

5. Назив студијског програма  
докторских студија: Хидрогеологија

## ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: др Веселин Драгишић

Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Stevanović Z., & **Dragišić, V.** (1998). An example of identifying karst groundwater flow. *Environmental Geology*, 35(4), 241-244. doi: 10.1007/s002540050309
2. Atanacković, N., **Dragišić, V.**, Stojković, J., Papić, P., & Živanović, V. (2013). Hydrochemical characteristics of mine waters from abandoned mining sites in Serbia and their impact on surface water quality. *Environmental Science and Pollution Research*, 20(11), 7615-7626. doi: 10.1007/s11356-013-1959-4 (IF=2.757)
3. Polomčić, D., **Dragišić, V.**, & Živanović, V. (2013). Hydrodynamic modelling of a complex karst-alluvial aquifer: case study of Prijedor Groundwater Source, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. *Acta Carsologica*, 42(1), 93-107. doi: 10.3986/ac.v42i1.638 (IF=0.710)
4. Petrović Pantić, T., Birke, M., Petrović, B., Nikolov, J., **Dragišić, V.**, & Živanović, V. (2015). Hydrogeochemistry of thermal groundwaters in the Serbian Crystalline core region. *Journal of Geochemical Exploration*, 159, 101-114. doi: 10.1016/j.gexplo.2015.08.009 (IF=2.147)
5. Miladinović, B., Ristić Vakanjac, V., Bukumirović, D., **Dragišić V.**, & Vakanjac, B. (2015). Simulation of Mine Water Inflow: Case Study of the Štavalj Coal Mine (southwestern Serbia). *Archives of Mining Sciences*, 60(4), 955-969. doi: 10.1515/amsc-2015-0063 (IF=0.448)
6. Milenic, D., Stevanovic, Z., **Dragisic, V.**, Vranjes, A., & Savic, N. (2016). Application of renewable energy sources along motorway infrastructures on high karst plateaus: West Serbia case study. *Environmental Earth Sciences*, 75(10), 859. doi:10.1007/s12665-016-5635-0 (IF=1.765)
7. Atanacković, N., **Dragišić, V.**, Živanović, V., Gardijan, S., & Magazinović, S. (2016). Regional-scale screening of groundwater pollution risk induced by historical mining activities in Serbia. *Environmental Earth Sciences*, 75(16), 1152. doi:10.1007/s12665-016-5983-9 (IF=1.765)

8. Živanović, V., Jemcov, I., **Dragišić, V.**, Atanacković, N., & Magazinović, S. (2016). Karst groundwater source protection based on the time-dependent vulnerability assessment model: Crnica springs case study, Eastern Serbia. *Environmental Earth Sciences*, 75 (17), 1224. doi: 10.1007/s12665-016-6018-2 (IF=1.765)

Обавештавамо вас да је \_\_\_\_\_ Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета  
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 18. 4. 2019. 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**

\_\_\_\_\_

- 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

## ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: др Ивица Димкић

Звање: научни сарадник

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Stanković, S., Mihajlović, S., Draganić, V., **Dimkić, I.**, Vukotić, G., Berić, T., Fira, Đ., 2012. Screening for the presence of biosynthetic genes for antimicrobial lipopeptides in natural isolates of *Bacillus* sp. Archives of Biological Science, 64(4), 1425-1432. (*Biology: 60/82; IF2012=0.791; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 10/5; Broj poena: 3*)
2. **Dimkić, I.**, Živković, S., Berić, T., Ivanović, Ž., Gavrilović, V., Stanković, S., Fira, Dj., 2013. Characterization and evaluation of two *Bacillus* strains, SS-12.6 and SS-13.1, as potential agents for the control of phytopathogenic bacteria and fungi. Biological Control 65, 312-321. (*Entomology: 11/86; IF2011=2.003; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 37/24; Broj poena: 8*)
3. Stević, T., Berić, T., Šavikin, K., Soković, M., Gođevac, D., **Dimkić, I.**, Stanković, S., 2014. Antifungal activity of selected essential oils against fungi isolated from medicinal plant. Industrial Crops and Products 55, 116–122. (*Agronomy: 6/79; IF2013=3.208; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 67/36; Broj poena: 10*)
4. **Dimkić, I.**, Berić, T., Stević, T., Pavlović, S., Šavikin, K., Fira, D., Stanković, S., 2015. Additive and synergistic effects of *Bacillus* spp. isolates and essential oils on the control of phytopathogenic and saprophytic fungi from medicinal plants and marigold seeds. Biological Control 87, 6-13. (*Entomology: 11/86; IF2015=2.012; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 12/8; Broj poena: 8*)
5. **Dimkić, I.**, Ristivojević, P., Janakiev, T., Berić, T., Trifković, J., Milojković-Opsenica, D., Stanković, S., 2016. Phenolic profiles and antimicrobial activity of various plant resins and determination of botanical origin of Serbian propolis, Industrial Crops and Products, 94, 856-871. (*Agronomy: 6/83; IF2015=3.449; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 17/11; Broj poena: 10*)
6. Ristivojević, P., **Dimkić, I.**, Trifković, J., Berić, T., Vovk, I., Milojković-Opsenica, D., Stanković, S., 2016. Antimicrobial activity of Serbian propolis evaluated by means of MIC, HPTLC, bioautography and chemometrics. PLoS ONE 11(6): e0157097.

*(Multidisciplinary Sciences: 9/57; IF2014=3.234; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 21/6; Broj poena: 8)*

7. Stanković, S., **Dimkić, I.**, Vujisić, Lj., Pavković-Lučić, S., Jovanović, Z., Stević, T., Sofrenić, I., Mitić, B., Tomić, V., 2016. Chemical defence in a millipede: evaluation and characterization of antimicrobial activity of the defensive secretion from *Pachyiulus hungaricus* (Karsch, 1881) (Diplopoda, Julida, Julidae). *PloS ONE*, 11(12), p.e0167249. *(Multidisciplinary Sciences: 9/57; IF2014=3.234; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 4/3; Broj poena: 5.71)*
8. Stanojević, O., Milijašević-Marčić, S., Potočnik, I., Stepanović, M., **Dimkić, I.**, Stanković, S., Berić, T., 2016. Isolation and identification of *Bacillus* spp. from compost material, compost and mushroom casing soil active against *Trichoderma* spp. *Archives of Biological Science*, 68(4), 845-852. *(Biology: 68/85; IF2014=0.718; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 6/1; Broj poena: 3)*
9. Savković, Ž., Unković, N., Stupar, M., Franković, M., Jovanović, M., Erić, S., Šarić, K., Stanković, S., **Dimkić, I.**, Vukojević, J., Ljaljević Grbić, M., 2016. Diversity and biodeteriorative potential of fungal dwellers on ancient stone stela. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 115, 212-223. *(Biotechnology and Applied Microbiology: 52/160; IF2016=2.962; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 8/7; Broj poena: 2.78)*
10. **Dimkić, I.**, Stanković, S., Nišavić, M., Petković, M., Ristivojević, P., Fira, Dj., Berić, T., 2017. The profile and antimicrobial activity of *Bacillus* lipopeptide extracts of five potential biocontrol strains. *Frontiers in Microbiology*, 8, 925. *(Microbiology: 23/123; IF2015=4.165; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 9/7; Broj poena: 8)*
11. Unković, N., Erić, S., Šarić, K., Stupar, M., Savković, Ž., Stanković, S., Stanojević, O., **Dimkić, I.**, Vukojević, J., Grbić, M. L., 2017. Biogenesis of secondary mycogenic minerals related to wall paintings deterioration process. *Micron*, 100, 1-9. *(Microscopy: 3/10; IF2016=1.980; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 3/3; Broj poena: 5)*
12. Waisi, H., Janković, B., Janković, M., Nikolić, B., **Dimkić, I.**, Lalević, B., Raičević, V., 2017. New insights in dehydration stress behavior of two maize hybrids using advanced distributed reactivity model (DRM). Responses to the impact of 24-epibrassinolide. *PloS ONE*, 12(6): e0179650. *(Multidisciplinary Sciences: 11/62; IF2015=3.057; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 1/0; Broj poena: 8)*

13. Draganić, V., Lozo, J., Biočanin, M., **Dimkić, I.**, Garalejić, E., Fira, Dj., Stanković, S., Berić, T., 2017. Genotyping of *Bacillus* spp. isolate collection from natural samples. *Genetika*, 49(2), 445-456. (*Agronomy: 77/87; IF2017=0.392; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 0/0; Broj poena: 3*)
14. Unković, N., **Dimkić, I.**, Stupar, M., Stanković, S., Vukojević, J., Ljaljević Grbić, M., 2018. Biodegradative potential of fungal isolates from sacral ambient: In vitro study as risk assessment implication for the conservation of wall paintings. *PLoS ONE* 13(1): e0190922. (*Multidisciplinary Sciences: 15/63; IF2016=2.806; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 2/2; Broj poena: 8*)
15. Nikolić, I., Stanković, S., **Dimkić, I.**, Berić, T., Stojšin, V., Janse, J., Popović, T., 2018. Genetic diversity and pathogenicity of *Pseudomonas syringae* pv. aptata isolated from sugar beet. *Plant Pathology*, 67(5), 1194-1207. (*Plant Sciences: 56/212; IF2016=2.425; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 0/0; Broj poena: 8*)
16. Ljaljević Grbić, M., Unković, N., **Dimkić, I.**, Janačković, P., Gavrilović, M., Stanojević, O., Stupar, M., Vujisić, Lj., Jelikić, A., Stanković, S., Vukojević, J., 2018. Frankincense and Myrrh essential oils and burn incense fume against micro-inhabitants of sacral ambients. Wisdom of the ancients? *Journal of Ethnopharmacology*, 219, 1-14 (*Integrative and Complementary Medicine: 4/27; IF2017=3.115; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 1/0; Broj poena: 4.44*)
17. Ristivojević, P., **Dimkić, I.**, Guzelmeric, E., Trifković, J., Knežević, M., Berić, T., Yesilada, E., Milojković-Opsenica, D., Stanković, S., 2018. Profiling of Turkish propolis subtypes: Comparative evaluation of their phytochemical compositions, antioxidant and antimicrobial activities. *LWT - Food Science and Technology*, 95, 367-379. (*Food Science and Technology: 24/133; IF2017=3.129; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 0/0; Broj poena: 5.71*)
18. Ilić, B., **Dimkić, I.**, Unković, N., Ljaljević Grbić, M., Vukojević, J., Vujisić, Lj., Tešević, V., Stanković, S., Makarov, S., Lučić, L., 2018. Millipedes vs. pathogens: defensive secretions of some julids (Diplopoda: Julida) as potential antimicrobial agents. *Journal of Applied Entomology*, 142(8), 775-791. (*Entomology: 27/93; IF2016=1.641; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 1/1; Broj poena: 5*)

19. Djurasevic, S., Bojic, S., Nikolic, B., **Dimkić, I.**, Todorovic, Z., Djordjevic, J., Mitic-Culafic, D., 2018. Beneficial effect of virgin coconut oil on alloxan-induced diabetes and microbiota composition in rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73(4), 295-301. (***Food Science and Technology: 39/133; IF2017=2.465; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 1/0; Broj poena: 8***)
20. Nikolić, I., Berić, T., **Dimkić, I.**, Popović, T., Lozo, J., Fira, Dj., Stanković, S., 2018. Biological control of *Pseudomonas syringae* pv. aptata on sugar beet with *Bacillus pumilus* SS-10.7 and *Bacillus amyloliquefaciens* (SS-12.6 and SS-38.4) strains. *Journal of Applied Microbiology*, 126, 165-176. (***Biotechnology and Applied Microbiology: 84/161; IF2017=2.160; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 1/0; Broj poena: 5***)
21. Fira, D., **Dimkić, I.**, Berić, T., Lozo, J., Stanković, S., 2018. Biological control of plant pathogens by *Bacillus* species, *Journal of Biotechnology*, 285, 44-55. Review Article (***Biotechnology and Applied Microbiology: 62/160; IF2016=2.599; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 2/1; Broj poena: 5***)
22. Unković, N., **Dimkić, I.**, Stanković, S., Jelikić, A., Stanojević, D., Popović, S., Stupar, M., Vukojević, Ljaljević Grbić, M., 2018. Seasonal diversity of biodeteriogenic, pathogenic, and toxigenic constituents of airborne mycobiota in a sacral environment. *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju* 69, 317-327. (***Public, Environmental and Occupational Health: 159/265; IF2016=1.395; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 0/0; Broj poena: 3.57***)
23. Berić, T., Biočanin, M., Stanković, S., **Dimkić, I.**, Janakiev, T., Fira, Đ., Lozo, J., 2018. Identification and antibiotic resistance of *Bacillus* spp. isolates from natural samples. *Archives of Biological Sciences*, 70(3), 581-588. (***Biology: 72/85; IF2017=0.648; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 0/0; Broj poena: 3***)
24. Bogdanović, S., Jelušić, A., Berić, T., Nikolić, I., Danilović, B., Stanković, S., **Dimkić, I.**, 2018. Genetic polymorphism of lactic acid bacteria isolated from “Pirot ‘ironed’ sausage” from Serbia. *Archives of Biological Sciences*, Article in Press. DOI: 10.2298/abs180920051b (***Biology: 72/85; IF2017=0.648; Broj heterocitata<sub>ukupan/SCI</sub>: 0/0; Broj poena: 3***)
25. Ilić, D.S., **Dimkić, I. Z.**, Waisi, H.K., Gkorezis, P.M., Hamidović, S.R., Raičević, V.B., Lalević, B.T., 2019. Reduction of hexavalent chromium by *Bacillus* spp. isolated from

heavy metals-polluted soil. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly / CICEQ, Article in Press. DOI: 10.2298/CICEQ180607003I (*Chemistry, Applied: 54/72; IF2017=0.944; Broj heterocitata<sub>ukupan</sub>/SCI: 0/0; Broj poena: 3*)

Обавештавамо вас да је

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета

(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 18. 4. 2019. 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

- 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 18.04.2019. године, донело је

## О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације **Владимира Шарабе, мастер инж. геологије**.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *"Микроорганизми - биохидрогеолошки индикатори одабраних појава минералних вода Србије"*.
3. Тема докторске дисертација је оригинална идеја, од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.
4. За менторе се именују др Веселин Драгишић, ред. проф. и др Ивица Димкић, научни сарадник Универзитета у Београду – Биолошки факултет.
5. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Зоран Глигорић, ред. проф.

Достављено:

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

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**Рударско-геолошки факултет**

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Подобност теме и кандидата Владимира Шарабе, маг. инж. геол., за израду докторске дисертације

Одлуком број 1/71 од 25. 3. 2019. године именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Владимира Шарабе, маг. инж. геол., за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под називом: „**МИКРООРГАНИЗМИ – БИОХИДРОГЕОЛОШКИ ИНДИКАТОРИ ОДАБРАНИХ ПОЈАВА МИНЕРАЛНИХ ВОДА СРБИЈЕ**“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

**ИЗВЕШТАЈ**

**1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

1. 1. Биографски подаци

Владимир Шараба рођен је 07.07.1992. године у Никшићу, Црна Гора. Завршио је Гимназију (општи смер) „Јован Дучић“, 2011. године у Требињу, Босна и Херцеговина, Република Српска, са одличним успехом.

Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, студијски програм за Хидрогеологију, уписује јула 2011. године. Дипломирао је 9. септембра 2015. године, са просечном оценом 9,36 (девет и 36/100), и оценом 10 на дипломском раду, и тиме стекао професионални статус дипломирани инжењер геологије. Назив теме дипломског рада гласи: „Улога и значај познавања микроорганизама са аспекта хидрогеолошких истраживања минералних вода“, и представља први завршни рад из области микробиологије минералних вода на Рударско-геолошком факултету Департмана за хидрогеологију. Добитник је награде Рударско-геолошког факултета за постигнути успех на основним академским студијама.

Мастер студије на Универзитету у Београду, на Рударско-геолошком факултету студијског програма за Хидрогеологију, уписао је 2015. године. Исте је завршио септембра

2016. године, са просечном оценом 10,00 (десет и 0/100), и тиме стекао професионални статус мастер инжењер геологије. Назив теме завршног рада гласи: „Хидрогеолошка улога и значај познавања развоја фототрофних микроорганизама у биофилму на местима истицања термоминералних вода – одабрани примери из Србије“.

Октобра 2016. године уписује докторске студије на Универзитету у Београду, на Рударско-геолошком факултету студијског програма за Хидрогеологију.

Од 2017. године, постаје стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (у даљем тексту: Министарство), на основу јавног позива за стипендирање студената докторских академских студија и финансирање материјалних трошкова укључивања стипендисте Министарства на пројекат Министарства.

До данас, активно се бави научно-истраживачким радом кроз едукацију на докторским академским студијама Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета, те публикацијом научних и стручних радова, као и учешћем на научним и стручним скуповима и радионицама, те учешћем у програму технолошког развоја Министарства.

#### 1. 2. Стечено науноистраживачко искуство

Научни рад и усавршавање, кандидат посвећује изучавању микроорганизама као биохидрогеолошких индикатора минералних вода, што до данас није било предмет истраживања на Департману за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета. Публикује научне радове у којима разматра утицај микроорганизама на квалитет и употребљивост минералних вода са различитих практичних аспеката – флаширање (пиће), балнеотерапеутске сврхе, здравствено-рекреативне сврхе, топлификационе сврхе, итд. Разматра и утицај микроорганизама на стабилност водозахватних објеката услед развоја микробиолошких процеса као што су биокорозија, биолошка инкрустација и биозарастање водозахватних објеката. Поред тога, бави се и проучавањем могућности примене микроорганизама минералних вода у процесима биоминерализације, у различитим биотехнологијама, те њиховим потенцијалним геомедицинским значајем.

Током 2017/18. године, као докторанд стипендиста, био је ангажован је у програму технолошког развоја Министарства који реализује Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, на пројекту **„Истраживање и примена обновљивих субгеотермалних подземних водних ресурса у концепту повећања енергетске ефикасности у зградарству“**, евиденциони број ТР 33053. Од 2018. године, ангажован је у програму технолошког развоја Министарства који реализује Институт за водопривреду „Јарослав Черни“, на пројекту **„Методологија оцене, пројектовања и одржавања изворишта подземних вода у алувијалним срединама у зависности од степена аеробности“**, евиденциони број ТР 37014.

У оквиру досадашњег научно-истраживачког рада на пројектима Министарства и на докторским академским студијама, учествовао је у изради практичних инжењерских задатака, односно, изради текстуалних решења и пратећег графичког материјала применом апликативних софтвера, као и у раду на терену на већем броју одабраних појава минералних вода Србије, те лабораторијском раду. Изводи метагеномске анализе микробиома одабраних појава минералних (горких, сумпоровитих, сланих и угљокиселих) вода Србије.

Као докторанд стипендиста, током 2017/18. године, учествовао је у припреми и одржавању вежби из предмета „Минералне воде“ и „Регионална хидрогеологија“, на основним академским студијама Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета.

Добитник је прве награде за 2017. годину на годишњем конкурс Српског геолошког друштва за најбољи рад младих геолога и студената, за научни рад „Биохидрогеологија на местима истицања одабраних појава термоминералних вода Србије“.

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета, 19. 4. 2018. године, изабран је у истраживачко звање истраживач-приправник.

До марта 2019. године, учествовао је на научним скуповима и радионицама:

- 11. Научно-стручна конференција „Студенти у сусрет науци“ са међународним учешћем, Бања Лука, 29.11.–1.12.2018. године;
- 39. Међународни стручно-научни скуп „Водовод и канализација '18“, Ваљево, 9. – 12.10.2018. године;
- 17. Конгрес геолога Србије, Врњачка бања, 17.–20.5.2018. године;
- 10. Научно-стручна конференција „Студенти у сусрет науци“ са међународним учешћем, Бања Лука, 27. – 30.11.2017. године;
- Међународни Конгрес, Биомедицина и геонауке – утицај животне средине на људско здравље, Београд, 24. – 26.5.2017. године;
- Пролећни збор Српског геолошког друштва, Београд, 21.4.2017. године.

Члан је домаћих и међународних струковних организација: „Српско геолошко друштво“, „Интернационална асоцијација хидрогеолога“, „Асоцијација еколога и геофизичара Србије“, „Задужбина Андрејевић“ и „Савез инжењера и техничара Србије“. Говори енглески језик, а у раду се служи и немачким језиком. Успешно је завршио и положио курсеве енглеског језика у Oxford центру у Београду. Користи напредно MS Office пакет и AutoCad.

До марта 2019. године, публиковао је следеће научне радове, који су класификовани сагласно одредбама „Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача“ („Службени гласник РС “бр. 24/2016, 21/2017 и 38/2017).

### **Рад у међународном часопису, категорија M23**

1. Šaraba, V., Popović, S., Krunić, O., Subakov-Simić, G., Kljajić, Ž., & Lazić, M. (2017). Mineral waters of Serbia and development of phototrophic microbial communities near points of emergence and on wellheads. *Acta Carsologica*, 46(2-3), 295-316. Doi: <http://dx.doi.org/10.3986/ac.v46i2-3.4961>  
(M23=3)
2. Šaraba, V., Popović, S., Obradović, V., Štrbački, J., Gajić, V., Vulić, P., Subakov-Simić, G., & Krunić, O. (In Press). Macroscopic, optical and diffraction assessment of encrustations and SEM analyses of phototrophic microbial mats from wellheads and select zones of emergence of mineral water in Serbia. *Geologia Croatica*. Doi: 10.4154/gc.2019.09  
(M23=2.5)

### **Зборници међународних научних скупова, категорија M30**

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33)**

3. Šaraba, V. (2016). Uloga i značaj poznavanja mikroorganizama sa aspekta hidrogeoloških istraživanja mineralnih voda. In: D. Polomčić, (Ed.), *XV Srpski Simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem* (pp. 669-673). Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet. ISBN: 978-86-7352-316-3.  
(M33=1)
4. Krunić, O., Subakov-Simić, G., Popović, S., Lazić, M., Kljajić, Ž., & Šaraba, V. (2016). Hidrogeobiologija fototrofnih mikroorganizama u biofilmovima odabranih pojava termomineralnih voda Srbije. In: D. Polomčić (Ed.), *XV Srpski Simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem* (pp. 351-356). Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet. ISBN: 978-86-7352-316-3.  
(M33=1)
5. Šaraba, V., & Krunić, O. (2017a). Termomineralne vode Lukovske banje i geomedicinski značaj mikroalgi *Spirulina* i *Cosmarium laeve*. In: R. Gajanin et al., (Ed.), *10. Naučno-stručna konferencija „Studenti u susret nauci” sa međunarodnim učešćem* (pp. 212-223). Banjaluka: Univerzitet u Banjoj Luci. ISBN: 978-99976-662-9-1.  
(M33=1)
6. Šaraba, V., & Krunić, O. (2017b). Biohidrogeološki procesi na glavama bunara vodozahvatnih objekata mineralnih voda Bogatića i Metkovića – Mačva, Srbija. In: R. Gajanin et al., (Ed.), *10. Naučno-stručna konferencija „Studenti u susret nauci” sa međunarodnim učešćem* (pp. 190-210). Banjaluka: Univerzitet u Banjoj Luci. ISBN: 978-99976-662-9-1.  
(M33=1)
7. Šaraba, V., & Krunić, O. (2017c). Geomedicinski značaj fototrofnih biofilмова na mestima isticanja odabranih pojava termomineralnih voda Srbije. In: S. Komatina, (Ed.), *Međunarodni Kongres: Biomedicina i geonauke - uticaj životne sredine na ljudsko zdravlje*

(pp. 155-164). Beograd: Asocijacija geofizičara i ekologa Srbije. ISBN: 978-86-80140-04-9.

(M33=1)

8. **Šaraba, V.**, Krunić, O., & Obradović, V. (2018a). Mikrobiološki diverzitet termalnih lekovitih voda Brestovačke banje - Srbija. In: G. Latinović, (Ed.), *11. Naučno-stručna konferencija „Studenti u susret nauci“ sa međunarodnim učešćem* (pp. 14-20). Banjaluka: Univerzitet u Banjoj Luci. Doi: 10.7251/ZSSN1811014S, ISBN: 978-99976-764-2-9, ISSN: 2637-1987 (Print).

(M33=1)

9. **Šaraba, V.**, Krunić, O., & Obradović, V. (2018b). Mikrobiološki diverzitet gorkih mineralnih voda Torde – AP Vojvodina, Srbija. In: Č. Lačnjevac, (Ed.), *39. Međunarodni stručno-naučni skup „Vodovod i kanalizacija '18“* (pp. 140-146). Beograd: Savez inženjera i tehničara Srbije. ISBN: 978-86-80067-39-1.

(M33=1)

10. **Šaraba, V.**, Krunić, O., & Obradović, V. (2018c). Mikrobiološki diverzitet termomineralnih lekovitih voda Selters banje - Srbija. In: Č. Lačnjevac, (Ed.), *39. Međunarodni stručno-naučni skup „Vodovod i kanalizacija '18“* (pp. 266-273). Beograd: Savez inženjera i tehničara Srbije. ISBN: 978-86-80067-39-1.

(M33=1)

#### **Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)**

11. **Šaraba, V.**, & Popović, S. (2018). Carbonate biomineralization at the points of emergence of selected mineral waters in Serbia. In: F. Neubauer, U. Brendel & G. Friedel, (Ed.), *Official journal of the XXI International Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association* (p. 384). Salzburg: Univerzitet u Slazburgu. ISBN: 978-954-90223-7-7 (print), 978-954-90233-8-4 (eBook).

(M34=0,5)

#### **Национални часопис, категорија M53**

12. **Šaraba, V.**, & Krunić, O. (2017d). Biohidrogeologija na mestima isticanja odabranih pojava termomineralnih voda Srbije. In: M. Ganić, (Ed.), *Zapisnici Srpskog geološkog društva (za 2017. godinu)* (pp. 69-82). Beograd: Srpsko geološko društvo. ISSN: 0372-9966.

(M53=1)

13. **Šaraba, V.**, Popović, S., & Kljajić, Ž. (2017). Razvoj fototrofnih mikroorganizama u biofilmu na mestima isticanja karstnih termalnih voda Mačve. *Srpska nauka danas*, 2(1), 86-103. ISSN: 2466-4189.

(M53=1)

### **Зборници скупова националног значаја**

#### **Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу (M64)**

14. Šaraba, V., Krunić, O., & Obradović, V. (2018d). Primena BART biodetektora u metodologiji hidrogeoloških istraživanja mineralnih voda. In: M. Ganić, (Ed.), *17. Kongres geologa Srbije* (pp. 532-537). Beograd: Srpsko geološko društvo. ISBN: 978-86-86053-20-6.

(M64=0,2)

15. Šaraba, V., Krunić, O., & Lazić, M. (2018). Biohidrogeologija – naučna disciplina u sklopu metodologije hidrogeoloških istraživanja. In: M. Ganić, (Ed.), *17. Kongres geologa Srbije* (pp. 526-531). Beograd: Srpsko geološko društvo. ISBN: 978-86-86053-20-6.

(M64=0,2)

#### **Подаци о току докторских студија**

Кандидат Владимир Шараба, маг. инж. геол., положио је следеће испите предвиђене акредитованим програмом докторских академских студија студијског програма Хидрогеологија:

- Семинар 1 (Оцена 10, ЕСПБ 5),
- Самостални публиковани рад П1 (Оцена 10, ЕСПБ 5),
- Специјална поглавља из хидрогеолошких истраживања и менаџмента хидрогеолошких басена (Оцена 10, ЕСПБ 20),
- Практични истраживачки рад (Оцена 10, ЕСПБ 15),
- Семинар 2 (Оцена 10, ЕСПБ 5),
- Седиментациони системи (Оцена 10, ЕСПБ 10),
- Пројекат докторске дисертације (Оцена 10, ЕСПБ 5),
- Студијски истраживачки рад 1 (Оцена 10, ЕСПБ 5),
- Специјална поглавља из захвата и одрживог коришћења минералних вода и геотермалне енергије (Оцена 10, ЕСПБ 20),
- Специјална поглавља из хидрогеологије животне средине (Оцена 10, ЕСПБ 15),
- Рад са СЦИ листе (Оцена 10, ЕСПБ 15).

Закључно, кандидат је положио 11/11 испита на првој и другој години, од укупно 17 испита у трогодишњем трајању докторских академских студија, са просечном оценом 10,00 (десет и 0/100), и тиме стекао 120 ЕСПБ.

У складу са Правилником Рударско-геолошког факултета о докторским академским студијама, за студенте који су уписали докторске студије од 2016/17. године, кандидат је 01.04.2019. године одбранио предложену тему докторске дисертације на Рударско-геолошком факултету, о чему је сачињен записник који је саставни део овог извештаја.

### 1. 3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

С обзиром на стечено образовање и остварено научно-истраживачко искуство, сматрамо да кандидат Владимир Шараба, маг. инж. геол., поседује неопходне компетенције за успешан рад на предложеној теми докторске дисертације из следећих разлога:

- Поседује одговарајући ниво квалификација стечен на Универзитету у Београду, на Рударско-геолошком факултету, са изузетно високом средњом просечном оценом од 9,36 (основне академске студије) и 10,00 (мастер академске студије), на основу чега је постао стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, односно, за постигнути успех током студирања награђен је и од стране Рударско-геолошког факултета;
- Поседује континуиран научни рад и усавршавање у оквиру научне области којој припада предложена тема докторске дисертације, почевши од израде дипломског и мастер рада који припадају истоименој области, до едукације на докторским академским студијама;
- До марта 2019. године, публиковао је петнаест научних радова, од тога два рада у часописима међународног значаја као први аутор, из области којој припада предложена тема докторске дисертације;
- Поседује неопходне организационе способности и компетенције, као и изразит смисао за даље стручно и научно усавршавање кроз едукацију на докторским академским студијама, као и учешћем на конференцијама и стручним дискусијама;
- Бави се проблематиком која до данас није била предмет детаљнијих проучавања, барем када је реч о територији Србије, због чега постоји потреба за оспособљавањем научног кадра из предметне области, односно, добијени резултати и њихова имплементација у хидрогеолошком инжењерству ће представљати значајан допринос за науку.

## **2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА**

Предмет истраживања представља проучавање морфологије, облика и величине различитих састојака биофилма, њихове оријентације, дистрибуције, као и начина повезивања, уз одређивање биомасе биофилмова који се развијају у зонама истицања одабраних појава минералних вода<sup>1</sup> Србије, применом скенинг електронске микроскопије. Квалитативна анализа наслага инкрустације, на основу макроскопских, оптичких и

---

<sup>1</sup>Под минералним водама подразумевају се подземне воде које се на основу минерализације, општег хемијског и гасног састава, садржаја специфичних компоненти, радиоактивних елемената или повећане температуре, разликују од „обичних“ маломинерализованих вода, а које се користе за лечење, индустријско добијање појединих корисних сировина, или за топлификацију и добијање електричне енергије (Dragišić, 1997; Dragišić & Živanović, 2014);



дифракционих испитивања, таложених у матриксу са биофилмовима, је саставни део предмета истраживања, уз познавање физичко-хемијских карактеристика минералних вода. Сагледавање утицаја биофилмова на старење водозахватних објеката, квалитативна својства минералних вода и процесе који се одвијају у зонама иситицања, уз прогностичке анализе и технике хидрогеохемијског моделирања, представља саставни део прве етапе истраживања. Хидрогеохемијско моделирање одређивањем индекса засићења (eng. *Saturation Index - SI*) за основне минерале из групе карбоната (калцит, доломит, арагонит), оксида и хидроксида (гипсит, гетит, хематит) и силиката (кварц, глиновити минерали, лискуни, итд.) омогућава утврђивање утицаја физичко-хемијског састава минералних вода на настанак и ток процеса инкрустације. Уз то, прогностичким анализама омогућено је приближно одређивање склоности минералних вода у погледу таложења наслага инкрустације математичким израчунавањем Лангелиер-овог индекса засићења (eng. *Langelier Saturation Index – LSI*) и Ризнаров-ог индекса стабилности (eng. *Ryznar Stability Index - RSI*).

Други аспект истраживања усмерен је на дефинисање присуства циљаних физиолошких група микробиолошког диверзитета<sup>2</sup> одабраних појава минералних вода применом система од шест реакционих тестова биолошке активности, тј. BART тестова (eng. *Biological Activity Reaction Test*): IRB (eng. *Iron Related Bacteria*), SRB (eng. *Sulfate Reducing Bacteria*), HAB (eng. *Heterotrophic Aerobic Bacteria*), SLYM (eng. *Slime Forming Bacteria*), DN (eng. *Denitrifying Bacteria*) и FLOR (eng. *Fluorescent Pseudomonas*) BART. Тиме је омогућено утврђивање присуства гвожђевитих, сулфаторедукујућих, хетеротрофних аеробних, микроорганизама који продукују екстрацелуларне полимерне супстанце („ЕПС“), денитрификационих и *Pseudomonas* врста. На основу спроведених анализа, омогућен је увид у микробиолошки и биохемијски диверзитет одабраних појава минералних вода, као и процена ризика од биокорозије и биозарастања водозахватних објеката, уз процену здравственог ризика приликом коришћења минералних вода у балнеотерапијске сврхе и сврхе флаширања (пића), применом софтвера BART-Soft v6.

Трећи аспект истраживања представља утврђивање микробиолошког диверзитета извођењем метагеномских анализа микробиома одабраних појава минералних вода, техникама секвенцирања наредне генерације (eng. *Next Generation Sequencing – NGS*), одабраних појава горких, сланих, сумповитих и угљокиселих минералних вода, по први пут у Србији, молекуларном идентификацијом на основу 16S rDNA гена, представљајући највиши ниво њихове идентификације, чиме је омогућена класификација микроорганизама према различитим таксономским категоријама: царство, раздео, класа, ред, породица, род и врста. Уз процену биодиверзитета одабраних појава минералних вода, одређен је алфа-диверзитет како би се утврдила разноликост опажених таксономских категорија или

---

<sup>2</sup>У контексту микробиолошког диверзитета одабраних појава минералних вода Србије, истраживано је присуство бактерија, те карактеристике и морфологија биофилмова и њихових различитих састојака;

њихова једноликост у сваком појединачном узорку испитиване појаве минералне воде, као и бета-диверзитет који подразумева разноликост између испитаних појава, са циљем поређења заједничке разноликости између узорака минералних вода. Кластер анализе (eng. *Cluster Analysis* – CA) и анализа главних компоненти (eng. *Principal Component Analysis* - PCA) представљају саставни део истраживања бета-диверзитета, а омогућавају груписање микроорганизама одабраних појава минералних вода у групе тако да се представници сличних карактеристика нађу у истом кластеру, односно омогућавају визуализацију информација у скупу података за сваки појединачни узорак описан вишеструким међусобно корелираним квантитативним варијаблама. Ове анализе су урађене, како између појединачних узорака понаособ, тако и у смислу међусобног поређења типова минералних вода.

Одабране појаве минералних вода које су предмет анализе разликују се у погледу квалитативних карактеристика, пре свега температурних (температурни дијапазон је од хладних до прегрејаних минералних вода, од 11°C до 93,9°C), затим у погледу основног јонског састава ( $\text{HCO}_3^-$  -  $\text{Na}^+$  +  $\text{K}^+$ ;  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  -  $\text{Na}^+$  +  $\text{K}^+$ ;  $\text{Cl}^-$  -  $\text{Na}^+$  +  $\text{K}^+$ ;  $\text{HCO}_3^-$  -  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$  +  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , итд.), минерализације (садржај растворених соли је у интервалу од 175 mg/L до изнад 6000 mg/L), pH вредности (дијапазон pH вредности је од слабо киселих до алкалних минералних вода, од 6,5 до изнад 9), садржаја специфичних микрокомпоненти ( $\text{H}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Sr}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{J}^-$ ,  $\text{B}^{3+}$ , итд.), гасног састава ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ), степена искоришћености и геолошке хетерогености терена до дубине од неколико километара сваке појединачне појаве. Такође, приликом одабира водило се рачуна да изабране појаве минералних вода се каптирају из средина различитих геоморфолошких, структурно-геолошких, петрографско-минералних, хидрогеолошких и др. карактеристика, чиме би се омогућила анализа утицаја што већег броја параметара геолошке средине, са једне стране, на опстанак и развој микроорганизама у минералним водама, са друге стране. Такође, избор је и последица практичних потреба, с обзиром на неопходност примене санационих мера у сврхе ревитализације водозахватних објеката на којима је био приметан развој микробиолошких процеса, као и последица значаја који се остварује применом минералних вода у балнеотерапеутске сврхе, у сврхе флаширања (пића), као потенцијални хидрогеотермални ресурс, и сл.

Појаве минералних вода које су биле предмет истраживања налазе се на државној територији Србије, у различитим геотектонским целинама и хидрогеолошким рејонима: а) Карпато-балканиди: 1. Брестовачка бања; б) Српско-кристаласто језгро: 2. Селтерс бања, 3. Ломнички кисељак, 4. Велика Врбница, 5. Пролом бања, 6. Врањска бања; в) Шумадијско-копаоничко-косовска зона: 7. Врњачка бања, 8. Луковска бања; г) Унутрашњи Динариди западне Србије: 9. Богатић, 10. Метковић, 11. Белотић, 12. Радаљска бања, 13. Бања Ковиљача, 14. Обреновачка бања; г) Панонски басен: 15. Сланкамен бања, 16. Торда. Испитано је укупно 16 појава минералних вода на територији Србији, које потичу са различитих дубина Земљине коре.

Сходно предлогу теме и предмету научног истраживања предложене докторске дисертације, основни циљеви истраживања су следећи:

- Оцена степена претходне истражености одабраних појава минералних вода са геолошког и хидрогеолошког аспекта;
- Упознавање са физичко-хемијским карактеристикама одабраних појава минералних вода;
- Скенинг-електронска микроскопија биофилмова, уз одређивање биомасе, као и макроскопска, оптичка и дифракциона испитивања наслага инкрустације;
- Прогноза утицаја микробиолошког диверзитета на настанак и ток процеса инкрустације, уз утврђивање утицаја физичко-хемијског састава минералних вода на развој истоименог процеса, хидрогеохемијским моделирањем и прогностичким анализама;
- Утврђивање присуства циљаних физиолошких група микроорганизама и степена њихове биохемијске активности BART анализа одабраних појава минералних вода, уз процену ризика од развоја микробиолошких процеса на водозахватним објектима, као и санитарно-хигијенске исправности минералних водних ресурса коришћењем апликативних софтвера;
- Метагеномске анализе микробиома одабраних појава минералних вода техникама секвенцирања наредне генерације на основу 16S rDNA гена;
- Утврђивање таксономских категорија микроорганизама и њихове релативне заступљености одабраних појава минералних вода уз приказ алфа- и бета-диверзитета у оквиру појединачних и међусобно упоредивих појава минералних вода;
- Извођење статистичких кластер (CA) и анализа главних компоненти (PCA) са циљем груписања микроорганизама у групе представника сличних карактеристика одабраних појава минералних вода, односно, детаљну визуализацију за сваки појединачни узорак у складу са вишеструким међусобно корелираним квантитативним варијаблама;
- Сагледавање утицаја параметара геолошке средине (температура, рН, минерализација, оксидо-редукциони потенцијал, гасни састав, радиоактивни састав, итд.) на микробиолошки диверзитет одабраних појава минералних вода, и обратно, анализа утицаја микробиолошког диверзитета на физичко-хемијске карактеристике минералних вода;
- Мониторинг развоја микробиолошких процеса на водозахватним објектима одабраних појава и дефинисање биохидрогеолошке улоге и значаја микробиолошког диверзитета минералних вода;
- Креирање базе података чиме се формира основа за утемељење научне дисциплине биохидрогеологије у склопу стандардне методике хидрогеолошких

истраживања, о чему се до данас веома мало зна, барем када је реч о територији Србије.

Релевантни библиографски извори и остварени резултати на које се надовезују истраживања у предложеној докторској дисертацији су следећи:

- Allen, M. J. (1978). Microbiology of Groundwater. *Water Pollution Control Federation*, 50 (6), 1342-1344.
- Balkwill, D. L. (1990). Deep-aquifer microorganisms. *Isolation of biotechnological organisms from nature*. McGraw-Hill, New York, 183-211.
- Barbič, F., Bracilović, D., Djindjić, M., Djorelijevski, S., Živković, J., & Krajinčanić, B. (1974). Iron and manganese bacteria in Ranney wells. *Water Research*, 8 (11), 895-898.
- Beech, I. B., & Sunner, J. A. (2006). Biocorrosion in drinking water distribution systems. *Journal of Interface Science in Drinking Water Treatment*, 10 (14), 245-255.
- Blaženčić, J., & Cvijan, M. (1980). Alge u mineralnim vodama Ribarske, Brestovačke i Jošaničke Banje. *Biosistematika*, 6 (2), 117-134.
- Chapelle, F. H. (2000). *Ground-Water Microbiology and Geochemistry*, 2<sup>nd</sup> Edition. John Wiley & Sons.
- Cullimore, D. R. (1999). *Microbiology of well biofouling*. USA: CRC Press.
- Cullimore, D. R. (2007). *Practical Manual of Groundwater Microbiology*, Second Edition. USA: CRC Press.
- Danielopol, D. M., Pospisil, P., & Rouch, R. (2000). Biodiversity in groundwater: a large-scale view. *Trends in Ecology Evolution*, 15 (6), 223-224.
- Debnath, M., Mandal, N. C., & Ray, S. (2009). The study of cyanobacterial flora from geothermal springs of Bakreswar, West Bengal, India. *Algae*, 24 (4), 185-193.
- Dhami, N. K., Reddy, M. S., & Mukherjee, A. (2013). Biomineralization of calcium carbonate polymorphs by the bacterial strains isolated from calcareous sites. *Journal of Microbiol. Biotechnol.*, 23 (5), 707-714.
- Donlan, R. M. (2002). Biofilms: microbial life of surfaces. *Journal of Emerging Infectious Diseases*, 8 (9), 881.
- Dragišić, V., & Živanović, V. (2014). *Opšta hidrogeologija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.
- Farnleitner, A. H., Wilhartitz, I., Ryzinska, G., Kirschner, A. K. T., Stadler, H., Burtscher, M., Hornek, R., Szewzyk, U., Herndl, G., & Mach, R. L. (2005). Bacterial dynamics in spring water of alpine karst aquifers indicates the presence of stable autochthonous microbial endokarst communities. *Environmental Microbiology*, 7, 1248–1259.
- Filipović, B. (2003). *Mineralne, termalne i termomineralne vode Srbije*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.
- Flügel, E. (2013). *Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application*. Springer Science & Business Media.

- Griebner, C., & Lueders, T. (2009). Microbial biodiversity in groundwater ecosystems. *Freshwater Biology*, 54 (4), 649-677.
- Ikuma, K., Decho, A. W., & Lau, B. L. (2013). The extracellular bastions of bacteria - a biofilm way of life. *Nat. Educ. Knowl.*, 4 (2), 2-19.
- Jemcević, V., & Đukić, D. (2000). *Mikrobiologija*. Beograd: Vojnoizdavački zavod.
- Konhauser, K. (2009). *Introduction to geomicrobiology*. Blackwell Publishing.
- Leclerc, H., & Moreau, A. (2002). Microbiological safety of natural mineral water. *FEMS Microbiology Reviews*, 26, 207-222.
- Majkić Dursun, B. (2013). Starenje bunara u aluvijalnim sredinama različitog stepena oksigenosti. (Doktorska disertacija u rukopisu) Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.
- Pederson, K. (2000). Exploration of deep intraterrestrial microbial life: current perspectives. *FEMS Microbiology Letters*, 185 (1), 9-16.
- Riding, R. (2000). Microbial carbonates: the geological record of calcified bacterial–algal mats and biofilms. *Sedimentology*, 47, 179-214.
- Rothschild, L. J., & Mancinelli, R. L. (2001). Life in extreme environments. *Nature*, 409, 1092–1101.
- Schnieders, J. H. (2003). *Chemical cleaning, disinfection and decontamination of water wells*. Johnson Screens.
- Van der Wielen, P., Voost, S., & Van der Kooij, D. (2009). Ammonia-Oxidizing Bacteria and Archaea in Groundwater Treatment and Drinking Water Distribution Systems. *Applied and Environmental Microbiology*, 75, 4687–4695.

### 3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

За разлику од мултицелуларних облика живота који су ограничени углавном на површинска станишта, полиензиматска природа, metabolička разноврсност биохемијских puteva, велика adaptivna sposobnost (varijacije u morfoloģiji i veličini ћелије), mogućnost genetskih izmena, prisustvo plazmiда и сл., omogućућавају mikroorganizmima да насељавају најrazličitiја станишта, где често predstavљају једину форму живота (Obradović & Petrović, 2006; Dalmacija et al., 2007; Konhauser, 2009), баш као што су минералне воде.

Данас је познато да mikroorganizmi успешно живе у Земљиној кори, с обзиром да је присуство термофилних бактерија utvrђено на дубини од 5278 m у бушотини у Шведској, са температуром околне средине од 65-75°C, односно, сматра се да је присуство mikroorganizama у Земљиној кори ограничено до дубина од око 10.000 m (Pederson, 2000; Fedrickson & Onstott, 2001). Hedry (2006) navodi да је distribucija mikroorganizama у литосфери ограничена са свега неколико фактора, и то: екстремним температурама (> 121°C), екстремно киселом или базном реакцијом средине (pH мање од 0,5 и веће од 12,5) и недоступношћу воде.

Гвожђевите бактерије налазе се у изданима као природном станишту на свим континентима (Cullimore, 1999), и за многе микроорганизме подземне воде представљају природно боравиште, у којима се налазе као саставни део њене аутохтоне микрофлоре, или припадају групи алохтоних микроорганизама који доспевају у воду из различитих извора (Cullimore, 2007; Griebler & Lueders, 2009). Процењује се да између 6-40% свих бактерија на планети Земљи може да буде сакривено у подземним екосистемима (Whitman et al., 1998).

Микробиолошки диверзитет минералних вода углавном чине врсте микроорганизама са различитим физиолошким адаптацијама на услове станишта, који се због нетипичних услова геолошке средине (повишене температуре, изражене вредности хидростатичког притиска, веома мала доступност органских материја, одсуство процеса фотосинтезе, редукциони услови средине, и сл.), могу сматрати екстремним. Из тих разлога, микроорганизми у минералним водама припадају групи екстремофила и представљају модел отпорности живота на планети Земљи. С обзиром на рестриктивне услове геолошке средине, што се пре свега односи на смањену концентрацију доступног органског угљеника и „гладовања“, микроорганизми подземних станишта су углавном мањи од 0.5  $\mu\text{m}$  (ултрамикроби), али је забележена и њихова величина до 10  $\mu\text{m}$ , у условима са већом концентрацијом раствореног органског угљеника и других нутријената. Популацију дубоких издани углавном чине грам-негативни штапићасти морфотипови, док је присуство грам-позитивних типова знатно ређе (Balkwill, 1990; Pederson, 2000; Danielopol et al., 2000; Cullimore, 2007; Griebler & Lueders, 2009).

Са хидрогеолошког аспекта, присуство и улога бактерија у минералним водама се пре свега разматра и истражује из практичних и економских разлога, јер опште прихваћено мишљење јесте да су микроорганизми подземних (минералних) вода повезани са низом процеса који су настали као резултат њихове метаболичке активности и метаболичких производа у води и на матриксу издани. Ови процеси утичу на различите начине на старење водозахватних објеката, изазивајући биокорозију која доводи до физичке деградације конструкције објеката и њихових обимних перфорација, затим, биозарастање моноспецијским и мултиспецијским биофилмовима. Поред тога, доводе и до инкрустације нерастворним производима оксидације (оксихидроксиди различитих метала), редукције (сулфиди метала), карбонатима и другим минералима, што изазива физичко смањење волумена цеви (зачепљење), пора бунарских филтера и сл. Сматра се да су сви материјали подложни колонизацији микроорганизама, и да практично ништа не може спречити развој биослоја, тј. да се он развија у ламинарним и турбулентним условима режима течења вода. Присуство одређених врста микроорганизама у минералним водама утиче на њихову санитарно-хигијенску исправност, посебно уколико садрже и микрофлору из групе патогена и опортуних патогена. Последњих неколико деценија, колиформне бактерије, посебно термотолерантне, су најчешће прихваћен индикатор осетљивости и алохтоне загађености минералних вода органским материјама фекалног порекла. Такође, *Pseudomonas aeruginosa*, бактерија из групе опортуних патогена, све чешће се користи као индикатор рањивости подземних средина на алохтоно загађење различитог порекла

(Cullimore, 1999; Schnieders, 2003; Beech & Sunner, 2004; Lazić, 2004; Beech & Sunner, 2006; Obradović & Petrović, 2006; Cullimore, 2007; Dalmacija et al., 2007; Konhauser, 2009).

Са развојем хидрогеологије, проучавање микроорганизама постаје неизоставан аспект истраживања у хидрогеологији, при чему познавање ове проблематике доприноси правилном тумачењу низа хидрогеолошких процеса и појава.

#### **4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА**

Током рада на предложеној докторској дисертацији, истраживања ће бити обављена применом више различитих методских поступака. Предвиђена је примена следећих метода и поступака:

- **ХИДРОГЕОЛОШКЕ МЕТОДЕ:**

- Теренске методе:
  - Хидрогеолошко картирање и мониторинг одабраних појава минералних вода;
  - Узорковање минералних вода за физичко-хемијске анализе;
  - Узорковање наслага инкрустације за седиментолошке и минералошке анализе;
- Лабораторијске методе:
  - Квалитативне (хидрохемијске) методе:
    - Волуметрија;
    - Потенциометрија;
    - Турбидиметрија;
    - Спектрофотометрија;
    - Гасна волуметрија;
    - Колориметрија;
    - Електрометрија;
- Кабинетске методе:
  - Хидрогеохемијско моделирање:
    - Софтверски програм USGS PHREEQC 3.4.0;
  - Прогностичке методе:
    - Математичко израчунавање Лангелиер-овог индекса засићења и Ризнар-овог индекса стабилности;

- **СЕДИМЕНТОЛОШКЕ МЕТОДЕ:**

- Лабораторијске методе:
  - Макроскопска испитивања инкрустација:
    - Тестирање узорака са разблаженом хлороводоничном киселином;
  - Оптичка испитивања инкрустација:
    - Поларизациони микроскоп Leica (тип DMLSP);

- **МИНЕРАЛОШКЕ МЕТОДЕ:**

- Лабораторијске методе:

- Рендгенска дифракција праха:
  - Rigaku SmartLab дифрактометар;
- **БИОЛОШКЕ МЕТОДЕ:**
  - Теренске методе:
    - Узорковање биофилмова за биолошке анализе;
    - Узорковање минералних вода за биолошке анализе;
  - Лабораторијске методе:
    - Метагеномске анализе:
      - Мембранска филтрација узорака одређених појава минералних вода;
      - Изолација укупне ДНК;
      - Провера узорака хоризонталном електрофорезом и мерење концентрације ДНК узорака помоћу Qubit Fluorometric Quantitation уређаја;
      - Припрема билиотека амплификона добијених секвенцирањем 16S rDNA гена коришћењем Illumina протокола на MiSeq секвенцеру;
    - IRB-BART биодетектор;
    - SRB-BART биодетектор;
    - DN-BART биодетектор;
    - SLYM-BART биодетектор;
    - HAB-BART биодетектор;
    - FLOR-BART биодетектор;
    - Скенинг електронска микроскопија:
      - Philips PW 1710 дифрактометар;
    - Одређивање концентрације хлорофила;
  - Кабинетске методе:
    - Биоинформатичка обрада података метагеномских анализа микроорганизама одабраних појава минералних вода: уклањање лоших секвенци, спарених крајева и химера помоћу DADA2 рачунарског канала; додељивање таксономских јединица коришћењем Naive Bayesian класификатора интегрисаног у qiime2 програму са таксономском провером у SILVA бази података; статистичко утврђивање алфа-и бета-диверзитета, уз кластеризацију и PCA анализу; приказ таксономски анотираних табела коришћењем Крона алата као интерактивног прегледника за дистрибуцију таксона по узорцима;
    - Процена ризика од биокорозије и биозарастања водозахватних објеката, као и санитарно-хигијенске исправности минералних вода:
      - Софтверски програм BART-Soft v6.



## 5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Израдом предложене докторске дисертације извршиће се систематизација резултата и података о постојећим геолошким и хидрогеолошким карактеристикама одабраних појава минералних вода Србије, као и упознавање са њиховим физичко-хемијским карактеристикама. С обзиром да геолошка средина представља место опстанка, развоја и репродукције микроорганизама минералних вода, подаци о геолошкој грађи и хидрогеолошким карактеристикама представљају фундаменталну основу за истраживање микробиолошког диверзитета минералних вода, са намером имплементације биолошких сазнања у хидрогеолошком инжењерству.

Предложена тема докторске дисертације је изразито мултидисциплинарног карактера, па иако у основи (хидро)геолошка, с обзиром да је акценат истраживања усмерен на промене и процесе који се одвијају у истраживаном ресурсу, тј. у минералним водама и објектима којим се оне захватају услед присуства специфичног микробиолошког диверзитета, садржи и значајне елементе биологије (микробиологије). Тиме је омогућена „спона“ хидрогеологије и микробиологије, изражена кроз зависност хидрогеолошких услова, са једне стране, и микробиолошког диверзитета, са друге стране, као и зависност изражена кроз идентификацију специфичне таксономске категорије и хидрогеолошке улоге и значаја идентификоване врсте, односно, рода.

Мултидисциплинаран приступ у научно-истраживачком раду сматрамо изузетно позитивним, с обзиром да ће омогућити свеобухватан и детаљан концепт адекватног сагледавања предмете проблематике, чији се научни допринос манифестује у следећем:

- Дефинисање улоге и значаја микробиолошког диверзитета у хидрогеолошком инжењерству, у условима експлоатације и вишенаменог искоришћавања минералних вода, уз могућност проучавања екстремофилних микроорганизама који су од изузетног значаја за науку и човечанство уопште, као и због применљивости производа њихове животне активности у различитим гранама индустрије;
- Идентификација микробиолошког диверзитета минералних вода према различитим таксономским категоријама, применом техника молекуларне биологије као тренутно највећих достигнућа у свету, чиме је, по први пут у Србији, генотипском идентификацијом микроорганизама на основу 16S rDNA гена извршена анализа минералних вода;
- Класификација минералних вода према микробиолошким параметрима, с обзиром да иста до данас није урађена за територију Србије;
- Процена ризика од развоја процеса биокорозије и биозараштања техничких елемената водозахватних објеката (филтери, експлоатационе колоне, потисни водови и сл.), као и дистрибутивне мреже водног ресурса и пратеће термотехничке

опреме (топлотне пумпе, расхладни уређаји, итд.), уз прогнозу санитарно-хигијенске исправности минералних вода приликом коришћења у балнеотерапеутске сврхе, флаширање као пијаћих минералних вода, итд.;

- Иновативност и примена нових методских поступака (биолошких) у оквиру стандардне методологије хидрогеолошких истраживања подземних (минералних) вода, с обзиром да хидрогеолошка и биолошка истраживања нису била синхрона до данас, када је реч о територији Србије.

Тумачење микробиолошког састава минералних вода има фундаменталан значај за науку, с обзиром на веома мало података о микробиологији минералних вода Србије, али предметна сазнања представљају и неопходну инжењерску вештину када се има за циљ рационална експлоатација минералних вода и њихово безбедно вишенаменско искоришћавање.

На основу претходно наведеног, Комисија сматра да предложена концепција научно-истраживачког рада, која ће бити основа докторске дисертације кандидата Владимира Шарабе, маст. инж. геол., има научну оправданост и да ће представљати значајан научни и инжењерски допринос, с обзиром да ће добијени резултати омогућити имплементацију сазнања у индустрији одржавања водозахватних објеката и вишенаменског искоришћавања минералних вода.

## **6. КОНЦЕПЦИЈА ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА**

Процес реализације предложене докторске дисертације подељен је у три фазе које су међусобно повезане:

### **I фаза ће обухватити:**

- Прикупљање и анализа литерарних података, публикованих и фондовских, којима се обрађују геолошке (геоморфолошке, структурно-геолошке, петрографско-минералне, итд.) и хидрогеолошке карактеристике одабраних појава минералних вода;
- Хидрогеолошко картирање и мониторинг одабраних појава минералних вода, упознавање са подручјем истраживања и увид у чињенично стање водозахватних објеката *in situ*;
- Формирање базе података;
- Израда геолошке и хидрогеолошке документације у виду прогнозних литолошких профила и конструкција водозахватних објеката, геолошких и хидрогеолошких подлога, блокдијаграма, алгоритама и сл.;

## **II фаза рада обухвата:**

- Мерења квалитативних параметара минералних вода *in situ*;
- Узорковање минералних вода за физичко-хемијске и биолошке анализе;
- Узорковање биофилмова за биолошке и наслага инкрустације за седиментолошке и минералолошке анализе;
- Физичко-хемијске анализе минералних вода;
- СЕМ анализе биофилмова, одређивање биомасе и испитивања наслага инкрустације (макроскопска, оптичка и дифракциона испитивања);
- Хидрогеохемијско моделирање и прогностичке анализе;
- Анализа минералних вода применом BART биодетектора;
- Метагеномске анализе заједница микроорганизама;
- Процена ризика и мониторинг развоја микробиолошких процеса на водозахватним објектима одабраних појава, као и процена здравственог ризика минералних вода коришћењем апликативних софтвера.

**III фаза рада** је завршна фаза која обухвата обраду свих података и резултата који су добијени кабинетским, теренским и лабораторијским истраживањима на одабраним појавама минералних вода. На основу свих прикупљених података I и II фазе извођења радова, извршиће се финална обрада, односно, израдиће се графички и текстуални део предложене докторске дисертације. Ова фаза подразумева коришћење рачунарских програма у сврху представљања што квалитетнијег и јаснијег приказа геолошких, хидрогеолошких и биолошких чињеница, те дефинисање могућности примене микроорганизама минералних вода у различитим биотехнологијама, као и њихов потенцијални геомедицински значај.

### **6.1. Структура садржаја докторске дисертације**

Структуру предложене докторске дисертације чине следеће области:

## **I УВОДНА РАЗМАТРАЊА**

1. Предмет и циљ истраживања
2. Полазне хипотезе

## **II ТЕОРИЈСКИ ОКВИР (ОСНОВЕ) ИСТРАЖИВАЊА**

1. Кратак приказ општих карактеристика микроорганизама
2. Микроорганизми у ваздуху, земљишту и води
3. Микроорганизми у подземним (минералним) водама
4. Биохидрогеологија – научна дисциплина у склопу методике хидрогеолошких истраживања

5. Улога и значај проучавања микроорганизама са аспекта хидрогеолошких истраживања минералних вода

### III ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО, РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

1. Избор репрезентативних појава минералних вода
2. Карактеристике изабраних појава минералних вода
  - 2.1. Опште карактеристике
  - 2.2. Геолошке карактеристике
  - 2.3. Хидрогеолошке карактеристике
3. Материјали и методе истраживања
  - 3.1. Хидрогеолошке методе истраживања
  - 3.2. Седиментолошке методе истраживања
  - 3.3. Минералошке методе истраживања
  - 3.4. Биолошке методе истраживања
4. Резултати примењених метода истраживања
5. Дискусија

### IV ЗАКЉУЧАК

#### 7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу приложене документације, Комисија констатује да кандидат Владимир Шараба, маг. инж. геол., истраживач-приправник, стипендиста Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије, испуњава све Законом прописане услове за израду докторске дисертације. Кандидат до данас, из научне области којој припада предложена тема докторске дисертације, има објављена два научна рада у часописима међународног значаја као први аутор, као и једанаест саопштења са међународних скупова и скупова националног значаја, те два рада у часописима националног значаја.

На основу прегледаног материјала пријаве теме докторске дисертације, као и детаљног увида у остала расположива документа кандидата, чланови Комисије сматрају да је предложена тема докторске дисертације под називом „**МИКРООРГАНИЗМИ – БИОХИДРОГЕОЛОШКИ ИНДИКАТОРИ ОДАБРАНИХ ПОЈАВА МИНЕРАЛНИХ ВОДА СРБИЈЕ**“ у потпуности научно заснована и оправдана.

Допринос у области фундаменталних сазнања огледа се у проучавању микробиолошког диверзитета одабраних појава минералних вода Србије, користећи технике анализе тренутно највећих достигнућа у области молекуларне биологије у свету,

са циљем имплементације биолошких сазнања у хидрогеолошком инжењерству, што до данас није било предмет истраживања, када је реч о територији Србије.

Према предмету анализе, примењеној методици истраживања и очекиваним резултатима, докторска дисертација припада техничким наукама и научној области геолошко инжењерство, у ширем смислу, док је ужа тематска област хидрогеологија и биологија (микробиологија).

Комисија предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да кандидату Владимиру Шараби, маг. инж. геол., одобри рад на изради докторске дисертације под наведеним насловом, а да за менторе исте именује **др Веселина Драгишића**, редовног професора Универзитета у Београду, Рударско-геолошког факултета, и **др Ивицу Димкића**, научног сарадника Универзитета у Београду, Биолошког факултета, који испуњавају све услове дефинисане важећим прописима Универзитета.

У Београду, 1. априла 2019. године

#### ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

---

**Др Веселин Драгишић**, редовни професор  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

---

**Др Ивица Димкић**, научни сарадник  
Универзитет у Београду, Биолошки факултет

---

**Др Јана Штрбачки**, доцент  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

---

**Др Предраг Вулић**, доцент, виши научни сарадник  
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

---

**Др Тања Петровић Пантић**, научни сарадник  
Геолошки завод Србије