

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Бојана Костића

Одлуком бр. 1/76 од 26.04.2021. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Бојана Костића под насловом

Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника

После прегледа достављене Дисертације и других пратећих материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Одлуком Наставно-научног већа бр. 1/138 од 27.05.2020. године, именована је Комисија за оцену подобности теме и кандидата Бојана Костића, мастер геолога, за израду докторске дисертације и научне заснованости теме под предложеним насловом „Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника“. Комисија је била у саставу: др Даница Срећковић-Батоћанин, ред. проф. предложени ментор и чланови комисије др Небојша Васић, ред. проф., др Александар Кременовић, ред. проф. и др Ивана Царевић, ванр. проф.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 16.07.2020. године усвојило је позитиван Извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата Бојана Костића под насловом „Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника“.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 24.08.2020. године, на основу извештаја бр. 1/199 од 25.06.2020, који је дала Комисија именована од стране Наставно-научног веће Рударско-геолошког факултета у Београду, донело је Одлуку којом се даје сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата

Бојана Костића под насловом „Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника“ на Рударско-геолошком факултету (бр. 61206-2460/2-20 од 24.08.2020. године).

Кандидат Бојан Костић, мастер геологије, 29.03.2021. године поднео је Молбу за именовање Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације под називом „Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника“. Катедра за петрологију и геохемију упутила је допис Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета са предлогом чланова Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Небојша Васић, редовни професор Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду у пензији, др Александар Кременовић, редовни професор, Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, и др Ивана Царевић, ванредни професор Географског факултета Универзитета у Београду.

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 22.04.2021. године именovalo је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Бојана Костића, под насловом: „Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника“ (бр. 1/76 од 26.04.2021. године). Чланови Комисије су потписници овог извештаја.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под насловом „Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника“, припада области техничких наука. По предмету истраживања, дисертација припада научној области „Геологија“, односно ужој научној области „Петрологија“, за коју је матичан Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Бојан Костић рођен је 01.06.1984. године у Лесковцу, основну школу завршава у Власотинцу, док средњу електротехничку школу завршава у Лесковцу. Основне академске студије на модулу петрологија и геохемија на Рударско-геолошком факултету уписује 2011. године. Завршава их 2014. године са просечном оценом 9.14 (девет, 14/100) и исте године уписује мастер академске студије на смеру петрологија и геохемија. Успешно их завршава 2016. са просечном оценом 9.43 (девет, 43/100) и темом мастер рада „Вулканолошка анализа дела Лецког вулканског комплекса (Бранкова кула – Пролом Бања).

Од 2014. године почиње да ради у лабораторији за СЕМ на Рударско-геолошком факултету. Докторске академске студије уписује 2016. године на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, са смером интересовања за магматске и метаморфне стене. На место асистента на Катедри за петрологију и геохемију изабран је 2018. године.

Био је учесник и волонтер бројних курсева, семинара и конгреса из области геологије у земљи и иностранству. Аутор и коаутор је 8 научних радова који су објављени у домаћим и страним часописима, од којих 7 часописа се налази на SCI листи. Био је стипендиста Министарства науке, просвете и технолошког развоја Републике Србије од 2012. до 2014. године. Учесник је на пројекту Министарства науке и просвете (бр. 176019) „Петрогенеза и минерални ресурси Карпато-Балканида и њихов значај у заштити животне средине“.

У периоду од 2016. до 2020. године више пута је боравио у Цириху, Софији и Мајнцу, где је прошао обуке радиометријског датирања ласерском аблацијом повезаном на масени спектрометар на цирконима, као и рад у лабораторији за изотопску геохемију. Члан је Српског геолошког друштва од 2011. године.

Кандидат је докторске студије уписао школске 2016/2017 године на студијском програму Геологија Рударско–геолошког факултета, Универзитета у Београду. Сходно интересовањима у вези са темом, кандидат Бојан Костић изабрао је и положио предмете који одговарају унапређењу знања за рад на предложеној докторској дисертацији.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Бојана Костића, под називом „Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника“ написана је на 114 страна, формата А4 (фонт: Book Antiqua 12, проред: single), садржи 56 илустрација и 14 табела. Дисертација је подељена на 6 поглавља: 1. Увод (3 стране); 2. Општи део (11 страна); 3. Узорци и методе (9 страна); 4. Резултати (59 страна); 5. Дискусија (22 стране); 6. Закључак (4 стране); Списак литературе (6 страна) и Прилог (5 Страна). Поред тога, дисертација садржи: Насловну страну на српском и енглеском језику, Страну са подацима о ментору и члановима комисије, Резиме на српском и енглеском језику са кључним речима, Захвалницу, Садржај, Биографију докторанда, Изјаву о ауторству, Изјаву о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и Изјаву о коришћењу.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Докторска дисертација се бави проблемима контактнoг метаморфизма Рудника одређивањем фазија испитиваног профила контактнoг ореола, услова контактнoг метаморфизма, стена протолита и извора топлоте.

У првом поглављу су приказана досадашња сазнања и схватања контактнo метаморфних стена и услова формирања хорнфелса и скарнова. Како су контактнo метаморфне стене Рудника атипичне, основни правци истраживања и циљеви докторске дисертације дефинисани су кроз ово поглавље.

У другом поглављу су приказани подаци о досадашњој доступној литератури и испитивањима вршеним на подручју Рудника. Истакнуто је да су истраживања вршена преваходно у циљу откривања минералних сировина, док су генеза и услови контактнoг метаморфизма тек наговештени. Посебна пажња посвећена је минералном саставу стена, откривеним структурама и формацијама на подручју Рудника, као и температурама хомогенизације флуидних инклузија.

Треће поглавље приказује детаљне позиције бушотина из којих су кроз теренски рад прикупљени узорци за даља лабораторијска испитивања. У овом поглављу су затим приказане примењене лабораторијске методе испитивања: микроскопска испитивања у поларисаној

светлости, сепарација минерала, скенирајућа електронска микроскопија са микроанализом (*EMPA*), масена спектрометрија индуктивно спрегнуте плазме ласерском аблацијом (*LA-ICP-MS*), рендгенска дифракција праха (*XRPD*), комплетна хемијска анализа спрашене стене и мерења на флуидним инклузијама.

У четвртном поглављу дат је приказ свих добијених резултата подељен према врсти коришћених метода. Прво су приказани резултати добијени оптичком микроскопијом, затим састав силикатних минерала који изграђују стене Рудника и минералне фазе одређене рендгенском дифракцијом праха. Даље су приказани резултати добијени испитивањима вршеним на флуидним инклузијама, резултати добијени геохемијским испитивањима, укључујући одредбу апсолутне старости вулканита и старости метаморфизма, као и садржаји микроелемената у стенама и у појединим минералима.

Пето поглавље представља дискусију која је подељена на седам делова. Први део усмерен је на увод у дискусију и поделу контактено метаморфних стена по важећој савременој литератури. Други део дискусије разматра вулканску активност Рудничког подручја и вулканске прстенасте структуре дефинисане претходним истраживањима. У овом поглављу дискутују се и добијене старости вулканских стена, а резултати хемијских анализа упоређени су са доступним литературним подацима.

Трећи део поглавља разматра детерминацију протолита контактено метаморфних стена Рудника. У овом делу је приказан конструисани профил са корелацијом протолита у испитиваним бушотинама.

Четврти део усмерен је на детерминацију контактено метаморфних стена Рудника, а такође се разматра промена хемизма минерала у зависности од дубине и близине извора топлоте. Добијени резултати су приказани на дијаграму.

Пети део дискусије разматра услове контактено метаморфизма и резултате добијене различитим методама, као и дистрибуцију микроелемената и зонарност утврђену у гранатима. Добијени подаци, даље су обрађени у шестом и најважнијем делу дискусије у ком је разматрано термобарометријско моделовање скарна са Рудника и где су издвојене различите фазе контактено метаморфизма. У седмом делу дискусије је приказан модел простирања контактено метаморфних фазија дуж профила испитиваних бушотина у којима су издвојене три контактено метаморфне фазије.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Разматрана докторска дисертација представља оригинални научно-истраживачки рад из области петрологије метаморфних стена. Употреба различитих метода у откривању промене минералних парагенеза, промене хемизма минерала, дефинисање протолита, као и употреба савремених софтвера за термодинамичко моделовање одликују оригиналан и иновативан приступ у решавању научног проблема.

У оквиру докторске дисертације издвојене су зоне ореола контактено метаморфних стена у испитиваним бушотинама, и дефинисане су контактено метаморфне фазије у којима су смештени и скарнови и хорнфелси. Термодинамичко моделовање контактено метаморфних промена приказано у докторској дисертацији, редослед формирања минералних асоцијација у

зависности од температуре и притиска и дефинисање процеса који су до њих довели, може имати импликацију на генерални модел образовања контактне метаморфне стена са мешовитим протолитом. Савременост и оригиналност истраживања приказани у овој докторској дисертацији потврђени су и публикавањем рада у међународном часопису са рецензијом.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

У оквиру докторске дисертације цитирано је 79 литературних навода, који су углавном новијег датума и који су објављени у часописима од међународног значаја. Преглед литературних података омогућио је да се прикаже стање у испитиваној научној области, као и да се сагледа актуелност проблематике предметне докторске тезе. Кандидат је првенствено прегледао обимну литературу која је везана за проучавање контактне метаморфне стена, а која датира још од почетка развијања геологије као науке у 19 веку. Кандидат је прегледао и обимну литературу о примени савремених софтвера намењених решавању отворене проблематике генезе контактне метаморфне стена, што је актуелан правац истраживања последњих деценија. Из пописа литературе која је коришћена у истраживању, као и објављених радова кандидата може се закључити да кандидат на адекватном нивоу познаје област истраживања, као и актуелно стање истраживања у овој области у свету.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

У овој докторској дисертацији коришћене су опште и посебне методе истраживања. Од општих научних метода примењене су: индуктивно и дедуктивно закључивање, компарација, анализа и синтеза, апстракција и конкретизација, генерализација и специјализација. Резултати у овој докторској дисертацији добијени су применом одговарајућих експерименталних техника и савремених аналитичких метода, а адекватном анализом и обрадом података кроз савремене софтвере извршен је приказ и објашњење резултата.

За одредбу минералног састава узорака коришћена је поларизациона микроскопија за пропуштену светлост. У циљу одредбе хемијског састава минерала, коришћена је метода скенирајуће електронске микроскопије (*SEM*) са електронском микроанализом (*EMPA*). За одредбу елемената у траговима у гранатима, најиндикативнијих минерала у контактне метаморфне стенама, употребљена је метода масене спектрометрије индуктивно спрегнуте плазме ласерском аблацијом (*LA-ICP-MS*). За потребе одредбе старости вулканита коришћена је најпре стандардна сепарација минерала методама тешких течности и електромагнетном сепарацијом, а затим су сепарисани циркони подвргнути радиометријским испитивањима ласерском аблацијом. Одредба кристалних фаза у узорку извршена је методом рендгенске дифракције праха (*XRPD*); садржај карбонатне компоненте у узорку одређен је методом комплексометрије, док су температуре хомогенизације флуидних инклузија добијене третирањем специјално направљених узорака на термалном сточићу.

3.4. Применљивост остварених резултата

Резултати кандидата Бојана Костића, мастера геологије везани за ову докторску дисертацију осим фундаменталног имају и примењени значај у неколико области геолошких наука. Резултати остварени током хемијских испитивања, радиометријских датирања вулканита, као и подаци добијени термобарометријским испитивањима, пружају значајан допринос у

интерпертацији генезе скарнова и хорнфелса, минерала и њихових парагенетских односа у различитим стадијумима развића контактено метаморфних стена.

На тај начин, дисертација пружа значајан научни допринос првенствено у области петрологије и истраживања метаморфних стена, јер се на основу минерала присутних у узорку, као и комплетне хемијске анализе стене, могу дефинисати одређене фације контактено метаморфних стена и контактеног ореола, као и термобарометријска испитивања. Остварени резултати су применљиви и у области геохемије имајући у виду да хемизам и присуство односно одсуство појединих појединих микроелемената, као и елемената ретких земаља може бити од помоћи у даљим истраживањима.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат, Бојан Костић, мастер геологије је током израде докторске дисертације показао самосталност, систематичност и стручност у сагледавању проблема истраживања и критичке анализе добијених података. Током примене различитих аналитичких метода, обраде резултата и њихове презентације у објављеном раду показао је да влада знањима везаним за област истраживања и методама научног рада. Осим тога, кандидат је успешно и квалитетно одговорио на циљеве постављене у предлогу за израду ове дисертације, што указује на његову способност да објективно и у целини сагледа истраживачки процес и услове потребне за реализацију овог процеса.

Комисија сматра да кандидат поседује све квалитете који су неопходни за самосталан научни рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

Докторска дисертација дала је следећи научни допринос:

- Потврђено је да су протолити стене кредне старости са различитим садржајима карбонатне компоненте зависно од услова таложења, и да материјал који улази у састав финозрних кластита води порекло са еродованих стена палеозојске старости.
- Дефинисане су три групе контактено метаморфних стена Рудника: метакластити, хорнфелси и скарнови. Утврђено је да су метакластити делом изграђени од материјала пореклом са ултрабазичних стена.
- По први пут је на Руднику забележена и са три различите методе потврђена појава везувијана, који је, до сада био констатован само у источној Србији.
- Радиометријским испитивањима потврђена је старост вулканских стена на 23.9 милиона година и нису потврђене стене из старије вулканске активности.

- Испитивањем флуидних инклузија утврђено је да су температуре на којима је настао гранат биле више од 560 степени, да је епидот настао на око 320 степени, а да се кварц формира и запуњава шупљине и пукотине на температурама од 400 до 228 степени.
- Термодинамичким моделовањем и испитивањем утврђено је да је у првој фази контактнoг метаморфизма температура имала пресудни значај, па су том приликом формирани високотемпературни минерали попут граната и пироксена. Уласком хидротермалних флуида у систем, температура опада и појављују се и нижетемпературни минерали попут епидота и хлорита.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Сагледавањем циљева и постављених хипотеза у односу на добијене резултате може се констатовати да приказана истраживања у потпуности задовољавају критеријуме једне докторске дисертације. Увидом у доступну литературу из ове области, као и резултате добијене применом адекватне методологије може се утврдити да су коришћене методе у складу са савременим методама и да су резултати у овој докторској дисертацији значајни са научног аспекта.

Главни допринос тезе је дефинисање фација контактнoг метаморфизма у стенама из испитиваних бушотина, утврђивање температура и притисака на којима су контактнo метаморфне промене настале, као и учешће и порекло хидротермалних флуида који су подстакли формирање како силикатних, тако и рудних минерала. На тај начин, осим фундаменталног ова докторска дисертација има и практични значај, јер пружа могућност примене хемијских података и врста контактнo метаморфних стена за разликовање сложених метаморфних и хидротермалних процеса у којима је могуће образовање полиметаличних минералних сировина, што се може употребити током даље проспекције како у овом, тако и у другим, генетски сличним рудним лежиштима

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос и резултати истраживања добијени током израде ове дисертације верификовани су у раду који је објављен у међународном часопису, са докторандом као првопотписаним.

Рад кандидата Бојана Костића који је директно везан за докторску дисертацију:

M23 - Рад у међународном часопису

1. **Kostić, B.**, Srećković-Batoćanin, D., Filipov, P., Tančić, P., Sokol, K. 2021: Anisotropic grossular-andradite garnets: Evidence of two stage skarn evolution from Rudnik, Central Serbia. *Geologica Carpathica* 72, 1, 17-25 (IF=1.535)
<https://doi.org/10.31577/GeolCarp.72.1.2>

4.4 Провера оригиналности докторске дисертације

Оригиналност докторске дисертације проверена је на начин прописан Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204/22.06.2018). Помоћу програма

“iThenticate” утврђено је да количина подударања текста по параметру Индекса сличности износи 7%. Ова преклапања нађена су са радовима проистеклим из докторске дисертације, литературним наводима, са општим појмовима, типа „докторска дисертација“, „Универзитет“ или скраћеницама, нумеричким симболима и слично. Стога сматрамо да је утврђено да је докторска дисертација Бојана Костића у потпуности оригинална, као и да су у потпуности испоштована академска правила цитирања.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Бојана Костића, мастера геологије под називом „**Контактни метаморфизам горњокредних седиментних стена Рудника**“, представља научни рад из уже научне области Петрологија, који разматра формирање различитих фација током контактне метаморфизма, утврђује који је вулкански догађај одговоран за контактне метаморфне промене и дефинише порекло хидротермалних флуида. Појава везувијана по први пут на простору Рудника, одредба протолита контактне метаморфних стена, интензитет и фације контактне метаморфизма, као и услови под којима су метаморфне промене настале, представљају најбитније доприносе ове докторске дисертације. Треба истаћи да резултати ове дисертације немају само општи, већ и примењени значај, јер пружају одређене информације за даља истраживања полиметаличних контактне метаморфних лежишта. Анализирајући докторску дисертацију кандидата Бојана Костића, Комисија је закључила да она представља значајан и оригинални научни допринос области геологије и петрологије, да је у свему израђена у складу са стандардима научно-истраживачког рада и важећим прописима, те стога предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да овај извештај прихвати, дисертацију стави на увид јавности и овај извештај упути Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду ради коначног усвајања, након чега би се приступило усменој одбрани дисертације пред комисијом у истом саставу.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Проф. др Небојша Васић, у пензији,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Проф. др Александар Кременовић,
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Проф. др Ивана Царевећ,
Универзитет у Београду, Географски факултет