alves MJ. Mean-semivariance portfolio optimization with multiobjective evolutionary algorithms and technical analysis rules. *Expert Syst Appl.* 2017 Aug;79:33–43.
91. Dubey HM, Pandit M, Panigrahi BK. Hydro-thermal-wind scheduling employing novel ant lion optimization technique with composite ranking index. *Renew Energy.* 2016;99:18–34.
92. Jain V, Kumar A, Kumar S, Chandra C. Weight restrictions in Data Envelopment Analysis: A comprehensive Genetic Algorithm based approach for incorporating value judgments. *Expert Syst Appl.* 2015 Feb;42(3):1503–12.
93. Lagarias JC, Reeds JA, Wright MH, Wright PE. Convergence Properties of the Nelder–Mead Simplex Method in Low Dimensions. *SIAM J Optim [Internet].* 1998;9(1):112–47. Доступно на: <http://epubs.siam.org/doi/10.1137/S1052623496303470>
94. Gupta JN., Sexton RS. Comparing backpropagation with a genetic algorithm for neural

- network training. Vol. 27, Omega. 1999. p. 679–84.
95. Sexton RS, Dorsey RE, Johnson JD. Optimization of neural networks: A comparative analysis of the genetic algorithm and simulated annealing. *Eur J Oper Res.* 1999;114(3):589–601.
 96. Marler RT, Arora JS. Survey of multi-objective optimization methods for engineering. *Struct Multidiscip Optim.* 2004;26(6):369–95.
 97. Maričić M. Statistički pristup evaluaciji kompozitnog indeksa U21 za rangiranje nacionalnih sistema visokoškolskog obrazovanja. Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu; 2015.
 98. Paruolo P, Saisana M, Saltelli A. Ratings and rankings: voodoo or science? *J R Stat Soc Ser A (Statistics Soc.* 2013 Jun;176(3):609–34.
 99. Saisana M, Saltelli A, Tarantola S. Uncertainty and sensitivity analysis techniques as tools for the quality assessment of composite indicators. *J R Stat Soc Ser A (Statistics Soc.* 2005;168(2):307–23.
 100. Murias P, de Miguel JC, Rodríguez D. A Composite Indicator for University Quality Assesment: The Case of Spanish Higher Education System. *Soc Indic Res.* 2008 Oct 13;89(1):129–46.
 101. Marković M, Zdravković S, Mitrović M, Radojčić A. An Iterative Multivariate Post Hoc I-Distance Approach in Evaluating OECD Better Life Index. *Soc Indic Res.* 2016 Mar 28;126(1):1–19.
 102. Longden B. Ranking Indicators and Weights. In: Shin C, Toutkoushian R, Teichler U, editors. *University Rankings.* Dordrecht: Springer Netherlands; 2011. p. 73–104.
 103. Hazelkorn E. Rankings and the reshaping of higher education: The battle for world-class excellence. Houndsmills, UK: Palgrave MacMillan; 2011.
 104. Hazelkorn E. World-class universities or world class systems? Ranking and higher education policy choices. In: *UNESCO Global Forum on Rankings and Accountability in Higher Education.* Paris, France; 2013.
 105. Huang M-H. Opening the black box of QS World University Rankings. *Res Eval.* 2012 Mar 1;21(1):71–8.
 106. Bogosavljević S. Apriorne metode klasifikacije ekonomskih pojava. Univerzitet u Beogradu, Ekonomski fakultet; 1984.
 107. Đoković A. Strukturna korelaciona analiza u interpretaciji vektorskih koeficijenata korelacije. Fakultet organizacionih nauka, Univerzitet u Beogradu; 2013.
 108. Bulajic M, Jeremic V, Knezevic S, Zarkic-Joksimovic N. A Statistical Approach to Evaluating Efficiency of Banks. *Econ Res Istraživanja.* 2013;26(4):91–100.
 109. Ivanovic B. Classification of Underdeveloped Areas According to Level of Economic Development. *East Europ Econ.* 1963;2(1–2):46–61.
 110. Jeremic V, Jovanovic Milenkovic M, Radojicic Z, Martic M. Excellence with Leadership: the crown indicator of Scimago Institutions Rankings Iber report. *El Prof la Inf.* 2013;22:474–80.
 111. Dobrota M, Jeremic V, Markovic A. A new perspective on the ICT Development Index. *Inf Dev.* 2012 Nov 6;28(4):271–80.
 112. Jeremic V, Radojicic Z. A New Approach in the Evaluation of Team Chess Championships Rankings. *J Quant Anal Sport.* 2010 Jan 19;6(3).
 113. Bulajic M, Kragulj D, Jednak S. Macroeconomic flows in CEFTA countries. In: *Computational Intelligence in Business and Economics.* Barcelona, Spain: World Scientific; 2010. p. 533–40.
 114. Jednak S, Kragulj D, Bulajic M. A comparative analysis of development in Southeast European countries. *Technol Econ Dev Econ.* 2018 Jan 26;24(1):253–70.
 115. Bowden R. Fantasy Higher Education: University and college league tables. *Qual High Educ.* 2000 Apr;6(1):41–60.
 116. Dobrota M, Jeremic V, Bulajic M, Radojicic Z. Uncertainty and Sensitivity Analyses of

- PISA Efficiency: Distance Based Analysis Approach. *Acta Polytech Hungarica*. 2015;12(3):41–58.
117. Jeremic V, Bulajic M, Martic M, Markovic A, Savic G, Jeremic D, et al. An Evaluation of European Countries' Health Systems through Distance Based Analysis. *Hippokratia*. 2012;16(2):170–4.
 118. Maletic R, Maletic P, Kreca M, Popovic B. Comparative analysis of ranking municipalities in Vojvodina using DEA and I-distance methods. *Int J Agric Stat Sci*. 2013;9(2):471–80.
 119. Jeremic V, Kostic-Stankovic M, Markovic A, Martic M. Towards a framework for evaluating scientific efficiency of world-class universities. *Int J Soc Manag Econ Bus Eng*. 2014;8(2):590–5.
 120. Xu LW, Yang FQ, Abula A, Qin S. A parametric bootstrap approach for two-way ANOVA in presence of possible interactions with unequal variances. *J Multivar Anal*. 2013;115:172–80.
 121. Ferrier GD, Hirschberg JG. Can We Bootstrap DEA Scores? *J Product Anal*. 1999;11(1):81–92.
 122. Nevitt J, Hancock GR. Performance of Bootstrapping Approaches to Model Test Statistics and Parameter Standard Error Estimation in Structural Equation Modeling - Google Académico. *Struct Equ Model A Multidiscip J*. 2001;8(3):353–77.
 123. Shintani M, Guo Z-Y. Improving the finite sample performance of autoregression estimators in dynamic factor models: A bootstrap approach. *Econom Rev*. 2016;360–79.
 124. Kim DY, Han SH, Kim H. Discriminant Analysis for Predicting Ranges of Cost Variance in International Construction Projects. *J Constr Eng Manag*. 2008 Jun;134(6):398–410.
 125. Nerbonne J, Kleiweg P, Heeringa W, Manni F. Projecting dialect distances to geography: Bootstrap clustering vs. noisy clustering. *Data Anal Mach Learn Appl*. 2008;647–54.
 126. Konietzschke F, Bathke AC, Harrar SW, Pauly M. Parametric and nonparametric bootstrap methods for general MANOVA. *J Multivar Anal*. 2015;140:291–301.
 127. Bickel PJ, Sakov A. On the choice of m in the m out of n bootstrap and its application to confidence bounds for extreme percentiles. *Stat Sin*. 2008;18:967–85.
 128. Arcones MA, Gine E. The bootstrap of the mean with arbitrary bootstrap sample size. *Ann l'IHP Probab Stat*. 1989;25(4):457–81.
 129. De Bin R, Janitza S, Sauerbrei W, Boulesteix AL. Subsampling versus bootstrapping in resampling-based model selection for multivariable regression. *Biometrics*. 2016;72(1):272–80.
 130. Hedges S. The number of replications needed for accurate estimation of the bootstrap P value in phylogenetic studies. *Mol Biol Evol*. 1992 Mar;9(2):366–9.
 131. Pattengale ND, Alipour M, Bininda-Emonds ORP, Moret BME, Stamatakis A. How many bootstrap replicates are necessary? In: *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*. 2009. p. 184–200.
 132. Glover F, Laguna M, Martí R. Fundamentals of scatter search and path relinking. *Control Cybern*. 2000;29(3):652–84.
 133. Villaverde A, Egea JA, Banga JR. A cooperative strategy for parameter estimation in large scale systems biology models. *BMC Syst Biol*. 2012;6(1):75.
 134. Penas DR, González P, Egea JA, Banga JR, Doallo R. Parallel metaheuristics in computational biology: An asynchronous Cooperative enhanced Scatter Search method. In: *Procedia Computer Science*. 2015. p. 630–9.
 135. Rodriguez-Fernandez M, Mendes P, Banga JR. A hybrid approach for efficient and robust parameter estimation in biochemical pathways. *Biosystems*. 2006;83(2–3):248–65.

136. Laguna M, Marti R. Scatter search: Methodology and implementations in C. *Oper Res Comput Sci Interfaces Ser.* 2003;24:1–283.
137. Gen M, Cheng R. Genetic algorithms and engineering optimization. John Wiley & Sons, Ltd; 2000.
138. Rodriguez-Fernandez M, Egea JA, Banga JR. Novel metaheuristic for parameter estimation in nonlinear dynamic biological systems. *BMC Bioinformatics.* 2006;7(1):483.
139. Remli MA, Deris S, Mohamad MS, Omatu S, Corchado JM. An enhanced scatter search with combined opposition-based learning for parameter estimation in large-scale kinetic models of biochemical systems. *Eng Appl Artif Intell.* 2017;62:164–80.
140. Otero-Muras I, Banga JR. Multicriteria global optimization for biocircuit design. *BMC Syst Biol.* 2014;8(1):113.
141. Soh K. Nominal versus attained weights in Universitas 21 Ranking. *Stud High Educ.* 2014;39(6):944–51.
142. Cole TJ. Too many digits: the presentation of numerical data. *Arch Dis Child.* 2015;100(7):608–9.
143. Cole TJ. Setting number of decimal places for reporting risk ratios: rule of four. *BMJ.* 2015;350.
144. Daraio C, Bonaccorsi A. Beyond university rankings? Generating new indicators on universities by linking data in open platforms. *J Assoc Inf Sci Technol.* 2017 Feb;68(2):508–29.
145. Moed HF. A critical comparative analysis of five world university rankings. *Scientometrics.* 2017 Feb 10;110(2):967–90.
146. Hazelkorn E. How do rankings impact on higher education? *OECD Institutional Manag High Educ.* 2007;
147. ShanghaiRanking Consultancy. About Academic Ranking of World Universities. 2016.
148. Billaut J-C, Bouyssou D, Vincke P. Should you believe in the Shanghai ranking? *Scientometrics.* 2010 Jul 2;84(1):237–63.
149. Shattock M. The “world class” university and international ranking systems: what are the policy implications for governments and institutions? *Policy Rev High Educ.* 2017 Jan;1(1):4–21.
150. Bilbao-Orsorio B, Dutta S, Lanvin B. The Global Information Technology Report 2014. Rewards and Risks of Big Data. 2014.
151. Kirkman S, Osorio A, Sachs D. The Networked Readiness Index: Measuring the preparedness of nations for the networked world. In: Kirkman, editor. *The Global Information Technology Report 2001-2002 Readiness for the networked world.* New York, NY; 2002. p. 10–29.
152. World Economic Forum. Structure and Methodology [Internet]. 2016 [Приступљено 20 Фебруара 2018]. Доступно на: <http://reports.weforum.org/global-information-technology-report-2015/structure-and-methodology/>
153. Malkina-Pykh IG, Pykh YA. Quality-of-life indicators at different scales: Theoretical background. *Ecol Indic.* 2008 Nov;8(6):854–62.
154. Costanza R, Fisher B, Ali S, Beer C, Bond L, Boumans R, et al. Quality of life: An approach integrating opportunities, human needs, and subjective well-being. *Ecol Econ.* 2007;61(2–3):267–76.
155. Eurostat. Quality of life Facts and views : 2015 edition. Publications Office of the European Union; 2015. 268 p.
156. Costanza R, Hart M, Posner S, Talberth J. Beyond GDP: The Need for New Measures of Progress. 2009.
157. Kuznets S. National Income 1929–1932. Washington, DC; 1934.
158. Kaklauskas A, Zavadskas EK, Radzeviciene A, Ubarte I, Podvezko A, Podvezko V, et al. Quality of city life multiple criteria analysis. *Cities.* 2018 Feb;72:82–93.

159. Bird SM, Sir David C, Farewell VT, Harvey G, Tim H, Peter C. S. Performance indicators: good, bad, and ugly. *J R Stat Soc Ser A (Statistics Soc.* 2005 Jan;168(1):1–27.
160. Morris MD. Measuring the condition of the World's poor: The physical quality of life index. New York: Pergamon Press; 1979.
161. UNDP. Human Development Report 1990. New York; 1990.
162. Bérenger V, Verdier-Chouchane A. Multidimensional Measures of Well-Being: Standard of Living and Quality of Life Across Countries. *World Dev.* 2007 Jul;35(7):1259–76.
163. Somarriba Arechavala N, Zarzosa Espina P, Pena Trapero B. The Economic Crisis and its Effects on the Quality of Life in the European Union. *Soc Indic Res.* 2015 Jan 21;120(2):323–43.
164. EUR-Lex. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament - GDP and beyond : measuring progress in a changing world [Internet]. 2009 [Приступљено 12 Фебруара 2018]. Доступно на: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=celex:52009DC0433>
165. Eurostat. Personal well-being indicators [Internet]. 2013 [Приступљено 10 Фебруара 2018]. Доступно на: http://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/ilc_pwb_esms.htm#unit_measure1470211895948
166. Harvey AS. Quality of life and the use of time theory and measurement. *J Occup Sci.* 1993 Nov;1(2):27–30.
167. Ryff CD, Singer B. Psychological Well-Being: Meaning, Measurement, and Implications for Psychotherapy Research. *Psychother Psychosom.* 1996;65(1):14–23.
168. Keles R. The Quality of Life and the Environment. *Procedia - Soc Behav Sci.* 2012;35:23–32.
169. Zamora-Kapoor A, Coller X. The Effects of the Crisis. *Am Behav Sci.* 2014 Nov 6;58(12):1511–6.
170. Zagorski K, Evans MDR, Kelley J, Piotrowska K. Does National Income Inequality Affect Individuals' Quality of Life in Europe? Inequality, Happiness, Finances, and Health. *Soc Indic Res.* 2014;117(3):1089–110.
171. Manrai LA, Lascu D-N, Manrai AK. How the Fall of the Iron Curtain Has Affected Consumers' Perceptions of Urban and Rural Quality of Life in Romania. *J East-West Bus.* 2000 Jan 10;5(1–2):145–72.
172. Dočekalová MP, Kocmanová A. Composite indicator for measuring corporate sustainability. *Ecol Indic.* 2016 Feb;61:612–23.
173. Seigny EL, Saisana M. Measuring Interstate Variations in the Consequences of Illegal Drugs: A Composite Indicator Approach. *Soc Indic Res.* 2016 Sep 19;128(2):501–29.
174. Dialga I, Thi Hang Giang L. Highlighting Methodological Limitations in the Steps of Composite Indicators Construction. *Soc Indic Res.* 2017;131(2):441–65.
175. Efron B. Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *Ann Stat.* 1979;7(1):1–26.

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 унапредити методологију за формирање и евалуацију композитних индикатора креирањем нове хибридне методе додељивања тежинских коефицијената која се базира на статистичким и оптимизационим методама.

Посебне хипотезе:

- Комбиновањем методе И-одстојања и методе реузорковања могу се наћи доње и горње границе тежинских коефицијената, које су погодне за креирање ограничења математичког модела;
- Предложени оптимизациони проблем се може решити применом метахеуристика;
- Предложена метода додељивања тежинских коефицијената превазилази недостатке до сада развијених метода додељивања тежинских коефицијената;
- Предложена метода додељивања тежинских коефицијената се може применити како би се повећала стабилност композитног индикатора.

4. Научне методе истраживања

За потребе истраживања у докторској дисертацији ће бити извршено прикупљање постојеће референтне литературе, затим ће бити спроведена анализа и класификација прикупљене литературе и теоријских и експерименталних резултата, како би се указало на потребу за креирањем нове методе додељивања тежинских коефицијената, као и да би се унапредио методолошки оквир за формирање и евалуацију композитних индикатора.

У дисертацији ће, поред општих научних метода, бити примењена метода математичког моделирања. Користиће се и посебне научне методе. Статистичке методе које произилазе из формулисаног предмета и циља истраживања, а које ће бити примењене, су: методе мултиваријационе анализе, корелациона анализа, метода реузорковања, метода И-одстојање, као и ЦИДИ методологија. Такође у докторској дисертацији ће се користити и методе оптимизације: хеуристике и метахеуристике.

Могућност примене предложене методе додељивања тежинских коефицијената ће бити приказана на реалним примерима, уз употребу савремених софтверских решења.

5. Очекивани научни допринос

Допринос који се очекује у оквиру докторске дисертације се огледа у систематизацији постојећег знања у области и унапређењу методологије за формирање и евалуацију композитних индикатора. Унапређење се огледа у предлогу нове хибридне методе додељивања тежинских коефицијената која се базира на статистичким методама, методи оптимизације и узима у обзир експертско мишљење. Предложена метода додељивања тежинских коефицијената ће бити верификована кроз тестирање на реалним примерима. Сходно томе, као очекивани резултати овог рада могу се навести:

- Приказ проблематике додељивања тежинских коефицијената и метода које се у ту сврху примењују;
- Компаративна анализа метахеуристика које су коришћене за одређивање тежинских коефицијената, уз критички осврт на досадашње резултате истраживања;
- Детаљан приказ статистичких метода које ће бити коришћене у циљу ограничавања тежинских коефицијената;
- Развој методе додељивања тежинских коефицијената која представља унапређење методолошког оквира за формирање и евалуацију композитних индикатора;
- Имплементација предложене методе додељивања тежинских коефицијената за унапређење стабилности композитног индикатора, као и за креирање композитног индикатора, чиме се истиче универзалност предложене методе;

- Верификација добијених резултата кроз практичну примену предложене методе и публикавање научних и стручних радова.

6. План истраживања и структура рада

Поред већ спроведеног истраживања релевантне литературе у области, планирано је да се спроведе додатна анализа постојећих метода додељивања тежинских коефицијената, као и статистичких метода и метода оптимизације које се у ту сврху користе. Значајна пажња ће бити посвећена изучавању методолошког оквира за формирање и евалуацију композитних индикатора као и недостатака композитних индикатора које наводи савремена литература. Пажња ће такође бити посвећена методи И-одстојања, ЦИДИ методологији, методи реузорковања, метахеуристици унапређено распршено претраживање и њиховој примени на бројне истраживачке проблеме. План даљег истраживања подразумева анализу и разраду предложене методе додељивања тежинских коефицијената, као и њену примену за редукцију броја индикатора који чине композитни индикатор. Такође, план истраживања ће обухватити и анализу неизвесности и анализу осетљивости предложеног решења.

Структура дисертације конципирана је тако да ће у уводном делу бити дефинисани предмет и проблем истраживања, циљеви истраживања, хипотезе и методе истраживања. У наредном поглављу ће бити сагледана проблематика композитних индикатора и њиховог креирања. Детаљније ће бити представљен постојећи методолошки оквир за формирање и евалуацију композитних индикатора који су креирали ЈРЦ и ОЕЦД, при чему ће пажња бити усмерена на два корака методолошког оквира: на додељивање тежинских коефицијената и на испитивање стабилности композитних индикатора. Како је циљ истраживања креирање нове методе додељивања тежинских коефицијената, потребно је извршити преглед постојећих метода, извршити њихову анализу и класификацију. Многи кораци у креирању композитних индикатора базирају се на ставовима експерата, па је потребно одредити меру поверења у предложену метрику. Две најчешће спроведене анализе за процену стабилности композитних индикатора су анализа неизвесности и анализа осетљивости које се базирају на релативним доприносима. Из тог разлога ће бити приказане теоријске основе ове две анализе. На крају поглавља ће бити дат осврт на најчешће навођене методолошке недостатке композитних индикатора.

Треће поглавље представља теоријске основе статистичких метода и методе оптимизације које се примењују у методи додељивања тежинских коефицијената која ће бити предложена. Прво ће бити дат осврт на методу И-одстојања и методе базиране на И-одстојању, а затим на методу реузорковања и на метахеуристику унапређено распршено претраживање.

Четврто поглавље чини суштину докторске дисертације. У њему ће детаљно бити представљена нова метода додељивања тежинских коефицијената којом се унапређује постојећи методолошки оквир који су дефинисали ЈРЦ и ОЕЦД. Предложена метода ће се заснивати на математичком моделу базираном на релативним доприносима индикатора, чији је допустиви скуп решења дефинисан имплементацијом И-одстојања са реузорковањем. За решавање математичког модела предложена је метахеуристика унапређено распршено претраживање.

У петом поглављу ће бити приказане студије случаја у којима је предложена метода примењена на постојеће композитне индикаторе, за креирање новог композитног индикатора, као и за редукцију броја индикатора који чине композитни индикатор.

Шесто 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 и прилози.

Оквирни садржај докторске дисертације је дат у наставку:

1. Увод

1.1. Предмет и циљ истраживања

1.2. Полазне хипотезе

1.3. Методе истраживања

2. Композитни индикатори

2.1. Методолошки оквир за формирање и евалуацију композитних индикатора

2.1.1. Методе додељивања тежинских коефицијената

2.1.2. Испитивање стабилности композитних индикатора

2.2. Методолошки недостаци композитних индикатора

3. Теоријске основе статистичких метода и метахеуристике

3.1. Ивановићево одстојање

3.1.1. Рангирање ентитета коришћењем И-одстојања

3.1.2. Методологија Композитног индикатора базираног на И-одстојању (ЦИДИ)

3.2. Реузорковање

3.3. Ограничавање тежинских коефицијената применом И-одстојања са реузорковањем

3.4. Метахеуристика распршено претраживање

3.4.1. Метахеуристика унапређено распршено претраживање

4. Хибридна метода додељивања тежинских коефицијената заснована на релативним доприносима и И-одстојању

5. Примена предложене методе

5.1. Примена предложене методе на рангирање универзитета

5.2. Примена предложене методе на рангирање земаља

5.3. Примена предложене методе за креирање композитног индикатора

5.4. Примена предложене методе за редукцију броја индикатора који чине композитни индикатор

6. Закључак

6.1. Доприноси докторске дисертације

7. Литература

8. Прилози

7. Закључак и предлог

Из изложеног се може закључити да кандидат Милица Маричић 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 „Развој методологије за формирање и евалуацију композитних индикатора“. 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 Рачунарска статистика.

Комисија је констатовала да кандидат Милица Маричић 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 **Милицы Маричић** одобри израду дисертације под називом:

„Развој методологије за формирање и евалуацију композитних индикатора“

и да се за ментора именује др Милица Булајић, редовни професор Факултета организационих наука, а за коментора др Вељко Јеремић, ванредни професор Факултета организационих наука.

У Београду, 03.04.2018.

Чланови Комисије

Проф. др Милица Булајић, редовни професор - ментор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Вељко Јеремић, ванредни професор - коментор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Мирко Вујошевић, редовни професор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Драгана Крагуљ, редовни професор
Универзитета у Београду, Факултет организационих наука

Проф. др Радојка Малетић, редовни професор
Универзитета у Београду, Пољопривредни факултет