

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 предлог теме докторске дисертације за кандидата на докторским студијама**

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

„Арсенопирит из рудних лежишта Шумадијско-копаоничке области: парагенеза, састав и продукти оксидације “
(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Гео-науке

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Ивана (Ненад) Јелић, дипл. инж. геологије

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

Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет3. Година дипломирања: 2011.4. Година уписа на докторске студије: школска 2013/14. година (Статус мировања шк. 2015/16. год.)5. Назив студијског програма
докторских студија:Геологија

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

на седници одржаној 16.07.2020. 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

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Зоран Глигорић

Прилог

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

На основу члана 40. Закона о високом образовању, члана 181. Статута Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 16.07.2020. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Иване Јелић, дипл. инж. геологије.**
2. Одобрава се именованој израда докторске дисертације под насловом *„Арсенопирит из рудних лежишта Шумадијско-копаоничке области: парагенеза, састав и продукти оксидације“.*
3. За ментора се именује др Александар Пачевски, ванр. проф.
4. 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
- Менторима
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидаткињу **Ивану Јелић**

Име и презиме ментора: **Александар Пачевски**

Звање: **ванредни професор**

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. 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. ISSN: 0169-1368, Publisher: Elsevier, DOI: 10.1016/j.oregeorev.2016.05.026, Mineralogy (3/29), Geology (3/47); IF₂₀₁₇-3.993, **M21a**
2. Radosavljević-Mihajlović A., Stojanović J., Radosavljević S., Pačevski A., Vuković N., Tošović R., 2017: Mineralogy and genetic features of the Cu-As-Ni-Sb-Pb mineralization from the Mlakva polymetallic deposit (Serbia) - New occurrence of (Ni-Sb)-bearing Cu-arsenides. *Ore Geology Reviews*, 80, 1245-1258., ISSN: 0169-1368, Publisher: Elsevier, DOI: 10.1016/j.oregeorev.2016.08.036, Mineralogy (3/29), Geology (3/47); IF₂₀₁₇-3.993, **M21a**
3. Stojadinović S., Radić N., Grbić B., Maletić S., Stefanov P., Pačevski A., Vasilović R., 2016: Structural, photoluminescent and photocatalytic properties of TiO₂:Eu³⁺ coatings formed by plasma electrolytic oxidation. *Applied Surface Science* 370, 218-228. ISSN: 0169-4332, Publisher: Elsevier, DOI: 10.1016/j.apsusc.2016.02.131, Materials Science, Coatings & Films (1/19); IF₂₀₁₆-3.387, **M21a**
4. 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, 672., ISSN: 2075-163X, DOI: 10.3390/min9110672, Mineralogy (12/29); IF₂₀₁₈-2.250, **M22**
5. Maurer, M., Prelević, D., Mertz-Kraus, R., Pačevski, A., Kostić, B., Malbašić, J. 2019: Genesis and metallogenetic setting of the polymetallic barite-sulphide deposit, Bobija, Western Serbia. *International Journal of Earth Sciences*, 1-16. ISSN: 1437-3254, Publisher: Springer-Verlag, DOI: 10.1007/s00531-019-01732-8, Geosciences, Multidisciplinary (88/196); IF₂₀₁₈-2.295, **M22**
6. Pačevski A., Cvetković V., Šarić K., Banješević M., Hofer H.E., Kremenović A., 2016: Manganese mineralization in andesites of Brestovačka Banja, Serbia: evidence of sea-floor exhalations in the Timok Magmatic Complex. *Mineralogy and Petrology* 110, 491-502. ISSN: 0930-0708, Publisher: Springer-Verlag Wien, DOI: 10.1007/s00710-016-0425-7, Mineralogy (16/29); IF₂₀₁₆-1.236, **M22**
7. Pavić, A., Ilić-Tomić, T., Pačevski, A., Nedeljković, T., Vasiljević, B. & Morić, I. (2015): Diversity and biodeteriorative potential of bacterial isolates from deteriorated modern combined-

- technique canvas painting. *International Biodeterioration & Biodegradation* 97, 40-50., ISSN: 0964-8305, Publisher: Elsevier Ltd., DOI: 10.1016/j.ibiod.2014.11.012, IF₂₀₁₅-2.429, **M22**
8. Pačevski A., Moritz R., Kouzmanov K., Marquardt K., Živković P., Cvetković, Lj., 2012: Texture and composition of Pb-bearing pyrite from the Čoka Marin polymetallic deposit, Serbia, controlled by nanoscale inclusions. *Canadian Mineralogist*, 50: 1-20. ISSN: 0008-4476, Publisher: Mineralogical Association of Canada, DOI: 10.3749/canmin.50.1.1, *Mineralogy* (15/26); IF₂₀₁₂-1.180, **M22**
9. Kovač, S., Dabić, P., Kremenović, A., Pačevski, A., Karanović, Lj., Rodić, M., Tribus, M., 2019: Polyhedral characteristics of the cosalite-type crystal structures. *The Canadian Mineralogist*, 57, 647-662. ISSN: 0008-4476, Publisher: Mineralogical Association of Canada, DOI: 10.3749/canmin.1900017, *Mineralogy* (21/29); IF₂₀₁₈-1.398, **M23**
10. 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, 121-135. ISSN: 0369-8963, Publisher: Bardi Editore. DOI: 10.2451/2016PM605, *Mineralogy* (20/29); IF₂₀₁₆-0.883, **M23**

Датум:

Декан

Рударско-геолошког факултета

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидаткиње **Иване Јелић, дипл. инж. геол.** за израду докторске дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 1/137 од 27. 05. 2020. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидаткиње **Иване Јелић, дипл. инж. геол.** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под насловом **„Арсенопирит из рудних лежишта Шумадијско-копаоничке области: парагенеза, састав и продукти оксидације“.**

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидаткиње, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Ивана Јелић рођена је 02. маја 1981. године у Београду. Основну и средњу Правно-биротехничку школу „9. Мај“ завршила је у Београду, а 2001. године уписала је Београдску пословну школу. Након завршетка више школе, 2005. године уписала је Рударско – геолошки факултет, Универзитета у Београду.

У току основних студија учествовала је у програму размене студената између Рударско–геолошког факултета Универзитета у Београду и Универзитета у Будимпешти, Мађарска, који се одвијао у склопу ERASMUS –а (*European Union (EU) student exchange programme*). У току летњег курса у иностранству положила је испит на енглеском језику и притом стекла одређена знања у области струке која су значајна за даљи наставак школовања.

Основне академске студије завршила је 2011. године, са просечном оценом 9,00 (девет и 00/100). Одбраном рада са темом „Јонске супституције и молекули воде у берилима из пегматита Осоја (Сталаћ) и планине Цер“, стиче академско звање дипломирани инжењер геологије на Смеру за минералогiju и кристалографију Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду.

У току 2013. године волонтирала је у Предузећу за геотехнику, пројектовање, инжењеринг и консалтинг, TILEX DOO, Београд. Од децембра 2013. године до краја 2014. године радила је у Геолошком Заводу Србије.

Докторске студије уписала је школске 2013/2014 године на студијском програму Геологија Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду. Сходно интересовањима у вези са предложеном темом, кандидаткиња Ивана Јелић изабрала је и положила предмете који одговарају унапређењу знања за рад на предложеној докторској дисертацији. Трећа година докторских студија (2015/2016) била је у статусу мировања ради бриге о рођеном детету.

Током досадашњинх докторских студија учествовала је на три међународна конгреса, а била је учесник и на једном билатералном пројекту између Србије и Словеније (пројектни

циклус 2018-2019. год.), под називом „Микрометарске до нанометарске текстуре рудних минерала: методе испитивања и значај“.

Од 2018. године волонтира, а од 2019. године запослена је као дипломирани инжењер геологије на место конзерватора у геолошком одељењу Природњачког музеја у Београду. У периоду од 2019. до 2020. године у оквиру активности Природњачког музеја била је ко-аутор 1 изложбе. Изложбени предмети су експонати баштињени у оквиру минералашке збирке Природњачког музеја. У оквиру манифестације „Музеји за 10“ реализовала је стручна вођења везана за минералашке експонате Природњачког музеја. У образовно-истраживачком кампу у Бабушници учествовала је као предавач. Том приликом одржала је предавање и радионице из области минералогije.

Детаљан приказ положених испита приказан је доле у табели.

Назив	Оцена	ЕСПБ
Минералогija и парагенезе несиликата	10	10
Минералогija и парагенезе силиката	10	10
Геохемија земљишта	10	10
Инструментална минералогija – одабрана поглавља	10	10
Теренски или лабораторијски рад	10	10
Оптичка кристалографија	10	10
Специјална поглавља из генетске минералогije	10	10
Физичка кристалографија	10	10
Семинарски рад (везан за тему докторске дисертације)	10	10
Студијски истраживачки рад (везан за тему докторске дисертације)	10	10
Израда докторске дисертације	10	20
Израда докторске дисертације	10	20
Студијски истраживачки рад (везан за тему докторске дисертације)	10	10
Израда докторске дисертације	10	15
Студијски истраживачки рад (везан за тему докторске дисертације)	10	10

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду 2017. године Ивана Јелић, стиче истраживачко звање истраживач - приправник према критеријумима за вредновање стручног и научног рада.

1.2. Публиковани радови

У току докторских студија кандидаткиња је публиковала укупно 6 публикација од којих су две, публиковане на међународном скупу (видети доле референце 3 и 4), директно везане за истраживања у оквиру предложене теме докторске дисертације.

Саопштење са међународног скупа штампано у целини (M33):

1. Milošević, M., Logar, M., Kaluđerović, L., Jelić I. (2017): Characterization of clays from Slatina (Ub, Serbia) for potential uses in ceramic industry. Energy Procedia, 125, 650-655.
2. Milošević, M., Kostić, B., Vulić, P., Jelić, I. (2019): Garnets from river Lešnica alluvion, mountain Cer. II Kongres geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem. Laktaši, BiH, 177-182.
3. Jelić, I., Zavašnik, J., Vulić, P., Pačevski, A. (2019): Micro- to nanoscale texture of gold-bearing arsenopyrite from the Gokčanica locality, Serbia. XIII International Mineral Processing and Recycling Conference, 8-10 May 2019, Belgrade, Serbia, 101-103.

4. Pačevski, A., Zavašnik, J., Šoster, A., Šestan, A., Luković, A., Jelić, I., Kremenović, A., Zdravković, A., Erić, S. & Bajuk-Bogdanović, D. (2019): Micro- to nanoscale textures of ore minerals: Methods of study and significance. XIII International Mineral Processing and Recycling Conference, 8-10 May 2019, Belgrade, Serbia, 98-100.

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34):

5. Jelić, I., Logar M., Milošević, M. (2017): Foreign molecules and ions in beryl obtained by infrared and visible spectroscopy. Geophysical Research Abstracts 19: EGU2017-2479.
6. Milošević, M., Logar, M., Kaluđerović, L., Jelić, I. (2017): Mineralogy and thermal properties of clay from Slatina (Ub, Serbia). Geophysical Research Abstracts 19: EGU2017-2044.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Предложена тема докторске дисертације спада у домен ужег научног интересовања кандидаткиње и представља наставак истраживања реализованих у њеном досадашњем раду. Поред свог стручног рада у области музеологије као конзерватора минералашке збирке Природњачког музеја у Београду, кандидаткиња Ивана Јелић се активно бави и научно–истраживачким радом у области минералогije. У свом досадашњем раду, користила је следеће методе испитивања: поларизациону микроскопију у одбијеној и пропуштеној светлости, скенирајућу електронску микроскопију са електронском микроанализом, трансмисиону електронску микроскопију и рендгенску дифракцију поликристалног материјала. Употреба и овладавање овим методама од стране кандидаткиње огледа се у њеним објављеним публикацијама.

Кандидаткиња Ивана Јелић до сада је на докторским студијама испољила велико интересовање за лабораторијски рад и савладавање практичне примене поменутих метода испитивања. Досадашње резултате истраживања добро је утемељила детаљним проучавањем литературе. На основу тога, сматрамо да је Ивана Јелић потпуно спремна и квалификована за рад на предложеној теми докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Арсенопирит, FeAsS припада минералима из групе сулфида, односно дисулфида код којих је један атом сумпора замењен арсеном. Најчешће постаје у опсегу пегматитског, високо-температурно хидротермалног и контактано-метасоматског стадијума, а ређе се јавља као средње- до ниско-температурно хидротермални минерал.

Карактерише се нестехиометријом у As:S односу која показује зависност пре свега од температуре образовања, услед чега овај минерал може да се користи као геотермометар, а овај однос се поуздано одређује на основу параметара јединичне ћелије, нарочито на основу вредности d_{131} међуплосног растојања (1 - Clark, 1960; 2 - Kretschmar & Scott, 1976). Кристалише моноклинично. С обзиром да минерали из групе дисулфида имају изражену тенденцију идиоморфног развића, арсенопирит се често јавља у различитим кристалним облицима, углавном псеудоромбичних кристала. Такође је утврђена и зависност морфологије кристала од састава односно претходно поменутог As:S односа (3 - Kerestedjian, 1997).

Арсенопирит често асоцира са златом и може да служи као индикатор златоносних минерализација. Честа је Au:As корелација у неким геолошким срединама и заправо су арсенопирит и арсеном обogaћени пирит сулфиди који у највећој мери концентришу злато (4 - Cook & Chrysoulis, 1990). Злато се у арсенопириту, и у сулфидним рудама генерално, често јавља у виду „невидљивог“ злата („invisible“ gold). Бројна истраживања природе овог злата показала су да се „невидљиво“ злато у арсенопириту јавља у виду финодиспергованих нанометарских зрна самородног злата, а у извесним случајевима и у виду структурно везаног

злата (5 - *Cabri et al. 2000*; 6 - *Cook et al. 2013*; 7 - *Fougerouse et al. 2016*). На тај начин је арсенопирит у појединим лежиштима у свету и главни носилац злата и на неки начин представља руду злата, али рефракторну руду из које се овај племенити метал отежано добија (екстрахује).

Арсенопирит се углавном јавља у рудним лежиштима у асоцијацији са осталим сулфидима, шелитом и другим минералима. Иако се у литератури наводи као руда арсена, овај минерал је најчешће пратилац Pb-Zn и других типова руда у којима представља јаловину, а чак и штетну компоненту која током прераде руде бива одлагана на рудним јаловиштима. Као и већина других сулфида, под дејством атмосферских услова, односно у оксидационој средини, подлеже процесима оксидације услед чега долази до ослобађања арсена, прилично токсичног елемента и озбиљног загађивача животне средине.

Примарни циљ ове докторске дисертације јесте да успостави **могуће корелације између услова образовања, састава и кристалохемијских карактеристика парагенетски различитих типова арсенопирита** у оквиру постмагматских стадијума рудних лежишта Шумадијско-копаоничке области. Ова веома значајна рудоносна област, која садржи бројна Pb-Zn±Sb±As и друга полиметалична орудњења, припада Српско-македонској металогенетској провинцији (8 – *Janković, 1997*). У ранијој металогенетској рејонизацији Шумадијска и Копаоничка област су посматране као две засебне целине. Међутим, како ове две области деле низ заједничких геолошких одлика, а нарочито у погледу рудних парагенеза (9 – *Rakić, 1962*), њихова интеграција у једну заједничку област представља сасвим логичан след у металогенетској подели. Једна од заједничких минералошких одлика ових руда јесте и честа и интензивна појава арсенопирита, што није случај у рудним лежиштима суседних области Српско-македонске металогенетске провинције. Како је у претходно изнетом прегледу литературе приметан велики потенцијал у могућим корелацијама кристалохемијских и других карактеристика арсенопирита са условима образовања руде, налази се потреба за свеобухватним и систематским испитивањем овог минерала из разноврсних парагенеза (пегматитских, скарновских, различитих хидротермалних стадијума) веома комплексних орудњења Шумадијско-копаоничке области. На тај начин, добра минералошка карактеризација арсенопирита може да пружи значајан допринос у интерпретацији и разликовању различитих стадијума образовања руда и повезивању истоветних процеса минерализације унутар ове области. Иначе, арсенопирит нарочито погодује за овакву врсту испитивања, с обзиром да се ради о прилично рефракторном минералу код којег теже долази до накнадних трансформација и у којем су углавном сачуване карактеристике примарног рудоносног флуида.

У плану претходно изнетог циља истраживања обухваћено је и одређивање састава и присуства хемијских примеса у арсенопиритима из различитих лежишта и орудњења (Рудник, Саставци, Трепча, Гокчаница, Голијска река, Јурија) Шумадијско-копаоничке области. Међутим, у оквиру овог испитивања нарочита пажња ће бити посвећена **садржају злата у арсенопириту**, с обзиром на горе-изнете податке о значају овог минерала у карактеризацији Au минерализације. У оквиру Шумадијско-копаоничке области минерализације злата нису од нарочитог значаја, а повишене концентрације овог драгоценог метала су само спорадично утврђене на појединим локалитетима. На пример, повишене су концентрације злата у рудама лежишта Саставци (10 – *Arsenijević, 1986*), а нарочито у орудњењу Међуречја у пределу Гокчанице (11 – *Popović, 1992*), а у којима је арсенопирит доминантни сулфидни минерал. Прелиминарним микроскопским испитивањима арсенопирита из Међуречја утврђено је присуство како “микроскопског” злата, односно злата микрометарске величине зрна, тако и “невидљивог”, тј. наноматерског злата које је откривено трансмисионом електронском микроскопијом у високој резолуцији. С обзиром да није утврђено значајније распрострањење овог орудњења у Међуречју, овај златоносни арсенопирит за сада нема економски значај. Међутим, добра карактеризација ове Au минерализације у Међуречју може бити од великог значаја за разумевање миграције

златоносних флуида у оквиру неког магматско-вулканског комплекса којим се карактерише Шумадијско-копаоничка област и тиме, пружи потенцијал за проналажење и других минерализација злата у оквиру ове веома рудоносне области.

Како је арсенопирит један од главних носилаца арсена у природи, његовом оксидацијом може доћи до ослобађа овог прилично токсичног елемента, што је већ изнето горе у литературном прегледу. Из разлога могуће мигративности и фиксације овако ослобођеног арсена, значајно је *испитивање продуката оксидације арсенопирита* у руди и на јаловиштима. Међутим, оксидацијом златоносног арсенопирита, злато из ове, као што је већ напоменуто рефракторне руде, може бити ослобођено и концентрисано у секундарним продуктима оксидације. Досадашњим резултатима испитивања узорака из Међуречја утврђено је постојање нанометарског злата и у скородиту, $\text{FeAsO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$, једном од најчешћих продуката оксидације арсенопирита (12 – Dove & Rimstidt, 1985). На тај начин се овај трећи циљ докторске дисертације надовезује на претходни, а овакав логичан редослед надовезивања у истраживању овог минерала се огледа и у предложеном наслову дисертације.

Добијени и очекивани резултати стављају пред кандидаткињу озбиљан задатак у истраживањима, као и сложеност у интерпретацији и међусобног повезивања добијених резултата. Поред експерименталног рада, преглед и анализа релевантне литературе заузима значајно учешће у изради доктората.

Осврт на релевантне библиографске изворе и остварене резултате на које се надовезују предвиђена истраживања у предложеној дисертацији:

1. Clark, L.A. (1960): The Fe-As-S system: phase relations and applications. *Economic Geology* 55, Pt. I: 1345-1381, Pt. II: 1631-1652.
2. Kretschmar, U. & Scott, S.D. (1976): Phase relations involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. *Canadian Mineralogist* 14: 364-386.
3. Kerestedjian, T. (1997): Chemical and morphological features of arsenopyrite, concerning its use as a geothermometer. *Mineralogy and Petrology* 60: 231-243.
4. Cook, N.J. & Chrysosoulis, S.L. (1990): Concentrations of “invisible gold” in the common sulfides. *Canadian Mineralogist*, 28: 1-16.
5. Cabri, L.J., Newville, M., Gordon, R.A., Crozier, E.D., Sutton, S.R., McMahon, G. & Jiang, D. (2000): Chemical speciation of gold in arsenopyrite. *Canadian Mineralogist* 38, 1265–1281.
6. Cook, N.J., Ciobanu, C.L., Meria, D., Silcock, D. & Wade, B. (2013): Arsenopyrite-pyrite association in an orogenic gold ore: tracing mineralization history from textures and trace elements. *Economic Geology* 108, 1273–1283.
7. Fougereuse, D., Reddy, S.M., Saxey, D.W., Rickard, W.D.A., van Riessen, A. & Micklethwaite, S. (2016): Nanoscale gold clusters in arsenopyrite controlled by growth rate not concentration: Evidence from atom probe microscopy. *American Mineralogist* 101: 1916-1919.
8. Janković, S. (1997): The Carpatho-Balkanides and adjacent area: a sector of the Tethyan Eurasian metallogenic belt. *Mineralium Deposita* 32: 426-433.
9. Rakić, S. (1962): Klasifikacija genetskih tipova Pb-Zn ležišta tercijarnog magmatizma Dinarida na osnovu karakteristika mineralnih parageneza. Referat V savetovanja geologa F.N.R. Jugoslavije, Beograd: 189-195.
10. Arsenijević, M. (1986): Zlato u olovno-cinkovom ležištu Sastavci (Raška). *Radovi Geoinstituta* 19: 179-192.
11. Popović, R. (1992): Pojava plemenitih metala u Međurečju (dolina reke Gokčanice) kod Ušća. *Geološki anali Balkanskoga poluostrva* 56: 383-398.
12. Dove, P.M. & Rimstidt, J.D. (1985): The solubility and stability of scorodite, $\text{FeAsO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$. *American Mineralogist* 70: 838-844.

3. Полазне хипотезе

Специфична својства арсенопирита која су у вези са његовим начином постанка пружају широке могућности употребе типоморфних карактеристика овог минерала у препознавању и разликовању различитих стадијума орудњења Шумадијско-копаоничке области. Могућност и начин концентрисања злата у овом минералу и његовим продуктима оксидације могу бити од значаја за упознавање минерализационих процеса овог племенитог метала у оквиру испитиване области, а испитивање продуката оксидације арсенопирита може бити од значаја са аспекта заштите животне средине.

4. Научне методе истраживања

Узорци руда у којима је арсенопирит један од најзаступљенијих минерала биће анализирани применом следећих метода:

- оптичка испитивања помоћу бинокуларне лупе и сепарација минерала;
- оптичка микроскопија помоћу поларизационог микроскопа за одбијену светлости (рудна микроскопија);
- оптичка микроскопија помоћу поларизационог микроскопа за пропуштену светлост (петрографска анализа средине депоновања орудњења);
- рендгенска дифракција поликристалног материјала (*XRD*);
- скенирајућа електронска микроскопија са електронском микроанализом (*SEM-EMPA*);
- Масена спектрометрија типа *LA-ICP-MS*;
- Микро-раман спектрографија
- Трансмисиона електронска микроскопија (*TEM*)

За потребе реализације предложеног истраживања, поред наведених општих метода, користиће се и остале методе истраживања које се покажу корисним. За решавање одређених проблема предложена је примена доступних и проверених рачунарских програма. Интерпретација резултата претходно наведених метода биће представљена графичким, рачунским и табеларним путем.

5. Очекивани научни допринос

Израдом предложене докторске дисертације могу се очекивати следећи научни доприноси:

- *допринос у области фундаменталне минералогije.* Резултати хемијских, структурних и парагенетских карактеристика арсенопирита пружиће значајан допринос у карактеризацији овог, иако честог, још увек незадовољавајуће испитаног минерала. Нарочито ће бити истражена могућност корелисања састава арсенопирита са различитим условима односно стадијумима образовања, што ће пружити значајан допринос у разрешењу дискутабилне могућности употребе овог минерала као геотермометра.
- *допринос у области истраживања рудних лежишта.* У оквиру ове докторске дисертације биће испитивани узорци руда богатих арсенопиритом из различитих парагенеза и стадијума орудњења, али унутар једне прилично значајне рудоносне области. На тај начин, парагенетска испитивања узорака са различитих локалитета и корелисања њихових сличности и разлика значајно ће допринети повезивању и бољем дефинисању истих минерализационих процеса унутар ове области. Нарочита пажња биће обрађена на могућности концентрисања злата у оквиру различитих стадијума орудњења и делова магматско-вулканских комплекса.

- *допринос у области заштите животне средине.* Арсенопирит је најзначајнији носилац арсена у рудама Шумадијско-копаоничке области и тиме може представљати извор загађења животне средине овим токсичним елементом. Испитивање процеса и продуката његове оксидације значајно је за разумевање могуће мобилности арсена у околним земљиштима и води током рударских активности на овом подручју.

6. План истраживања и структура рада

Планирано истраживање у оквиру докторске дисертације биће урађено кроз неколико фаза које одговарају оквирном садржају, предмету, задацима и полазним хипотезама.

Фаза 1: теренска истраживања - прикупљање и избор узорака. Обухвата теренски рад и карактеризацију одабраних узорака.

Фаза 2: кабинетски рад - преглед литературе, научних и стручних радова, анализа основних праваца истраживања.

Фаза 3: лабораторијски рад - микроскопска испитивања узорака, сепарација минерала, рендгенска дифракција поликристалног материјала, масена спектрометрија.

Фаза 4: прикупљање, обрада и анализа експерименталних података.

Фаза 5: закључна разматрања и правци даљег истраживања.

У складу са темом, предложен је следећи, оквирни садржај докторске дисертације:

- уводна разматрања, опис проблема, циљеви, обим и значај истраживања;
- преглед литературних података и доступних истраживања у датој области;
- приказ резултата кроз следећа поглавља:
 - парагенеза арсенопирита из Pb-Zn-Cu-(Ag) лежишта Рудник
 - парагенеза арсенопирита из рудних појава Међуречја и Дрењака у пределу Гокчанице
 - парагенеза арсенопирита из Pb-Zn лежишта Саставци
 - парагенеза арсенопирита из Pb-Zn лежишта Трепча
 - парагенеза арсенопирита из рудних појава Јурија и Голијска река (пл. Голија)
 - рендгенска дифракција испитиваних арсенопирита (одредба димензија јединичне ћелије и As:S стехиометријског односа)
 - састав испитиваних арсенопирита (резултати електронске микроанализе и масене спектрометрије)
 - испитивања продуката оксидације арсенопирита (резултати SEM-EDS-а и микро-раман спектроскопије)
 - испитивања златоносног арсенопирита из Међуречја и његових продуката оксидације трансмисионом електронском микроскопијом.
- интерпретација резултата и дискусија
- закључак са смерницама за даља истраживања

7. Закључак и предлог

На основу анализе пријаве теме докторске дисертације кандидаткиње **Иване Јелић**, дипл. инж. геологије, студент докторских студија, а сходно одлуци број 1/137 од 27. 05. 2020. године, донетој на Наставно-научном већу 21. 05. 2020. године, Комисија за подношење извештаја о прихватању теме и оцену научне заснованости докторске дисертације закључује да је предложена тема научно утемељена и адекватна за израду докторске дисертације, као и да кандидаткиња испуњава законске и друге услове за рад на предметној докторској дисертацији. Очекивани резултати минералошких испитивања арсенопирита, пре свега могу битно унапредити разумевање минерализационих процеса и разликовање различитих стадијума образовања комплексних оруђа Шумадијско-копаоничке области. Комисија је

такође констатовала да се оригиналност предложене докторске дисертације огледа у новом, обухватнијем и систематском приступу одредбе хемизма и парагенетских карактеристика арсенопирита уз комбиновану употребу савремених метода испитивања у минералогiji. Комисија сматра да је предложени наслов **„Арсенопирит из рудних лежишта Шумадијско-копаоничке области: парагенеза, састав и продукти оксидације“** према циљевима и методама истраживања ове докторске дисертације у потпуности прецизан и одговарајући, те предлаже да се усвоји.

Предложена тема докторске дисертације припада научној области Геонаука, док је ужа научна област Фундаментална и примењена минералогija. Током рада на докторској дисертацији, за ментора се кандидату предлаже **др Александар Пачевски, ванредни професор**, са Катедре за минералогiju Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду.

У Београду
11. 06. 2020. год.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Александар Пачевски, ванр. проф.
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Сузана Ерић, ред. проф.
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Јовица Стојановић, виши научни сарадник
Института за технологију нуклеарних и других
минералних сировина, Београд