

Факултет Рударско-геолошки факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука

(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„КВАНТИТАТИВНО-КВАЛИТАТИВНА АНАЛИЗА ИНТЕРАКЦИЈЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА И ВОДА ТРАНСПОРТОВАНИХ

ТУНЕЛОМ ПОД ПРИТИСКОМ У КОМПЛЕКСНИМ ХИДРОГЕОЛОШКИМ СИСТЕМИМА“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ

Геолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Марина (Ранко) Чокорило Илић, дипл. инж. геологије

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

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

3. Година дипломирања: 2011

4. Година уписа на докторске студије: 2011/2012

5. Назив студијског програма докторских студија:

Хидрогеологија

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 27.04.2017. год. 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

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Поломчић

Прилог

1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.
2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.
3. Електронска верзија

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 111. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 57. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 27.04.2017. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Марине Чокорило Илић, дипл. инж. геологије.**
2. Одобрава се именованој израда докторске дисертације под насловом *„Квантитативно-квалитативна анализа интеракције подземних вода и вода транспортованих тунелом под притиском у комплексним хидрогеолошким системима“.*
3. За менторе се именују др Игор Јемцов, ванр. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Душан Полончић, ред. проф.

Достављено:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: Др Игор Јемцов

Звање: Ванредни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Zivanovic Vladimir, **Jemcov Igor**, Dragisic Veselin S, Atanackovic Nebojsa, Magazinovic Sava M (2016): Karst groundwater source protection based on the time-dependent vulnerability assessment model: Crnica springs case study, Eastern Serbia, ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES, vol. 75, br. 17, str. 1-13; Springer; ISSN: 1866-6280; DOI: 10.1007/s12665-016-6018-2; <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-016-6018-2>
2. **Jemcov Igor** (2014): Estimating potential for exploitation of karst aquifer: case example on two Serbian karst aquifer, ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES, vol. 71, br. 2, str. 543-551, Springer; ISSN 1866-6280; DOI 10.1007/s12665-013-2300-8; <http://link.springer.com/article/10.1007/s12665-013-2300-8#>
3. **Jemcov Igor**, Milanovic Sasa P, Milanovic Petar T, Dasic Tina P (2011): Analysis of the utility and management of karst underground reservoirs: case study of the Perucac karst spring, CARBONATES AND EVAPORITES, vol. 26, br. 1, str. 61-68, Springer; ISBN/ISSN: 0891-2556; DOI: 10.1007/s13146-011-0048-3; <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs13146-011-0048-3>
4. **Jemcov Igor**, Petric Metka (2010): Time Series Analysis, Modelling and Assessment of Optimal Exploitation of the Nemanja Karst Springs, Serbia, ACTA CARSOLOGICA, vol. 39, br. 2, str. 187-200; Karst Research Institute ZRC SAZU; ISBN/ISSN: 0583-6050; DOI: 556.34(497.11); <http://carsologica.zrc-sazu.si/?stran=home>
5. Milanovic Sasa P, Stevanovic Zoran P, **Jemcov Igor** (2010) Water losses risk assessment: an example from Carpathian karst, ENVIRONMENTAL EARTH SCIENCES, vol. 60, br. 4, str. 817-827; Springer; ISBN/ISSN: 1866-6280; DOI: 10.1007/s12665-009-0218-y; <http://www.springerlink.com/content/1866-6280/60/4/>
6. **Jemcov Igor**, Petric Metka (2009) Measured precipitation vs. effective infiltration and their influence on the assessment of karst systems based on results of the time series analysis, JOURNAL OF HYDROLOGY, vol. 379, br. 3-4, str. 304-314; Elsevier; ISBN/ISSN: 0022-1694; DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.10.016; <http://www.journals.elsevier.com/journal-of-hydrology>
7. **Jemcov Igor** (2007): Water supply potential and optimal exploitation capacity of karst aquifer systems, ENVIRONMENTAL GEOLOGY, vol. 51, br. 5, str. 767-773; Springer; ISBN/ISSN: 0943-0105; DOI 10.1007/s00254-006-0393-z; <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00254-006-0389-8>
8. Stevanovic Zoran P, **Jemcov Igor**, Milanovic Sasa P (2007): Management of karst aquifers in Serbia for water supply, ENVIRONMENTAL GEOLOGY, vol. 51, br. 5, str. 743-748; Springer; ISBN/ISSN: 0943-0105; DOI 10.1007/s00254-006-0393-z; <http://link.springer.com/earth/sciences+and+geography/geology/journal/254>

У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

Обавештавамо вас да је

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 27.04.2017. год. 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

Рударско-геолошког факултета

Проф. др. Душан Поломчић

Прилог

- 1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем.**
- 2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације.**
- 3. Електронска верзија.**

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Марине Чокорило Илић, дипл. инж. геологије за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа на седници одржаној дана 29.03.2017. бр. 1/44, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности кандидата Марина Чокорило Илић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „КВАНТИТАТИВНО-КВАЛИТАТИВНА АНАЛИЗА ИНТЕРАКЦИЈЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА И ВОДА ТРАНСПОРТОВАНИХ ТУНЕЛОМ ПОД ПРИТИСКОМ У КОМПЛЕКСНИМ ХИДРОГЕОЛОШКИМ СИСТЕМИМА“

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

1.1. Биографски подаци

Марина Чокорило Илић рођена је 26.08.1985. године у Мостару. Основну школу је похађала у Невесињу, да би последње две године завршила у Требињу. У Требињу завршава гимназију „Јован Дучић” 2004. године. Исте године уписала је Рударско-геолошки факултет, Универзитета у Београду, смер за Хидрогеологију. Академске студије завршила је у фебруару 2011. године (просечна оцена 8,28) када је одбранила дипломски рад под називом „Биланс карстних изданских вода врела Вапе” (оцена 10). Школске 2011/2012. уписала је докторске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, на Департману за хидрогеологију.

Радну каријеру започиње након основних студија као волонтер, а од априла 2012. године заснива радни однос као истраживач-сарадник на Департману за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, где и данас ради. Од 2012. године кандидаткиња је ангажована на пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја бр 176022: Потенцијал и подлоге за одрживо коришћење подземних вода (2011-2016). Активно учествује у припреми наставе и вежби из предмета *Опита хидрологија*, *Примењена хидрологија (са основама примењене статистике)*, *Водопривреда и Теренска настава из групе предмета* на Департману за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду.

Кандидаткиња је била члан организационог одбора међународне конференције "Karst without boundaries", која је одржана у Требињу и Дубровнику, јуна 2014. године и један од организатора међународног курса „Карактеризација и инжењеринг карстне издани“ (*Characterization and Engineering of Karst Aquifers*) који је одржан исто у Требињу, у јуну 2014. године.

Активни је члан Српског геолошког друштва (СГД) где уједно обавља и дужност секретара Секције за хидрогеологију и Интернационалне асоцијације хидрогеолога (ИАН).

Била је учесник неколико домаћих и међународних конференција на којима је објавила више научних радова из области геологије и хидрогеологије.

1.2. Списак објављених научних и стручних радова:

Радови са SCI листе:

1. Čokorilo Ilić M, Stevanović Z, Ristić Vakanjac V, 2016: *Environmental aspects and potential impacts of proposed water transfer scheme on sustainable water management in eastern Herzegovina*, Environmental Earth Sciences, Vol. 75, pp. 521-533, ISSN 1866-6280, DOI 10.1007/s12665-015-5147-3y, Publisher: Springer Berlin Heidelberg
2. Stevanović Z, Ristić Vakanjac V, Milanović S, Vasić Lj, Petrović B, Čokorilo Ilić M, 2015: *Karstification depth and storativity as main factors of karst aquifer regimes: some examples from southern Alpine branches (SE Europe and Middle East)*, Environmental Earth Sciences, Vol. 74, pp. 227-240, , ISSN 1866-6280, DOI 10.1007/s12665-015-4046-y, Publisher: Springer Berlin Heidelberg
3. Ristić Vakanjac V, Stevanović Z, Maran Stevanović A, Vakanjac B, Čokorilo Ilić M, 2015: *An example of karst catchment delineation for prioritizing the protection of an intact natural area*, Environmental Earth Sciences, pp. 1-11, ISSN 1866-6280, DOI 10.1007/s12665-015-4390-y, Publisher: Springer Berlin Heidelberg

Радови категорије M10:

4. Milanović P, Stevanović P, Čokorilo Ilić M, 2014: *Field trip guide, Trebinje 2014*, These field trips are organised in the framework of the DIKTAS international conference 'Karst Without Boundaries' and the international course and seminar 'Characterization and Engineering of Karst Aquifers', pp. 1-69, ISBN: 978-86-7352-271-5
5. Ristić Vakanjac V, Stevanović Z, Aleksandra M, Vakanjac B, Čokorilo Ilić M, 2014: *An example of karst catchment delineation for prioritizing the protection of an intact natural area*, Environmental Earth Sciences, Vol. 1, Hydrogeological and Environmental Investigations in Karst Systems, Malaga, Spain, pp. 387-396, ISBN: 978-3-642-17435-3

Радови објављени на домаћим и међународним скуповима и научним часописима:

6. Čokorilo Ilić M, Ristić Vakanjac V, Oudech S, Vakanjac B, Polomčić D i Bajić D, 2014: *Assessment of the discharge regime and water budget of Belo Vrelo (source of the Tolišnica River, Serbia)*, Geološki anali Balkanskog poluostrva, pp. 93-101, ISSN: 0350-0608

7. Milanović S, Ristić Vakanjac V, Vasić LJ, Kličковиć M, Čokorilo ilić M, 2016: *Exploration of the Mlava river source by Cvijić and since*, International Scientific Conference 150th Anniversary of Jovan Cvijić's birth, Proceedings, pp. 181-189, ISBN 978-86-7025-683-5, Serbian Academy of Sciences and Arts
8. Ristić Vakanjac V, Milanović S, Vasić LJ, Čokorilo ilić M, 2016: *Hydrogeological characteristics of Suva Planina in the eyes of Jovan Cvijić and today*, International Scientific Conference 150th Anniversary of Jovan Cvijić's birth, Proceedings, pp. 299-307, ISBN 978-86-7025-683-5, Serbian Academy of Sciences and Arts
9. Čokorilo ilić M, 2016: *Hidrološke i hidrogeološke karaketristike reke Zalomke (istočna Hercegovina)*, XV Srpski hidrogeološki simpozijum sa međunarodnim učešćem, pp.407-412, ISBN 987-86-7352-616-3, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
10. Ristić Vakanjac V, Čokorilo Ilić M, Polomčić D, Bajić D, Vojvodić N, 2016: *Analiza režima i bilansa Gostiljskog vrela*, XV Srpski hidrogeološki simpozijum sa međunarodnim učešćem, pp.441-446, ISBN 987-86-7352-616-3, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
11. Polomčić D, Bajić D, Čokorilo Ilić M, Ratković J, 2016: *Bilans podzemnih voda na području površinskog kopa "Tamnava-Zapadno polje"*, XV Srpski hidrogeološki simpozijum sa međunarodnim učešćem, pp.227-240, ISBN 987-86-7352-616-3, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet
12. Ristić Vakanjac V, Marinović V, Nikić Z, Polomčić D, Čokorilo Ilić M, Bajić D, 2016: *Verification of catchment size using the water balance equation*, Third Congress of Geologist of Republic of Macedonia, pp.191-198, Makedonsko geološko društvo
13. Ristić Vakanjac V, Milanović S, Čokorilo Ilić M, Jovanov K, Vasić LJ, 2016: *Autocorrelation analyses of karst spring discharge regimes*, Third Congress of Geologist of Republic of Macedonia, pp.85-92, Makedonsko geološko društvo
14. Čokorilo ilić M, Ristić Vakanjac V, Milanović S, Vasić LJ, Jovanov K, Golubović R, 2016: *Cross-correlation analyses of karst spring discharges*, Third Congress of Geologist of Republic of Macedonia, pp.85-92, Makedonsko geološko društvo
15. Čoporda Mastilović T, Vakanjac B, Ristić Vakanjac V, Čokorilo ilić M, Vitas A, 2016: *Hidrogeološki koncept definisanja zona zaštićenih područja*, Prva nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem Ekološke i socijalne inovacije: izazovi primenjenih nauka, pp.160-167, ISBN 978-86-86859-50-1, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum
16. Ristić Vakanjac V, Milanović S, Vasić LJ, Čokorilo Ilić M, Vakanjac B, 2016: *Primena analize hidrograma karstnih vrela u periodima bez padavina*, Prva nacionalna konferencija sa međunarodnim učešćem Ekološke i socijalne inovacije: izazovi primenjenih nauka, pp.167-173, ISBN 978-86-86859-50-1, Fakultet za primenjenu ekologiju Futura, Univerzitet Singidunum
17. Čokorilo M, Stevanović Z, Ristić Vakanjac V, 2014: *Environmental Aspects of Proposed Engineering Solution for Inter-basin Transfer in East Herzegovina*, Engineering Geology for Society and Territory, Vol.5, Urban Geology, Sustainable Planning and Landscape Exploitation, pp. 515-520, ISBN 978-3-319-09047-4, Publisher: Springer, Torino, Italy

18. Čokorilo M, Ristić Vakanjac V, Stevanović Z, Polomčić D, 2011: *Model of Defining the Catchment Area of Vapa Spring – the Case Study of Vapa Spring (South-West Serbia)*, XXVth Conference of the Danube Countries on Hydrological Forecasting and Hydrological Bases of Water Management, pp.1-8, Budapest, Hungary
19. Ristić Vakanjac V, Polomčić D, Blagojević B, Čokorilo M, Vakanjac B, 2012: *Simulation of Karst Springs Daily Discharges*, Conference on Water Observation and Information System for Decision Support - BALWOIS 2012, pp 1-10, Ohrid, Macedonia, ISBN 978-608-4510-10-9, COBISS.MK-ID 91464642
20. Ristić Vakanjac V, Stevanović Z, Čokorilo Ilić M, 2014: *Underground piracy of Raska spring (southwestern Serbia) and concept for the delineation of catchmentv area and estmation of karst grupomdwater budget elements*, Proceedings of international conference and Field seminar „Karst without Boundaries“, Trebinje, Bosnia and Herzegovina, pp. 207-212, ISBN: 978-99938-52-58-2
21. Stevanović Z, Ristić Vakanjac V, Milanović S, Vasić Lj, Petrović B, Čokorilo M, 2013: *Tectonic fabric as the main factor for privileged groundwater pathways, discharge regime and thermal properties within the same karstic system of Vidlič Mt. (Serbia)*, Book of Abstracts of the International Symposium on Hierarchical Flow Systems in Karst Regions, pp. 131, ISBN: 978-963-284-369-8
22. Ristić Vakanjac V, Marinović V, Čokorilo Ilić M, 2016: *Klimatske i hidrografske karakteristike sliva Toplodolske reke*, Pirotski Zbornik, pp.115-140, ISSN 0554-1956, Narodna biblioteka Pirot
23. Ristić Vakanjac V, Papić P, Golubović R, Čokorilo Ilić M, Jokić M, 2015: *Karst groundwater budget and discharge regime of Banja spring near Petnica*, Jurnal of the Geographical Institute "Jovan Cvijić" SANU, pp. 19-32, ISSN 0350-7599, Vol. 65/1
24. Ristić Vakanjac V, Stevanović Z, Polomčić D, Blagojević B, Čokorilo M, Bajić D, 2013: *Određivanje dinamičke zapremine i bilans karstnih izdanskih voda Velikog vrela (Južna Beljanica)*, Vodoprivreda, 261-263, pp. 97-110, ISSN: 0350-0519
25. Polomčić D, Bajić D, Ristić Vakanjac V, Čokorilo M, Drašković D, Špadijer S, 2013: *Hidrodinamičke karakteristike izvorišta „Peštan“ za vodosnabdevanje Lazarevca*, Vodoprivreda, 261-263, pp. 55-68, ISSN: 0350-0519
26. Čokorilo Ilić M, Ristić Vakanjac V, Vakanjac B, Polomčić D i Bajić D, 2014: *Ohridsko i Prespansko – jezera na tromeđu*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2013. godinu, pp. 163-171, ISSN: 0372-9966
27. Polomčić D, Bajić D, Ristić Vakanjac V, Čokorilo Ilić M, 2014: *Modflow na raskršću*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2013. godinu, pp. 143-153, ISSN: 0372-9966
28. Polomčić D, Bajić D, Čokorilo Ilić M, 2014: *Automatska kalibracija hidrodinamičkih modela pomoću programa PEST*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2013. godinu, pp. 11-21, ISSN: 0372-9966

29. Polomčić D, Ristić Vakanjac V, Bajić D, Čokorilo Ilić M, 2014: *Simulacija režima karstne izdani primenom 3D hidrodinamičkog modela na primeru Pirotske kotline i karstnog masiva Stare planine*, Pirotski zbornik, pp. 51-70, ISSN: 0554-1956
30. Ristić Vakanjac V, Milovanović B, Čokorilo Ilić M, 2014: *Klimatske karakteristike i trendovi klimatskih parametara na teritoriji Stare planine*, Pirotski zbornik, pp. 21-38, ISSN: 0554-1956
31. Bajić D, Polomčić D, Ristić Vakanjac V, Čokorilo M, 2013: *Bilans izdani u okviru površinskog kopa „Buvač“ (Republika Srpska)*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2012. godinu, pp. 69-80, ISSN: 0372-9966
32. Bajić D, Zarić J, Ristić Vakanjac V, Polomčić D, Čokorilo M, 2013: *Izveštaj o održanoj međunarodnoj konferenciji “7th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems - SDEWES 2012”, 01-06 Jul 2012, Ohrid, Makedonija*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2013. godinu, pp. 202-211, ISSN: 0372-9966
33. Polomčić D, Bajić D, Ristić Vakanjac V, Čokorilo Ilić M, 2015: *Prognoza efekata klimatskih promena na režim karstne izdani primenom hidrodinamičkog modela - primer karstnog masiva Stare planine sa Pirtoskom kotlinom*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2014. godinu, pp. 1-15, ISSN: 0372-9966
34. Petrović B, Vasić Lj, Čokorilo Ilić M, Stevanović Z, Milanović S, Ristić Vakanjac V, 2015: *Grad Ohrid i Izveštaj o održanoj Međunarodnoj školi karsta "Characterization and Engineering of Karst Aquifers (International course and Field seminar)" i međunarodnoj konferenciji "Karst without boundaries", Trebinje, jun, 2014. godine*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2014. godinu, pp. 75-89, ISSN: 0372-9966
35. Polomčić D, Ristić Vakanjac V, Bajić D, Čokorilo Ilić M, Jovanov K, Močević J, 2015: *Hidrodinamička analiza režima podzemnih voda ležišta uglja "Suvodol" (Republika Makedonija)*, Zapisnici Srpskog Geološkog Društva za 2015. godinu, pp. 31-43, ISSN: 0372-9966
36. Stevanović Z, Čokorilo Ilić M, 2013: Zapisnici Srpskog geološkog društva za 2012. godinu, pp. 1-182, ISSN: 0372-9966
37. Stevanović Z, Čokorilo Ilić M, 2013: Zapisnici Srpskog geološkog društva za 2013. godinu, pp. 1-247, ISSN: 0372-9966
38. Stevanović Z, Čokorilo Ilić M, 2015: Zapisnici Srpskog geološkog društva za 2014. godinu, pp. 1-148, ISSN: 0372-9966
39. Stevanović Z, Čokorilo Ilić M, 2015: Zapisnici Srpskog geološkog društva za 2015. godinu, pp. 1-124, ISSN: 0372-9966
40. Čokorilo M, 2012: *Simulacija dnevnih isticanja iz karstnog vrela Vape (Jugozapadna Srbija)*, Zbornik radova XIV Srpskog simpozijuma o hidrogeologiji, sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, pp: 627-631

41. Čokorilo Ilić M, Ristić Vakanjac V, Oudech S, Vakanjac B, Polomčić D i Bajić D, 2014: *Hidrogeološke karakteristike, režim isticanja i bilans voda Belog vrela (vrela Tolišnice, Srbija)*, Zbornik radova XVI Kongresa geologa Srbije, Donji Milanovac, pp. 346-352, ISBN: 978-86-86053-14-5
42. Ristić Vakanjac V, Stevanović Z, Čokorilo Ilić M, 2015: *Monitoring karstne izdani*, Prvo savetovanje sa međunarodnim ušecem Informacione tehnologije razvoj i primena u unapređenju životne sredine, pp. 140-152, ISBN: 978-86-80464-00-8

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада и оствареног искуства закључено је да кандидат поседује потребне способности за рад на предложеној теми докторске дисертације.

Подаци о току докторских студија:

Марина Чокорило Илић је положила 15 од укупно 17 испита (130 ЕСПБ) – предвиђене акредитованим програмом докторских академских студија, на студијском програму Хидрогеологија, са просечном оценом 9,93.

Назив предмета	Број ЕСПБ поена
Семинар 1	6
Самостални публиковани рад П1	4
Пројекат докторске дисертације	10
Специјална поглавља из хидрогеолошких истраживања и менаџмента подземних вода отворених структура	10
Практични истраживачки рад П1	10
Претходна студија оправданости	10
Системи карбонатне седиментације	10
Семинар 2	3
Практични истраживачки рад П2	3
Истраживачка студија	4
Специјална поглавља из захвата и одрживог коришћења маломинерализованих вода	20
Специјална поглавља из хидрогеологије животне средине	10
Рад са СЦИ листе	20
Научно-истраживачки рад А	5
Научно-истраживачки рад Б	5
Укупно	130

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Одрживо функционисање вештачких линијских објеката - тунела у чврстим стенским масама представља изузетно сложен задатак, имајући у виду да такви објекти могу пролазити кроз различите литолошке и тектонске јединице, што имплицира значајан утицај на постојеће

хидрогеолошке карактеристике. У пракси, ове објекте није могуће у потпуности изоловати, тако да се у различитим временским оквирима континуирано одвија процес интеракције са хидрогеолошком средином. Ова чињеница је посебно изражена када су у питању хидротехнички тунели којима се врши транспорт воде под притиском, што додатно интензивира процесе интеракције са хидрогеолошком средином. Проблематика постаје још сложенија у случајевима када су наведени објекти формирани у комплексним хидрогеолошким срединама, дубље испод нивоа подземних вода, где су поред „плитких“ подземних вода присутни и регионални хидрогеолошки системи које често карактеришу подземне воде повишене минерализације. Присуство подземних вода може имати агресивно дејство на армирано-бетонску облогу тунела, поготово у случају када су повишене минерализације или су обогаћене SO_4 , Cl и CO_2 јонима.

Сложеност хидрогеолошких услова значајно утиче на степен ризика у погледу развоја негативних ефеката, који се могу односити на функционалност тунела, као и на хидрогеолошку средину. Негативни ефекти који се односе на функционалност тунела се најчешће огледају кроз могуће губитке вода, који временом постају већи. Воде из хидротехничког тунела под притиском се могу ињектирати у геолошку средину, што изазива нарушавање природног стања подземних вода, а негативне последице на подземне воде могу бити квантитативне и квалитативне. Негативни ефекти на квантитативне карактеристике се пре свега односе на измену природног режима подземних вода, издизањем у односу на природно стање нивоа подземних вода, као и бочним „потискивањем“, што ствара потпуно нови хидраулички режим. У квалитативном погледу, негативни ефекти се огледају у „разређивању“, односно мешању подземних вода са водама из тунела, које су најчешће ниже минерализације у односу на подземне воде; у условима смањеног притиска у тунелу може доћи до продора подземних вода веће минерализације, што додатно повећава корозију бетонске облоге тунела.

Поред наведеног, режим рада хидротехничког тунела додатно интензивира процесе интеракције са хидрогеолошком средином. С једне стране, услед наглих промена притисака воде у тунелу у зонама са израженом хидрауличком везом са подземним водама долази до продора подземних вода у тунел, као и интрузије вода из тунела у хидрогеолошку средину. С друге стране, у условима мировања воде, односно стабилног притиска, претходно интродоване воде повишене минерализације додатно утичу на стање бетонске облоге тунела.

Приказана проблематика изискује опсежна истраживања са применом различитих методских поступка - кабинетских, теренских и лабораторијских који се спроводе на репрезентативном примеру. Кроз спровођење методолошки јасно конципираног истраживачког процеса успоставили би се основни принципи утврђивања степена интеракције подземних вода и вода транспортованих хидротехничким тунелом, како у хидрауличком, тако и у хидрохемијском погледу. На основу добијених резултата, произилази и основни циљ истраживања који се огледа како у дефинисању принципа истраживачког процеса за процену и прогнозу ризика утицаја хидротехничких објеката на хидрогеолошку средину, тако и у погледу самог функционисања ових објеката.

Релевантни библиографски извори

- Ahmad, A. & Kuma, A. (2013): Chloride ion migration/diffusion through concrete and test methods, International Journal of Advanced Scientific and Technical Research, Issue 3 volume 6, pp. 151-180
- Andelković, J. i saradnici (1977): Tumač za listove Pirot i Breznik, Savezni geološki zavod, Beograd

- Elgettafi, M. et al. (2012): Messinian salinity crisis impact on the groundwater quality in Kert aquifer NE Morocco: Hydrochemical and statistical approaches, *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering* Vol. 4(11), pp. 339-351
- Ghobadi, M.H., Firuzi, M., Asghari-Kaljahi, E. (2016): Relationships between geological formations and groundwater chemistry and their effects on the concrete lining of tunnels (case study: Tabriz metro line 2), *Environ. Earth Sci.*, Springer
- Hassani, A.N., Katibeh, H. & Farhadian, H. (2016): Numerical analysis of steady-state groundwater inflow into Tabriz line 2 metro tunnel, northwestern Iran, with special consideration of model dimensions, *Bull Eng. Geo. Environ.*, pp.1617–1627
- Jemcov, I. i saradnici (2015): Elaborat o izvedenim detaljnim istraživanjima duž trase tunela „HE Pirot”u cilju utvrđivanja stanja tunela i uticaja podzemnih voda, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd
- Khaska, M. et al (2013): Origin of groundwater salinity (current seawater vs. saline deep water) in a coastal karst aquifer based on Sr and Cl isotopes. Case study of the La Clape massif (southern France), *Applied Geochemistry*, pp. 212-227
- Krautner H. G., i Krstić, B. (2003): Geološka karta Karpato-Balkanida između Mehadia, Oravita, Niša i Sofije. Geološki institute Srbije, Beograd
- Lin, W.S., Liu, C.W., Li, M.H. (2016): Influences of specific ions in groundwater on concrete degradation in subsurface engineered barrier system, *SpringerPlus*, pp.1-18
- Najafi, M.R. & Nabipour, M. (2012): The effect of step on the hydraulic characteristics of the subcritical free surface flow in conveyance tunnel, *Tunnelling and Underground Space Technology*, pp.212–217
- Wan et al. (2013): Chloride content and pH value in the pore solution of concrete under carbonation, *Journal of Zhejiang University-SCIENCE A (Applied Physics & Engineering)*, pp.71-78
- Yang, X.L. & Wang, J.M. (2011): Ground movement prediction for tunnels using simplified procedure, *Tunnelling and Underground Space Technology*, pp.462–471
- Zarei H.R., Uromeihy, A. & Sharifzadeh, M. (2011): Evaluation of high local groundwater inflow to a rock tunnel by characterization of geological features, *Tunnelling and Underground Space Technology*, pp.364–373
- Zhang, G. et al. (2016): Experimental study on the thermal performance of tunnel lining GHE under groundwater flow, *Applied Thermal Engineering*, pp.784–795
- Zhang, L. & Franklin J. A. (1993): Prediction of Water Flow into Rock Tunnels: an Analytical Solution Assuming an Hydraulic Conductivity Gradient, *Int. J. Rock Mec. Min. Sci.& Geomech. Abstr.* Vol.30, No 1, pp.37-46

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Полазне хипотезе од којих се кренуло у решавање предметне проблематике ове докторске дисертације произилазе из познатих чињеница да хидротехнички тунели могу утицати на природно стање подземних вода, односно да подземне воде могу имати утицај на хидротехничке тунеле (у интеракцији су):

- Вода транспортована кроз хидротехнички тунел вештачки прихрањује природне издани, што изазива промену квантитативних и квалитативних карактеристике подземних вода.
- Подземне воде продиру у хидротехнички тунел, што потенцијално утиче на стање бетонске облоге и последично угрожавање стабилности тунела.

Вода транспортована хидротехничким тунелом се делом губи кроз облогу тунела, долази у контакт са природно-формираним подземним водама што потенцијално изазива њихову могућу

промену, у квантитативном и квалитативном погледу. Ове промене је могуће детектовати на хидрогеолошким појавама и објектима које се налазе у непосредном окружењу и припадају истим или повезаним хидрогеолошким структурама. Поред наведеног, режим рада тунела свакако утиче и на наведене промене, тако да је анализу утицаја вода транспортованих хидротехничким тунелом на подземне воде неопходно спровести у условима потпуне оперативности хидротехничког тунела, као и у условима када је тунел ван функције.

Комплексне (композитне) хидрогеолошке системе поред локалних („плитких“) система, које карактеришу хидрогеолошки услови у непосредном окружењу и у значајној мери су условљени распрострањењем структурних типова порозности, чине и регионални хидрогеолошки системи у којима је циркулација вода у значајној мери контролисана регионалним тектонским склопом. Појаве подземних вода повишене минерализације и температуре су управо везане за регионалне хидрогеолошке системе или интермедијарне системе („прелазни тип“) са нешто већом вероватноћом интеракције са локалним системима. Хидротехнички тунели изведени у комплексним хидрогеолошким системима додатно компликују хидрогеолошку проблематику, изазивајући промене природног режима кретања подземних вода. Овај систем је условљен спуштањем ерозионог базиса у условима када је пијезометарски притисак подземних вода виши од притиска воде у тунелу, као и допунским прихрањивањем издани у условима мањег притиска подземних вода у односу на притисак воде у тунелу. Из наведених разлога, формирани линијски хидротехнички објекти за транспорт воде стварају повољне услове за интеракцију подземних вода комплексних хидрогеолошких система са водама транспортованим тунелом, која се огледа у промени квалитативних и квантитативних параметара подземних вода.

Из главних хипотеза произилазе и секундарне хипотезе, па је могуће успоставити хипотезу о утицају неотектонски активних руптура на интеракцију вода транспортованих хидротехничким тунелом и подземних вода, као и хипотеза везана за прорачун сумарних губитака, односно да исти не представља искључиво последицу губитака воде из тунела. Прорачун губитака воде из тунела уобичајено се врши мерењем сумарних губитака у циљу дефинисања стања водопрпусности тунелске облоге. Поред наведеног, неопходно је имати у виду да су зоне губитака у значајној мери везане за активне раседне структуре, који поред тога што представљају повољне зоне губитака вода такође представљају и потенцијалне зоне активне циркулације природно-формираних подземних вода. Из наведених разлога карактеризација неотектонски активних зона представља важан елемент у анализи интеракције подземних вода са водама транспортованим хидротехничким тунелом.

Поред наведених секундарних хипотеза карактеристична је она везана за услове када су хидротехнички тунели изведени дубоко испод коте нормалног успора у акумулационом језеру (50-80 m), да су у почетним деловима тунела (првих 1-2 km) под утицајем акумулационог језера, односно језерске воде се филтрирају кроз геолошку/хидрогеолошку средину и доспевају у тунел.

Могући прилив подземних вода у тунел може да укаже на више проблема: везаних за саму стабилност тунела; отицање вода из тунела; снижење нивоа подземних вода што доводи до пресушивања површинских бунара; слегање терена; корозије бетонске облоге услед продора вода различите минерализације (Zhang & Franklin, 1993).

Посебно значајна хипотеза везана је за утицај хемијског састава стена на састав подземних вода, као и чињеницу да одређене компоненте које улазе у састав бетона такође могу да се излужују из бетонске облоге и мењају састав процедних вода у тунелу (у условима када је тунел ван функције). Стога утврђивање генезе вода при испитивању тунела представља важан елемент у

анализи, посебно имајући у виду да природно-формиране подземне воде са повишеном минерализацијом могу додатно повећати степен корозије армирано-бетонске облоге. Посебно је карактеристичан садржај јона сулфата и хлорида у подземним водама, који се могу издвојити из евапорита, гипса ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), анхидрита (CaSO_4) и халита (NaCl). Такође, садржај сулфата и хлорида у лапоровитим седиментима често може бити повишен што последично доводи до корозионих просеца у бетону (Ghobadi et al, 2016)

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У циљу решавања успостављеног научног проблема, односно доказивања/оповргавања постављених главних и помоћних хипотеза примениће се низ различитих метода, као што су:

- геоморфолошке
- петролошке
- структурно-геолошке
- хидрометеоролошке
- геофизичке
- хидрогеолошке
- хидрохемијске
- гео-статистичке.

Њихова примена, усклађена је са основним принципима научног истраживања, односно решавања предметне проблематике и обухвата примену кабинетских, теренских и лабораторијских методских поступака.

Динамика спровођења истраживачког процеса условљена је решавањем постављених хипотеза, као и постојањем изведеног линијског хидротехничког објекта, којим се вода транспортује под притиском. Из наведених разлога примена различитих методских поступака спровешће се у различитом режиму рада хидротехничког тунела:

1. У условима преласка из режима експлоатације (транспорта воде под притиском) у режим потпуног пражњења, у циљу разматрања односа воде из тунела и хидрогеолошког система у условима рецесије;
2. У условима када је тунел ван функције (испражњен), у циљу анализе комплексних хидрогеолошких система,
3. У условима поновног успостављања експлоатације хидротехничког тунела, у циљу утврђивања односа интеракције вода из тунела и хидрогеолошког система до успостављања равнотежног стања.

Примена метода даљинске детекције обухвата стереоскопску анализу аероснимака средње размере, на ширем репрезентативном подручју истраживања. Аеростерео снимци представљају основу за геоморфолошку анализу, као и анализу детаљног руптурног склопа. Поред тога, биће коришћени и за планирање маршрута теренских истраживања. Резултати стереоскопске анализе биће приказани на фотогеолошкој карти.

Структурно-геолошке методе обухватају првенствено теренско картирање структурних елемената руптурног и пликативног склопа. Сви прикупљени теренски подаци биће корелисини са подацима добијеним анализом аероснимака. Све опсервационе тачке ће бити регистроване применом GPS и GLONASS система, метарске прецизности. Анализом кинематских карактеристика опсервираних раседа и применом метода за дефинисање стања напона, биће

израчунати тензори (палео) напона, и на основу тога дефинисани тектонски режими који су били активни у овом подручју истраживања. Поред тога што ће на тај начин бити дефинисан и неотектонски/рецентно активни тектонски напон, ово је важно пре свега због чињенице да ће на овај начин бити могуће дефинисати потенцијално активне раседе, које није могуће опсервирати на површини. Ово је од изузетног значаја када се ради анализа хидротехничког објекта јер је у перспективи могуће предвидети начин активирања руптура које су у интеракцији са проучаваним тунелом.

Седиментолошке и петролошке методе биће примењене у циљу сагледавања геохемијских услова који владају у геолошкој/хидрогеолошкој средини и које потенцијално утичу на формирање типа подземних вода.

Метеоролошке методе обухватиће анализу температурног и падавинског режима у циљу утврђивања локалних хидрогеолошких услова прихрањивања подземних вода. Резолуција мониторинга режима метеоролошких параметара ће бити на шесточасовном нивоу.

Примена хидролошких метода подразумева првенствено успостављање мониторинга режима квантитативно-квалитативних параметара површинских токова на ширем простору у непосредном окружењу и кота горње воде акумулационог језера. Резолуција мерења кота горње воде акумулационог језера вршиће се на шесточасовном нивоу, а у условима пуне функционалности хидротехничког тунела и на двоминутном нивоу. Мониторинг режима водостаја на околним водотоцима вршиће се постављањем водомерних летви са минималним интервалом осматрања на дневном односно дводневном нивоу. Мерења протока водотока ће се вршити хидрометријским микро-крилом или фло-метром на бази раствора NaCl, прецизности $\pm 5\%$, у различитим хидролошким стањима у циљу успостављања криве протока. На појединим деоницама водотока вршиће се сукцесивна хидрометријска и термометријска мерења у циљу утврђивања аномалија у протоку, које могу указати на услове истицања подземних вода или понижања дела вода из водотока, посебно у водотоцима који протичу преко карбонатних стена. Квалитативни параметри водотока биће повремено регистровани (на седмодневном нивоу) мултипараметарском сондом –pH, TDS, температура, електропроводљивост, оксидо-редукциони потенцијал, растворени кисеоник. У условима пражњења тунела, зависно од техничких могућности, успоставиће се континуираним мониторинг водостаја и температуре, сензором притиска и температуре (diver), са контролним мерењима водомерном летвом и преливом у циљу отклањања грешке као последице измене густине воде.

Хидрогеолошке методе представљају најзаступљеније методе у истраживању и обухватају детаљно хидрогеолошко картирање стенских маса у циљу карактеризације хидрогеолошког система. Посебна пажња биће посвећена успостављању мониторинга квантитативних карактеристика подземних вода у циљу утврђивања хидрогеолошких система (локалних и регионалних) и утврђивању степена интеракције са водама транспортованим хидротехничким тунелом. Мониторинг постојећих пијезометара је потребно спровести на детаљном нивоу, постављањем сензора промене температуре и притиска у постојеће објекте дуж трасе тунела, са осматрачким интервалом на два минута. Поред наведеног, поставиће се и сензор ваздушног притиска у циљу барокомпензације кота нивоа подземних вода. На основу резултата детаљног хидрогеолошког картирања ширег простора, осматраће се све хидрогеолошке појаве и објекти, а њихов режим осматрања биће прилагођен основном циљу истраживања. На ширем подручју истраживања се налазе појаве термалних вода, чија ће места истицања бити регистрована применом термовизијског снимања, температурне осетљивости 0.1°C . Значајан резултат примене хидрогеолошких метода је формирање карте хидрогеолошких система са референтним

профилима у широј зони подручја истраживања. Сви наведени подаци биће приказани, а касније анализирани применом савремених GIS пакета.

Значајан обим истраживања ће обухватити хидрохемијске методе, као незаобилазан део хидрогеолошких метода. На основу мерења мултипараметарском сондом (pH, TDS, температура, електропроводљивост, оксидо-редукциони потенцијал, растворени кисеоник) *in-situ* извршиће се избор локација за узорковање вода за хемијске анализе. Лабораторијске методе обухватају квантитативне параметре наведене у табели 1.

Табела 1. Приказ квантитативних параметара и метода њихових одређивања у лабораторији

Mg/l	Метода
HCO ₃ ⁻	волуметрија
CO ₃ ⁻	волуметрија
Cl ⁻	потенциометрија
SO ₄ ⁻	турбидиметрија
NO ₃ ⁻	спектрофотометрија
Na ⁺	AAC – атомско-апсорпциона спектрофотометрија, пламена техника, ацетилен-ваздух
K ⁺	AAC – атомско-апсорпциона спектрофотометрија, пламена техника, ацетилен-ваздух
Ca ⁺⁺	AAC – атомско-апсорпциона спектрофотометрија, пламена техника, ацетилен-азотсубоксид
Mg ⁺⁺	AAC – атомско-апсорпциона спектрофотометрија, пламена техника, ацетилен-азотсубоксид
Fe _{укупно}	AAC – атомско-апсорпциона спектрофотометрија, пламена техника, ацетилен-ваздух
Sr ⁺⁺	AAC – атомско-апсорпциона спектрофотометрија, пламена техника, ацетилен-азотсубоксид
Li ⁺	AAC – атомско-апсорпциона спектрофотометрија, пламена техника, ацетилен-ваздух
H ₂ S	Гасна волуметрија

Подземне воде из пијезометара дуж трасе тунела биће узорковане прописаним узоркивачем (*en. bailer*) према стандардној процедури када је у питању захватање репрезентативних узорака. Вршиће се анализа промене вертикалне зоналности електропроводљивости у пијезометрима у условима пражњења, а касније и пуштања у функцију хидротехничког тунела.

Посебна пажња биће посвећена истраживањима вода у хидротехничком тунелу, у периоду када је технички могућ приступ у објекат (у условима празног тунела), где ће бити примењен читав низ различитих метода у циљу утврђивања интеракције подземних вода са водама транспортним тунелом.

Као резултат хидрохемијских метода очекује се постизање појединачних циљева:

- Карактеризација квалитета подземних вода које се појављују дуж трасе тунела и то у различитим временским тренуцима;

- Утврђивање утицаја геолошких формација, односно бетонске облоге на састав подземних/процедних вода;
- Одређивање агресивних особина подземних вода на бетонску облогу тунела.

За анализу хидрохемијских резултата биће коришћени USGS-ов PHREEQC софтвер, као и Schlumberger-ов AquaChem. Графичким методама, применом наведених софтвера, конструисаће се дијаграми квалитета подземних вода за различите временске интервале, а у циљу утврђивања промене квалитета подземних вода под утицајем вода из акумулације (тунела). Одређивање генетских типова вода, јонских односа и садржаја специфичних макрокомпоненти (Fe, Li, Sr), гасова (H_2S , DO) и ORP-а, у водама дуж тунела помоћи ће у раздвајању локаних и регионалних хидрогеолошких система. Изражен степен промена редокс-сензитивних елемената и издвајање гаса H_2S се очекује у хидраулички активним зонама, где ће реакције оксидо-редукције имати значајну улогу, а у којима се може очекивати појава агресивних вода.

Картирању бетонске облоге тунела у смислу детектовања њене испуцалости и корелисаности са површински детектованим раседним зонама биће посвећена значајна пажња, посебно у зонама видљивих провирања подземних вода у тунел.

Геофизичке методе представљају комплементарни део процеса обављања комплексних хидрогеолошких истраживања, као индиректна метода у циљу утврђивања карактеристика стенске масе иза бетонске облоге хидротехничког тунела и могуће корелације са раседним зонама. Применом георадарских (GPR) мерења у фреквентном опсегу од 500 MHz, извршиће се увид у стање дела стенске масе непосредно испод бетонске облоге. Применом ЕМ – електромагнетних истраживања мултифреквентним магнетометром осега од 275 Hz до 96 KHz, са процењеном дубином пенетрације до 30 m, у наведеним условима. Процесирање података биће обављено уз помоћ адекватних софтверских пакета.

На основу спроведених геофизичких истраживања у самом хидротехничком тунелу извешће се реконструкција постојећих и формирање нових унутрашњих пијезометара, кроз бетонску облогу и стенску масу до дубине од 1,5 m, у циљу квантитативних и квалитативних анализа подземних вода. Квантитативна истраживања вршиће се повременим мерењима на објектима у условима пражњења тунела у три временска пресека (након првог уласка у тунел, у средишњем периоду и пре поновног отварања тунела). Ова истраживања обухватају мерење протока из пијезометара и појава из бетонске облоге, као и мерење притиска (на објектима који имају техничке могућности). Квалитативна истраживања вршиће се сондирањем свих појава мултипараметарским уређајем *in-situ*, а на основу добијених резултата биће узорковане воде за хемијску анализу по истим критеријумима као и за подезмне воде. Такође узорковање вода за потребе хемијских анализа биће спроведено у различитим временски периодима, као и када је у питању анализа квантитативних карактеристика вода које се појављују у тунелу из пијезометара и/или бетонске облоге.

Поред наведених унутрашњих пијезометара, извршиће се сондирање узорковањем цилиндричних узорака кроз бетонску облогу, инјекциону масу и почетни део стенске масе. Лабораторијски анализирани цилиндрични узоци обухватиће, одређивање притисне чврстоће, густине упијања воде, влажности узорка као и хемијска испитивања дела узорка усмереног ка стенској маси.

Статистичке методе подразумевају геостатистичку просторну анализу геолошких података применом различитих GIS модула, као и класичне *lupmed* параметарске методе које се односе само на одређену тачку. Том приликом биће примењене параметарске и непараметарске методе,

које обухватају анализу временских серија података, применом корелације и парцијалне корелације, као и спектралне анализе (униваријантне и мултиваријанте), као и анализе варијансе (параметарске и непараметарске), ROC анализе и логистичке регресивне анализе.

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

- Научни допринос докторске дисертације огледа се у бољем разумевању сложеног хидрауличног и хидрохемијског механизма у комплексним хидрогеолошким системима у условима атропогеног утицаја, односно формираних линијских хидротехничких објеката за транспорт воде под притиском.
- Детаљним мониторингом и анализом квантитативних и квалитативних параметара подземних вода, утврдиће се у којој мери долази до интеракције подземних вода са водама из тунела, што ће омогућити јасну процену међусобних ефеката, како на природно стање изданских вода тако и на стање тунела као хидротехничког објекта.
- Детаљна анализа параметера у различитим хидрауличким, односно хидродинамичким условима, значајно ће допринети бољем разумевању циркулације и хемизма подземних вода, који се могу огледати кроз три различита периода:
 1. У условима рецесије, односно наглог пражњења воде у тунелу, праћење квантитативних и квалитативних параметра допринеће бољем разумевању и карактеризацији издани формираним у чврстим стенским масама. Поред наведеног, примењеним поступком биће оцењен и степен утицаја хидротехничког објекта на хидрогеолошку средину.
 2. У условима испражњеног тунела, биће детаљно анализиран хидраулички однос регионалног хидрогеолошког система у односу на локални хидрогеолошки систем, што ће у значајној мери допринети бољем разумевању композитних хидрогеолошких система и утицају неотектонски активних руптура.
 3. У условима поновног пуњења тунела до постизања радног притиска, као супротном процесу у односу на рецесионе услове, такође ће бити разматрана карактеризација хидрогеолошких система, а тиме и утицај хидротехничких објектата на исте.
- Примењеном анализом интеракције подземних вода формираних у комплексним хидрогеолошким системима, успоставиће се модел којим су дефинисане границе утицаја линијског хидротехничког објекта за транспорт вода под притиском на природни хидрогеолошки систем.
- Тестирање успостављеног модела биће примењено на комплексном примеру који у значајној мери одражава могуће хидрогеолошке услове који потенцијално карактеришу одређен истражни простор.
- Поред очекиваног научног доприноса, практични допринос се огледа у примени развијене научне методологије у решавању конкретних проблема. Успоставиће се процедуре које треба да се примењују у процесу истраживања линијских хидротехничких објеката и хидрогеолошких карактеристика у зони његовог утицаја. Процедуре ће подразумевати укључивање више научних метода и истраживачких принципа које је потребно применити.
- Постављањем оваквих принципа истраживачког рада биће могуће утврдити степен интеракције подземних вода и вода транспортованих у хидротехничком тунелу у циљу смањења ризика негативног утицаја како на саму хидрогеолошку средину, тако и на хидротехнички објекат.

6. КОНЦЕПЦИЈА ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Научно - истраживачке активности предвиђене у циљу решавања задатог научног проблема, одвијале би се начелно у три фазе: кабинетски радови, теренски радови и лабораторијска мерења и анализа. Кабинетски, теренски и лабораторијски радови биће обављани у три фазе рада хидротехничког тунела: радног режима тунела, када је тунел ван функције и поновно пуштање у рад тунела.

Кабинетски радови обухватаће прикупљање и систематизацију свих расположивих литературних извора и фондовске документације из области геоморфологије, петрологије, структурне геологије, хидрометеорологије, геофизике, хидрогеологије, хидрохемије, гео-статистике. У току сва три периода рада хидротехничког тунела спровешће се кабинетски радови који укључују обраду прикупљених података на терену применом различитих метода истраживања. Анализе и резултати обрађених података биће приказани помоћу ArcGIS софтвера (израда различитих врста карата).

Теренски радови подразумевају истраживања на ширем истражном подручју и у хидротехничком тунелу (у условима када је ван функције). Потребно је извршити картирање репрезентативног терена ради дефинисања руптурног сколпа, геолошке грађе и хидрогеолошких карактеристика. У току ових радова успоставиће се мониторинг мрежа која треба да обухвати: мониторинг метеоролошких услова (падавинског и температурног режима на шесточасовном нивоу); мониторинг коте горње воде акумулационог језера (на шесточасовном нивоу), мониторинг квантитативних и квалитативних карактеристика површинских токова (режим водостаја – на дневном нивоу, протицаја и параметара квалитета (pH, TDS, T, EC, ORP, DO) – на седмодневном нивоу; мониторинг постојећих пијезометара (праћење промена вредности температуре и притисака – на двоминутном нивоу, електропроводљивости, pH, TDS, T, EC, ORP, DO); мониторинг свих извора лоцираних на терену (режим протицаја, pH, TDS, T, EC, ORP, DO – на седмодневном нивоу). Лоцирање термалних извора биће обављено применом термовизијске камере. Све воде обухваћене мониторинг мрежом (површинске и подземне) узорковаће се за потребе израде хемијских анализа у више различитих временских серија.

За време пражњења хидротехничког тунела, на водама које исцурјују из тунела, континуирано ће се осматрати водостај и температура на двоминутном нивоу (помоћу diver-a); мериће се протицај (применом фло-метра); поставиће се водомерна летва и прелив у циљу боље контроле података. Цео период пражњења тунела, као и период док је тунел ван функције биће покривени континуалним осматрањима основних квантитативних параметара помоћу мултипараметарске сонде и то на двоминутном нивоу (pH, TDS, T, EC, ORP, DO).

У периоду када је тунел ван функције и када је могуће приступити објекту, вршиће се истраживања директно у тунелу. Извршиће се картирање бетонске облоге тунела и обавити детаљна геофизичка истраживања. Узорковаће се цилиндрични узорци кроз бетонску облогу, ињекциону масу и део стенске масе. Хидрометријска мерења квантитативних карактеристика вода у тунелу вршиће се три пута и то на више мерних профила што ће зависити од карактеристичних зона процуривања. Мериће се протицаји на постојећим унутрашњим пијезометрима и местима где вода процурује кроз бетонску облогу у тунел. Квалитативне карактеристике вода које процурују у тунел мериће се мултипараметарском сондом *in situ* и на основу тих резултата воде ће се узорковати за потребе израде хемијских анализа. Наведена узорковања ће се вршити у три наврата: прва серија узорака биће узета при првом уласку у тунел, друга на средини периода и трећа пред само затварање тунела и његово пуштање у поновни рад.

Лабораторијска мерења и анализе обухватиће анализу узоркованих цилиндричних узорака бетонске облоге тунела како би се одредила чврстоћа, густина упијања воде, влажност узорка и хемијске карактеристике дела бетона који је на контакту са стенском масом. У лабораторијским условима одређиваће се основни хемијски састав подземних вода и одабрани микроелементи са задатком дефинисања квалитативних карактеристика. Одређиваће се следећи хемијски елементи: натријум (Na^+), калијум (K^+), калцијум (Ca^{++}), магнезијум (Mg^{++}), хлориди (Cl^-), хидрокарбонати (HCO_3^-), карбонати (CO_3^{--}), сулфати (SO_4^{--}), нитрати (NO_3^-), гвожђе (Fe), манган (Mn), стронцијум (Sr), литијум (Li). Од гасова ће лабораторијски бити одређиван водоник-сулфид (H_2S).

6.1. Структура садржаја докторске дисертације

У циљу адекватног приказивања тока и резултата научно-истраживачког рада, предвиђена је следећа форма текста докторске дисертације, са оквирним садржајем који се састоји из следећих поглавља:

- 1. Увод**
 - 1.1. Циљ и предмет истраживања
 - 1.2. Полазне хипотезе
- 2. Хидротехнички објекти и њихов утицај на хидрогеолошке системе**
- 3. Избор репрезентативног подручја истраживања**
- 4. Карактеристике изабраног репрезентативног подручја**
 - 4.1. Климатске карактеристике
 - 4.2. Хидрографске и хидролошке карактеристике
 - 4.3. Геолошке карактеристике
 - 4.3.1. Тектонске карактеристике
 - 4.3.2. Литостратиграфске јединице
 - 4.4. Хидрогеолошке карактеристике
 - 4.4.1. Збијени тип издани
 - 4.4.2. Пукотински тип издани
 - 4.4.3. Карстни тип издани
- 5. Методе истраживања**
 - 5.1. Фотогеолошке и структурно-геолошке методе
 - 5.2. Седиментолошке и петролошке методе
 - 5.3. Метеоролошке и хидролошке методе
 - 5.4. Хидрогеолошке методе
 - 5.4.1. Квантитативне хидрогеолошке методе
 - 5.4.2. Квалитативне (хидрохемијске) методе
 - 5.5. Статистичке методе
- 6. Резултати примењених метода истраживања**
 - 6.1. Резултати фотогеолошке и структурно-геолошке методе
 - 6.2. Резултати седиментолошке и петролошке методе

- 6.3. Разултати метеоролошке и хидролошке методе
- 6.4. Разултати хидрогеолошке методе
 - 6.4.1. Разултати квантитативне хидрогеолошке методе
 - 6.4.2. Разултати квалитативне (хидрохемијске) методе
- 6.5. Разултати статистичке методе

7. Дискусија

- 7.1. Предлог успостављања основних принципа истраживачког процеса за процену и прогнозу ризика утицаја тунела под притиском на хидрогеолошку средину и само функционисање ових објеката

8. Закључак

9. Литература

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу приложене документације кандидат Марина Чокорило Илић, дипл. инг. геологије испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације **„КВАНТИТАТИВНО-КВАЛИТАТИВНА АНАЛИЗА ИНТЕРАКЦИЈЕ ПОДЗЕМНИХ ВОДА И ВОДА ТРАНСПОРТОВАНИХ ТУНЕЛОМ ПОД ПРИТИСКОМ У КОМПЛЕКСНИМ ХИДРОГЕОЛОШКИМ СИСТЕМИМА“** и комисија предлаже Научно-наставном већу Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду да одобри њену израду у оквиру научне области Хидрогеологија. За ментора на изради ове дисертације предлаже се др Игор Јемцов, ванредни професор на Рударско-геолошком факултету, који испуњава све услове дефинисане важећим прописима Универзитета.

Београд,
Април, 2017.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Игор Јемцов, ванредни професор, ментор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Весна Ристић Вакањац, ванредни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Тина Дашић, ванредни професор
Универзитет у Београду, Грађевински факултет, Београд