

Образац 3.

Факултет Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

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

(Датум)

ЗАХТЕВ

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

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

„Еволуција хидротермалног рудоносног система полиметаличног лежишта Рудник“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Гео-науке

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Стефан (Драган) Петровић, мастер геолог

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

Универзитет у Београду– Рударско-геолошки факултет

3. Година завршетка

претходног нивоа студија: 2018. год.

4. Година уписа на докторске студије: 2018/19. год.

5. Назив студијског програма
докторских студија:

Геологија

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: _____ РАДЕ ЈЕЛЕНКОВИЋ _____

Звање: _____ Редовни професор _____

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Jelenković, R., Milovanović, D., Koželj, D., & Banješević, M. (2016). The mineral resources of the Bor metallogenic zone: a review. *Geologia Croatica*, Vol. 69/1. 143-155. doi:10.4154/gc.2016.11. (0.595)
2. Radusinović, S., Jelenković, R., Pačevski, A., Simić, V., Božović, D., Holclajtner-Antunović, I., & Životić, D. (2017). Content and mode of occurrences of rare earth elements in the Zagrad karstic bauxite deposit (Nikšić area, Montenegro). *Ore Geology Reviews*, 80, 406-428. *Geology* (2/47); ISSN: 0169-1368, Publisher: Elsevier, <http://dx.doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.05.026>. (3.993)
3. Miladinovic, Z., Simic, V., Jelenkovic, R., & Ilic, M. (2016). Gemstone mineral deposits and occurrences of Serbia. *Geologica Carpathica*, Vol. 67/3, Issue 3, 211-222, ISSN (Online) 1336-8052, doi: 10.1515/geoca-2016-0014, July 2016. (1.358)
4. Tošović, R., & Jelenković, R. (2016). Uranium mineral resources of Serbia and their potential economic importance. *Acta Montanistica Slovaca*, Vol. 21/1. 9-18. doi:10.3390/ams21010009 (0.769)
5. Velojić, M., Jelenković, R., Cvetković, V. (2020): Fluid Evolution of the Cukaru Peki Cu-Au Porphyry System (East Serbia) inferred from a fluid inclusion study. *Geologia Croatica*, 73, 3, 197-209. ISSN: 1330-030X, doi: 10.4154/gc.2020.14 (1.290)

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

на седници одржаној _____ 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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ:

Име и презиме ментора: _____ ВЛАДИЦА ЦВЕТКОВИЋ _____

Звање: _____ Редовни професор _____

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Cvetković, V., Šarić, K.D., Pecskey, Z., Gerdes, A. (2016): The Rudnik Mts. volcano-intrusive complex (central Serbia): An example of how magmatism controls metallogeny. *Geologia Croatica*, 69, 1, 89-99. doi: 10.4154/gc.2016.08 (0.595)
2. Pavićević, M.K., Amthauer, A., Cvetković, V., Boev, B., Pejović, V., Henning, W.F., Bosch, F., Litvinov, Yu.A., Wagner, R. (2018): Lorandite from Allchar as geochemical detector for pp-solar neutrinos. *Nuclear Inst. and Methods in Physics Research*, A, 895, 62–73. ISSN 0168-9002 (1.336)
3. Banješević, M., Cvetković, V., von Quadt, A., Ljubović Obradović, D., Vasić, N., Pačevski, A., Peytcheva, I. (2019): New Constraints on the Main Mineralization Event Inferred from the Latest Discoveries in the Bor Metallogenetic Zone (BMZ, East Serbia). *Minerals*, 9, 11, 672. ISSN 2075-163X (2.250)
4. Luković, A., Vulić, P., Zavašnik, J., Cvetković, V., Šarić, K., Banješević, M., Lazarov, M., Pačevski, A. (2020): Texture and composition of ferrian ilmenite from hornblende andesites of the Timok Magmatic Complex, Serbia. *N. Jb. Miner. Abh. (J. Min. Geochem.)*. ISSN: 0077-7757, doi: 10.1127/njma/2020/0240 (1.000)
5. Velojić, M., Jelenković, R., Cvetković, V. (2020): Fluid Evolution of the Cukaru Peki Cu-Au Porphyry System (East Serbia) inferred from a fluid inclusion study. *Geologia Croatica*, 73, 3, 197-209. ISSN: 1330-030X, doi: 10.4154/gc.2020.14 (1.290)

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

на седници одржаној _____ 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

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 21.10.2021. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације **Стефана Петровића, мастер геолога**.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *„Еволуција хидротермалног рудоносног система полиметаличног лежишта Рудник“*.
3. Тема докторске дисертација је оригинална идеја, од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.
4. За ментора се именује др Раде Јелнковић, ред. проф. и др Владица Цветковић, ред. проф.
5. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Биљана Аболмасов, ред. проф.

Достављено:

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

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
Рударско-геолошки факултет

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: *Оцена научне заснованости теме докторске дисертације и подобности кандидата Стефана Петровића, мастер геолога за израду докторске дисертације*

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, бр. 1/278 од 21.09.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације, кандидата Стефана Петровића, мастер геолога под називом: „Еволуција хидротермалног рудносног система полиметаличног лежишта Рудник”.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, а сагласно члану 30. Правилника о докторским студијама на Универзитету у Београду, односно сагласно члану 33. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, подносимо следећи реферат:

РЕФЕРАТ

1. Биографија кандидата

Стефан Петровић је рођен 15. маја 1994. године у Горњем Милановцу. Основну школу “Арсеније Лома”, завршио је 2009. године на Руднику, као носилац звања ђак генерације. Средњу Геолошко и хидрометеоролошку школу “Милутин Миланковић” у Београду завршио је 2013. године. Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду уписао је 2013. године. Основне студије, на студијском програму Геологија завршио је у року, са просечном оценом 9,32 2016. године. Септембра исте године одбранио је завршни рад на тему “Геологија и методе истраживања полиметаличног лежишта Рудник”, са оценом 10. Мастер студије на Рударско-геолошком факултету, Департману економске геологије на Геолошком одсеку, Био је полазник истраживачке станице Петница (2012. године) и стипендиста компаније “НИС” у периоду 2012–2013. године. Од марта 2019. године је у радном односу у звању истраживач-приправник на Рударско-геолошком факултету у Београду. Од избора у звање до данас, активно учествује у извођењу вежби из наставних предмета Методе истраживања лежишта минералних сировина и Истраживање лежишта чврстих минералних сировина. Учесник је пројекта N176016: Магматизам и геодинамика Балканског полуострва од мезозоика до данас: значај за образовање металичних и неметаличних рудних лежишта. Пројекат основних истраживања Министарства за науку Републике Србије. Активан је члан Српског геолошког друштва. Добитник је награде Српског геолошког друштва за најбољи рад младих геолога и студената у 2019. години.

2. Стечено научноистраживачко искуства

Кандидат Стефан Петровић у октобру 2018. године уписао је први пут докторске академске студије геологије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду.

У току досадашњег тока докторских студија, кандидат је положио све испите предвиђене Наставним планом и програмом докторских студија на студијском програму Геологија. Преглед положених испита дат је у следећој табели:

Бр.	Ознака	Назив	Година	ЕСПБ	Оцена
1.	13-3ПГ27	Геохемија магматских и метаморфних стена	2019	10	10
2.	13-3ПГ30	Магматизам и геодинамика карпато-балканско-динарског подручја	2019	10	10
3.	13-3ЕГ25	Генетски модели лежишта металичних и неметаличних минералних сировина - одабрана поглавља	2019	10	10
4.	13-3ЕГ28	Методе истраживања чврстих минералних ресурса - одабрана поглавља	2019	10	10
5.	13-3ПГ44	Петрологија офиолита	2019	10	10
6.	13-3ТЛ16	Теренски и лабораторијски рад	2019	10	10
7.	13-37СИ1	Студијски истраживачки рад (везан за тему докторске дисертације)	2020	10	10
8.	13-3Г7С1	Семинарски рад (везан за тему докторске дисертације)	2020	10	10
9.	13-3ПГ35	Посебна поглавља из геохемије лежишта минералних сировина	2020	10	10
10.	13-37ДД1	Израда докторске дисертације	2020	20	10
11.	13-3ЕГ31	Металогенетске анализе и прогнозне карте минералних ресурса	2020	10	10
12.	13-38ДД1	Израда докторске дисертације	2021	20	10
13.	13-38ДД2	Израда докторске дисертације	2021	15	10
14.	13-37ДД1	Израда докторске дисертације	2021	20	10
15.	13-38СИ2	Студијски истраживачки рад (везан за тему докторске дисертације)	2021	10	10

Кандидат Стефан Петровић положио је све предмете у обиму од 70 ЕСПБ, са просечном оценом 10 (десет), обавио је Теренски и лабораторијски рад у обиму 10 ЕСПБ, успешно је урадио Семинарски рад везан за тему докторске дисертације у обиму 10 ЕСПБ, успешно је урадио студијске истраживачке радове везане за тему докторске дисертације у обиму 30 ЕСПБ, као и активности на изради дисертације у обиму од 55 ЕСПБ.

Током рада на Рударско-геолошком факултету, Стефан Петровић, мастер геолог и истраживач-приправник је обавио неколико стручно-научних пракси и усавршавања:

- У мају 2017. године је похађао међународни курс *Coal and Peat Geology and Organic Petrography* на Рударско-геолошком факултету у Београду.

- У априлу 2019. године похађао је курс *Leapfrog Geo Fundamentals* на Рударско-геолошком факултету у Београду.
- У јулу 2019. године је похађао међународни курс *CirCOOL2019-The Value Life Cycle of Materials in the Circular Economy* на Универзитету у Леобену, Аустрија.
- У новембру 2019. године похађао је курс *Surpac Geology Fundamentals* на Рударско-геолошком факултету у Београду.
- У јануару 2020. године похађао је курс *Datamine, studio RM and NPV* на Рударско-геолошком факултету у Београду.
- У фебруару 2020. године борао на стручном усавршавању и лабораторијским испитивањима флуидних инклузија применом микротермометријских мерења и RAMAN методе као стипендиста CEEPUS мреже: *CIII-RO-0038-15-1920-M-135781* на Универзитету у Леобену, Аустрија .
- У јулу 2021. године борао на стручном усавршавању и лабораторијским испитивањима главних и микроелемената у сулфидним минералима применом метода SEM-EDS, EPMA, LA-ICP-MS као стипендиста CEEPUS мреже: *CIII-RS-0038-16-2021-M-143279* на Универзитету у Леобену, Аустрија .

На основу приказаних резултата досадашњег ангажовања на докторским студијама, ангажовања у извођењу наставе на Рударско-геолошком факултету и научно-истраживачке активности Стефана Петровића, мастер геолога, студента докторских студија на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, радова и других видова активности, закључујемо да Стефан Петровић поседује неопходно радно искуство у истраживању лежишта минералних сировина и вредне научно-стручне резултате рада.

Остварени резултати научно-стручне активности и са успехом завршене докторске студије са просечном оценом 10 (десет) у потпуности квалификују Стефана Петровића за рад на предложеној теми докторске дисертације.

Кандидат је врло савестан и марљив истраживач са смислом за тимски рад. Одличан је познавалац стручне и научне литературе из области на коју се односи докторска дисертација и поседује практично, теренско искуство, које је од кључног значаја за даљи лабораторијски и кабинетски рад.

Списак публикованих научних радова:

M51 – Врхунски часопис националног значаја:

Петровић С., Батоћанин Н., 2020: Алтерације перидотита контролисане карактером флуида на примеру харцбургита Рудника. Серпентинизација или таклизација? Записници Српског геолошког друштва (за 2019. годину), стр. 15-26. ISSN: 0372–9966

Списак извештаја фондовског карактера:

1. Извештај о парагенетским испитивањима узорака из рудних тела полиметаличног лежишта Рудник у периоду од 2019. до 2021. године.

2. Извештај о микроскопским испитивањима узорака из бушотине 330А у лежишту Рудник у 2019. години.
3. Trace elements summary from initial LA-ICP-MS of Rudnik sulfides 2020.
4. Извештај о резултатима испитивања флуидних инклузија на Универзитету у Леобену у 2020. години.
5. Извештај о резултатима примене RAMAN методе на Универзитету у Леобену у 2020. години.
6. Извештај о додатним оптичким испитивањима узорака: S6, G10, P6-3, P7-1, SŠ23, R2019-02, A и G12-3 из полиметаличног лежишта Рудник у 2021. години.

3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада и оствареног искуства, сматрамо да кандидат Стефан Петровић, мастер геолог, испуњава све неопходне предуслове и да може приступити изради докторске дисертације.

У складу са Правилником Рударско-геолошког факултета о докторским академским студијама, за студенте који су уписали докторске студије од 2016/2017. године, кандидат је 27.9.2021. године одбранио предложену тему докторске дисертације на Рударско-геолошком факултету, о чему је сачињен записник који је саставни део овог извештаја.

4. Предмет истраживања

Предмет истраживања предложене теме дисертације је хидротермално Pb-Zn-Ag лежиште Рудник, локализовано на истоименој планини у домену Шумадијске зоне Српско-македонске металогенетске провинције. Стварање лежишта се доводи у везу са различитим геолошким процесима одиграним пре, током и након интензивне магматске активности у доба олигоцена и доњег миоцена. У геолошкој грађи лежишта је издвојено шест главних јединица: кластична, пешчарско-карбонатна, пелитско-карбонатна и карбонатна су кредне старости и имају карактеристике седимената флиша, метаморфисаних у скарноиде. Осим њих, од посебног значаја за рудну минерализацију је јединица хидрауличних бреча чији је настанак условљен магматско-кинематским догађајима. Следећа јединица је магматска; представљена је кварцлатитским дајковима, дацитским и андезитским изливима и ређим појавама кварцмонцонита и лампрофира.

Од почетка савремених геолошких истраживања (1952. године) до данас, на простору полиметаличног лежишта Рудник је пронађено више од 100 рудних тела у којима је садржано преко 12 Mt полиметаличне (Pb-Zn-Cu-Ag-Bi-W) руде. Рудна тела су различитих величина, најчешће од 30.000 до 150.000 t руде, ређе и више од 300.000 t руде; највећа рудна тела су имала до 900.000 t руде.

Рудна тела су различитих облика; преовлађују слојолика (псеудослојеви), сочива, гнезда и жица. Минерална парагенеза је сложена. Пиротин је количински и просторно најзаступљенији минерал, а прате га сфалерит, галенит, халкопирит, арсенопирит, пирит и шелит. Минерали бизмута (бизмут, бизмутинит, сулфосоли бизмута), као и минерали никла и кобалта (сулфиди, арсениди и сулфоарсениди) су ретки.

Предложена тема докторске дисертације обрађује геолошку грађу, састав и услове стварања полиметаличног лежишта Рудник. Основни задатак је утврђивање карактеристика хидротермалних рудоносних флуида и његова еволуција, са акцентом на анализи и асоцијације главних и пратећих микроелемената и њихове расподеле у главним рудним минералима лежишта. Њихово изучавање је од нарочитог значаја за генетско моделовање лежишта и у значајној мери ће утицати на допуну и корекцију раније формираног, прелиминарног генетског модела. Према научном пољу истраживања, предложена тема докторске дисертације припада области Геонаука, односно ужој научној области Економска геологија. За обе области је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

4.1. Полазни подаци и хипотезе

Утврђивање састава и других релевантних карактеристика рудоносних хидротермалних флуида (фазност, притисак, температура, салинитет и др.), вршило би се испитивањем флуидних инклузија у транспарентним минералима, који су просторно и генетски везани за минерале рудне парагенезе. Раније спроведеним испитивањима, утврђено је да су кварц и калцит чести пратиоци рудне минерализације у простору целог лежишта Рудник. Граде правилне, кристалне форме, одговарајућих су величина и транспарентни што је предуслов за проналажење и испитивања флуидних инклузија. У неким од њих су ранијих година утврђене и делимично изучене флуидне инклузије. Такође је значајно да су макроскопским проучавањем рудних узорака уочене појаве нарастања кристала, што поред сложеног минералног састава, може бити индиција вишефазног деловања рудоносних хидротермалних флуида. Полазна претпоставка је да ће изучавања флуидних инклузија у претходно селектованим минералима, дати одговор на више питања од значаја за генетско моделовање лежишта, као што су: порекло и састав хидротермалних рудоносних флуида, као и њихова еволуција у времену и простору пре, у време и након стварања лежишта. Поменута испитивања биће праћена детаљним изучавањем рудних и петрогених парагенеза, односно истраживањима која ће надградити познате податке о минералном саставу рудне и околне средине, а што је предуслов за моделовање лежишта и одређивање његове просторне и временске позиције.

Испитивање асоцијације микроелемената и њихове расподеле у главним рудним минералима лежишта Рудник, уследиће након поузданог дефинисања минералних и рудних парагенеза, издвајања минерализационих фаза и температурних услова њиховог стварања.

Досадашњим геолошким истраживањима је утврђено да рудна тела олова и цинка у лежишту Рудник имају променљиве садржаје главних рудних елемената (Pb, Zn, Cu и Ag). Њихови садржаји су у релативно широким опсезима: за Pb 0,33-6,22%, Zn 0,15-6,91%, Cu 0,08-10% и Ag 18-169 g/t, а што зависи од типа руде и њиховог састава.

Детаљно истражена и делом експлоатисана рудна тела су различитог минералног састава. Поред готово мономинералних, пиротинских рудна тела, позната су и тзв. полиметалична бакроносно-пиротинска, галенитско-сфалеритска, галенитско-сфалеритско-халкопиритска

и пиротинско-галенитско-сфалеритско-халкопиритска. Са аспекта минералног састава, услова стварања, облика рудних тела, њихових текстурно-структурних и других карактеристика, груписана су у више рудних формација: 1) скарновска, плочаста (стратиформна /псеудослојевита/) и сочиваста, галенит-сфалеритска ($\pm\text{Cu}$, Bi , Ag) рудна формација; 2) скарновска, морфолошки сложена галенит-сфалеритска ($\pm\text{Cu}$, Bi , Ag) рудна формација, морфолошки подтипови: неправилно елипсоидна са плочастим завршецима, неправилно плочаста са задебљањима, неправилно елипсоидна до гнездаста; 3) хидротермална, плочаста галенит-сфалеритска ($\pm\text{Cu}$, Bi , Ag) рудна формација, 4) хидротермална морфолошки сложена, превасходно метасоматска (неправилно конусна са издужењем у вршном делу) галенит-сфалеритска ($\pm\text{Cu}$, Bi , Ag) рудна формација и 5) хидротермална, штокверно-импрегнациона до импрегнациона ураноносна (пехбленда) рудна формација.

Садржаји Pb , Zn и Cu у рудним телима су у директној зависности од степена концентрисаности рудних минерала, првенствено галенита, сфалерита и халкопирита, који су и најучесталији у лежишту, односно текстурно-структурног варијетета руде. Са економског али и генетског аспекта, посебно важно је изучавање садржаја и дистрибуције сребра у лежишту Рудник. Његова испитивања у претходном периоду су вршена на нивоу парагенетских анализа узорака из рудних тела, ретко рудних зона. Систематска испитивања дистрибуције Ag у лежишту преко упоредне анализе садржаја у појединачним рудним телима и/или групама рудних тела, као и времена и средине њиховог стварања, посебно у погледу просторне дистрибуције, нису вршена. Ранијим рудномикроскопским изучавањима је утврђено да се сребро налази у галениту, аргентопетландиту, да гради сулфосоли, а познато је и као самородно. Концентрација Ag у халкопиритима из различитих рудних тела и рудних зона није изучавана, иако постоје индиције да поменути минерал може бити његов значајан носилац, посебно имајући у виду да су концентрати бакра обогаћени овим елементом. Извршена су прелиминарна испитивања садржаја микроелемената у рудним телима из рудних зона Средњи Штурац, Прлови, Гушави поток и Бездан. Уочено је да између рудних тела СШ23 и Г16 постоји корелација садржаја Cu и Ag , као и између Pb и Ag у рудним телима Бездан и П7. Ови подаци указују на значајније расејавања Ag у халкопириту у појединим рудним зонама лежишта. Просторна дистрибуција Ag у лежишту није утврђена. На основу података који су добијени анализама рудне масе у процесу експлоатације рудних тела, утврђено је да је сребро присутно у целом лежишту, али у различитим концентрацијама у појединачним рудним телима и рудоносним зонама. Високе концентрације су утврђене у рудним телима жичног типа, нарочито у домену рудних зона Средњи Штурац и Бездан (до 1000 g/t). Садржај сребра у другим анализираним рудним зонама варира у границама од неколико десетина до 500 g/t.

Поред садржаја главних рудних елемената (Pb , Zn , Ag , Cu), са генетског и економског аспекта су значајне и релативно повишене концентрације волфрама. У појединим рудним телима, оне су на нивоу економских садржаја. И поред тога, оне нису детаљније истраживане, што ће такође бити предмет детаљнијих испитивања. Испитивања дистрибуције микроелемената у минералима волфрама нису вршена.

Садржаји важнијих пратећих рудних елемената у лежишту Рудник (Bi , Cd , As), њихова повезаност са минералима главне рудне парагенезе, концентрације у минералима-

носиоцима, дистрибуција у појединачним рудним телима и рудоносним зонама, такође није разјашњена. Претходним изучавањима је утврђена корелација између појединих рудних и пратећих елемената, али не и детаљно просторно, временски и генетски разјашњена. До сада спроведена мултиелементна испитивања присуства и садржаја осталих ретких и расејаних елемената такође указују на различиту просторну дистрибуцију и степен концентрације у различитим минералним врстама.

Технолошким испитивањима је утврђено да се у концентратима олова, цинка и бакра као пратећи елементи налазе Ag и Bi. Сребро се већим делом концентрише у концентрату олова али је констатовано и у концентрату бакра. Садржаје микроелемената из концентрата није могуће корелисати са са појединачним рудним телима, јер је тзв. излазна руда из лежишта композит добијен са већег броја откопа разних рудних тела.

На основу карактеристика хидротермалних флуида, заступљености главних и елемената у траговима, геолошком положају лежиште Рудник, припада класи скарновских лежишта олова и цинка, односно подкласи дисталних скарновских лежишта Zn.

4.2. Стање научног подручја у коме се ради докторска дисертација

Скарновска лежишта олова и цинка са пратећом асоцијацијом рудних елемената су економски значајна, како у свету, тако и у нашој земљи. Поред олова и цинка, као главних рудних елемената, могу да садрже и економски значајне концентрације волфрама, бакра, гвожђа, молибдена, бизмута, калаја, сребра, али и ретких елемената и бора (Einaudi et al., 1981; Meinert, 1993; Meinert et al., 2005). Скарновска лежишта су једна од најбројнијих у Земљиној кори, формирана су у различитим периодима развоја Земљине коре, од прекамбријума до терцијара, географски су широко распрострањена и налазе се у различитим геотектонским срединама. Економски најзначајнија лежишта су релативно млада, повезана са сложеним хидротермалним процесима који су у вези са магматизмом диоритског до гранодиоритског састава. Иако се већина лежишта ове генетске класе налази у непосредној близини магматских тела, на контакту са околним карбонатним стенама, могу да настану и у домену регионалних структура разламања (раседних зона), у вези са релативно плитким геотермалним системима, али и дубоким зонама метаморфних терена (Meinert et al. 2005).

Генеза скарновских лежишта је била предмет интересовања бројних аутора. Општеприхваћени, научно верификовани резултати, од посебног значаја за предмет предложене докторске дисертације су приказани у радовима следећих аутора: Korzhinsky (1955, 1970), Zharikov (1959, 1991), Cooper (1957), Dick and Hodgson (1982), Einaudi, M.T. (1982) Bickle and McKenzie, (1987), Ague and van Haren (1996), Reed (1997) Bowman (1998a), Meinert et al., (2003), Luttge et al., (2004).

Генерално је закључено да су главни процеси који воде ка стварању скарновских лежишта следећи: 1) изохемијски контактни метаморфизам током интрудовања плутона, 2) проградно формирање метасоматског скарна као последица хлађења магматског тела и стварање минерализованог флуида, 3) ретроградна промена ранијих формираних минералних фаза.

Преципитација рудних минерала се одвија кроз фазе 2 и 3.

Посматрано са петролошког аспекта, скарнови су стене већински изграђене од граната и пироксена, богате гвожђем, магнезијумом, алуминијумом и манганом, настали метаморфном изменом стена богатих карбонатима. Карбонатне стене (кречњаци и доломити) су далеко најчешће околне стене чијим метаморфизмом и метасоматским изменама настају скарнови. Они се, осим у карбонатним (егзо скарнови) и матичним магматским стенама (ендо скарнови) (Einaudi et al. 1981, Harris & Einaudi 1982, Vidal et al. 1990), могу наћи у шкриљцима (Shimazaki 1982), кварцитима и магматским стенама (Atkinson & Einaudi 1978).

Класификације скарновских лежишта су бројне (Zharikov 1970, Einaudi et al. 1981). Поделе новијег датума су засноване на садржајима главних рудних елемената и њиховој корелацији са елементима у траговима. Издвојено је седам главних типова скарновских лежишта: 1) Fe, 2) Au, 3) Cu, 4) Zn, 5) W, 6) Mo, и 7) Sn, а њихове специфичне геолошке карактеристике су даље размотрене преко садржаја и дистрибуције елементе у траговима у главним петрогеним минералима, затим у односу на геотектонску средину стварања, врсте магматских стена са којима су у просторној и/или делом просторној и временској односно генетској вези, удаљености од матичног магматског интрузива, преко карактеристика хидротермалних рудоносних флуида, облика рудних тела и др. (Meinert et al. 2005).

Крајем XX и у првим деценијама XXI века, изучавању генезе скарновских, као и свих других хидротермалних лежишта металичних минералних сировина, нарочито су допринели резултати истраживања флуидних инклузија (Bodnar, 2014). Њиховим коришћењем су добијене значајне информације о главним физичко-хемијским и термодиначким условима стварања рудне минерализације, а преко дефинисања карактеристика хидротермалних рудоносних флуида (температура, притисак, саланитет раствора, њихова фазност и др.). О значају и начину примене ове лабораторијске методе у изучавању генезе хидротермалних лежишта писали су бројни аутори. Са аспекта предложене теме докторске дисертације, посебно су значајни: Roedder, (1958, 1984) Spooner (1981), Bodnar et al., (1985), Lattanzi (1991), Goldstein and Reynolds (1994), Roedder and Bodnar (1997), Wilkinson (2001), Bodnar et al., (2014) и др.

Резултати испитивања флуидних инклузија у минералима из скарновских лежишта минералних сировина, детаљно су приказани и тумачени у више научних радова. Један од првих, научно и историјски посебно важних, је рад Kwak, T. A. P. (1986), у коме је указано на могућности и значај примене ове методе. Генерално је закључено да гасно-течне, флуидне инклузије у минералима из скарновских лежишта, одражавају физичко-хемијску природу хидротермалних флуида који су били носиоци рудних елемената, и из којих су депоновани рудни минерали. Такође је закључено да је предуслов за примену ове методе присуство транспарентних минерала, пратилаца рудне минерализације у којима се налазе гасно-течне инклузије. То су, у првом реду, кварц, калцит и епидот. Детаљним испитивањима гасно-течних инклузија у поменутих минералима, утврђено је да су температуре хомогенизације флуидних инклузија из скарновских лежишта у распону 100-600°C, а саланитет 0-60 wt% NaCl. Поменути и други, повезани подаци који су добијени

изучавањем флуидних инклузија, омогућили су да је једна од најпотпунијих класификација скарновских лежишта спроведена од стране Meinert et al. (2005), допуни и ближе дефинише подацима о физичко-хемијским карактеристикама рудоносних флуида за одговарајуће групе скарновских лежишта.

Испитивања флуидних инклузија у лежиштима Српско-македонске металогенетске провинције су на почетном нивоу. Издваја се неколико радова: Блечић, (1974), Palinkas et al. (2007) и др. Упркос високом степену геолошких података стечених кроз пола века истраживачких активности на Руднику, до данас постоје само прелиминарне студије о присуству флуидних инклузија (Блечић, 1974; Тошовић, 2000). Савремена разматрања значаја и интерпретације података из флуидних инклузија нису вршена.

Испитивања присуства и дистрибуције елемената у траговима у различитим лежиштима металних минералних сировина, укључујући и скарновска лежишта олова и цинка, последњих година су све бројнија. Осим апликативног значаја ових података приликом процене квалитета руде расте и значај њихове научне примене. Протеклих педесет година бројни су геолози и геохемичари који су се бавили интерпретацијом података овог типа, од којих се издвајају: Xuexin, S. (1984), Bralía, A. et al., (1979) Schwartz, M. O. (2000), Cook, N. J., et al (2009), Dare, S. A., et al (2014), George, L. L., et al., (2016), Belousov, I., et al (2016).

Проучавање елемената у траговима у лежиштима Pb-Zn, утврђивање њихових асоцијација, дистрибуције и расподеле у различитим минералима носиоцима и типовима руда, све чешће се користи у генетском моделовању лежишта. Њихово присуство у хидротермалним лежиштима је значајно. Најчешћи међу њима су: V, Cr, Mn, Co, Ni, Zn, Ga, Ge, As, Se, Mo, Ag, Cd, In, Au, Bi и др. У већини случајева се изучавају садржаји микроелемената у главним рудним минералима, галениту и сфалериту, врло често у пириту који је пратилац рудне минерализације, затим садржаји у халкопириту, арсенопириту и другим минералима. Данас, односи Zn/Cd сфалериту, Co/Ni/Se и Se/Te у пириту се често разматрају приликом проучавања генетских типова лежишта. Посебан аспект коришћења података о дистрибуцији микроелемената се огледа у анализирању поузданијем раздвајању минералних парагенеза, али и у погледу њихове потенцијалне економске валоризације. Поред њих, посебна пажња се посвећује и дистрибуцији племенитих метала (Au, Ag и PGE) у појединачним минералним врстама.

Истраживања дистрибуције ретких елемената у лежиштима олова и цинка Српско-македонске металогенетске провинције су у прошлости вршена од стране различитих аутора. Овом темом за лежиште Рудник значајно се позабавио Арсенијевић, (1972,1978, 1992). Поред тога, обрађена су и друга лежишта олова и цинка у СММП, а подаци се могу наћи у студији: Јеленковић, Р., 2004: Студија истраживања ретких елемената Србије са оценом минералне потенцијалности.

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

- 1) Arsenijević M., (1978): Ispitivanja distribucije rudnih i pratećih elemenata u rudnim mineralima ležišta Rudnik. Fond stručnih dokumanata rudnika "Rudnik", Rudnik.
- 2) Арсенијевић М., (1972): Ретки и други микроелементи и њихов зонаран распоред у сулфидним минералима лежишта олова и цинка Рудник. Радови Геоинститута, књ. 7, 217.
- 3) Арсенијевић М., (1992): Реткометалне особине галенита лежишта Pb-Zn Рудник (Србија); Радови Геоинститута, књ. 26, 101-124.
- 4) Baker, T., Van Achterberg, E., Ryan, C. G., & Lang, J. R., 2004: Composition and evolution of ore fluids in a magmatic-hydrothermal skarn deposit. *Geology*, 32(2), 117-120.
- 5) Bakker R.J., 2018: AqSo_NaCl: Computer program to calculate p-T-V-x properties in the H₂O-NaCl fluid system applied to fluid inclusion research and pore fluid calculation. *Computers and Geosciences* 115 (2018), 122–133.
- 6) Blečić N., 1974: Теčno-gasne inkluzije i njihova primena pri istraživanju pojedinih jugoslovenskih ležišta mineralnih sirovina. Magistarska teza, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- 7) Bodnar, R. J., & Samson, I. 2003: Introduction to fluid inclusions. *Fluid inclusions: Analysis and interpretation*, 32, 1-8.
- 8) Bodnar, R. J., Lecumberri-Sanchez, P., Moncada, D., & Steele-MacInnis, M. 2014: 13.5—Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. *Treatise on Geochemistry*, Second Edition 2nd edn. Elsevier, Oxford, 119-142.
- 9) Brković T., Radovanović Z., Pavlović Z., 1980: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000. Tumač za list Kragujevac L34-138, 60. Savezni geološki zavod, Beograd.
- 10) Cvetković V., 2009: Vulkanološka, geohronološka i petrohemijska ispitivanja rudničkog vulkano-intruzivnog kompleksa., Fond stručnih dokumanata rudnika "Rudnik", Rudnik.
- 11) Cvetković V., Šarić K., Pécskay Z., Gerdes A., 2016.: The Rudnik Mts. volcano-intrusive complex (central Serbia): An example of how magmatism controls metallogeny. *Geologia Croatica* 69 (1), 89-99.
- 12) Duran, C. J., Dubé-Loubert, H., Pagé, P., Barnes, S. J., Roy, M., Savard, D., ... & Mansur, E. T., 2019: Applications of trace element chemistry of pyrite and chalcopyrite in glacial sediments to mineral exploration targeting: Example from the Churchill Province, northern Quebec, Canada. *Journal of Geochemical Exploration*, 196, 105-130.
- 13) Đoković I., 2010-14: Strukturno-geološka istraživanja sa izradom karte 1:2000 ležišta Rudnik. Fond stručnih dokumanata rudnika "Rudnik", Rudnik.
- 14) Đoković I., 2010-14: Strukturno-geološka istraživanja sa izradom karte 1:2000 ležišta Rudnik. Fond stručnih dokumanata rudnika "Rudnik", Rudnik.
- 15) Filipović I., Marković B., Pavlović Z., Rodin V., Marković O., 1978: Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000. Tumač za list Gornji Milanovac L34-137. Savezni geološki zavod, Beograd.
- 16) George, L. L., Cook, N. J., & Ciobanu, C. L., 2016: Partitioning of trace elements in co-crystallized sphalerite–galena–chalcopyrite hydrothermal ores. *Ore Geology Reviews*, 77, 97-116.
- 17) George, L. L., Cook, N. J., Crowe, B. B., & Ciobanu, C. L., 2018: Trace elements in hydrothermal chalcopyrite. *Mineralogical Magazine*, 82(1), 59-88.
- 18) Goldstein, R. H., Samson, I., Anderson, A., & Marshall, D., 2003: Petrographic analysis of fluid inclusions. *Fluid inclusions: Analysis and interpretation*, 32, 9-53.

- 19) Heinrich, C.A. & Neubauer, F., 2002: Cu-Au-Pb-Zn-Ag Metallogeny of the Alpine-Balkan-Carpathian-Dinaride Geodynamic Province. *Mineralium Deposita*, 37(6-7): 533-540.
- 20) Janković S., 1990: Rudna ležišta Srbije – Regionalni metalogenetski položaj sredine stvaranja i tipovi ležišta, 519-531. Republički društveni fond za geološka istraživanja i Katedra ekonomske geologije, Rudarsko geološki fakultet, Beograd.
- 21) Jelenković R., 2003: Geološko–metalogenetska studija rudnog polja Rudnik., Fond stručnih dokumenata rudnika “Rudnik”, Rudnik.
- 22) Jelenković R., Gržetić I., 1998: Modeliranje geneze hidrotermalnih ležišta mineralnih sirovina. *Tehnika*, 49. 5/98. pp. 1-8.497.
- 23) Kwak, T.A.P., 1986: Fluid inclusions in skarns (carbonate replacement deposits). *Journal of Metamorphic Geology*, 4: 363-384.
- 24) Meinert, L. D., Dipple, G. M., & Nicolescu, S., 2005: World Skarn Deposits. *Economic Geology 100th Anniversary Volume*.
- 25) Meinert, L. D., Hedenquist, J. W., Satoh, H., & Matsuhisa, Y., 2003: Formation of anhydrous and hydrous skarn in Cu-Au ore deposits by magmatic fluids. *Economic Geology*, 98(1), 147-156.
- 26) Milovanović D., 2009: Petrološka ispitivanja vulkanskih i metamorfnih stena rudnika “Rudnik”. Fond stručnih dokumanata rudnika “Rudnik”, Rudnik.
- 27) Pejatović F., 1991-92.: Studijska metalogenetska ispitivanja i istraživanja šireg područja Rudnika. Fond stručnih dokumanata rudnika “Rudnik”, Rudnik.
- 28) Popović, R. & Umeljić, G., 2015: Metalogenija planine Rudnik (pozicija u vremenu i prostoru). *Povremena izdanja Rudnik i flotacija 'Rudnik' doo Rudnik*, Beograd, 224, ISBN: 978-86-918511-0-1
- 29) Qian, Z., 1987: Trace elements in galena and sphalerite and their geochemical significance in distinguishing the genetic types of Pb-Zn ore deposits. *Chinese Journal of Geochemistry*, 6(2), 177-190.
- 30) Radulović A., Erić V., 1997: Karta magmatizma rudnog polja Rudnik, Geoinstitut, 19 str., Beograd
- 31) Rakić A., 1972: Studijska ispitivanja rudnih minerala i rudnih parageneza u ležištu Rudnik. Fond stručnih dokumanata rudnika “Rudnik”, Rudnik.
- 32) Roedder, E., 1984: Fluid inclusions. *Reviews in Mineralogy*. Mineral. Soc. America, Washington., 12, 644.
- 33) Schmid, S.M., Fügenschuh, B., Kounov, A., Maţenco, L., Nievergelt, P., Oberhänsli, R., & Ustaszewski, K., 2020: Tectonic units of the Alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey. *Gondwana Research*, 78, 308-374.
- 34) Stojanović, J. N., Radosavljevic, S. A., Karanović, L., & Cvetković, L., 2006: Mineralogy of W–Pb–Bi ores from Rudnik Mt., Serbia. *Neues Jahrbuch für Mineralogie-Abhandlungen: Journal of Mineralogy and Geochemistry*, 182(3), 299-306.
- 35) Stojanović, J., Radosavljević-Mihajlović, A., Radosavljević, S., Vuković, N., & Pačevski, A., 2016. Mineralogy and genetic characteristics of the Rudnik Pb-Zn/Cu, Ag, Bi, W polymetallic deposit (Central Serbia)-New occurrence of Pb (Ag) Bi sulfosalts. *Periodico di Mineralogia*, 85(2).
- 36) Tošović R., 1997: Morfogenetski tipovi orudnjenja i paragenetske asocijacije u polimetaličnom ležištu Rudnik, Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.

- 37) Tošović R., 2000: Genetsko i geološko-ekonomsko modeliranje polimetaličnog ležišta Rudnik (Srbija). Rudarsko-geološki fakultet, Beograd.
- 38) Tošović R., 2006: Studija morfogenetskih tipova orudnjenja i paragenetskih asocijacija i geološko-ekonomsko modeliranje ležišta Rudnik. Beograd.
- 39) Touret, J.L.R., 2001: Fluid inclusions in metamorphic rocks. Lithos, 55, 1-25.
- 40) Wilkinson, J.J., 2001: Fluid inclusions in hydrothermal ore deposits. Lithos, 55(1-4), pp.229-272.
- 41) Winkler, H. G., 1976: Metamorphic reactions in carbonate rocks. In Petrogenesis of Metamorphic Rocks. Springer, Berlin, Heidelberg. 10-138.

4.3. Циљ израде докторске дисертације, очекивани научни доприноси и њихова применљивост у пракси

Израда докторске дисертације кроз предложену тему има два основна циља:

1. Утврђивање својстава хидротермалних рудоносних флуида и њихове улоге у стварању полиметаличног лежишта Рудник.
2. Утврђивање пратеће асоцијације рудних и микроелемената у рудним телима и рудоносним структурама лежишта Рудник, њихове дистрибуције, просторног размештаја, и значаја у тумачењу генетског модела лежишта.

Реализација предложене докторске дисертације резултирала би бројним овим подацима, како научног, тако и апликативног.

Научни допринос се огледа у:

- Одређивању фаза хидротермалне активности и услова стварања рудних тела у лежишту Рудник ,
- Утврђивању доводних и прерасподељујућих путева кратања хидротермалних флуида,
- Утврђивању дистрибуције елемената (рудних и пратећих) у простору и времену,
- Утврђивање екстензитета и интензитета појављивања рудних и пратећих елемената рудне асоцијације,
- Издвајање геохемијских асоцијација елемената, њихових временских сукцесија и температура обарања,
- Утврђивање корелативних веза између асоцијација рудних и пратећих елемената, везе елемената са појединачним рудним минералима, елемената и средина депоновања рудне минерализације,
- Температурно мапирање и дефинисање зоналности минерализације у домену лежишта и околних стена рудних тела,
- Тумачењу генетског модела лежишта на основу присуства микроелемената и типова хидротермалних флуида.

Апликативни допринос би се огледао у:

- Стварању научно засноване подлоге за формирање и тумачење генетски сличних типова лежишта у домену Српско-македонске металогенетске провинције,

- Прикупљању већег броја података о дистрибуцији микроелемената применом савремених минералошких, хемијских и геохемијских метода испитивања, а који ће бити основа за доношење ослуке о њиховој потенцијалној економској валоризацији,
- Издавање перспективних зона за концентрисање сребра као водич за усмеравање будућих геолошких истраживања,
- Дефинисању техношких типова руде са аспекта главних, споредних и микроелемената као основе за развој нових и/или унапређење постојећих метода и техника прераде руде, односно њихово ефективније и ефикасније искоришћење.

4.4. Научне методе истраживања

Реализација планираних циљева предложене теме докторске дисертације вршиће се у више фаза, применом више научних метода геолошких истраживања лежишта металичних минералних сировина, као и применом општих методских поступака (анализа, синтеза, генерализација, класификација и др.).

Почетак истраживања подразумева прикупљање и анализу расположиве научно-стручне литературе и документације фондовског карактера о лежишту Рудник, као и литературе и референтних научних радова везаних за решавање сличне проблематике код нас и у свету. Подаци који ће бити прикупљени анализом доступних литературних и фондовских извора биће основа за израду плана теренских истраживања. Она ће се реализовати у сврху прикупљања узорак за даља специјалистичка испитивања.

Теренска истраживања ће обухватити:

- Опробивање и узорковање рудних тела из активних и неактивних рударских откопа свих рудних зона лежишта Рудник,
- Геолошко картирање дубоких структурних бушотина из лежишта Рудник и одабир и узимање узорак за специјалистичка испитивања,
- Геолошко картирање подземних рударских просторија у којима се добро опажа однос литолошких чланова и рудне минерализације,
- Геолошко узорковање адекватних минерала пратилаца рудне минерализације за испитивање флуидних инклузија.

Након теренских радова изводили би се лабораторијски радови, који би подразумевали припрему и обраду проба, узорак/препарата и примену адекватних метода испитивања.

Припремом би се вршила:

- Израда рудних препарата за проучавање у одбијеној светлости, израду дупло-полираних препарата за испитивање флуидних инклузија, припрему узорак за петролошке и друге неопходне методе лабораторијских испитивања.
- Припрема одговарајућих проба за хемијска и геохемијска испитивања (дробљење, мљење, пулверизација, скраћивање и др.),

Минералошка испитивања препарата вршиће се применом метода:

- Рудне микроскопије у циљу утврђивања рудних (минералних) парагенеза,
- Микроскопских испитивања применом одбијене светлости за потребе испитивања гасно-течних, флуидних инклузија,
- Микроскопских испитивања у пропуштеној светлости за петролошка испитивања,
- Микротермометријских испитивања флуидних инклузија помоћу термалног сточића.

Хемијска и геохемијска испитивања применом метода:

- Скенирајуће електронске микроскопије (SEM-EDS) за прецизније одређивање минералних фаза,
- Раман спектроскопије (RAMAN) за одређивање присутних фаза у флуидним инклузијама,
- Масене спектрометрије са индуктивно спрегнутом плазмом (ICP-MS) за одређивање концентрације главних елемената,
- Одређивање концентрације микроелемената у минералима помоћу масеног спектрометра са ласерском аблацијом (LA-ICP-MS) и методом електромикро пробе (EPMA).

4.5. План истраживања и структура рада

У циљу квалитетнијег извршења задатка докторске дисертације и постизања постављених циљева, истраживања ће бити извршена у више фаза:

I фаза: Прикупљање и анализа свих релевантних података из публикованих научних и других радова, фондовске документације, података и материјала фондовског карактера о лежишту Рудник и сличних лежишта олова и цинка у свету.

II фаза: Теренска геолошка истраживања са узорковањем за потребе даљих минералошких и геохемијских изучавања.

III фаза: Припрема препарата за одговарајуће врсте минералошких анализа: а) препарати за одбијену светлост за рудну микроскопију и б) препарати за пропуштену светлост за анализу флуидних инклузија.

IV фаза: Рудно-микроскопска проучавања и испитивања на електронском микроскопу (SEM-EDS) за утврђивање парагенетских односа рудних минерала у различитим фазама минерализације. Издајање репрезентативних узорака за даља геохемијска испитивања.

V фаза: Испитивања флуидних инклузија у одговарајућим транспарентним минералима који су у асоцијацији са рудним минералима. Одређивање састава флуидних инклузија помоћу RAMAN спектроскопије.

VI фаза: Примена метода ласерске аблације са индукованом куплованом плазмом и масеним спектрометром (LA-ICP-MS) у сврху мерења садржаја ретких елемената у главним минералним фазама лежишта Рудник.

VII фаза: Систематизовање, анализа и статистичка обрада хемијских и геохемијских података добијених применом одабраних метода. Дефинисање просторне дистрибуције елемената (рудних и пратећих) и међусобних односа анализираних елемената.

VIII фаза: Припрема публикација и објављивање података са посебним освртом на еволуцију хидротермалних флуида и дистрибуцију сребра и других елемената у траговима у главним минералима и њихов значај за генетска разматрања лежишта.

IX фаза: Израда и одбрана докторске дисертације.

Истраживања *I фазе* односе се на прикупљање података из раније спроведених геолошких истраживања, научних публикација и материјала фондовског карактера рудника “Рудник”. Ова фаза рада је највећим делом извршена приликом припреме материјала за завршни и мастер рад а допуњена је подацима новијег датума. Посебан осврт је дат на научну литературу која се бавила лежиштима сличног генетског типа у свету. Ова фаза је у највећој мери реализована током докторских студија на Рударско-геолошком факултету, односно током израде семинарских радова и истраживачких студија, али се планира и њен наставак током израде дисертације.

Истраживања *II фазе* су у већој мери завршена. Обухватила су примену више различитих метода истраживања: а) теренске геолошке радове: геолошка проспекција, геолошко картирање бушотина, геолошко картирање подземних рударских и истражних просторија; б) узимање узорак је извршено у оквиру свих рудних зона лежишта Рудник, из активних и затворених рударских откопа, при чему се тежило да узорци на најбољи начин репрезентују рудна тела из којих су узети.

Припрема узорак и истраживања *III и IV фазе* су у великој мери завршена. Проналазак и дефинисање флуидних инклузија и систематизација минералних парагенеза је урађена током докторских студија и представљена је у извештајима фондовског карактера Рудника Рудник. У плану су наставак и допуна ове фазе истраживања у складу са резултатима из одабраних геохемијских метода.

V фаза испитивања, испитивања флуидних инклузија је такође у значајној мери урађена. Извршена су одговарајућа петрографска испитивања, издвајања група и одређивање састава флуидних инклузија применом RAMAN методе. У плану је наставак и допуна ове фазе истраживања из узорак из других рудних зона лежишта а размотриће се укључивање и других транспарентних минерала погодних за испитивање флуидних инклузија.

VI фаза истраживања је у плану за крај 2021. године. Иницијално су урађена истраживања елемената у траговима за четири рудна тела из различите рудне зоне. Подаци су приказани у извештају фондовског карактера.

Истраживања из *VII и VIII фазе* су у току, а *IX* у плану за 2023. годину.

IX фаза је финална у изради докторске дисертације. Током ње, биће синтетизовани сви подаци добијени истраживањима, након чега ће уследити јавна одбрана докторске дисертације.

5. Закључак и предлог

Кандидат Стефан Петровић, мастер геолог, студент докторских студија на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, положио је све испите предвиђене Наставним планом и програмом студија са просечном оценом 10 (десет). Поседује радно искуство у области Економске геологије, а нарочито истраживања хидротермалних лежишта олова и цинка. Аутор је научног рада из области истраживања лежишта минералних сировина и учесник пројекта основних истраживања Министарства за науку Републике Србије.

Предложена тема докторске дисертације „Еволуција хидротермалног рудоносног система полиметаличног лежишта Рудник” је научно заснована и подобна. Главни циљеви предложене теме реализоваће се кроз изучавања еволуције хидротермалног рудоносног система, асоцијације главних и микроелемената у оквиру различитих типова рудне минерализације и њиховог значаја у тумачењу генетског модела лежишта.

Предложена тема докторске дисертације припада области Геонаука, односно ужој научној области Економска геологија, за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду. За менторе на изради докторске дисертације предлажу се: др Раде Јеленковић, редовни професор Рударско-геолошког факултета у Београду и др Владица Цветковић, редовни професор Рударско-геолошког факултета у Београду и дописни члан САНУ.

Предлажемо Научно-наставном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати позитиван извештај Комисије за оцену научне заснованости теме докторске дисертације под називом „Еволуција хидротермалног рудоносног система полиметаличног лежишта Рудник” и позитивну оцену о подобности кандидата Стефана Петровића, мастер геолога за рад на предложеној теми.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Раде Јеленковић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Владица Цветковић, редовни професор и дописни члан САНУ
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Миле Бугарин, научни саветник
Институт за рударство и металургију, Бор