

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Факултет организационих наука

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Зорице Додевске** за израду докторске дисертације

Одлуком **05-01 бр. 3/66-8 од 26.08.2020.** године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Зорице Додевске** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме:

„Фер рангирање код метода вишекритеријумске анализе“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Зорица Додевска је рођена 10. априла 1989. године у Панчеву. Основну школу завршила је као ђак генерације и као носилац дипломе „Вук Караџић“. Гимназију „Урош Предић“ у Панчеву, смер природно-математички, завршила је са највишим успехом, као носилац дипломе „Вук Караџић“.

Факултет организационих наука у Београду студирала је у периоду од 2009 – 2013. године, модул Управљање квалитетом. Дипломирала је у октобру 2013. године са просечном оценом 9,16 (девет и 16/100), одбравивши дипломски рад, чији је наслов „Улога иновација у систему менаџмента квалитета из угла теорије комплексности“, са оценом 10.

Мастер студије је завршила на Факултету организационих наука, модул Управљање пројектима и инвестицијама, са просечном оценом 9,71 (девет и 71/100). Мастер тезу, чији је наслов „Управљање иновационим пројектима у условима комплексности“, одбранила је у новембру 2014. године са оценом 10.

Зорица поседује радно искуство у трајању од неколико година. После завршених мастер студија, радила је у неколико приватних фирми у Београду. Од маја 2018. године, запослена је у Истраживачко-развојном институту Лола д.о.о (у даљем тексту Институт), где је у почетку била ангажована као стручни сарадник, а затим је одлуком донетом од стране стручног органа Института стекла истраживачко звање – *истраживач приправник*. У периоду од октобра 2018. године до децембра 2019. године, била је

учесник пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, ТР 35023 – „Развој уређаја за тренинг пилота и динамичку симулацију лета модерних борбених авиона и то троосне центрифуге и четвороосног уређаја за просторну дезоријентацију пилота“. Зорица је свој поједностављени роботизовани модел троосне центрифуге за тренинг пилота, израђен по узор на пројектне нацрте, представила испред Института на Сајму технике 2019. године.

Докторске академске студије Зорица је уписала у октобру 2018. године на Факултету организационих наука, на студијском програму Информациони системи и квантитативни менаџмент – изборно подручје Квантитативни менаџмент. Тренутно је учесник пројекта ONR - N62909-19-1-2008 – *Aggregating computational algorithms and human decision-making preferences in multi-agent settings*. Овај пројекат Канцеларија за поморска истраживања (*U.S. Office of Naval Research*) реализује у сарадњи са Факултетом организационих наука.

Зорица активно чита, пише и говори на енглеском језику. Напредно познаје и користи *MS Office* алате. Активно користи и проширује знања у програмском језику *Python*. Поседује возачку дозволу „Б“ категорије.

1.2. Стечено научно-истраживачко искуство

Током досадашњих студија, почевши од октобра 2018. године, Зорица је положила све испите предвиђене студијским програмом са просечном оценом 10 (десет). Списак положених испита на докторским академским студијама приказан је у табели 1.

Табела 1. Списак положених испита на докторским академским студијама кандидаткиње Зорице Додевске

Бр.	Назив предмета	Тип предмета	ESPB	Оцена
1	Наука о менаџменту	обавезан предмет	10	10
2	Одлучивање - одабрана поглавља	обавезан предмет	10	10
3	Статистика у менаџменту	обавезан предмет	10	10
4	Пословна интелигенција – одабрана поглавља	изборни предмет	10	10
5	Мултимедијалне комуникације – одабрана поглавља	изборни предмет	10	10
6	Стратешко управљање пројектима	изборни предмет	10	10
7	Мултиваријациона анализа	изборни предмет	10	10
8	Машинско учење - одабрана поглавља	изборни предмет	10	10
9	Откривање законитости у базама података	изборни предмет	10	10

Кандидаткиња је одбранила приступни рад 22.09.2020. године под називом „Фер рангирање код метода вишекритеријумске анализе“ и остварила 30 ESPB бодова. Зорица је до сада на докторским академским студијама укупно остварила 120 ESPB бодова са просечном оценом 10.

Тренутна категорија истраживачког звања кандидата је *истраживач приправник*. Зорица је аутор/коаутор више радова, до овог тренутка објављених у међународним и домаћим часописима (1 рад категорије M22, 1 рад категорије M51, 3 рада категорије M52, 1 рад категорије M53), као и у зборницима радова са међународних и домаћих научних скупова (1 рад категорије M31, 6 радова категорије M33, 1 рад категорије M34, 2 рада категорије M63).

➤ Радови објављени у часописима:

- **M22:** Mihić, M. M., Dodevska, Z. A., Todorović, M. L., Obradović, V. L., & Petrović, D. Č. (2018). Reducing risks in energy innovation projects: Complexity theory perspective. *Sustainability*, 10(9), 2968. DOI: [10.3390/su10092968](https://doi.org/10.3390/su10092968), IF(2018) = 2.592, ISSN 2071-1050.
- **M51:** Dodevska, Z. A., Kvirgić, V. M., Mihić, M. M., & Delibašić, B. V. (2019). The concept and application of simplified robotic models. *Serbian Journal of Electrical Engineering*, 16(3), 419-437. UDC: 007.52:004.4. DOI: [10.2298/SJEE1903419D](https://doi.org/10.2298/SJEE1903419D), IF(2018) = 0.480, ISSN 1451-4869, eISSN 2217-7183
- **M52:** Dodevska, Z. A. (2019). Computational Social Choice and challenges of voting in multi-agent systems. *Tehnika*, 74(5), 724-730. UDC: 005.311.6:004, DOI: [10.5937/tehnika1905724D](https://doi.org/10.5937/tehnika1905724D), ISSN 0040-2176, eISSN 2560-3086 (Menadžment = ISSN 1450-9911)
- **M52:** Dodevska, Z. A., & Mihić, M. M. (2018). Augmented Reality and Virtual Reality Technologies in Project Management: What Can We Expect. *European Project Management Journal*, 8, 17-24. DOI: [10.18485/epmj.2018.8.1.3](https://doi.org/10.18485/epmj.2018.8.1.3), ISSN 2560-4961.
- **M52:** Dodevska, Z. A., Kvirgić, V., & Štavljanin, V. (2018). Augmented Reality and Internet of Things—Implementation in Projects by Using Simplified Robotic Models. *European Project Management Journal*, 8(2), 27-35. DOI: [10.18485/epmj.2018.8.2.4](https://doi.org/10.18485/epmj.2018.8.2.4), ISSN 2560-4961.
- **M53:** Mihić, M., Dodevska, Z. (2015). Innovation Project Management between the Newtonian Paradigm and the Complexity Paradigm, *Serbian Project Management Journal*, 5(1), 10-17, ISSN 2217-7256.

➤ Научни скупови:

- **M31:** Dodevska, Z., & Putnik, G. (2018). A Young Researcher's View of Augmented Reality Based on Quantitative Analysis of Articles at Google Scholar in the Last 30 Years. In *Proceedings of the 7th International Symposium on Industrial Engineering – SIE* (pp. 259-263), Spasojević-Brkić, V., Misita, M., Milanović, D. D., Eds., Industrial Engineering Department, Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Serbia & Steinbeis Advanced Risk Technologies, Stuttgart, Germany & Innovation Centre of the Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade, Belgrade, Serbia, 27 – 28 September 2018, ISBN 978-86-7083-981-6.
- **M33:** Dodevska, Z. A., Delibašić, B., Radovanović, S. (2020). Decision making with fair ranking. In *Proceedings of the XVII International Symposium SymOrg 2020: Business and Artificial Intelligence – draft version* (pp. 278-282), Starčević, D.,

- Marinković, S., Eds., University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, Serbia, 7–9 September 2020 (Online).
- **M33: Dodevska, Z. A.,** Kovacevic, A., Vukicevic, M., & Delibašić, B. (2020). Two Sides of Collective Decision Making - Votes from Crowd and Knowledge from Experts. In *Decision Support Systems X: Cognitive Decision Support Systems and Technologies* (pp. 3-14), Moreno-Jiménez J., Linden I., Dargam F., Jayawickrama U., Eds., *International Conference on Decision Support System Technology – ICDSSST 2020*. Lecture Notes in Business Information Processing, vol 384. Springer, Cham; Zaragoza, Spain, 27–29 May 2020, DOI: [10.1007/978-3-030-46224-6_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-46224-6_1), Print ISBN 978-3-030-46223-9, Online ISBN 978-3-030-46224-6
 - **M33: Dodevska, Z. A.,** Vujošević, M. B., & Delibašić, B. V. Multi-criteria decision-making for robot selection based on cross-entropy. In *Proceedings of the XLVI International Symposium on Operational Research – SYM-OP-IS 2019* (pp. 789-794), Martić, M., Makajić-Nikolić, D., Savić, G., Eds., Faculty of Organizational Sciences (executive organizer), Kladovo, Serbia, 15 – 18 September 2019, ISBN: 978-86-7680-363-7
 - **M33: Dodevska, Z. A.** Augmented Reality in Manufacturing and Education. In *Proceedings of the 51st International October Conference on Mining and Metallurgy – IOC 2019* (pp. 335 – 338), University of Belgrade, Technical Faculty in Bor & Mining and Metallurgy Institute Bor, Mladenović, S., Maluckov, Č., Eds., Bor Lake, Serbia, 16 – 19 October 2019, ISBN 978-86-6305-101-0.
 - **M33: Dodevska, Z. A.,** Mihić, M. M., & Manasijević, S. (2018). The Role of Augmented Reality in Defensive Activities. In *Proceedings of the 8th International Scientific Conference on Defensive Technologies OTEH* (pp. 590-593), Lisov, M., Ed., Military Technical Institute, Belgrade, Serbia, 11–12 October 2018, ISBN 978-8681123-88-1.
 - **M33: Dodevska, Z.,** Mihic, M. (2014). Theory of Complexity and Innovation Projects. In *Proceedings of the XIV International Symposium SymOrg 2014: New Business Models and Sustainable Competitiveness* (pp. 1460–1468), Marković, A., Barjaktarović Rakočević, S., Eds., University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Zlatibor, Serbia, 6–10 June 2014, ISBN 978-86-7680-295-1.
 - **M34: Dodevska, Z.,** Kvrgić, V., Mihić, M. (2019). The Strategy of Building and Using Simplified Robotic Models in Engineering Projects. In *Proceedings of the 6th International Conference on Electrical, Electronic and Computing Engineering – IcETRAN 2019* (p. 1084), Petrović, D., Main Ed., Vukosavić, S., Lončar, B., Eds., ETRAN Society, Belgrade, Academic Mind, Belgrade, Young Researcher's Paper Awards, Silver Lake, Serbia, 3–6 June 2019, ISBN 978-86-7466-785-9.
 - **M63: Dodevska, Z.** (2019). Altmetrics: Online Attention Score of Paper. In *Proceedings of the XII Conference of Business and Science SPIN '19: Lean Transformation and Digitalization of Serbian Industry* (pp. 410 – 417), Slović, D., Stojanović, D., Eds., University of Belgrade, Faculty of Organizational Sciences, Belgrade, Serbia, 7 – 8. November 2019, ISBN 978-86-7680-365-1.
 - **M63: Додевска, З.,** Ђурић, М. (2013). Улога иновација у систему менаџмента квалитета са аспекта теорије комплексности, *Зборник радова IX Скуп привредника и научника СПИН 2013: Нова индустријализација, реинжењеринг и одрживост*

(стр. 351 – 358), Уред. Леви Јакшић, М., Лечић-Цветковић, Д.; Универзитет у Београду, Факултет организационих наука; Центар за операциони менаџмент, Привредна комора Србије, Београд, 5–6. новембар 2013, ISBN 978-86-7680-288-3.

Научно-истраживачки пројекти у којима кандидаткиња учествује/ је учествовао:

- ONR - N62909-19-1-2008 – *Aggregating computational algorithms and human decision-making preferences in multi-agent settings*, Канцеларија за поморска истраживања (*U.S. Office of Naval Research*) у сарадњи са Факултетом организационих наука;
- ТР 35023 – „Развој уређаја за тренинг пилота и динамичку симулацију лета модерних борбених авиона и то троосне центрифуге и четвороосног уређаја за просторну дезоријентацију пилота“, Министарство просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Узимајући у обзир досадашње образовање, остварене научно-истраживачке резултате, учешћа на научно-истраживачким пројектима, рад у Институту, поседовање истраживачког звања, као и показану мотивисаност и знање на одбрани приступног рада, а чија је тема у складу са актуелним учешћем на пројекту ONR - N62909-19-1-2008, закључујемо да су стечени одговарајући услови и да је Зорица Додевска припремљена и квалификована кандидаткиња за израду докторске дисертације на тему „**Фер рангирање код метода вишекритеријумске анализе**“.

2. Предмет и циљ истраживања

Рангирање као основа за одлучивање о избору победничке алтернативе (или више победничких алтернатива) са најбољим рангом, представља врло одговорну друштвену активност. Управо из разлога што поједностављује информације за доношење одлука [27], оно има честу употребу. Објекти рангирања (тј. алтернативе) могу бити универзитети [24, 14, 15,], истраживачи (појединачно, и у тимовима) [39], кандидати за посао [17], интернет странице [2, 13], објекти за препоруку у персонализованим системима препорука [32], спортски тимови [40], пројекти [29] и пројектни ризици [10], итд; док су критеријуми за рангирање најчешће вишеструки.

Актери у процесу рангирања (они који исказују преференције у односу на посматране алтернативе) могу бити гласачи који појединачно рангирају алтернативе, без образлагања индивидуалних критеријума, мотива или разлога за рангирање. Агрегација појединачних гласова (поретка алтернатива, који, у зависности од правила, може бити потпун) се врши у складу са одређеним унапред утврђеним правилом гласања за избор једног победника (нпр. *Borda count*, *Condorcet*) или више победника (нпр. *Chamberlin-Courant*). Слично, испитаници могу у одређеним случајевима рангирати алтернативе у упитнику (нпр. производе у *online* анкети), након чега се врши збрајање гласова на мање или више формализован начин.

У вишекритеријумском одлучивању, експерти из области или доносиоци одлука (ДО) процедурално дефинишу критеријуме (а понекад и нивое критеријума) у односу на које се врши рангирање, релативну важност критеријума, као и остале параметре потребне за доношење одлука. Експерти такође сачињавају стручне комисије за процену алтернатива по појединим критеријумима, а технике за процену могу бити различите (нпр. интервјуи, тестирања, мерења).

Вишекритеријумско одлучивање има честу примену како у литератури, тако и у пракси. Разлог је комплексност доношења одлука узрокована објективним постојањем више критеријума који се морају узети у обзир приликом одлучивања. Неке од познатијих установљених метода из ове области су [9, 41]: *ELECTRE* (франц. *ELimination Et Choix Traduisant la REalité*), *PROMETHEE* (енгл. *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation*), Аналитички хијерархијски процес (енгл. *Analytic Hierarchy Process* — *AHP*), Техника за редослед приоритета према сличности са идеалним решењем (енгл. *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution* — *TOPSIS*), Итеративно компромисно рангирање (ИКОР), и друге. Међутим, ове квантитативне методе, иако поседују многобројне предности, иницијално нису осмишљене тако да мапирају и решавају потенцијални проблем дискриминације појединих алтернатива у току поступка рангирања.

Водећи се исправним закључком да поједностављивање стварности проузрокује неједнакост [25], важно је издвојити два критична момента код процеса рангирања у вишекритеријумском одлучивању:

1. Упркос постојању мноштва индивидуалних својстава (карактеристика, атрибута) алтернатива, оне се приликом рангирања свode на посматрање само издвојених својстава, чиме се редукује број посматраних критеријума за одлучивање.
2. У процедурама вишекритеријумске анализе (ВКА), вишекритеријумски проблем се свodi на једнокритеријумски [11], на основу чега се додељује ранг алтернативама.

Проблем који се предлаже да буде решаван у истраживању, односи се на постизање фер или правичног рангирања у методама ВКА, односно постизање фер одлука које произилазе из механизма ових метода. Правичност овде подразумева једнак третман историјски дискриминисаних група у односу на привилеговане групе, које раздваја одређени сензитивни атрибут. Основ за дискриминацију (дакле, сензитивни атрибут) може бити пол, раса, етничка припадност, религијска припадност, старост, социјални статус, здравствени статус, монополска позиција, неповољна почетна позиција, и друго.

Мотивација за истраживање описано у раду има корене у друштвеним наукама [33, 44], антидискриминаторном законодавству и припадајућим праксама [18]. Пут до примене у теорији одлучивања води преко науке о подацима и машинског учења, где је заживело критичко разматрање пристрасности коришћених алгоритама (уз дефинисање метрика за мерење исте), пре свега у погледу резултовања са бинарним исходом. Наиме, непривилегована или дискриминисана група најчешће бележи лошије резултате услед историјске пристрасности која је, осим у људском размишљању, такође присутна и у алгоритмима машинског учења, који имају тенденцију да даље продубљују већ постојећи ниво пристрасности.

У вишекритеријумском одлучивању, кандидати из дискриминисане групе могу бити прећутно оштећени приликом оцењивања у односу на задате критеријуме (било да их оцењује стручна комисија или компјутерски програм заснован на машинском учењу).

Додељивање поена може бити дискутабилно у смислу утврђивања искрености оцењивача (оног ко квантификује алтернативе, давајући им одређени број поена по сваком критеријуму, тј. оцењујући их на скали), посебно када је реч о субјективним критеријумима, који могу бити оцењивани и квалитативно. Други проблем је могућност одвијања стереотипизације приликом оцењивања. Осим тога, дискриминисаним (мањинским) групама је често услед историјске дискриминације онемогућено да бележе високе резултате по појединим критеријумима. У машинском учењу, чак и када је сакривена информација о сензитивном атрибуту у скуповима података, на основу повезаних информација (енгл. *proxy variables*) је често могуће закључити о припадности дискриминисаној групи.

Потребни су механизми који ће омогућавати решавање проблема намерне и ненамерне пристрасности. Накнадни и спорадични случајеви исправљања рангова, најчешће првих k алтернатива, како би се задовољили стандарди о присутности одређених мањина, не представљају системско нити превентивно деловање против дискриминације. Такође, тачност рангирања је битна дуж целе листе [27], поготово за кандидате који се нађу „испод црте“, а који су конкурисали за одређена средства или позиције. Овај рад се управо бави проблемом фер рангирања у домену вишекритеријумског одлучивања, у тренутку када антидискриминаторни приступи постају све значајнији.

2.1. Предмет истраживања

Предмет истраживања јесте развој антидискриминаторних механизма за вредновање и рангирање алтернатива по више задатих критеријума, као и њихово инкорпорирање у установљеним методама ВКА. Предвиђено је да сви кораци истраживања буду кодирани у програмском језику *Python*.

Три типа механизма биће разрађивана у истраживању. Циљ сва три механизма је исти, а то је постизање жељене мере за фер рангирање, док је разлика у њиховом приступу:

- Антидискриминаторни механизам типа 1 – представља базични оквир (енгл. *baseline*) и своди се на додавање компензационих поена алтернативама које припадају дискриминисаној групи;
- Антидискриминаторни механизам типа 2 – темељи се на промени параметара или поступака ВКА значајних за одлучивање;
- Антидискриминаторни механизам типа 3 – дефинише посебне параметре, тј. засебне вредности ових параметара по групама, односно уводи другачији третман дискриминисане и привилеговане групе у процедурама ВКА.

2.2. Циљеви истраживања

Генерални или општи циљ истраживања јесте развој методологије за осигуравање фер рангирања у методама ВКА. Практична примена се намеће као додатни циљ, због чега се предлаже израда решења отвореног кода (енгл. *open source*), као и одговарајуће извршне апликације, која би се могла користити од стране ДО. Рад доприноси идеалу постизања праведнијег друштва, као и промоцији овог идеала, у коме сваки појединац

има једнаке шансе онда када постаје предмет рангирања, што треба да буде укључено и у одговарајуће регулативе.

Посебан циљ истраживања односи се на дефинисање истраживачких праваца, а то су:

- Истраживање литературе ради дефинисања мера за фер рангирање које се желе задовољити, као и нивоа испуњености ових мера;
- Развој антидискриминаторних механизма за задовољавање мера за фер рангирање (или жељеног нивоа испуњености ових мера);
- Проширивање и модификације основних механизма (нпр. фиксирање вредности појединих параметара, рад са више сензитивних атрибута истовремено, итд);
- Инкорпорирање развијених механизма у установљеним методама ВКА;
- Коришћење добијених решења за доношење фер одлука при вишекритеријумском одлучивању.

2.3. Референце

Полазна литература за израду докторске дисертације је следећа:

1. Agarwal, A., Agarwal, S., Khanna, S., & Patil, P. (2020). Rank Aggregation from Pairwise Comparisons in the Presence of Adversarial Corruptions. In *Proceedings of the 37th International Conference on Machine Learning* (21 pages).
2. Aggrawal, N., Ahluwalia, A., Khurana, P., & Arora, A. (2017). Brand analysis framework for online marketing: ranking web pages and analyzing popularity of brands on social media. *Social Network Analysis and Mining*, 7(21), 10 pages, doi: 10.1007/s13278-017-0442-5
3. Biega, A. J., Gummadi, K. P., & Weikum, G. (2018, June). Equity of attention: Amortizing individual fairness in rankings. In *The 41st international acm sigir conference on research & development in information retrieval* (pp. 405-414).
4. Burke, R. (2017). Multisided fairness for recommendation. *arXiv preprint arXiv:1707.00093*.
5. Castillo, C. (2019, January). Fairness and transparency in ranking. In *ACM SIGIR Forum* (Vol. 52, No. 2, pp. 64-71). New York, NY, USA: ACM.
6. Chen, C., Cook, W. D., Imanirad, R., & Zhu, J. (2020). Balancing Fairness and Efficiency: Performance Evaluation with Disadvantaged Units in Non-homogeneous Environments. *European Journal of Operational Research*. doi: 10.1016/j.ejor.2020.05.015.
7. Chen, V. X., & Hooker, J. N. (2020). Balancing Fairness and Efficiency in an Optimization Model. *arXiv preprint arXiv:2006.05963*.
8. Corbett-Davies, S., & Goel, S. (2018). The measure and mismeasure of fairness: A critical review of fair machine learning. *arXiv preprint arXiv:1808.00023*.
9. Čupić, M., & Suknović, M. (2010). *Odlučivanje (šesto prerađeno i dopunjeno izdanje)*, Beograd: Fakultet organizacionih nauka.

10. Dandage, R., Mantha, S. S., & Rane, S. B. (2018). Ranking the risk categories in international projects using the TOPSIS method. *International journal of managing projects in business*, 11(2), 317-331. doi: 10.1108/IJMPB-06-2017-0070
11. Delibašić, Boris V. (2006). Formalizacija procesa poslovnog odlučivanja preko paterna. Doktorska disertacija, Fakultet organizacionih nauka.
12. Dodevska, Z. A., Delibašić, B., Radovanović, S. (2020, September). Decision making with fair ranking. 17th SymOrg International Symposium.
13. Du, Y., Li, C., Hu, Q., Li, X., & Chen, X. (2017). Ranking webpages using a path trust knowledge graph. *Neurocomputing*, 269, 58-72. doi: 10.1016/j.neucom.2016.08.142
14. Edurank (<https://edurank.net/>)
15. EduRank (<https://edurank.org/>)
16. Elbassuoni, S., Amer-Yahia, S., Ghizzawi, A., & Atie, C. (2019, March). Exploring fairness of ranking in online job marketplaces.
17. Encheva, S. (2019). Similarity Measures for Ranking Job Applicants. In *Third International Congress on Information and Communication Technology* (pp. 943-949). Springer, Singapore.
18. Feldman, M., Friedler, S. A., Moeller, J., Scheidegger, C., & Venkatasubramanian, S. (2015, August). Certifying and removing disparate impact. In *Proceedings of the 21th ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining* (pp. 259-268).
19. Flôres Jr, R. G., & Ginsburgh, V. A. (1996). The Queen Elisabeth musical competition: how fair is the final ranking?. *Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician)*, 45(1), 97-104. doi: 10.2307/2348415
20. Fu, C., Zhou, K., & Xue, M. (2018). Fair framework for multiple criteria decision making. *Computers & Industrial Engineering*, 124, 379-392. doi: 10.1016/j.cie.2018.07.039
21. Gajane, P., & Pechenizkiy, M. (2017). On formalizing fairness in prediction with machine learning. *arXiv preprint arXiv:1710.03184*.
22. Gao, R., & Shah, C. (2020). Toward creating a fairer ranking in search engine results. *Information Processing & Management*, 57(1), 102138. doi: 10.1016/j.ipm.2019.102138
23. Hardt, M., Price, E., & Srebro, N. (2016). Equality of opportunity in supervised learning. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 3315-3323).
24. Johnes, J. (2018). University rankings: What do they really show?. *Scientometrics*, 115(1), 585-606. doi: 10.1007/s11192-018-2666-1
25. Kleinberg, J., & Mullainathan, S. (2019, June). Simplicity creates inequity: implications for fairness, stereotypes, and interpretability. In *Proceedings of the 2019 ACM Conference on Economics and Computation* (pp. 807-808).
26. Krčevinac, S., Čangalović, M., Kovačević-Vujčić, V., Martić, M., & Vujošević, M. (2012). *Operaciona istraživanja I*. Fakultet organizacionih nauka.
27. Kuhlman, C., VanValkenburg, M., & Rundensteiner, E. (2019, May). Fare: Diagnostics for fair ranking using pairwise error metrics. In *The World Wide Web Conference* (pp. 2936-2942).

28. Kusner, M. J., Loftus, J., Russell, C., & Silva, R. (2017). Counterfactual fairness. In *Advances in neural information processing systems* (pp. 4066-4076).
29. Liu, F., Zhu, W. D., Chen, Y. W., Xu, D. L., & Yang, J. B. (2017). Evaluation, ranking and selection of R&D projects by multiple experts: an evidential reasoning rule based approach. *Scientometrics*, 111(3), 1501-1519. doi: 10.1007/s11192-017-2278-1
30. Lohaus, M., Perrot, M., & von Luxburg, U. (2020, July). Too Relaxed to Be Fair. In *International Conference on Machine Learning*.
31. Lootsma, F. A., Ramanathan, R., & Schuijt, H. (1998). Fairness and equity via concepts of multi-criteria decision analysis. In *Trends in Multicriteria Decision Making* (pp. 215-226). Springer, Berlin, Heidelberg.
32. Pei, C., Zhang, Y., Zhang, Y., Sun, F., Lin, X., Sun, H., ... & Pei, D. (2019, September). Personalized re-ranking for recommendation. In *Proceedings of the 13th ACM Conference on Recommender Systems* (pp. 3-11).
33. Rawls, J. (2009). *A theory of justice*. Harvard university press.
34. Rovatsos, M. (2017, July). Making smart societies fair. *Computational Decision Making and Data Science Workshop*, Belgrade.
35. Sacharidis, D., Mouratidis, K., & Kleftogiannis, D. (2019). A Common Approach for Consumer and Provider Fairness in Recommendations. In *RecSys (Late-Breaking Results)* (pp. 1-5).
36. Schoenhagen, P. H. M. (2019). Fair Ranking System. Retrieved from <https://digitalcommons.wpi.edu/mqp-all/6902>
37. Singh, A., & Joachims, T. (2018, July). Fairness of exposure in rankings. In *Proceedings of the 24th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining* (pp. 2219-2228).
38. Univerzitet u Beogradu (2019). Uputstvo o obliku i sadržaju doktorskih disertacija koje se brane na Univerzitetu u Beogradu.
39. Vavryčuk, V. (2018). Fair ranking of researchers and research teams. *PloS one*, 13(4), e0195509. doi: 10.1371/journal.pone.0195509
40. Vaziri, B., Dabadghao, S., Yih, Y., & Morin, T. L. (2018). Properties of sports ranking methods. *Journal of the operational research society*, 69(5), 776-787. doi: 10.1057/s41274-017-0266-8
41. Vujošević, M. (2012). Metode optimizacije u inženjerskom menadžmentu. *Akademija inženjerskih nauka Srbije i Fakultet organizacionih nauka Univerziteta u Beogradu*, 161.
42. Widom, J. (2006). Tips for Writing Technical Papers. Available at: <https://cs.stanford.edu/people/widom/paper-writing.html>
43. Yang, K., & Stoyanovich, J. (2017, June). Measuring fairness in ranked outputs. In *Proceedings of the 29th International Conference on Scientific and Statistical Database Management* (pp. 1-6).
44. Zajac, E. E. (1996). *Political economy of fairness*. Mit Press.
45. Zehlike, M., & Castillo, C. (2020a, April). Reducing disparate exposure in ranking: A learning to rank approach. In *Proceedings of The Web Conference 2020* (pp. 2849-2855).

46. Zehlike, M., Bonchi, F., Castillo, C., Hajian, S., Megahed, M., & Baeza-Yates, R. (2017, November). Fa* ir: A fair top-k ranking algorithm. In *Proceedings of the 2017 ACM on Conference on Information and Knowledge Management* (pp. 1569-1578).
47. Zehlike, M., Sühr, T., Castillo, C., & Kitanovski, I. (2020b, April). FairSearch: A Tool For Fairness in Ranked Search Results. In *Companion Proceedings of the Web Conference 2020* (pp. 172-175).

3. Полазне хипотезе

На основу претходно дефинисаних одредница истраживања, дефинисане су следеће полазне хипотезе истраживања:

Генерална или општа хипотеза

$X(0)$ – Могуће је постићи фер рангирање у методама ВКА.

Посебне хипотезе

$X(1)$ – Могуће је постићи фер рангирање у методама ВКА пажљивим и оправданим додељивањем компензационих поена дискриминисаним алтернативама.

С обзиром да припадници дискриминисане групе бележе лошије резултате (а ван њиховог утицаја) по задатим критеријумима за рангирање у односу на припаднике привилеговане групе, правичност, у смислу једнакости шанси за пласман на ранг листи, се може постићи уједначавањем жељене мере за фер рангирање по групама, а преко афирмативне мере пажљивог и оправданог додељивања додатних поена дискриминисаним алтернативама. Примена овог механизма код метода ВКА може бити на улазним подацима, и то тако што се, на пример, мења иницијална матрица одлучивања код метода које имају линеарно изражену корисност (тј. користе одређени тип нормализације за свођење вредности на интервал између 0 и 1); мењају преференције по паровима алтернатива за сваки критеријум (нпр. код методе *AHP*, или методе *PROMETHEE*).

$X(2)$ – Могуће је постићи фер рангирање у методама ВКА променом вредности појединих параметара или поступака значајних за одлучивање.

Овим поступком се уклањање дискриминације приликом рангирања доводи у везу са променом вредности појединих параметара или поступака значајних за одлучивање. Један тип параметара и поступака које је могуће мењати део су општих корака код метода ВКА (попут промене, на пример, вредности тежинских коефицијената за критеријуме, начина нормализације матрице одлучивања, начина агрегације нормализованих вредности за алтернативе), док је други тип специфичан за поједине методе ВКА (попут, на пример, промене параметра ν код методе ИКОР, којим се дефинише компромис између стратегије S – очекиване користи, тј. просечно доброг решања, и стратегије R – *maxmin*, тј. слабе стране решења; промене типа функција преференција и/или промене

вредности параметара (m , n) за ове функције код методе *PROMETHEE*; промене матрице процене критеријума код методе *AHP*).

$X(3)$ – Могуће је постићи фер рангирање у методама ВКА дефинисањем посебних, тј. засебних параметара по групама.

Уместо рада на „помиривању“ резултата различитих група, због вишедеценијских разлика, некада јединствени стандарди за рангирање нису пожељни. У том случају је ефикасније и „више фер“ успоставити различите стандарде за рангирање по групама, због чега се у процедурама ВКА уводи другачији третман за дискриминисану и привилеговану групу (попут, на пример, дефинисања другачије вредности идеалне и антиидеалне тачке за дискриминисану и привилеговану групу у методи *TOPSIS*).

4. Научне методе истраживања

У циљу решавања постављеног проблема истраживања, кандидаткиња ће користити следеће методе истраживања:

- Анализа – рашчлањивање сложеног почетног проблема на једноставније саставне делове, односно појединачне елементе који се могу лакше истражити;
- Синтеза – обједињавање појединачних резултата истраживања ради формулисања уопштеног знања;
- Генерализација – закључивање на основу посматрања ограниченог броја чланова једне класе (припадника једне групе);
- Моделовање (моделирање) – креирање математичког модела;
- Статистичке методе – утврђивање (не)постојања статистичке значајности;
- Дескрипција – описивање појава, процеса и закључака који су важни за истраживање;
- Мерење и компарација – обављање поступака за квантификацију резултата, као и њихово међусобно поређење (утврђивање сличности и разлика);
- Апстракција – издвајање одређених особина алтернатива ради рангирања, а занемаривање њихових других припадајућих особина;
- Аналогија – претпостављање сличности алтернатива које припадају истој класи (дискриминисаној или привилегованој групи).
- Компилација – прикупљање и класификација материјала о доступним решењима на основу релевантне литературе, критичко освртање и референцирање;
- Индукција – закључивање у смеру од појединачног ка општем;
- Дедукција – закључивање у смеру од општег ка појединачном;
- Експеримент – извођење експеримената најпре над синтетички генерисаним подацима, а затим и над стварним подацима, ради потврђивања или одбацивања полазних хипотеза, као и валидације истраживања.

5. Очекивани научни допринос

Најзначајнији допринос истраживања јесте методолошки. Предлажу се приступи који обезбеђују фер поступак рангирања (који карактерише одсуство дискриминације) уз разматрање више критеријума за рангирање истовремено, као и уз задовољење задате мере за фер рангирање.

Научни допринос истраживања се огледа у прегледу истраживачке области, развоју антидискриминаторних механизма у вишекритеријумском проблему рангирања, као и у осавремењивању области вишекритеријумског одлучивања, и припадајућих метода. Идеја је да представљени приступ послужи као основа за даља истраживања, пружајући нову тему на увид свим заинтересованим странама, као и нове могућности, било за дефинисање и постављање фер услова/критеријума приликом рангирања, било за примену у разрађеним или новим методама одлучивања.

Стручни допринос истраживања односи се на унапређена решења, која садрже и антидискриминаторну компоненту, а које би ДО користили у пракси за доношење фер одлука, и то на ефикасан и ефективан начин, а такође са тежњом за максимално могуће уважавање ставова и преференција ДО.

6. План истраживања и структура рада

6.1. План истраживања

Истраживање ће се обавити по фазама, приказаним у табели 2.

Табела 2. Фазе даљег истраживања

ФАЗА	ЗАДАЦИ	МЕТОДЕ, ТЕХНИКЕ, СТАНДАРДИ
1. Актуелно праћење постојећих достигнућа из области	Прикупљање нових информација значајних за предметну област	Претраживање стручне литературе Претраживање електронских база научних радова Студије случаја
2. Развој антидискриминаторних механизма	Математичка формализација механизма Модификације и проширивања основних механизма	Стручна литература Програмски језик: <i>Python</i>

	Кодирање у изабраном програмском језику	
3. Инкорпорирање развијених механизма у методама ВКА	Дефинисање алгоритама Кодирање у изабраном програмском језику	Стручна литература Програмски језик: <i>Python</i>
4. Експериментисање са различитим комбинацијама улазних података ради верификације истраживања	Поставка експеримента над синтетичким подацима Тумачење резултата	Програмски језик: <i>Python</i> Стручна литература
5. Валидација истраживања	Проналажење скупова података из области истраживања Статистичка анализа резултата Поређење са резултатима из литературе	Претраживање Интернет ресурса Програмски језик: <i>Python</i> Стручна литература
6. Имплементација истраживања	Постављање <i>Python</i> изворних кодова и помоћних материјала за репродуковање истраживања Надоградња истраживања (у виду нових верзија)	Хостинг сервис за развој софтвера: <i>GitHub</i> Програмски језик: <i>Python</i>
7. Писање радова за часописе са <i>SCI</i> листе	Припрема радова Слање радова	Савети за писање техничких радова [42]
8. Израда докторске дисертације	Обједињавање и описивање резултата истраживања	Упутство о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду [38]

6.2. Структура рада

ПРЕЛИМИНАРНА СТРУКТУРА РАДА ОКВИРНО САДРЖИ СЛЕДЕЋА ПОГЛАВЉА:

- Увод
 - Дефинисање предмета истраживања

- Циљеви истраживања
- Полазне хипотезе
- Методе истраживања
- Очекивани допринос истраживања
- Опис структуре докторске дисертације
- Повезана истраживања
 - Шта значи бити фер?
 - Фер критеријуми и мере
 - Изазови фер рангирања
- Развој механизма за задовољења мера за фер рангирања и инкорпорирање у методама ВКА
 - Антидискриминаторни механизам типа 1 – обештећење или експлицитно поравнање
 - Антидискриминаторни механизам типа 2 – промена параметара и поступака ВКА значајних за исход одлуке
 - Антидискриминаторни механизам типа 3 – дефинисање посебних параметара по групама
 - Модификације и проширивање основних механизма
- Верификација, валидација и имплементација истраживања
 - Експериментисање над синтетичким подацима
 - Поставка експеримента
 - Преглед истраживачких питања
 - Спровођење експеримената над стварним подацима
 - Решења отвореног кода
- Дискусија
- Закључна разматрања и план даљег истраживања
- Литература

7. Закључак и предлог

Закључујемо да је предложена тема, „Фер рангирање код метода вишекритеријумске анализе“, актуелна са аспекта присутног проблема дискриминације и релевантна у ужој научној области моделирања пословних система и пословног одлучивања. Очекивани научни допринос је интересантан како научној, тако и стручној заједници, посебно због честе примене поступка рангирања у различитим аспектима и делатностима.

Кандидаткиња Зорица Додевска, на основу претходног образовања, истраживачког рада, учешћа у пројектима, показаног разумевања концепата у истраживачкој области, личне мотивисаности и општег утиска, поседује потребна знања, искуства и квалификације да самостално истражује тему.

На основу образложења предложене докторске дисертације, **Комисија закључује да кандидаткиња Зорица Додевска испуњава све услове за израду докторске дисертације**, предвиђене Законом о високом образовању и Статутом Факултета. Према мишљењу Комисије, тема „Фер рангирање код метода вишекритеријумске анализе“ спада у научно подручје које се развија на Факултету организационих наука. На основу

предмета истраживања, садржаја и очекиваних доприноса, предложена тема представља значајно подручје истраживања, како са теоријског, тако и са практичног аспекта, у области Техничких наука – Организационе науке (ужа научна област: моделирање пословних система и пословно одлучивање).

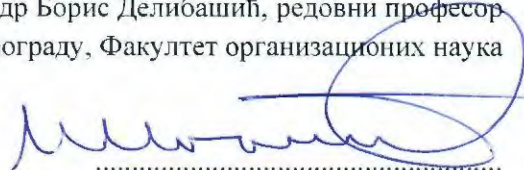
На основу свега наведеног, председник Комисије (проф. др Милан Мартић), као и остали чланови Комисије, предлажу Наставно-научном већу Факултета организационих наука да се кандидаткињи **Зорици Додевској** (бр. индекса 5004/2018) **одобри** израда докторске дисертације под насловом „**Фер рангирање код метода вишекритеријумске анализе**“, а за ментора именује **проф. др Борис Делибашећ**, редовни професор Факултета организационих наука на Универзитету у Београду.

У Београду,
24.09.2020. године

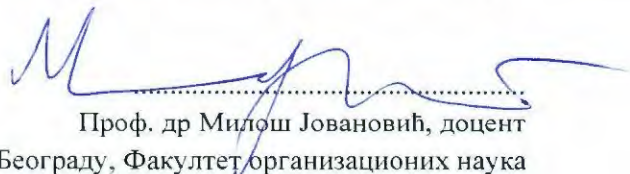
ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ



Проф. др Борис Делибашећ, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука



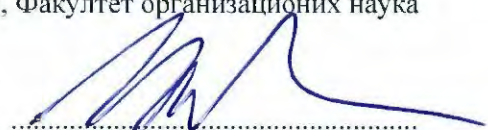
Проф. др Милан Мартић, редовни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука



Проф. др Милош Јовановић, доцент
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука



Проф. др Гордана Савић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Факултет организационих наука



Проф. др Небојша Бојовић, редовни професор
Универзитет у Београду, Саобраћајни факултет (спољни члан)