

Образац 3.

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев
упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на одлуку о прихватању теме докторске дисертације и о одређивању ментора

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 186/15-пречишћени текст и 189/16), дате сагласност на одлуку о прихватању теме докторске дисертације:

„Развој вишекритеријумског оптимизационог модела у фази окружењу за одрживо

управљање извориштима подземних вода“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Геолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Милица (Драган) Степановић, маг. инж. геологије

2. Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):

Хидрогеологија

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2019. год.

4. Година уписа на докторске студије:

2019/20. год.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Хидрогеологија

Подаци о ментору

Име и презиме ментора: **др Драгољуб Бајић**

Звање: **ванредни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. **Polomčić D., Hajdin B., Stevanović Z., Bajić D., Hajdin K. (2013).** Groundwater Management by Riverbank Filtration and an Infiltration Channel: The Case of Obrenovac, Serbia. *Hydrogeology Journal*, 21 (7): 1519-1530. DOI: 10.1007/s10040-013-1025-9. Print ISSN: 1431-2174. Online ISSN: 1435-0157
Impact factor: 1.718 (2013) (M22).
2. **Polomčić D. & Bajić D. (2015).** Application of Groundwater Modeling for Designing a Dewatering System: Case study of the Buvač Open Cast Mine, Bosnia and Herzegovina. *Geologia Croatica*, 68 (2):123-137. DOI:10.4154/gc.2015.07. Online ISSN 1333-4875.
Impact factor: 0.625 (2015) (M23).
3. **Polomčić D., Gligorić Z., Bajić D. & Cvijović Č. (2017).** A Hybrid Model for Forecasting Groundwater Levels Based on Fuzzy C-mean Clustering and Singular Spectrum Analysis. *Water*, 9 (7): 541. DOI: 10.3390/w9070541.
Impact factor: 2.069 (2017) (M22).
4. **Bajić D., Polomčić D. & Ratković J. (2017).** Multi-criteria Decision Analysis for the Purposes of Groundwater Control System Design. *Water Resources Management*, 31 (15): 4759-4784. DOI: 10.1007/s11269-017-1777-4. ISSN: 09204741, 15731650.
Impact factor: 2.644 (2017-2018) (M21).
5. **Polomčić D., Bajić D. & Ratković J. (2018).** Assessment of Historical Flood Risk to the Groundwater Regime: Case Study of the Kolubara Coal Basin, Serbia. *Water*, 10 (5): 588. DOI: 10.3390/w10050588. Online ISSN: 2073-4441.
Impact factor:1.832 (M22).
6. **Polomčić D., Gligorić Z., Bajić D., Gligorić M. & Negovanović M. (2019).** Multi-criteria Fuzzy-stochastic Diffusion Model of Groundwater Control System Selection. *Symmetry* 2019, 11 (5): 705. DOI: 10.3390/sym11050705 (M22).ISSN: 2073-8994; CODEN: SYMMAM.
Impact factor: 2.143 (2018) (M22).
7. **Božović Đ., Polomčić D., Bajić D. & Ratković J. (2019).** Hydrodynamic Analysis of Radial Collector Well Ageing at Belgrade Well Field. *Journal of Hydrology*, 528: 1-13. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2019.124463. ISSN: 0022-1694.
Impact factor: 4.405 (2018) (M21a).
8. **Bajić S., Bajić D., Gluščević B. & Ristić Vakanjac V. (2020).** Application of Fuzzy Analytic Hierarchy Process to Underground Mining Method Selection. *Symmetry*, 12(2): 192. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym12020192>. ISSN: 2073-8994.
Impact factor: 2.713 (2020) (M22).

9. **Stepanović M., Bajić D. & Polomčić D. (2021).** Multicriteria Analysis and Optimization of Groundwater Control Systems with Variable Values of Criterion over Predefined Time Points. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 74(8): 1176-1184.

DOI: 10.7546/CRABS.2021.08.09.

Impact factor: 0.378 (2020) (M23).

10. **Polomčić D., Bajić D., Hajdin B. & Pamučar D. (2022).** Numerical Modeling and Simulation of the Effectiveness of Groundwater Source Protection Management Plans: Riverbank Filtration Case Study in Serbia. *Water* (14): 1993. ISSN: 2073-4441.

DOI: 10.3390/w14131993 (M22).

Impact factor: 3.530 (2021) (M21).

11. **Ratković J., Polomčić D., Gligorić Z. & Bajić D. (2022).** Imputing Missing Data Using the Grey System Theory and Biplot Method to Forecast Groundwater Levels and Yields. *Geologia Croatica*, 75(2):235-247. DOI: 10.4154/gc.2022.14 (M23).

Impact factor: 0.717 (2020) (M23).

12. **Berisavljević Z., Bajić D. & Jovičić V. (2023).** Development and Application of Methodology for Quantification of Overbreaks in Hard Rock Tunnel Construction. *Applied Sciences*, 13(3):1379. DOI: 10.3390/app13031379. ISSN:2076-3417.

Impact factor:2.838 (2021) (M22).

13. **Bajić S., Bajić D., Gluščević B. & Ristić Vakanjac V. (2023).** Applying the VIKOR Method to Select the Optimal Underground Mining Technology. *Comptes rendus de l'Académie bulgare des Sciences*, 76(1): 96-104. DOI: 10.7546/CRABS.2023.01.10.

Impact factor: 0.378 (2020) (M23).

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној _____ године размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Прилог 1. Одлука Наставно-научног већа о прихватању теме и одређивању ментора

2. Извештај комисије о оцени научне заснованости теме докторске дисертације

Напомена: Факултет доставља Универзитету захтев са прилозима у електронској форми и у једном писаном примерку за архиву Универзитета

На основу члана 40. Закона о високом образовању, члана 114. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 34. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 20.04.2023. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације **Милице Степановић, мастер инж. геологије**.
2. Одобрава се именованој израда докторске дисертације под насловом *„Развој вишекритеријумског оптимизационог модела у фази окружењу за одрживо управљање извориштима подземних вода“*.
3. Тема докторске дисертација је оригинална идеја, од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.
4. За ментора се именује др Драгољуб Бајић, ванр. проф.
5. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Оцена научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Милице Степановић

Одлуком бр. 1/55 од 27.02.2023. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације кандидата Милице Степановић под називом:

„Развој вишекритеријумског оптимизационог модела у фази окружењу за одрживо управљање извориштима подземних вода“

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Милица Степановић рођена је 30.01.1995. године у Пожаревцу. Средњу медицинску школу, смер фармацеутски техничар, завршила је 2014. године. Основне академске студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, смер хидрогеологија, започела је 2014. године. Дипломирала је 2018. године са просечном оценом 8,74. Мастер академске студије завршила је 2019. године на Рударско-геолошком факултету, на смеру за хидрогеологију, са просечном оценом 9,60. Октобра месеца исте године уписала је докторске академске студије на смеру за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета. Од јуна 2020. године је стипендиста докторанд Министарства просвете, науке и технолошког развоја (сада:

Министарство науке, технолошког развоја и иновација), распоређена у научно-истраживачку организацију, односно на Рударско-геолошки факултет.

На докторским академским студијама студијског програма Хидрогеологија положила је следеће испите:

1. Самостални публиковани рад П1 (ЕСПБ 5, оцена 10);
2. Семинар 1 (ЕСПБ 5, оцена 10);
3. Специјална поглавља из хидрогеолошких истраживања и менаџмента хидрогеолошких басена (ЕСПБ 20, оцена 10);
4. Микротектоника (ЕСПБ 10, оцена 10);
5. Практични истраживачки рад (ЕСПБ 15, оцена 10);
6. Семинар 2 (ЕСПБ 5, оцена 10);
7. Специјална поглавља из захвата и одрживог коришћења маломинерализованих вода (ЕСПБ 20, оцена 10)
8. Студијски истраживачки рад 1 (ЕСПБ 5, оцена 10);
9. Рад са СЦИ листе (ЕСПБ 15, оцена 10);
10. Специјална поглавља из хидрогеологије животне средине (ЕСПБ 15, оцена 10);
11. Самостални публиковани рад П2 (ЕСПБ 5, оцена 10);
12. Студијски истраживачки рад 2 (ЕСПБ 5, оцена 10);
13. Студијски истраживачки рад 3 (ЕСПБ 5, оцена 10);
14. Пројекат докторске дисертације (ЕСПБ 5, оцена 10);
15. Израда докторске дисертације (ЕСПБ 20, оцена 10);
16. Израда докторске дисертације (ЕСПБ 20, оцена 10);

Закључно, на докторским академским студијама положила је 16/17 испита са просечном оценом 10.00 и укупно 175 ЕСПБ.

На Рударско-геолошком факултету од школске 2021/2022. године учествује у припреми и одржавању вежби на предметима:

- Хидраулика подземних вода, Основне академске студије,
- Хидраулика бунара, Основне академске студије.

Захтев за одобрење потенцијалне теме докторске дисертације поднела је у фебруару 2023. године.

1.2. Сечено научноистраживачко искуство

Октобра 2019. године уписала је докторске академске студије на Рударско-геолошком факултету у Београду, научна област: геонауке, хидрогеологија. Положила је укупно 16 испита (од 17) предвиђених програмом докторских академских студија Рударско-геолошког факултета, са просечном оценом 10,00.

Кандидат Милица Степановић је стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја од 2020. године (сада: Министарство науке, технолошког развоја и иновација), распоређена у научно-истраживачку организацију (НИО), односно на Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Учествовала је у изради неколико елабората о хидрогеолошким истраживањима:

1. Елаборат о хидрогеолошким условима утискивања нових дрена на бунару РБ-36 београдског изворишта подземних вода, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2022.
2. Елаборат о хидрогеолошким условима утискивања нових дрена на бунару РБ-38 београдског изворишта подземних вода, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2022.
3. Елаборат о хидрогеолошким условима утискивања нових дрена на бунару РБ-19 београдског изворишта подземних вода, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2023.
4. Елаборат о хидрогеолошким условима утискивања нових дрена на бунару РБ-10М београдског изворишта подземних вода, Рударско-геолошки факултет, Београд, 2023.

Такође, учествовала је и на неколико конгреса и симпозијума, аутор је више стручних и научних радова.

Списак до сада објављених радова:

1. **СТЕПАНОВИЋ М., БАЈИЋ Д., ПОЛОМЧИЋ Д., АВРАМОВИЋ А., МИЈАТОВИЋ Б. (2022):** *Квалитативне карактеристике подземних вода изворишта „Кључ“ у Пожаревицу*, Зборник радова са XVI Српског симпозијума о хидрогеологији са међународним учешћем, 139-145., Златибор, Србија, 28. септембра-02. октобра 2022. године, ИСБН 978-86-7352-380-4.
2. **STEPANOVIĆ M., BAJIĆ D., POLOMČIĆ D. (2022):** *Advantages of Fuzzy Optimization Methods over Conventional Approaches to Problem Solving Related to Protection Against Groundwater*, Proceedings of the XVIII Serbian Geological Congress, Divčibare, Serbia, 01-04 Jun 2022, p. 254. Belgrade: Serbian Geological Society. ISBN-978-86-86053-23-7.
3. **STEPANOVIĆ M., BAJIĆ D., POLOMČIĆ D. (2022):** *The Fuzzy VIKOR Approach: Evaluation of Criteria and Selecection of the Best Groundwater Management Alternative*, Proceedings of the XVIII Serbian Geological Congress, Divčibare, Serbia, 01-04 Jun, 2022, p. 251. Belgrade: Serbian Geological Society. ISBN-978-86-86053-23-7.
4. **СТЕПАНОВИЋ М., БАЈИЋ Д., ПОЛОМЧИЋ Д., ШИКМАН С., НОВИТОВИЋ А. (2021):** *Процена угрожености подземних вода применом ГОД методе: случај изворишта за водоснабдевање Сопота*, Водопривреда, 53 (2021), (311-312):143-151. UDK: 551.493/628.17, https://www.vodoprivreda.net/wp-content/uploads/2022/01/6-Stepanovic-i-saradnici_R.pdf
5. **STEPANOVIĆ M., BAJIĆ D., POLOMČIĆ D. (2021):** *Multicriteria Analysis and Optimization of Groundwater Control System with Variable Values of Criterion over Predefined Time points*, Comptes rendus de l' Acadenue bulgare des sciences: sciences mathematiques et naturelles, 74 (8), pp. 1176-1178. DOI: 10.7546/CRABS.2021.08.09.
6. **СТЕПАНОВИЋ М., БАЈИЋ Д., АВРАМОВИЋ А., ТУЦАКОВИЋ М., ШИКМАН С. (2021):** *Хидродинамичке карактеристике изворишта подземних вода „Кључ“ у Пожаревицу*, Техника, 76 (2021) (5): 584-591, doi: 10.5937/tehnika2105584S. UDC: 628.113(497.11).

2. ОБРАЗЛОЖЕЊЕ ТЕМЕ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ

ПРЕДЛОГ НАЗИВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

„Развој вишекритеријумског оптимизационог модела у фази окружењу за одрживо управљање извориштима подземних вода“

НАУЧНА ОБЛАСТ КОЈУ ОБУХВАТА ТЕМА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Геонауке, хидрогеологија

ПРЕДМЕТ И ЦИЉ НАУЧНОГ ИСТРАЖИВАЊА

Предмет истраживања јесте приказ метода вишекритеријумске оптимизације, пре свега ВИКОР и фази ВИКОР, које ће бити примењене на одговарајућој студији случаја током израде докторске дисертације.

Разлог одабира бављењем проблематиком вишекритеријумске оптимизације пре свега се огледа у томе што у многим научним дисциплинама, а последично и у области менаџмента подземних водних ресурса, експерти често налазе у ситуацији да када треба да реше неки проблем, наиђу на многобројне лимитирајуће факторе, односно ограничења. У свету је ситуација таква да се обично као адекватно решење узима оно које је најекономичније у финансијском смислу, међутим, инжењери и научници уопште се труде да у обзир узму још неке факторе који ће утицати на одабир решења, а да при томе поштују принципе економичности у сваком смислу.

Циљ истраживања јесте спровеђење фази моделирања и фази оптимизације, помоћу методе вишекритеријумске оптимизације, пре свега фази ВИКОР. Коришћењем поступака фази моделирања и фази оптимизације заправо се развија технологија „меког“ рачунарства, која користи толеранцију на неизвесности, непрецизности и различите апроксимације, у циљу постизања трактабилности, робусности и боље усклађености са реалним светом. Ради постизања бољих и ефикаснијих решења посматраног проблема, у процес фази моделирања и оптимизације могуће је укључити још неку од постојећих метода, нпр. FАHP (енгл. *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*; Saaty, 1980), фази ТОПСИС (енгл. *Technique for Order Performance by Similirity to Ideal Solution*; Hwang & Yoon, 1981), фази PROMETHEE (енгл. *Preference Ranking Optimization Method of Enrichement*

Evaluation; Brans, 1982) и слично, те би се на тај начин могао добити хибридни систем, односно модел.

Приликом фази моделирања креираће се одговарајући модел, заснован на разумевању самог проблема, односно, студији случаја, као и анализа фази информација које ће се користити током процеса креирања истог. Фази оптимизација, применом методе фази ВИКОР, има за циљ решавање модела „оптимално“, на основу формулација фази информација у смислу њихове припадности одређеном скупу. Креирани модел би требало да осликава вишекритеријумски приступ, те ће и критеријуми бити адекватно одабрани и класификовани у одговарајуће категорије. Кроз анализу осетљивости, односно промену тежине одређених критеријума, модел треба да прикаже поузданост прихваћеног, компромисног решења.

ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Полазне хипотезе у оквиру дисертације под називом „Развој вишекритеријумског оптимизационог модела у фази окружењу за одрживо управљање извориштима подземних вода“ су:

1. На основу спроведених истраживања о теорији вишекритеријумске оптимизације, постојећих метода и успешности и могућности њихове примене у разним научним областима, изабрана је адекватна метода за спровођење процеса оптимизације и моделирања.
2. Укључивање фази приступа омогућиће јасније сагледавање и формулисање проблема у смислу да ће на веродостојан начин осликавати сву његову комплексност, што би свакако у одређеној мери морало бити редуковано применом традиционалних метода вишекритеријумске оптимизације.
3. У оквиру фази вишекритеријумског модела биће интегрисани одговарајући критеријуми и алтернативе, а валидност и применљивост одабраног компромисног решења биће проверена на конкретној студији случаја.

ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Један од резултата истраживања у оквиру докторске дисертације представљаће анализа и синтеза релевантних литературних података везаних за процес вишекритеријумске оптимизације и предложених метода: ВИКОР и фази ВИКОР и њихове досадашње примене у различитим областима.

Кроз детаљно сагледавање могућих вишекритеријумских проблема обрађених у доступним радовима, биће могуће унапредити и одабрати такво подручје истраживања које ће допринети развоју вишекритеријумског одлучивања уопште.

Приликом разматрања одабраног система, применом метода фази оптимизације у обзир ће се узети различити аспекти истог, попут на пример техничких, економских, еколошких, социјалних и слично и њихови специфични делови који су од значаја за дефинисање крајњег решења. Техничким аспектима, који ће бити представљени у виду критеријума, односно одговарајућих поткритеријума се обично врши вредновање оних ефеката који се не могу лако изразити у виду монетарних једница, као што је на пример временски период трајања одређених процеса, промена квалитета ваздуха или воде у односу на садашње стање и слично. Економски аспекти се односе на трошкове изградње и рада система, али и на добити корисника, па се у том смислу могу посматрати на пример инвестициони трошкови за изградњу и опремање система, трошкови који се односе на његово функционисање и слично. Кроз еколошке аспекте се оцењује утицај датог система на здравље људи, биљни и животињски свет, односно утицај на животну средину уопште. Социјални аспекти могу представљати један шири концепт, нарочито ако се крене од тога да вода као ресурс може бити оцењена као социјална категорија, у смислу да су са њом повезане егзистенцијалне људске потребе. Због тога је неопходно обезбедити приступ квалитетној води за пиће, која са друге стране, уколико се одликује лошим квалитетом или је иста просто неприступачна, у смислу да су њене количине ограничене, може да изазове различита вирусна и друга обољења код људи. Недостатак квалитетне воде свакако дакле да утиче на квалитет живота уопште, и обезбеђење истог треба схватити као један од примарних циљева у области водног менаџмента. Са друге стране, неадекватно управљање водним ресурсима, чак и када је њихов квантитет и квалитет на задовољавајућем нивоу, носи са собом одређене последице, попут на пример појава поплава, што може узроковати миграције становништва, уништавање пољопривредног земљишта које се користи за производњу хране, и уопште до великих материјалних штета код појединаца и друштва уопште.

Сви поменути аспекти ће бити инкорпорирани у окивру фази вишекритеријумског модела, који ће бити један потпуно нови модел одлучивања и који ће заправо представљати главни допринос ове дисертације. Такав модел ће третирати неизвесности и непрецизности које увек прате неки реалан систем, али се очекује да ће се исти кроз анализу осетљивости параметара и осталих релевантних процеса моделирања које ће га пратити, показати као применљив и адекватан за решавање постављеног проблема. Креирани фази вишекритеријумски модел ће заправо проистећи из технологије „меког“ рачунарства, за коју се верује да ће у скорој будућности постати све више прихваћена, а као један од разлога томе се издваја и то што је концепт „тврдог“, конвенционалног рачунарства, превише прецизан, односно да у довољној мери не узима у обзир бројне и општеприсутне непрецизности који се јављају у реалности. Како је раније наведено, у циљу постизања ефикаснијих и реалнијих решења применом поменуте технологије, могуће је да се кроз израду докторске дисертације у процес моделирања и оптимизације укључи још нека од постојећих метода, чиме би се створио хибрдни систем, односно модел. То се пре свега мисли на методе попут FAHP (engl. *Fuzzy Analytic Hierarchy Process*; Saaty, 1980), фази TOPSIS (engl. *Technique for Order Performance by Similirity to Ideal Solution*; Hwang & Yoon, 1981), фази PROMETHE (engl. *Preference Ranking Oraganization Method of Enrichement Evaluation*; Brans, 1982) и слично.

ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Због обима и сложености проблема који ће се разматрати у оквиру дисертације, иста ће бити урађена кроз неколико фаза.

Прва фаза се односи на прикупљање, анализу и синтезу расположивих података и резултата научних истраживања у области вишекритеријумске оптимизације, односно одабраних метода (ВИКОР и фази ВИКОР). Као резултат ове фазе истраживања издвојиће се детаљан приказ и основне поставке поменутих метода, њихова досадашња примена у сродним научним областима као и комбинација примене са другим методама вишекритеријумске оптимизације и слично.

У **другој фази** се врши одабир студије случаја, односно подручја истраживања и детаљно описују карактеристике истог уз приказ претходних истраживања која су вршена у датој области. Такође, неопходно је јасно дефинисати који ће то конкретни проблем везан за дати случај бити решаван помоћу метода вишекритеријумске оптимизације.

Током **треће фазе**, након што се одабере карактеристична студија случаја, неопходно је најпре јасно назначити све алтернативе и детаљно образложити разлоге због којих су баш оне узете у разматрање, затим дефинисати критеријуме и поткритеријуме који ће се користити у поступку фази оптимизације. За све поменуте критеријуме и поткритеријуме треба одредити релативну важност (тежину), а потом и применити методу фази ВИКОР уз детаљан приказ добијених резултата. Добијено компромисно решење треба посебно назначити и описати разлоге због којих је баш оно прихваћено.

Друга, трећа, четврта и пета фаза биће реализоване током израде докторске дисертације, односно, након прихваћеног и одбрањеног Пројекта докторске дисертације.

Као резултат претходне, у **четвртој фази** се креира фази вишекритеријумски модел. Све фазе израде модела, као и улазни и излазни параметри се детаљно описују. Неопходно је извршити и његову верификацију у смислу оцењивања веродостојности и применљивости истог, односно да ли је одговорио на постављене задатке и омугућио предвиђање несметаног рада посматраног система уз предложено решење.

У последњој, **петој фази** се врши синтеза резултата који су добијени током претходних фаза уз дискусију и повезивање у јединствен научноистраживачки резултат. На крају се даје и предлог даљих истраживања.

Време које је неопходно за спровођење преосталих фаза истраживања процењено је на око две године.

У складу са проблематиком коју ће разматрати, односно постављеним циљевима, докторска дисертација ће бити подељена у неколико делова или целина. У наставку ће бити дат само оквирни приказ садржаја рада, јер ће исти бити конципиран током извођења преосталих фаза истраживања.

У **првом, уводном делу**, описаће се предмет и циљ истраживања, одредиће се полазне хипотезе и дефинисати методе које ће бити коришћење за њихово доказивање. Уводни део се завршава поглављем у коме се приказује научни допринос израде дисертације.

Други део обухватиће теоријске поставке вишекритеријумске оптимизације, фази приступа, методе ВИКОР и фази ВИКОР уз осврт на њихову досадашњу примену у одговарајућим научним областима.

Трећи део је заправо експериментални, и у оквиру њега ће бити детаљно приказана студија случаја, односно њене главне карактеристике и сви они параметри који су битни за спровођење фази оптимизације помоћу методе фази ВИКОР. Резултати спроведених прорачуна као и приказ модела, такође ће бити део треће целине дисертације.

У **четвртом делу** приказују се закључна разматрања и утврђује да ли су постављене хипотезе заиста и доказане и даје се предлог даљих истраживања која се односе на предметну проблематику разматрану у дисертацији. На крају овог поглавља обично следи списак објављених научних радова кандидата.

У последњем делу се приказује списак коришћене литературе.

НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

Током израде докторске дисертације, користиће се неколико научних метода истраживања. То су пре свега: научна дескрипција, дефиниција и класификација, анализа и синтеза, компарација, метода мерења резултата и закључивање, метода моделирања, вишекритеријумска оптимизација, метода ВИКОР и метода фази ВИКОР.

Метода научне дескрипције користиће се у циљу описивања појава, процеса и њихових својстава и структуре, као и међусобних односа. Иста чини најнижи ниво научног сазнања и подразумева описивање претходно наведених ставки на основу посматрања (Белић & Цинцовић, 2020). Помоћу дескрипције се може стећи представа на основу које се може донети одређени суд, закључак, закон или теорија.

Дефиниција се односи на тврђење којим се недвосмислено одређује садржај одређеног појма, док се кроз *класификацију* врши подела појмова, распоређивањем и груписањем у одговарајуће класе, на основу одређеног критеријума. Како наводи Миљевић (2007), класификација се може односити на неколико аспеката, као што су на пример суштина, садржај, форма, квантитет, квалитет, простор, време, односи, или може узети у обзир више одредби (критеријума) одједном. На основу тога, класификација може бити једноставна или сложена, једнослојна или вишеслојна, једностепена или вишестепена. Квантитативна класификација може представљати један од почетних облика мерења.

Анализом се врши поступак рашчлањавања појмова на једноставније елементе, те ће у дисертацији бити коришћена код изучавања постојећих метода вишекритеријумске оптимизације, постигнутих резултата истраживања применом одабраних метода, затим код дефинисања критеријума који ће утицати на доношење одлуке и слично. Предмет анализе увек представља одређена сложена целина, која не може имати мање од два дела који су међусобно повезани. Ова сложеност која карактерише предмет анализе (целину), омогућава да се предмет истражује као целина, или се анализира један његов део, или скуп међусобних односа истог, и слично. Анализа се може поделити у неколико категорија. Прво, ако се посматра предмет истраживања, анализа може бити потупна или парцијална (Миљевић, 2007). Приликом потпуне анализе, разматрају се сви чиниоци датог предмета, својства, односи, као и функције истог, у целокупном времену трајања и распрострањености истог. Парцијална анализа изучава одређени део, особину или аспект, временску или просторну одредницу неке целине, која се може посматрати као несамостална целина (Миљевић, 2007). Уколико се посматра део целине на који је усмерена, анализа може бити: структурална, када оређује структуру те целине, затим генетичка, када је усмерена на истраживање развоја предмета, или компаративна, када се разматрају сличности и разлике делова предмета истраживања, или између два или више предмета, њихови међусобни односи и слично. Ове три врсте анализе заправо су део парцијалне анализе. На основу аспекта сложености проблема (предмета) који изучава, иста може бити елементарна, када је усмерена на испитивање делова целине или каузална, када одређује узрочно-последичне везе појединих делова целина које разматра. Поред тога, постоји и функционална анализа, када одређује какве су функције појединих делова у оквиру посматране целине (Адамовић и други 2017). Више о врстама анализа може се пронаћи код Миљевић (2007) и Адамовић и други (2017).

Синтезом се сви елементи добијени анализом спајају у јединствену целину. Ако се посматра аспект формалне логике, синтезом се, мисаоним путем врши састављање ознака у појмове, односно појмова у судове и закључке (Адамовић и други, 2017). Синтеза може бити продуктивна и репродуктивна (Миљевић, 2007). Под продуктивном синтезом се подразумева то да иста истражује настанак посматране целине и сазнаје правилност или законитост у настајању и њеном постојању. Уколико је одређена целина растављена на делове путем анализе, репродуктивном синтезом се заправо стиче ново сазнање о својствима исте или измењене репродукције посматране целине (Миљевић, 2007). По својој суштини, анализа и синтеза представљају супротне методолошке поступке уколико се узме у обзир

кретање мишљења. То значи да обе полазе од односа између целине и одређеног дела, само у различитим смеровима.

Компарација подразумева утврђивање истоветности, сличности и разлика, односно супротности појава и процеса. Како наводе Вуковић & Штрбац (2019), без поређења, које представља мисаоно-логички поступак, не би било могуће формирати појам, став или суд о нечему. Ова метода тежи да одреди узрочно-последични однос између разматраних појава и омогућава предвиђање, тако да у том смислу може представљати замену за експеримент.

Методом мерења се врши вредновање добијених резултата, њихова анализа и коначно доношење закључака.

Моделирањем се врши креирање логичких и математичких система који ће осликавати стварни или идеални систем. Помоћу таквих система се истраживања могу вршити експериментално или симулацијама, а добијени подаци преносити са модела на реалну појаву. На основу аналогije између онога у реалности и онога што је приказано на моделу, могуће је доћи до сазнања како ће се одређена појава или објекат мењати приликом деловања различитих фактора (Белић & Цинцовић, 2020). Како наводе Вуковић & Штрбац (2019), модел има задатак да опише и допринесе разумевању посматране појаве (система), затим да повећа моћ предвиђања и да демонстрира различите теорије и хипотезе.

Поред поменутих, користиће се и конкретне научне методе у циљу примене на конкретној студији случаја која ће бити дефинисана током израде докторске дисертације. То су: **вишекритеријумска оптимизација, метода ВИКОР и фази ВИКОР.**

Метода ВИКОР је развијена за дефинисање вишекритеријумског оптималног решења и такав назив уводи Оприцовић (1990), као акроним појмова ВИшекритеријумско КОмпромисно РАнгирање. Поступак се врши рангирањем алтернатива према задатим критеријумима, који могу бити изражени у виду квантитативних економских показатеља, квантитативних техничких показатеља, еколошких и квалитативних показатеља. Након тога се врши додељивање тежине критеријума, односно мера релативне важности сваког критеријума. Коначну одлуку на крају доноси доносилац одлуке, тако што се из скупа предложених алтернатива бира она која представља компромисно решење. У овом случају, „компромис“ произилази из постављених жеља (критеријуми) и могућности (ограничења).

Фази ВИКОР методу је увео Оприцовић (2007), и она представља проширење или надградњу класичног ВИКОР приступа. Приликом примене поменуте методологије, за описивање релативне важности критеријума, користе се речи „природног“ језика (лингвистичке променљиве). Поред тога, као резултат примене исте, добијају се вредности приказане у виду фази бројева, најчешће троугаоних (Dubois & Prade, 1978; Dubois & Prade, 1982; Mizumoto & Tanaka, 1979; Dubois & Prade, 2000; Cheng, 2004; Zhang et al, 2014; Anand & Bharatraj 2017), тако да је неопходно извршити њихову дефазикацију. Суштина овог процеса јесте превођење фази бројева у класичне (енгл. *crisp*) вредности (Wang, 2001).

Детаљнији опис поменутих конкретних научних метода приказан је у оквиру Пројекта докторске дисертације.

4. У оквиру фази вишекритеријумског модела биће интегрисани одговарајући критеријуми и алтернативе, а валидност и применљивост одабраног компромисног решења биће проверена на конкретној студији случаја.

ИЗВОД ДЕЛА ЛИТЕРАТУРНИХ ИЗВОРА ИЗ ПРЕДМЕТНЕ ОБЛАСТИ:

1. **АДАМОВИЋ Ж., ИВИЋ М., ВУКОВИЋ М. (2017):** Методологија и технологија израде научних радова. Универзитетски уџбеник. Бања Лука: Универзитет за пословни инжењеринг и менаџмент.
2. **ADLER M., ZIGLIO E. (1996):** Gazing into the oracle: the delphi method and its application to social policy and public health. Jessica Kingsley Publishers, London, p. 252.
3. **ALLEN D.M. , SCHUURMAN N., ZHANG Q. (2007):** Using Fuzzy Logic for Modeling Aquifer Architecture. - Journal of Geographical Systems, 9 (3), 289-310. doi: 10.007/s10109-007-0046-0. EISSN: 1435-5949.
4. **БАЈИЋ Д. (2016):** Фази оптимизација у хидродинамичкој анализи за потребе пројектовања система одбране од подземних вода. Докторска дисертација у рукопису. Београд: Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет.
5. **BAJIĆ D., POLOMČIĆ D., JEMCOV I. (2014):** The Purpose of Fuzzy Logic in Hydrogeological Practice. - In Cvetković V. (Ed), Proceedings of the XVI Serbian Geological Congress, Donji Milanovac, Serbia, 22-25 May 2014, pp. 424-429. Belgrade: Serbian Geological Society.

6. **BANERJEE S, ROY T.K. (2012):** Arithmetic Operations on Generalized Trapezoidal Fuzzy Numbers and its Applications. - Turkish Journal of Fuzzy Systems, 3 (1), 16-44.
doi: 10.1007/s12597-014-0194-1. EISSN: 1309-1190.
7. **BARILARI A., LOUNDRES LIMA M. MASSONE H.E. (2021):** Spatial Dependencies During Multi-criteria Analysis for Groundwater Resource Management at a Local Scale. - Groundwater for Sustainable Development, 14.
<https://doi.org/10.1016/j.gsd.2021.100621>. ISSN: 2352-801X.
8. **БЕЛИЋ Б., ЦИНЦОВИЋ М. (2020):** Методе научног рада. Универзитетски уџбеник. Нови Сад: Универзитет у Новом Саду, Пољопривредни факултет.
9. **BELLMAN R.E., ZADEH L.A. (1970):** Decision Making in a Fuzzy Environment. - Management Sciences, 17 (4), 141-164. <https://doi.org/10.1287/mnsc.17.4.B141>.
10. **BOJADZIEV G., BOJADZIEV M. (1996):** Fuzzy sets, fuzzy logic, applications. - Word Scientific Publisher, Singapore.
11. **BRAHAM A.K., MITRA D.K. (2019):** Fuzzy AHP and fuzzy VIKOR Approach Modelling for Flood Control Project Selection. - International Journal of Applied Engineering Research, 14 (17), 3579-3588. ISSN: 0973-4562.
12. **BRANS J.P. (1982):** L'ingeniere de la decision; Elaboration d'instruments d'aide a la decision. La methode PROMETHEE. - In R. Nadeau and M. Landry, editors, L'aide a la decision: Nature, Instruments et Perspectives d'Avenir, 183-213. Quebec, Canada, Presses de l'Universite Laval.
13. **CHANG C.L., LIN Y.T. (2014):** Using the VIKOR Method to Evaluate the Design of a Water Quality Monitoring Network in a Watershed. - International Journal of Environmental Science and Technology 11, 303-310. <https://doi.org/10.1007/s13762-013-0195-2>.
14. **CHEN L.Y., WANG T.C. (2009):** Optimizing Partners' Choice in IS/IT Outsourcing Projects: The strategic Decision of Fuzzy VIKOR. - International Journal Prod. Econ., 120 (1), 233-242. doi:10.1016/j.ijpe.2008.07.022. Print ISSN: 0925-5273.
15. **CHENG C.B. (2004):** Group Opinion Aggregation Based on a Grading Process: a Method for Constructing Triangular Fuzzy Numbers. - Computers and Mathematics with Application, 48 (11), 1619-1632. <https://doi.org/10.1016/j.camwa.2004.03.008>.

16. **CHOI S.J., KIM J.H., LEE D.R. (2012):** Decision of the Water Shortage Migration Policy Using Multi-criteria decision Analysis. - KSCE Journal of Civil Engineering, 16 (2), 247-253. doi: 10.1007/s12205-012-008-z. EISSN: 1976-3808.
17. **DE BEATS B., MARKOVA-STUPNAOVA A. (1997):** Analytical Expressions for the Addition of Fuzzy Intervals.- Fuzzy Sets and Systems, 91 (2), 203-213. [https://doi.org/10.1016/S0165-0114\(97\)00141-3](https://doi.org/10.1016/S0165-0114(97)00141-3).
18. **DENG H., YEH C.H., WILLS R.J. (2000):** Inter-company Comparison using Modified TOPSIS with Objective Weights. - Computers & Operations Research, 27 (10), 963-973.
doi: 10.1016/S0305-0548(99)00069-6.
19. **DIJKMAN J.G., VAN HAERIGNEN H., LANGE S.J. (1983):** Fuzzy Numbers. - Journal of Mathematical Analysis and Applications, 92, 301-341. [https://doi.org/10.1016/0022-247X\(83\)90253-6](https://doi.org/10.1016/0022-247X(83)90253-6).
20. **DUBOIS D., PRADE H. (1978):** Operations on Fuzzy numbers. - International Journal of Systems Science, 9, 613-626. <https://doi.org/10.1080/00207727808941724>.
21. **DUBOIS D., PRADE H. (1980):** Fuzzy sets and systems: theory and application. New York, London, Toronto, p 393.
22. **DUBOIS D., PRADE H. (1982):** A Class of Fuzzy Measures Based on Triangular Norms: a General Framework for the Combination of Information. – International Journal of General Systems, 8 (1), 43-61. <https://doi.org/10.1080/03081078208934833>.
23. **DUBOIS D., PRADE H. (1986):** Fuzzy Sets and Statistical Data. - European Journal of Operational Research, 25 (3), 435-356. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(86\)90266-3](https://doi.org/10.1016/0377-2217(86)90266-3).
24. **DUBOIS D., PRADE H. (2000):** Fundamendats of Fuzzy sets. The handbook of Fuzzy sets series. Boston: Springer, 7, 647.
25. **DUCKSTEIN L., OPRICOVIĆ S. (1980):** Multiobjective Optimization in River Basin Development. – Water Resources Research, 16 (1), 14-20. <https://doi.org/10.1029/WR016i001p00014>.

26. **DUTTA P., ALI T. (2012):** Uncertainty Modeling in Risk Analysis: a Fuzzy Set Approach. -International Journal of Computer Applications, 43 (17), 35-39.
doi: 10.5120/61998734.
27. **ERTUGRUL I., TUS A. (2007):** Interactive Fuzzy Linear Programming and an Application Sample at a Textile Firm. - Fuzzy Optimization and Decision Making, 6, 29-49. <https://doi.org/10.1007/s10700-006-0023-y>.
28. **FULLER R. (1998):** Fuzzy Reasoning and Fuzzy optimization. Turku Centre for Computer Science, Abo, pp. 232.
29. **GARCIA-CASCALES M.S., MOLINA GARCIA A., SANCHEZ-LOZANO J.M., AROCA A.M., MUNIER N. (2021):** Multi-criteria Analysis Techniques to Enhance Sustainability of Water Pumping Irrigation. -Energy Reports, 7, 4623-4632.
<https://doi.org/10.1016/j.egy.2017.07.026>. ISSN: 2352-4847.
30. **GEMITZI A., PETALAS C., TSIHRINTSIZ V.A., PISINARAS V. (2005):** Assessment of Groundwater Vulnerability to Pollution: a Combination of GIS, Fuzzy Logic and Decision Making Techniques. -Environmental Geology, 49, 653-673.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00254-005-0104-1>.
31. **GHANDI M., ROOZBAHANI A. (2020):** Risk Management of Drinking Water Supply in Critical Conditions Using Fuzzy PROMETHEE V Technique. -Water Resources Management, 34 (2), 595-615. doi:10.1007/s11269-019-02460-z.
32. **GICHAMO T., GOCKEKS H., OZSAHIN D.U., GELETE G., UZUN B. (2020):** Evaluation of Different Natural Wastewater Treatment Alternatives by Fuzzy PROMETHEE method. -Desalination and Water Treatment, 177, 400-407.
doi:10.5004.dwt.2020.25049.
33. **GOGUEN J.A. (1967):** L-Fuzzy Sets. - Journal of Mathematical Analysis and Applications, 18, 145-174. [https://dx.doi.org/10.1016/0022-247X\(67\)90189-8](https://dx.doi.org/10.1016/0022-247X(67)90189-8).
34. **GRZEGORZEWSKI P., MROWKA (2005):** Trapezoidal Approximations of Fuzzy Numbers. - Fuzzy Sets systems, 153 (1), 115-135.
<https://doi.org/10.1016/j.fss.2004.02.015>.

35. **HAIDER H., GHUMAN A.R., AL-SALAMAH I.S., THABIT H. (2020):** Assessment Framework for Natural Groundwater Contamination in Arid Regions: Development of Indices and Wells Ranking System Using Fuzzy VIKOR Method. - Water, 12 (2), 423. <https://doi.org/10.3390/w12020423>.
36. **HANSS M. (2005):** Applied fuzzy Arithmetic-an Introduction with Engineering Applications. - Springer, 186, 256.
37. **HWANG C.L., YOON K.P. (1981):** Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications, a State-of-the-art Survey. – Springer-Verlag, New York.
<https://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-48318-9>.
38. **JACQUET-LAGREZE E., SISKOS Y. (2001):** Preference Disaggregation: 20 Years of MCDA Experience. - European Journal of Operational Research, 130 (2), 233-245.
<https://doi.org/10.1007/BF02936355>.
39. **KAHRAMAN C., GULBAY M., KABAK O. (2007):** Applications of Fuzzy Sets in Industrial Engineering: a Topical Classification. - Studies in Fuzziness and Soft Computing, 201, 1-55. doi: 10.1007/3-540-33517-X_1.
40. **KAMTHAN SH. (2022):** Hierarchical Fuzzy Logic Systems. - Journal of the Institution of Engineers (India), 103 (4), 1167-1175. doi:10.1007/s40031-022-00728-4.
41. **KAUFMANN A., GUPTA M.M. (1988):** Introduction to Fuzzy Arithmetic. - Van Nostrand Reinhold, New York, pp. 384.
42. **KAYA T., KAHRAMAN C. (2010):** Multicriteria Renewable Energy Planning Using an Integrated Fuzzy VIKOR & AHP Methodology: The Case of Istanbul. - Energy, 35 (6), 2517-2527. doi: 10.1016/j.energy.2010.02.051.
43. **KIM S. (2009):** A Compromise Solution in Water Resources Planning. - Water Resources Management, 23 (8), 1549-1561. doi: 10.1007/s11269-008-9340-y.
44. **KIM Y., CHUNG E.S. (2013):** Fuzzy VIKOR Approach for Assessing the Vulnerability of the Water Supply to Climate Change and Variability in South Korea. - Applied Mathematical Modelling, 37, 9419-9430. doi: 10.1016/j.apm.2013.04.040.

45. **KLIR G.J., YUAN B. (1995):** Fuzzy sets and fuzzy logic: theory and applications. Upper Saddle River, Prentice Hall Inc, pp. 592.
46. **Kosko B. (1993):** Fuzzy thinking: The new science of fuzzy logic. Hyperion, New York, pp. 366.
47. **KUBER SINGH M. (2021):** Application of Triangular Fuzzy Numbers in Taking Optimal Decision. In book: Decision making in inventory management, 219-230. doi:10.1007/978-981-16-1729-4_13.
48. **KUMAR P., SHARMA R., BHAUMIK S. (2022):** MCDA Techniques Used in Optimization of Weights and Ratings of DRASTIC Model for Groundwater Vulnerability Assessment. - Data Science and Management, 5 (10), 28-41. doi: 10.1007/s12517-022-10034-4. EISSN: 266-7649.
49. **LEE G., JUN K.S., CHUNG E.S. (2015):** Group decision-making approach for flood vulnerability identification using the fuzzy VIKOR method. - Natural Hazards and Earth System Sciences, 15 (4), 863-874.
<https://doi.org/10.5194/nhess-15-863-2015>.
50. **LUKASIEWICZ J. (1920):** O logice trojwartosciowej. Ruch Filozoficzny, 5, 170-171.
51. **LILLY J. (2010):** Fuzzy control and identification. John Wiley & Sons, New Jersey, pp. 231.
52. **LIMA M.L., PASCUAL M. (2022):** Incorporating Local Researchers' and Decision Makers' Preferences for Groundwater Resources Management in a Spatial Multi-voiced Decision Model. - Journal of Environmental Management, 302 (Pt A). doi: 10.1016/j.jenvman.2021.113954. EISSN 1095-8630.
53. **LIU H.C., YOU J.X., FAN X.J., CHEN Y.Z. (2014):** Site Selection in Waste Management by the VIKOR Method Using Linguistic Assessment. - Applied Soft Computing, 21, 453-461. doi: 10.1016/j.asoc.2014.04.004. ISSN: 1568-4946.
54. **МАНДИЋ К. (2015):** Укључивање логичких интеракција атрибута у методе вишекритеријумске анализе. Докторска дисертација у рукопису. Београд: Универзитет у Београду, Факултет организационих наука.

55. **MASOUMI I., NARAGHI S., RASHIDI-NEJAD F., MASOUMI S. (2014):** Application of Fuzzy Multi-atribute Decision Making to Select and Rank the Post-mining Land-use. - Environmental Earth Science, 72 (1), 221-231.
doi: 10.1007/s12665-013-2948-0. EISSN:1866-6299.
56. **MATEUSZ P., DANUTA M., MALGORZATA L., MARISUZ B., KERSKA N. (2018):** TOPSIS and VIKOR methods in study of sustainable development in the EU countries. - Procedia Computer Science, 126, 1683-1692.
<https://doi:10.1016/j.procs.2018.08.109>. EISSN: 1877-0509.
57. **МИЉЕВИЋ М. (2007):** Методологија научног рада. Универзитетски Уџбеник. Сарајево: Универзитет у Источном Сарајеву, Филозофски факултет.
58. **MINATOUR Y., BONAKDARI H., ZARGHAMI M., BAKHSHI M.A. (2015):** Water Supply Management Using an Extended Group Fuzzy Decision-making Method: a Case Study in North-Iran. - Applied Water Science 5, 291-304.
doi: 10.007/s13201-014-0191-9. ISSN: 2190-5487.
59. **MIZUMOTO M., TANAKA K. (1979):** Some properties of fuzzy numbers. Advances in fuzzy set theory and applications. North Holland, Amsterdam, 153-164.
60. **НИКОЛИЋ И. (1993):** Вишекритеријумски аспекти процеса одлучивња. Докторска дисертација у рукопису. Београд: Универзитет у Београду, Факултет организационих наука.
61. **NOURI I., YITAYEW M., MASMANN J., TAHROUNI J. (2015):** Multi-objective Optimization Tool for Intergrated Groundwater Management. - Water Resources Management, 29 (16), 5353-5375.
doi: 10.1007/s11269-015-1122-8. ISSN: 1573-1650.
62. **ОПРИЦОВИЋ С. (1990):** Програмски пакет ВИКОР за вишекритеријумско компромисно рангирање. Југословенски симпозијум о операционим истраживањима, Дубровник-Купари. Београд: Научна књига.
63. **ОПРИЦОВИЋ С. (1998):** Вишекритеријумска оптимизација система у грађевинарству. Универзитетски уџбеник. Београд: Универзитет у Београду, Грађевински факултет.
64. **OPRICOVIĆ S. (2007):** A fuzzy Compromise Solution for Multicriteria Problems.

- International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based Systems, 15 (3), 363-380. doi: 10.1142/SO218488507004728. ISSN: 0218-4885.
65. **OPRICOVIĆ S. (2011):** Fuzzy VIKOR With an Application to Water Resources Planning. - Expert System Application, 38 (10), 12983-12990.
doi: 10.1016/j.eswa.2011.04.097. ISSN: 1873-6793.
 66. **OPRICOVIĆ S., TZENG G.H. (2002):** Compromise Solution by MCDM Methods: A Comparative Analysis of VIKOR and TOPSIS. - European Journal of Operational Research, 156 (2), 445-455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1). EISSN: 1872-6860.
 67. **OPRICOVIĆ S., TZENG G.H. (2002):** Multicriteria planning of Post-Earthquake Sustainable Reconstruction. - Computer-Aided Civil and Infrastructure Sustainable Reconstruction, 17 (3), 211-220. doi: 10.1111/1467-8667.00269. EISSN: 1467-8667.
 68. **OPRICOVIĆ S., TZENG G.H. (2007):** Extended VIKOR Method in Comparasion with Outranking Methods. - European Journal of Operational Research, 178 (2), 514-529. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.020>. EISSN: 1872-6860.
 69. **RAZAEI-MOGHADDAM K. & KARAMI E. (2008):** A Multiple Criteria Evaluation of Sustainable Agricultural Development Models Using AHP. - Environmental, Develompent and Sustainability, 10 (4), 407-426. doi: 10.1007/s10668-006-9072-1.
 70. **REZVANI S., MOLANI M. (2014):** Representation of Trapezoidal Fuzzy Numbers with Shape function. - Annals of Fuzzy Mathematics and Informatics, 8(1), 89-112. EISSN: 2287-6235.
 71. **RICHEY J.S., MAR B.W., HORNER R.R. (1985):** The Delphi Techinque in Environmental Assessment. I: Implementation and effectiveness. - Journal of Environmental Management, 21 (2), 135-146.
 72. **ROSS T.J. (1995):** Fuzzy logic with engineering applications, First edition. McGraw-Hill Co, pp. 607.
 73. **ROSTAMZADEH R., GOVINDAN K., ESMAEILI A., SABAGHI M. (2014):** Application of Fuzzy VIKOR for Evaluation of Green Supply Chain Management Practices. - Ecological Indicators, 49, 188-203.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.09.045>. EISSN: 1872-7034.

74. **ROY B. (1985):** Methodologie multicriteriere d'aide a la decision. Paris, France: Politiques et management Public, 138-140.
75. **SAATY T.L. (1980):** The analytic hierarchy process: planning, priority setting, resource allocation. Mcgraw-Hill, pp. 283.
76. **SADR S.M.K. JOHNS M.B., MEMON F.A, DUNCAN A.P., GORDON J., GIBSON R., CHANG H.J.F., MORLEY M.S., SAVIC D., BUTLER D. (2020):** Development and Application of a Multi-objective-optimization and Multi-criteria-based Decision Support Tool for Selecting Optimal water Treatment Technologies in India. - Water, 12 (10), 2836. <https://doi.org/10.3390/w12102836>.
77. **SAN CRISTOBAL J.R. (2012):** Multi-criteria Decision Making in the Selection of a Renewable Energy Project in Spain: the VIKOR Method. - Renewable Energy, 36 (2), 498-502. doi: 10.1016/j.renene.2010.07.031.
78. **SENENT-APARACIO J., PEREZ-SANCHEZ J., CARRILLIO-GARCIA J., SOTO J. (2017):** Using SWAT and Fuzzy TOPSIS to Assess the Impact to Climate Change in the Headwaters of the Segura River Basen (SE Spain). -Water, 9 (2), 149. <https://doi.org/10.3390/w9020149>. EISSN: 2073-4441.
79. **SHABANI M., RAZAEI A., MASOUMI Z. (2022):** Assessment of Groundwater Potential Using Multi-criteria Analysis and Geolecetrical Surveying. – International Journal of Geo-Information, 11 (4), 600-618. doi: 10.1080/10095020.2022.2069052.
80. **SHANON C.E. (1948):** A mathematical theory of communication. - The Bell System Technical Journal, 27, 379-423.
81. **SINGH A., MINSKER B. (2008):** Uncertainty-based Multiobjective Optimization of Groundwater Remediation design. – Water Resources Research, 44 (2), 1-20. <https://doi.org/10.1029/2005WR004436>.
82. **SINGH H., GUPTA M.M., MEITZLER T., HOU Z-G., GARG K.K. SOLO A.M.G., ZADEH L.A. (2013):** Real Life Application of Fuzzy Logic. - Advances in Fuzzy systems 2013, 1-3. doi: 10.1155/2013/581879.
83. **SINGH K.M., KUMAR D., SINGH S.K., PHAM Q.B., , LINH N.T.T., SAFWAN M., ANH D.T. (2021):** Development of Fuzzy Analytic Hierarchy Pprocess Based

Water Quality Model of Upper Gang River Basin, India. - Journal of Environmental Management, 284, 111985. doi: 10.1016/j.jenvman.2021.111985. ISSN: 0301-4797.

84. **SORINI L., STEFANINI L. (2009):** Some Parametric Forms for LR Fuzzy Nnumbers and LR Fuzzy Arithmetic. In 9th International Conference on Intelligent Systems Design and Applications, Pisa, Italy, 312-317.
85. **STEPANOVIĆ M., BAJIĆ D., POLOMČIĆ D. (2021):** Multicriteria Analysis and Optimization of Groundwater Control Systems with Variable Values of Criterion Over Predefined time. - Comptes rendus de l'Academie bulgare des sciences: Sciences Mathematiques et Naturelles, 74 (8), 1146-1184. doi: 10.7546/CRABS.2021.08.09. EISSN: 2367-5535.
86. **STEPANOVIĆ M., BAJIĆ D., POLOMČIĆ D. (2022):** Advantages of fuzzy Optimization Methods over Conventional Approaches to Problem Solving Related to Protection Against Groundwater. Proceedings of XVII Serbian Geological Congress, Divčibare, Serbia, 01-04 Jun 2022, 254. Belgrade: Serbian Geological Society. ISBN: 978-86-86053-20-6.
87. **ТАДИЋ Д., СТАНОЈЕВИЋ П., АЛЕКСИЋ М., МИШКОВИЋ В., БУКВИЋ В. (2016):** Теорија фази скупова примене у решавању менаџмент проблема. Универзитетски уџбеник. Крагујевац: Универзитет у Крагујевцу, Машински факултет.
88. **UDIAS A., GENTILE A., BUREK P., DE ROO A., BOURAOU F., VANDECASTEELE I., LAVALLE C., BIDOGLIO G. (2016):** Multi-crtieria Framework to Assess Large Scale Water Resources Policy Measures. - Water, 8 (9), 370.
<https://doi.org/10.3390/w8090370>. ISSN: 2073-4441.
89. **VIATTCHENIN D.A., TATI R., DAMARATSKI A. (2013):** Designing Gaussian Membership Function for Fuzzy Classifier Generated by Heuristic Possibilistic Clustering. - Journal of Information and Organizational Sciences, 37 (2), 127-139. UDC: 004.89.
90. **ВУКОВИЋ М., ШТРБАЦ Н. (2019):** Методологија научних истраживања. Бор: Технички факултет у Бору, Универзитет у Београду.

91. **WANG J.J., YING X.X., ZHANG C.F., ZHAO J.H. (2009):** Review on Multi-criteria Decision Analysis Aid in Sustainable Energy Decision-making. - Sustainable Energy Reviews, 13 (9), 2263-2278. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.06.021>. EISSN: 1879-0690.
92. **WANG K. (2001):** Computational Intelligence in Agile Manufacturing Engineering. In: Agile Manufacturing: The 21st Century Competitive Strategy, 297-315. doi: 10.1016/B978-008043567-1/50016-4.
93. **WANG Y. (2014):** The theory of Fuzzy Arithmetic in the Extended Domain of Fuzzy Numbers. - Journal of Advanced Mathematics and applications, 3 (2), 165-175. <https://doi.org/10.1166/jama.2014.1063>. EISSN: 2156-7557.
94. **WEI L.H., JING L.Y., WU W., MOU L. (2011):** Research on Security Assessment Model of Water Supply System Based on Leakage Control. - Procedia Environmental Science 11 (B), 749-756. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2011.12.116>.
95. **XIAO Z., XIA S., LI D. (2012):** The Trapezoidal Fuzzy Soft Set and its Application in MCDM. - Applied Mathematical Modelling, 36 (12) 5844-5855. doi: 10.1016/j.apm.2012.01.036

3. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу увида у приложену документацију, кандидат Милица Степановић, мастер инж. геологије, стипендиста-докторанд Министарства науке, технолошког развоја и иновација, распоређена у научно-истраживачку организацију тј. на Рударско-геолошки факултет, испуњава законом предвиђене услове за рад на докторској дисертацији под називом *„Развој вишекритеријумског оптимизационог модела у фази окружењу за одрживо управљање извориштима подземних вода“*.

Према предмету истраживања који се обрађује, примењеној методологији истраживања и очекиваним резултатима, докторска дисертација припада ужој научној области „геонауке, хидрогеологија“. Као **ментор** на изради дисертације предлаже се **др Драгољуб Бајић**, ванредни професор на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, који испуњава све услове дефинисане важећим прописима Универзитета. Подаци о ментору, односно списак објављених радова дати су у прилогу овог Извештаја.

Комисија предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да одобри израду докторске дисертације под називом *„Развој вишекритеријумског оптимизационог модела у фази окружењу за*

одрживо управљање извориштима подземних вода“, кандидата Милице Степановић.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

др Драгољуб Бајић, ван. проф.
Универзитета у Београду,
Рударско-геолошки факултет

др Душан Поломчић, ред. проф.
Универзитета у Београду,
Рударско-геолошки факултет

др Весна Ристић Вакањац, ред. проф.
Универзитета у Београду,
Рударско-геолошки факултет

др Срђан Рончевић, ред. проф.
Универзитета у Новом Саду,
Природно-математички факултет

др Тина Дашић, ванр. проф.
Универзитета у Београду,
Грађевински факултет