

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Далибора Ерака, дипломираног инжењера геологије

Одлуком Наставно-научног већа Универзитета у Београду-Рударско-геолошког факултета, на седници одржаној 21.02.2019. године, број 1/37 од 25.02.2019. год., именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације под насловом **"ТЕКТОНО-ТЕРМАЛНА ЕВОЛУЦИЈА КОНТАКТА ДИНАРИДА И КАРПАТО-БАЛКАНИДА У ПОДРУЧЈУ ЈАСТРЕПЦА"**, кандидата **Далибора Ерака**, дипломираног инжењера геологије. После прегледа достављене докторске дисертације Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Кандидат **Далибора Ерака**, дипломирани инжењер геологије је своју докторску дисертацију пријавио на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду 30.03.2016. године. Одлуком Наставно-научног већа Рударско - геолошког факултета у Београду бр. 1/182 од 25.04.2016. године, именована је Комисија у саставу: др Маринко Тољић, ванр. проф. Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет, др Наташа Герзина, ванр. проф. Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет, др Ненад Бањац, ред. проф. Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет, др Урош Стојадиновић, доцент Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет и др Лука Пешић, ред. проф. у пензији, Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет, за давање мишљења о научној заснованости докторске дисертације под насловом **"Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца"**, кандидата **Далибора Ерака**, дипломираног инжењера геологије.

Наставно-научно веће Рударско – геолошког факултета у Београду је прихватило извештај Комисије за давање мишљења о научној заснованости теме и донело одлуку бр. 1/244 од

20.05.2016. године, којом се прихвата тема докторске дисертације под насловом "**Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца**", кандидата Далибора Ерака, а за ментора именује др Маринко Тољић, ванредни професор.

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници која је одржана 13.06.2016. године, донело је одлуку бр. 61206-2626/2-16 којом се даје сагласност на предложеној тему докторске дисертације.

На захтев докторанда Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета је одлуком број 1/206 од 25.02.2017. године, продужило рок за израду докторске дисертације до краја школске 2017/2018. године, а одлуком број 1/296 од 26.11.2018. до истека троструког броја школских година потребних за реализацију студијског програма.

Кандидат Далибор Ерак, дипломирани инжењер геологије је у новембру 2018. године поднео молбу за именовање комисије за оцену и одбрану урађене докторске дисертације под насловом "**Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца**". Веће катедре за динамичку геологију је Већу Департмана за регионалну геологију, Већу Геолошког одсека и Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета дописом број 1/289 од 06.11.2018. предложило Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Маринко Тољић, ред. проф., др Урош Стојадиновић, доцент и др Дивна Јовановић, виши научни сарадник, Геолошки завод Србије. Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета је на седници од 21.02.2019. године донело одлуку бр. 1/37 од 25.02.2019. године, којом је именovala Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације, чиме су стекли услови за писање овог реферата.

1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација "**Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца**" припада научној области „Гео-науке“, односно ужој научној области „Динамичка геологија“, за коју је матичан Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

За ментора ове докторске дисертације именован је др Маринко Тољић, редовни професор Рударско-геолошког факултета, који је аутор већег броја научних радова публикованих у водећим међународним и домаћим часописима и зборницима са различитих научних скупова. Ментор је афирмисани истраживач из домена динамичке геологије и компетентан је за вођење докторанда у току израде докторске дисертације са горе наведеним насловом.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Далибор Ерак рођен је 22.02.1984. године у Зрењанину. Основну и средњу школу завршио је у Кикинди. По завршетку средње школе, уписује се школске 2002/2003. године на Рударско-геолошки факултет, Универзитета у Београду. Студије завршава у року, на одсеку Геологије, смер за Регионалну геологију, са просечном оценом 8,69. Током студија учланио се у Српско геолошко друштво. По завршетку студија одлази на редовно одслужење војног рока у војсци Србије. Крајем 2009. године заснива радни однос у Геолошком Институту Србије као приправник на пословима млађег картирајућег геолога, где учествује на пројектима израде Геолошке карте Србије 1 : 50 000 (листови Ваљево 4 и Чачак 1) и пројектима израде више тумача и геолошких мапа Либије. На наведеним пројектима изводи теренска и кабинетска проучавања. Током 2010. године полаже приправнички испит и добија стално запослење у Геолошком Институту Србије, на пословима картирајућег геолога.

У периоду јун-септембар 2011. године запослен је у компанији "Murex-Rudarstvo i Geologija"

на пословима геолога у оквиру пројеката истраживања и експлоатације металних минералних ресурса на лиценцама у области Пријепоља и Мајданпека. Кандидат је у периоду јул 2012. године - октобар 2014. године запослен у компанији "Lithium Li Balkan", где ради на пословима пројектног геолога, на истраживањима неметалних минералних сировина подручја Ваљева, Лознице, Шапца, Тополе, Аранђеловца и Лопара. Почетком 2013. године учествује на стручном усавршавању у Рину (Невада, САД), под покровитељством компаније "Lithium Li Holding", где се кроз теренски и кабинетски рад упознаје са карактеристикама седиментације и образовања наслага евапорита. У Невади презентира резултате истраживања В и Li на подручју неогених басена у Србији. Током 2013. године полаже стручни испит за обављање послова израде пројеката, елабората у извођењу геолошких истраживања. Од маја 2015. до данас кандидат ради за компанију "Rio Sava" на пословима истраживања неметалних сировина В и Li на подручју Лознице. Од новембра 2016. године прелази да ради за компанију "Ракита" на пословима истраживања металних минералних сировина Cu и Au у подручју Бора. Од октобра 2017. године до данас ради за компанију "Rio Sava" на пословима истраживања неметалних минералних сировина В и Li на подручју Лознице.

Далибор Ерак, дипл. инг. геологије уписао је докторске студије у октобру 2010. године, на студијском програму Геологија, на Рударско-геолошком факултету, Универзитет у Београду. Почетком 2011. године уписује се у оквиру дељеног програма докторских студија на Факултет природних наука, ВРИЈЕ Универзитета у Амстердаму, а током 2012. године наставља студијски боравак у Холандији на Факултету геонаука, Универзитет Утрехт. Пројекат дељених докторских студија је финансиран од стране Холандског истраживачког центра за интегрисане основне природне науке (ISES). У оквиру ових студија током 2011. године одлази на стручно усавршавање на ВРИЈЕ Универзитет, где као студент - гост на дељеном пројекту докторских студија, прати одабране курсеве, учествује у лабораторијској припреми узорака и сепарацији апатита и циркона за FT анализе, као и на издвајању циркона из узорака плутона, за одредбу апсолутне старости U-Pb методом. Током 2012. године поново одлази на стручно усавршавање на Факултету природних наука, ВРИЈЕ Универзитета у Амстердаму, где прати одабране курсеве. Студијски боравак у Холандији наставља на Факултету геонаука, Универзитет Утрехт, где учествује у микроскопској анализи петролошких препарата и изводи микроструктурна проучавања и кабинетску статистичку обраду прикупљених података са истраживаног подручја.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Далибора Ерака, дипломираног инжењера геологије, под насловом "Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца" написана је на 9+152+5, укупно 166 страна стандардног А4 формата, на српском језику, латиницом, а садржи 125 слика, 117 фотографија, 3 табеле и 109 литературних референци. Саставни део докторске дисертације је и један прилог А3 формата, у форми компилационе дигитализоване геолошке карте Јастрепца.

Докторска дисертација је подељена у 12 функционално повезаних поглавља:

1. Увод
2. Општи део
3. Методе истраживања
4. Преглед ранијих истраживања

5. Литостратиграфска својства геолошких формација Јастрепца са околином
6. Палеогеографски афинитети стратиграфских јединица и њихова геотектонска припадност
7. Корелација јастребачке јединице са тектоно-стратиграфским јединицама у региону
8. Тектонски склоп и структурна својства подручја Јастрепца
9. Резултати одредбе старости ексхумације
10. Реконструкција тектоно-термалне еволуције јастребачке доме
11. Дискусија
12. Закључак

Већина поглавља садржи више потпоглавља. Дисертација има и нумерисано поглавље Литература, прилог у форми компилационе дигитализоване геолошке карте Јастрепца, биографију аутора и стандардне изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије докторског рада и условима коришћења докторске дисертације.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

Структура докторске дисертације је организована тако да се у првом делу текста дају информације о примењеној методологији, а затим следе презентације резултата изведених истраживања и њихова дискусија и интерпретација.

У првом поглављу су дате информације о мотивима и циљевима истраживања, која су била оријентисана ка истраживањима процеса формирања орогена у конвергентно-колизионим амбијентима и ефектима њихове накнадне екстензионе ексхумације.

Друго поглавље приказ основних података о географским, геоморфолошким, хидрографским и саобраћајним карактеристикама истраживаног подручја.

Треће поглавље је оријентисано ка презентацији примењених метода истраживања. Током реализације планираних истраживања примењене су теренске, лабораторијске и кабинетске методе истраживања. Теренска кинематска истраживања су укључивала мерења фолијације, набора, анализу дуктилних зона смицања и асоциране екстензионе линеације, раседа и других катакластичних деформација комбинованих са опсервацијама пост-кинематских покрета и ротација. Лабораторијска истраживања су била усмерена ка проучавањима микроструктурних својстава дуктилних и структура кртог лома, затим ка изотопским одредбама старости магматских стена и моделовањима тектоно-термалне еволуције подручја Јастрепца. Кабинетски рад је за циљ имао синтезу свих сазнања у функцији генерисању научно прихватљивих геодинамичких модела тектонске еволуције подручја контакта између Динарида и Карпато-балканида.

Четврто поглавље садржи хронолошки приказ резултата ранијих проучавања геолошке грађе подручја Јастрепца са широм околином, укључујући и регионалне тектонске синтезе.

Пето поглавље садржи детаљни приказ литостратиграфских својстава геолошких формација истраживаног простора. Прво су описани најстарији метаморфити високог степена промена и херцински гранитоиди, затим следе описи метамофних стена ниског степена метаморфизма, мезозојских офиолитских и седиментних стена, термоконтактно промењених стена и интродованих гранодиорита, неогених басенских седимената и на крају описи седиментних секвенци квартарних депоната.

Шесто поглавље садржи анализу података од значаја за одређивање палеогеографских

афинитета стратиграфских јединица и њихове геотектонске припадности. Полази од постојећих тектонских рејонизација, укључујући традиционалне тектонске рејонизације и савремена схватања, која узимају у обзир литостратиграфска својства стенских формација истраживаног простора. Следи анализа фазне тектонске еволуције подручја контакта тектонских јединица Карпата и Динарида у времену од горње јуре до плиоцена. Важан део поглавља је анализа навлачно-наборних структура, која полази од дефинисања опште тектонске геометрије Јастрепца као доме, а која је изграђена од две тектонске јединице: Моравске и Јастребачке јединице. Јастребачка јединица је даље подељена у две локалне субјединице: Бољевачко-вукањску и Ломничку субјединицу. На крају поглавља је презентирана корелација литостратиграфских јединица подручја Јастрепца, које су обједињене у три палеогеографско-тектонске јединице: Адрију којој припадају литостратиграфски садржаји Јадар-Копеоик јединице, затим подручје Јастрепца које укључује литостратиграфске садржаје Бољевачко-вукањске и Ломничке субјединице, и подручје Европе које чине литостратиграфски садржаји Супрагетикума и Српско-македонског масива.

Седмо поглавље садржи корелацију тектоно-стратиграфских јединица подручја Јастрепца са тектоно-стратиграфским јединицама југоисточне Европе. Метаморфисана секвенца Јастребачке јединице је слична другим секвенцама ексхумиране дисталне маргине Адрије. Метатурбидити Ломничке јединице, који су претрпели постепени пораст метасоматизма под утицајем централно утиснутог плутона Равниште, могу се корелисати са дубоководним синконтракционим турбидитима дубокоморског рова и пелашким седиментима сличне старости, који су распрострањени у целокупном домену Сава зоне. Истој стратиграфској секвенци припадају метатурбидити Ломничке јединице, који представљају еквиваленте ових седимената, таложених у проксималнијем подручју дубокоморског рова, а преко којих је извршено навлачење садржаја Српско-македонске масе. Метаморфисани меланж Бољевачко-вукањске јединице интерпретиран је као промењени еквивалент офиолитског меланжа, који је опсервиран свугде испод Западних Вардарских офиолита. Испод њега, метаморфна секвенца је еквивалент неметаморфисане седиментне сукцесије дисталне адријске јединице. Интерпретација се темељи на чињеници да се по правилу горњокредни турбидити Сава зоне налазе у средишњем тектонском положају, тектонски покривени јединицама европске маргине (Српско-македонска маса/Моравска јединица), а који су заједно навучени преко садржаја пасивне маргине Адрије, односно формација које су део Јадар-Копеоик тектонске јединице.

Осмо поглавље елаборира тектонски склоп и структурна својства подручја Јастрепца. Издвојене су три три крупне структурно-тектонске јединице: Моравска, Јастребачка и јединица Супрагетикума. Ове крупне структурно-тектонске јединице се карактеришу различитим структурно-тектонским садржајима и вишефазном деформационом еволуцијом. На основу својстава интерних тектонских садржаја у доменима наведених структурно-тектонских јединица издвојене су мање структурно хомогене целине: западни блок Моравске структурне јединице, западни блок Бољевачко-вукањске структурне јединице, централна Ломничка структурна јединица, источни блок Бољевачко-вукањске структурне јединице, источни блок Моравске структурне јединице Великог Јастрепца, источни блок Моравске структурне јединице Малог Јастрепца и структурна јединица Супрагетикума. Руптурне структуре Јастрепца су анализирани интегрално. У тектонском склопу подручја Вукањски расед се истиче као најмаркантнија структура, која представља детамент са правцем пружања северозапад-југоисток, по којем су изведена кретања великих износа праћена ексхумацијом беизмента. У даљем тексту поглавља су за све наведене структурне субцелине анализирана својства наборних структура, укључујући њихову геометрију и суперпозиционе односе. Посебни део овог поглавља је презентација тектонских деформација које су резултат пет сукцесивних деформационих фаза. На основу анализе тектонских структура различитог

реда величина, формираних у различитим условима, утврђено је да је најстарији анализирани деформациони догађај резултирао тектонским транспортом ка истоку (D1), иза кога су уследиле сукцесивне контракционе деформације (D2-D4), док су финална обликовања резултат екстензионих деформација (D5) током којих је изведена ексхумација централно позиционираних гранитоида и околног метаморфизма.

Девето поглавље садржи презентације резултата одредби старости износа и интензитета ексхумације током сукцесивних обликовања тектоно-стратиграфских садржаја у подручју Моравске и Јастребачке јединице. Прво су презентирани резултати одредбе старости гранодиорита методом U-Pb на циркону, а затим термохронолошки резултати "fission track" анализа изведених на апатитима и цирконима. Добијени резултати упућују да Вукањски расед раздваја две области са различитим историјама хлађења. Јединице западно од овог раседа су прошле кроз дуг период горњоолигоценско-миоценског хлађења. Источно од Вукањског раседа у непосредној области његовог повлатног блока, доступне термохронолошке старости указују на хлађење током горње креде.

У десетом поглављу је презентирана реконструкција тектоно-термалне еволуције јастребачке доме. Интерпретације су изведене на основу података кинематских истраживања, података ниско-температурне термохронологије и одредбе апсолутне старости интрузива Равниште U-Pb методом. Овим истраживањима утврђена вишефазна еволуција обухвата догађаје од горњокредне ексхумације у подручју контакта између Моравске јединице и Супрагетикума, затим најмлађе кредно-еоценске фазе контракције и утискивања плутона Равниште, који су били везани за крупнији тектонски догађај навлачења Моравске јединице преко Јастребачке јединице, а који је испољен увођењем ових јединица у дубље делове литосфере, смицањем, метаморфизмом и континуираним контракцијама, до њихове коначне горњоолигоценско-миоценске ексхумације у површинске нивое, механизмом екстензионог детачмента, чиме је као крајњи резултат формирана јастребачка дома. Ова обликовања су изведена кроз пет сукцесивних деформационих догађаја.

Једанаесто поглавље садржи дискусију добијених података у контексту регионалне геолошке еволуције подручја контакта између јединица европског и адријског афинитета. Прво се дискутују подаци коришћени за дефинисање горњокредног детачмента на контакту између Моравске јединице и Супрагетикума. У наставку се дискутује кинематика вишефазне екстензије кроз поређење резултата тектонске анализе подручја Јастрепца са резултатима из ширег окружења.

Дванаесто поглавље садржи закључак у коме су у краткој форми дати најважнији резултати до којих се дошло током реализације истраживања тектоно-термалне еволуције подручја Јастрепца.

На крају дисертације дат је попис коришћене литературе.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Докторска дисертација кандидата Далибора Брака, дипломираног инжењера геологије, под насловом "Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца" садржи презентације резултата истраживања тектонске еволуције подручја Јастрепца који су резултат примене најсавременијих поступака проучавања тектонских склопова. Поред модерне структурне анализе, примењен је метод изотопске одредбе старости магматита, а за потребе реконструкције тектоно-термалне еволуције и ексхумације подручја примењена је методологија термохронолошке "fission track" анализе, која је

изведена на апатитима и цирконима. Одређивање термохронолошких старости је било од критичног значаја за дефинисање износа и интензитета ексхумације током различитих деформационих фаза у подручју Моравске и Јастремачке јединице. Ниско-температурна термохронологија је комбинована са кинематском студијом, а са циљем да се прецизно одреде временски оквири деформационих фаза и установе износи вертикалних кретања изазвани овим деформацијама. У делу студије који се баве ексхумацијом, приступ са одређивањем старости "fission track" методом примењен је на упарене цирконе и апатите. Добијени резултати омогућили су реконструкцију историје хлађења тектонских јединица подручја Јастремца.

Овакав приступ истраживањима, праћен свеобухватном анализом добијених података, резултирао је потпуно новим и аутентичним интерпретацијама тектонске еволуције истраживаног подручја и новим одредбама палеотектонских афинитета дела тектоно-стратиграфских садржаја Јастремца.

На основу „Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду“ и Извештаја из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације, утврђена је количина подударана текста од 6%. Установљени степен подударности је последица цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из дисертације, што је у складу са чланом 9. наведеног Правилника. Текст који је анализиран, у изјави ментора оцењен је као оригинална докторска дисертација.

Узевши у обзир методологију примењену током извођења истраживања, резултате до којих се дошло током реализације истраживачког програма и резултате софтверске анализе текста, несумњиво је да докторска дисертација представља савремено и оригинално научно дело.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током реализације истраживања која су резултирала анализираним докторском дисертацијом коришћена је литература представљена са 109 литературних референци. Од тога је један део класична, раније публикована, литература која се односи на стратиграфске карактеристике формација и традиционалне тектонске рејонизације. Већи део литературе је из категорије савремених научних радова који се односе на тектоно-стратиграфску и посебно тектоно-термалну проблематику различитих подручја у Србији и околним земљама. Такође, део коришћених референци се односи на примењене методске поступке. Кандидат је у обзир узео сву релевантну литературу која се делом односи на истраживани простор, а делом на геолошки слична подручја у окружењу, што је резултирало докторском дисертацијом која представља интерпретацију тектоно-термалне еволуције подручја Јастремца, изведену применом најсавременијих истраживачких поступака.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Током реализације научних истраживања тектоно-термалне еволуције подручја Јастремца примењене су:

- I. Теренске методе истраживања, усмерене на прикупљање података о литостратиграфским и тектонским својствима формација,
- II. Кабинетске методе истраживања, оријентисане ка генерисању научно прихватљивих геодинамичких модела тектонске еволуције подручја сутуре и

III. Лабораторијске методе истраживања, усмерених ка проучавањима микроструктурних својстава дуктилних и „britl“ структура, затим ка изотопским одредбама старости магматских стена и моделовањима тектоно-термалне еволуције.

У оквиру теренских метода истраживања изведено је детаљно геолошко картирање контактних зона између крупних тектоно-стратиграфских јединица. Поред прикупљања података о литолошким својствима формација прикупљени су и подаци о положају и кинематици тектонских структура. Опсервиране су структуре из домена "britl" деформација удружене са кинематским индикаторима кретања (стрије, ридлове равни) и структуре из домена дуктилних деформација, као што су милонитске зоне, набори, стречинг линеација, шир банд, сигма класти и сл. Дуктилне структуре су анализирани на терену и у оријентисаним препаратима. Посебна пажња је била усмерена ка утврђивању хронологије различитих деформационих догађаја.

Током кабинетских проучавања анализирана је публикована литература везана за проблематику и идејна решења геолошке грађе и тектонских односа различитих литолошких и тектонских јединица, у широј околини планине Јастребац. У овој фази су тестирани потенцијални геодинамички модели примењиви за истраживано подручје. Такође је изведена статистичка обрада прикупљених литолошких и кинематских података, као и термохролошких података добијених лабораторијским анализама.

Лабораторијска истраживања су била у функцији анализе узорак узетих током теренских истраживања. Прикупљени узорци су подвргнути одговарајућим лабораторијским анализама. Део узорак је припремљен као оријентисани препарати, који су коришћени за микроскопска проучавања дуктилних микро структура. Део узорак из плутона је коришћен за одређивање апсолутне старости магматита U-Pb методом. Ниско-температурна термохронологија је метода често комбинована са кинематским студијама са циљем да се прецизно одреде временски оквири деформационих фаза и установе износи вертикалних кретања изазвани овим деформацијама. Из узорак за "fission track" анализе су након припреме издвојени минерали апатита и циркона, који су затим били изложени зрачењу. Овако припремљени узорци су анализирани у лабораторијским условима. Узевши у обзир примењену методологију истраживања, може се констатовати да су проучавања изведена применом савремених и мултидисциплинарних истраживачких поступака који су дали нове податке коришћене за интерпретације тектоно-термалне еволуције подручја Јастрепа са околином.

3.4 Применљивост остварених резултата

Резултати истраживања презентирани у докторској дисертацији имају примену у домену научне области динамичка геологија. Интерпретације палеотектонских афинитета литостратиграфских јединица подручја Јастрепа, интерпретације фазне еволуције тектонских склопова и реконструисана тектоно-термална еволуција подручја су иновативни погледи на геолошку грађу централне Србије. Као такви су основа за регионалне корелације и синтезе тектоно-стратиграфског карактера. Такође, презентирани нови подаци и интерпретације имају значајну употребну вредност у иновирању наставних јединица универзитетских курсева који се односе на тектонску еволуцију и рејонизацију Србије. Резултати тектонске студије Јастрепа су незаобилазна основа за сва даља проучавања тектонске еволуције ексхумираних метаморфних комплекса у Србији и околним земљама.

3.5 Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Кандидат је показао да је у стању да самостално решава научне проблеме и да влада научним и истраживачким методама од значаја за проблематику решавану кроз израду докторске дисертације. Тема коју је обрађивао је захтевала мултидисциплинарни приступ

истраживањима, а кандидат је показао самосталност и аналитичност у раду, као и систематичност у решавању постављених истраживачких питања. Докторанд је истраживања ослонио на изванредно практично искуство у извођењу истраживања геолошке грађе, која је стекао дугогодишњим радом у неколико компанија. Од значаја је да је у потпуности реализовао планирани обим истраживања и дао одговоре на сва истраживачка питања која су била дефинисана на почетку истраживања. Резултати истраживања су презентирани међународној стручној јавности у раду који је публикован у часопису категорије M21. На основу резултата презентираних у докторској дисертацији и имајући у виду укупни истраживачки ангажман, може се закључујемо да је кандидат способан за самосталан научно-истраживачки рад.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ остварених научних доприноса

Циљ реализованих истраживања докторске дисертације под називом „Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца“ је био:

1. Корелација тектоно-стратиграфских садржаја и дефинисање палеогеографских афинитета тектонских и стратиграфских јединица у подручју Јастрепца.
2. Дефинисање интерног структурног склопа издвојених тектонских јединица и интерпретација хронологије деформационих фаза.
3. Корелација неогених зона екстензионих детачмента, који су накнадно реактивирали постојеће кредно-еоценске навлаке, са издвојеним миоценским екстензионим детачментима околних терена.
4. Дефинисање кинематике екстензионе зоне у близини пола ротације, контролисане миграцијом екстензије у правцу повлатних блокова зона детачмента.
5. Интерпретација регионалних структура са великим износом кретања, као што су детачменти, у функцији прецизнијег одређивања праваца тектонског транспорта, у поређењу са резултатима анализе руптурних структура нижег реда величина.

Сумарно, резултати изведених истраживања су допринели бољем разумевању компликоване геотектонске грађе Јастрепца. Такође, реконструисана је полифазна тектоно-термална еволуција истраживаног подручја. Резултати истраживања су важан део до сада недостајућих података, и основа су за квалитетне регионалне корелације тектонских и депозиционих догађаја у геолошкој еволуцији подручја колизије између тектонских плоча Европе и Адрије. Резултати комбинованих структурних и термохронолошких истраживања подручја Јастрепца показују вишефазну тектонску еволуцију орогена, екстензиону субсиденцију у испредлучном басену за време субдукције и изалучну екстензију регионалних размера у непосредној близини пола ротације. На планини Јастребац је откривена зона смицања великих размера по којој је извршена горњокредна ексхумација њених источних падина током гравитационих смицања повлатног блока по зони детачмента. Ова зона смицања је интерпретирана као горњокредни детачмент, дуж кога су високометаморфисане стене Српско-македонске јединице у подини доведене у непосредан контакт са нискометаморфисаним стенама навлачног система Супрагетикума у повлати. За време D1 деформационог догађаја генерисане су дуктилне структуре, представљене локалним зонама смицања, σ - и δ -кластима формираних смицањем порфиробласта фелдспата и граната и лискунима сочивастиг облика, који сви заједно указују на тектонски транспорт ка истоку. Ова дуктилна смицања бочно нестају или навише прелазе у катакластичне до “britl” структуре, као што су нормални

раседи са сличним кретањима ка истоку и ка југоистоку, што указује да су деформације биле повезане са ексхумацијом до плићких структурних нивоа. Установљено је, слично са запажањима у околним областима, да је екстензиони догађај био праћен периодом горњокредно-еоценске контракције и магматског утискивања током континенталне колизије између европских и адријских јединица. У подручју Јастрепца, ово је забележено сукцесивним догађајима увођења јединица у дубље нивое субдукционе зоне и метаморфизма током D2 фазе, када је формирана S2 фолијација са благим падовима на оба крила доме која представља фолијацију аксијалних равни F2 изоклиних набора, затим D3 смицања праћених тектонским транспортом ка западу манифестованих S-C структурама, зонама смицања, σ -кластима формираним од смицаних фелдспата или кварцних интеркалација, синхроних асиметричних набирања и формирања реверсних "britl" раседа, као и финалног формирања отворених усправних симетричних набора, истовремених и генетски повезаних са утискивањем централног плутона у току последње контракционе D4 фазе. Тектонска инверзија опсервирана у централној Јастребачкој јединици је последица касније фазе, највероватније навлачења типа "out of sequence", којима су испресецане раније субдуковане адријске јединице и турбидити Сава зоне. Ово је било праћено активирањем другог екстензионог детацмента током периода горњоолигоценско-миоценске екстензије, која је повезана са отварањем већег Панонског басена на северу. Последњом деформационом фазом (D5) формиране су "britl" и дуктилне структуре. Овом фазом екстензије ексхумиране су претходно субдуковане и метаморфисане адријске јединице и седименти Сава зоне у језгру екстензионе доме.

Метаморфисана секвенца Јастребачке јединице у језгру доме је слична другим секвенцама ексхумиране дисталне маргине Адрије, заједно са офиолитима и метаморфисаним седиментима Сава зоне који леже преко ње. Узимајући у обзир улазак Сава сутуре у дубље делове субдукционе зоне и њен метаморфизам у области Јастрепца и накнадну екстензиону ексхумацију у језгру велике доме, горњокредно-палеогени грубозрни метатурбидити Ломничке јединице представљају еквиваленте дубоководних синконтракционих турбидита дубокоморског рова и пелашких седимената сличне старости из домена Сава зоне. Грубозрни метатурбидити Ломничке јединице су исте старости као пелашки седименти са интеркалацијама офиолитског детритуса, који су експонирани на источном крилу Копаоника и представљају еквиваленте ових седимената, таложених у проксималнијем подручју дубокоморског рова, преко којих је извршено навлачење Српско-македонске масе. Метаморфисани меланж Бољевачко-вукањске јединице представља метаморфисани еквивалент офиолитског меланжа, који је опсервиран свугде испод Западних Вардарских офиолита. Метаморфна секвенца, позиционирана испод овог меланжа, представља еквивалент неметаморфисане седиментне сукцесије дисталне адријске јединице.

У истраживаном подручју, метаморфисани еквиваленти турбидита Ломничке јединице се налазе у тектонски најнижој позицији, испод метаморфисаних адријских еквивалената Бољевачко-вукањске јединице, што је у вези са секвенцом навлачења којима су високо метаморфисане стене Бољевачко-вукањске јединице увучене у дубље нивое литосфере у односу на Ломничку јединицу. Екстензиона дома Јастрепца је формирана у подини већег детацмента, који је реактивирао већ постојеће навлачне контакте и формирао широку зону смицања у повлати Српско-македонске јединице. Непосредна просторна близина истраживаног подручја и позиције пола ротације око вертикалне осе, асоциране са екстензијом у јужном Панонском басену, утицала је на варијабилност праваца екстензије, која је опсервирана дуж пружања Динарида и њиховог контакта са Карпатима. Други ефекат непосредне близине пола ротације представља дуг период екстензије, која је започета са мањим интензитетом током горњег олигодена-доњег миоцена, а убрзана током средњег-горњег миоцена.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Докторска дисертација докторанда Далибора Ерака садржи више поглавља у којима су презентирани резултати изведених истраживања. У поглављу о литостратиграфским својствима геолошких формација налазе се резултати ранијих истраживања, значајно иновирани новим подацима о међусобним односима јединица и њиховим литолошким својствима. Кандидат је поред опсежних теренских истраживања, анализирао и серију петролошких препарата скоро свих литолошки различитих чланова метаморфних и седиментних формација истраживаног подручја. У тексту су поред дескрипција препарата дате и њихове фотографије, које су значајно унапредиле презентацију састава литостратиграфских јединица.

У делу који се односи на интерпретацију палеогеографских афинитета и геотектонске припадности стратиграфских јединица, поред општеприхваћених мишљења различитих аутора, презентирана је и нова интерпретација. Ово се пре свега односи на палеогеографски афинитет метаморфисаних седимената и офиолита који се у тектонској суперпозицији налазе између подинских садржаја метаморфисаних кредно-палеогених турбидита и повлатних садржаја кристалина Српско-македонске тектонске јединице. Метаморфисани меланж који се запажа у Бољевачко-вукањској јединици схваћен је као метаморфисани еквивалент офиолитског меланжа, који је опсервиран свугде испод Западних Вардарских офиолита. Подинска метаморфна секвенца је еквивалент неметаморфисане седиментне сукцесије дисталне адријске јединице.

Потпуно нове интерпретације тектонских склопова Јастрепа се могу наћи у елаборацији тектонског склопа и структурних карактеристика истраживаног подручја. Поред ауторове тектонске рејонизације, поглавље садржи аутентичну презентацију интерних својстава издвојених тектонских јединица и приказ сукцесивних деформационих фаза реконструисаних за време млађег мезозоица и кенозоика. Такође су потпуно нови подаци о старости дела гранитоидне интрузије и резултати термохролошких проучавања који су били у функцији аутентичне реконструкције тектоно-термалне еволуције доме Јастрепа.

Имајући у виду до сада публиковане научне радове сличне проблематике, садржај докторске дисертације, постављене циљеве истраживања, савремену релевантну литературу, као и стање научних истраживања из домена динамичке геологије, Комисија констатује да је кандидат у потпуности испунио постављене циљеве истраживања. Подаци и интерпретације до којих се дошло током израде докторске дисертације су оригинални и примењиви у домену науке и практичних истраживања. Такође, представљају одличну основу за све будуће интерпретације тектонске еволуције и рејонизације простора Србије.

4.3. Верификација научних доприноса

Научни допринос верификован је радом који је објављен у међународном часопису категорије M21, на коме је докторанд првопотписани аутор. Публиковани рад садржи податке и интерпретације који су резултат истраживања реализованих током докторских студија кандидата.

Рад у међународном часопису – M21:

Erak, D., Matenco, L., Toljić, M., Stojadinović, U., Andriessen, P.A.M., Willingshofer, E., Ducea, M.N., 2016: *From nappe stacking to extensional detachments at the contact between the Carpathians and Dinarides – The Jastrebac Mountains of Central Serbia*. Tectonophysics 710–711, 162–183. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2016.12.022>

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Далибора Брака, дипломираног инжењера геологије, под насловом "Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца" представља савремен и аутентичан приказ тектоно-термалне еволуције подручја Јастрепца. Утемељен је на дугогодишњим, добро организованим и методски добро осмишљеним истраживањима која су изведена применом најсавременијих истраживачких поступака. Подаци коришћени за анализу и презентирани интерпретације су резултат аутентичних докторандових истраживања. Такође, Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације, након прегледа докторске дисертације, констатује да докторска дисертација испуњава све законске и остале услове за јавну одбрану. Комисија констатује да је докторска дисертација написана према важећим стандардима научно-истраживачког рада, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Статутом Рударско-геолошког факултета и критеријуме које је прописао Универзитет у Београду. Такође, Комисија је мишљења да резултати публиковани у докторској дисертацији представљају значајан и аутентичан допринос познавању геолошке грађе Србије.

Комисија, на основу горе наведеног, предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета у Београду да се докторска дисертација кандидата Далибора Брака, дипломираног инжењера геологије, под насловом "Тектоно-термална еволуција контакта Динарида и Карпато-балканида у подручју Јастрепца" изложи на увид јавности, прихвати и затим упути на усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду.

Комисија:

др Маринко Тољић, редовни професор,
ментор, Универзитет у Београду,
Рударско-геолошки факултет

др Урош Стојадиновић, доцент,
Универзитет у Београду, Рударско-
геолошки факултет

др Дивна Јовановић, виши научни
сарадник, Геолошки завод Србије