

ИЗВЕШТАЈ
О УРАЂЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

1. УВОД

Наслов и обим дисертације

Наслов докторске дисертације кандидата Слободана Радусиновића, дипломираног инжењера геологије, гласи: *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"*.

Дисертација садржи:

- 427 страна рачунарски обрађеног текста А4 формата, укључујући додатке, односно 337 страна текста А4 формата без додатака,
- 55 табела у тексту дисертације,
- 93 слика и графика у тексту дисертације,
- 29 фотографија,
- 1 графички прилог након нумерисаног текста,
- 10 додатака – табеларно приказаних резултата истраживања,
- 181 литературни навод у списку литературе и 43 извештаја фондовског карактера.

Хронологија одобравања и израде дисертације

Научно-наставно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 28. априла 2015. године донело је Одлуку о именовању Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације Слободана Радусиновића, дипл. инж. геологије, под насловом: *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"* (документ број 1/161 од 29.04.2015. године).

Научно-наставно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 21.05.2015. године, усвојило је позитиван Извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације под насловом: *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"*. За ментора је именован др Раде Јеленковић, редовни професор (документ број 1/200 од 25.05.2015. године).

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 08.06.2015. године донело је Одлуку којом се даје Сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Слободана Радусиновића, под насловом: *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"* на Рударско-геолошком факултету (документ број: 61206-2514/2-15 од 08.06.2015., примљено на РГФ 12.06.2015. године број 1/254).

Научно-наставно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 29.09.2016. године, донело је Одлуку о продужењу рока за израду докторске дисертације Слободана Радусиновића, дипл. инж. геологије, под насловом: *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"*, до завршетка школске 2016/2017. године (документ број 1/484 од 04.10.2016. године).

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 23.02.2017. године, именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Слободана Радусиновића под насловом *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"* (документ број 1/24 од 01.03.2017. године).

Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидата Слободана Радусиновића, дипл. инжењера геологије, припада научној области Геологија, односно ужој научној области Економска геологија (Студијски програм Геологија, модул Економска геологија, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет). За ментора је одређен др Раде Јеленковић, редовни професор Универзитета у Београду - Рударско-геолошки факултет, ужа научна област Економска геологија.

Биографски подаци о кандидату

Слободан Радусиновић је рођен у Никшићу 05.07.1971. године. Средње образовање је стекао 1989. године, после завршене Природно-математичке гимназије, Смер Математика у Никшићу. Редовне студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду завршио је 1996. године на Геолошком одсеку, Смер за истраживање лежишта минералних сировина. Докторске студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, Геолошки одсек уписао је 2009. године.

Слободан Радусиновић је у сталном радном односу у ЈУ Завод за геолошка истраживања, Подгорица од 1997. године. Од 2000. године, после положеног Стручног државног испита у Министарству привреде Црне Горе, ради на месту Самостални геолог – пројектант. Уз пројектантске послове од 2003-2009. године обављао је и послове Руководиоца Сектора за регионалну геологију, минералне сировине и концесије за минералне сировине. Године 2009. именован је за вршиоца дужности директора Завода за геолошка истраживања и те послове је обављао до 2010. године. Заменик је директора Завода за геолошка истраживања од 2010. године.

Кључне научне и стручне квалификације Слободана Радусиновића су:

- Пројектовање и реализација пројеката геолошких истраживања;
- Учешће у реализацији пројеката геолошких истраживања у својству сарадника за област истраживања лежишта минералних сировина;
- Руковођење међународним пројектима у области истраживања и експлоатације минералних сировина у Црној Гори;
- Израда и публикавање научних и стручних радова;
- Руковођење у матичној институцији;

- Сарадња са другим институцијама, органима Владе Републике Црне Горе, министарствима и агенцијама на пољу истраживања и валоризације минералних ресурса, просторног планирања и заштите животне средине.

Слободан Радусиновић је члан Црногорског геолошког друштва и његов председник од 2010. године. Именован је за члана Јединице за процену пројеката Министарства економије у Влади Црне Горе (2008-2010), члана Стучних државних комисија за оверу резерви минералних сировина (2005-2015), члана Радне групе за припрему преговора о приступању Црне Горе Европској унији за преговарачко поглавље 27 – Животна средина (2013. и даље), као и члана Одбора за геологију и географију Црногорске академије наука и умјетности (2014. и даље).

Слободан Радусиновић је у досадашњем раду, као руководиоца или сарадника, ангажован у реализацији више дугорочних пројеката из области основних, тематских и детаљних геолошких истраживања у Црној Гори. Најзначајнији радови кандидата су:

- Металогенетско–прогнозна карта бокситоносног подручја између Мораче и Никшићког поља, 1:50.000 (1997-2002);
- Геохемијска карта Црне Горе 1:200.000 (2000-2003);
- Карта минералних сировина Црне Горе 1:200.000 (2000-2004);
- Истраживање елемената ријетких земаља у бокситима Никшићке Жупе (2005-2006 и 2012-2016);
- Геолошка студија за потребе израде Националне стратегије за ванредне ситуације у Црној Гори (2005);
- Израда концесионих елабората за различите врсте чврстих минералних сировина у Црној Гори (2005-2009);
- KAP Site Feasibility Study- Evaluation of geological data and reporting (2010).

Слободан Радусиновић је аутор или коаутор више од четрдесет пројеката истраживања и елабората о резервама различитих врста минералних сировина у Црној Гори (1998-2015). Руководилац је више међународних пројеката које Завод за геолошка истраживања реализује у оквиру различитих облика сарадње на регионалном и европском нивоу:

- Implementation of CLC2006 in the West Balkan Countries, EEA, (2006-2008);
- Harmonized European Land Monitoring - Coordination of national activities for land monitoring, Seventh Framework Programme, (2010-2013);
- Implementation of CLC2012 in the West Balkan Countries, EEA, (2012-2014);
- Sustainable Aggregates Planning in South East Europe – SNAP-SEE, South East Europe Programme (2012-2014);
- European Marine Observation and Data Network Geological data – EMODnet Geology 2 Project, EC Service Contract, (2014-);
- Mineral deposits of public importance – MINATURA 2020, Developing a concept for a European minerals deposit framework, Horizon 2020, (2014-).

Учесник је три програма у оквиру међународне сарадње, и то:

- Western Balkans Environmental Programme, Study Tour – Slovak Republic, Slovak experience in environmental management and remediation of priority mine sites (2009) и
- CEI Know-how Exchange Programme (KEP), Central European Initiative, Capacity building and transfer of knowledge for increasing and improving professional skills in the field of secure, clean and efficient energy in Albania, Montenegro and Serbia, Podgorica - Trst, (2014).

- 2016 Seminar on Geological Mineral Resources Administration for Officials from Countries along the "One Belt One Road": Beijing, Shanghang, Zijin and Xiamen; CHINA MINING 2016, Tianjin, China (2016).

Слободан Радусиновић од 1997. године ради на комплексним геолошким истраживањима минералних ресурса боксита у Црној Гори. Прикупио је, систематизовао и детаљно анализирао бројне податке геолошких истраживања које је сумарно приказао на више геолошких, металогенетских и геохемијских карата Црне Горе и у пратећим тумачима. Од посебног значаја су геолошко-економска, минералозна и геохемијска истраживања лежишта боксита и асоцијације елемената ретких земаља који су за њих просторно и генетски везани.

Вишегодишње радно искуство, а посебно самастални теренски и кабинетски рад, систематичност, остварени резултати досадашњих истраживања и познавање светске литературе из предметне области, Слободана Радусиновића су у потпуности квалификовале за рад на одобреној теми докторске дисертације. Као аутор или коаутор, објавио је 25 научно-стручних радова из области геологије у часописима и зборницима радова са домаћих и међународних конгреса и конференција, а који се односе на истраживања и валоризацију чврстих минералних сировина, геопросторне податке, затим еколошку и педолошку проблематику. Технички је уредник три књиге Посебних издања Геолошког гласника, и, од 2015. године, главни уредник Геолошког гласника, часописа који издаје Завод за геолошка истраживања.

Од наведених 25 радова, Слободан Радусиновић је аутор два рада који су публиковани у часописима међународног значаја.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Слободана Радусиновића садржи следећа основна поглавља:

- Увод
- Општа геолошка обиљежја карстних боксита
- Карстни боксити Црне Горе
- Историјат истраживања и проучавања јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница
- Географске карактеристике, геолошка грађа и тектоника рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница
- Стратиграфија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница
- Лежишта и појаве јурских боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница
- Минерални састав и геохемијске карактеристике јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница
- Дискусија и интерпретација резултата истраживања
- Генетски модел јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница

- Прогнозни ресурси јурских боксита и елемената ријетких земаља у бокситима рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница
- Закључак
- Литература
- Прилози и додаци

Кратак приказ појединачних поглавља

У *Уводу* докторске дисертације кандидат Слободан Радусиновић, дипл. инж. геологије, даје осврт на садашњи степен истражености боксита у Црној Гори. Наглашава да су посебно значајна лежишта црвених боксита јурске старости и, у оквиру њих, према продуктивности и перспективама даљег развоја минерално-сировинске базе, рудни рејони Војник-Маганик и Прекорница. У оквиру истог поглавља дефинише циљеве истраживања (интерпретација положаја боксита у простору и времену, тумачење генезе лежишта, прогнозна оцена ресурса црвених боксита и елемената ретких земаља у бокситима) и примењену методiku рада. Следи кратак преглед примењених метода теренских и лабораторијских истраживања, као и метода математичко-статистичке обраде добијених резултата.

У поглављу *Опита геолошка обиљежја карстних боксита*, кандидат Слободан Радусиновић на основу прегледа и анализе великог броја литературних података, даје преглед генетских и индустријских типова лежишта боксита у свету. Наводи да су лежишта боксита класификована на различите начине од стране бројних аутора (више од 20 класификација), од прве из 1926. године, до класификације из 2009. године, према којој су лежишта боксита груписана у: лежишта распадања, седиментна и метаморфисана лежишта. Детаљно описује бокситне провинције у свету, посебно се задржавајући на Средоземној провинцији, којој припадају и лежишта Црне Горе, Србије, Хрватске и суседних земаља. Врши њено поређење са осталим провинцијама са аспекта количине боксита која се налази у изучаваним лежиштима. У истом поглављу приказује и стратиграфију лежишта карстних боксита, везујући их за различите периоде у развоју Земљине коре и даје њихов опис. Посебно издваја јурске боксите (мезозоик), наводећи да, на основу литературних података, ови боксити у укупним минералним ресурсима боксита у свету, учествују са 5%, односно са 315 милиона тона.

Следи подпоглавље *Геолошке карактеристике лежишта карстних боксита*. У овом поглављу разматра осам различитих морфоструктурних типова лежишта боксита, врши детаљну анализу стена које се налазе у њиховој подини и повлати, и анализира минерални састав карстних боксита. Наглашава да група тзв. бемитских боксита којој припадају лежишта у рејонима Војник-Маганик и Прекорница, у светским резервама боксита учествује са 23%, што је сврстава на друго од осам издвојених типова руда. Врши детаљну анализу минералног састава боксита, дајући и опис минерала гвожђа, титана и других елемената који се у њима налазе.

У истом поглављу детаљно анализира и елементе ретких земаља у карстним бокситима. Наглашава да су они од значаја за утврђивање металогенетских карактеристика боксита а, нарочито за утврђивање порекла матичног материјала. Наводи бројне литературне изворе који се односе на елементе ретких земаља у бокситима и описује њихове специфичности.

Следи део дисертације који се односи на анализу бројних хипотеза о генези лежишта карстних боксита. Анализирајући их, кандидат посебну пажњу посвећује пореклу матичног материјала од кога су настали боксити, начину транспорта бокситног материјала, анализи средина у којима су лежишта створена, а затим даје кратак приказ теорија о генези карстних боксита у Црној Гори – од теорије "*terra-rossa*" (1966), до издвајања четири основна типа лежишта црвених боксита (примарна, колувијално-делувијално-пролувијална, преталожена у морима, преталожена и рекама и језерима) из 2000. године.

Поглавље *Карстни боксити Црне Горе*, садржи следећа подпоглавља: а) Осврт на геолошки развој, б) Металогенетска рејонизација и в) Палеогеографски и палеотектонски услови јужног дела Динарида током мезозоика. У овом, графички богато илустрованом поглављу, кандидат је приказао геолошку грађу и геисторијски развој терена Црне Горе, положај минералних ресурса боксита у простору и времену, њихову поделу према старости у боксите који су настали у доба тријаса, јуре, креде, палеогена и неогена, као и металогенетску рејонизацију терена Црне Горе са аспекта карстних боксита. Наглашава да лежишта карстних боксита Црне Горе припадају Динарској металогенетској провинцији а, затим, на основу резултата сопствених истраживања и резултата истраживања других аутора, лежишта и појаве боксита у теренима Црне Горе групише у 5 металогенетских субзона и зона, 9 рудних рејона, 30 рудних поља и одређује металогенетску позицију боксита у рудним рејонима Војник-Маганик и Прекорница.

Следи део који се односи на Палеогеографске и палеотектонске услове јужног дела Динарида током мезозоика. Наводи се да су сложени и веома значајни за проучавање генезе боксита; детаљно их образлаже и графички илуструје, првенствено се базирајући на резултатима истраживања других аутора.

У поглављу *Историјат истраживања и проучавања јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница*, кандидат Слободан Радусиновић хронолошки приказује методе и остварене резултате геолошких истраживања терена Црне Горе и минералних ресурса боксита од 1838. до 2017. године. Тежиште приказа је на раздобљу 1946-2010. године и, посебно, 1960-1990. год., јер су тада вршена и најинтензивнија истраживања боксита у Црној Гори.

Следи преглед хемијских, минералних и геохемијских проучавања боксита, приказ метода истраживања и добијених резултата. Кандидат, на основу истих, класификује лежишта боксита према средњем хемијском саставу руде у три групе: високо-, мање- и некавалитетна лежишта а затим, врши поделу боксита према минералном саставу на бемитске, бемитско-каолинитске и каолинитско-бемитске. У истом поглављу детаљно приказује и резултате геохемијских испитивања боксита из периода 1966-2005. године и средње садржаје микроелемената у лежиштима боксита из рејона Војник-Маганик и Прекорница. Наглашава да су у ранијем периоду од елемената ретких земаља испитивани углавном само Y и La, на релативном малом броју узорака.

У даљем тексту дисертације кандидат Слободан Радусиновић, даје критички осврт на досадашња истраживања. Упоредује резултате истраживања за рејоне Војник-Маганик и Прекорница, наглашавајући да они нису истог степена изучености.

Поглавље *Геолошке карактеристике, геолошка грађа и тектоника рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница* је од изузетног значаја за предмет обраде дисертације. Богато је илустровано графичким прилозима, литолошким стубовима, геолошким профилима, фотографијама, микрофотографијама рудних и других препарата и табелама. Не упуштајући се у детаљан приказ свих презентованих података, наглашавамо да је у овом поглављу, као и у поглављу које следи (*Стратиграфија јурских боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница*), Слободан Радусиновић на бази вишегодишњих истраживања у којима је лично учествовао, у геолошкој грађи бокситоносних рејона Војник-Маганик и Прекорница, издвојио творевине перма, тријаса, јуре, креде, палеогена и квартара. Одређује географску припаданост терена подручју југоисточних Динарида, а у геотектонском смислу, тектонској зони Високи крш, односно Кучкој тектонској субјединици. Наглашава да су јурски карстни боксити формирани на карстификованом палеорељефу у чијој грађи учествују карбонатни седименти горњотријаске, лијаске и догер-оксфордске старости, као и да су стварање карстних депресија различитих облика и величина и интензивна палеокарстификација нарочито изражени у кречњацима горњотријаске старости, у којима се налазе и највећа и најзначајнија лежишта црвених боксита у Црној Гори. На основу анализе бројних података, а нарочито геолошких услова, текстурних, минералošких и геохемијских карактеристика боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, кандидат изводи закључак да боксити припадају типу примарних (*in situ*) лежишта. Закључује да преко јурских боксита и карбонатног палеорељефа различите старости, на читавом простору дискордантно леже трансгресивни слојевити и банковити кречњаци горњег кимерица и титона. Детаљно их описује и приказује њихове односе са бокситима и творевинама подине. Сви изнети закључци су богато поткрепљени аналитичким подацима и графички илустровани.

Поглавље *Лежишта и појаве боксита у рејонима Војник-Маганик и Прекорница* садржи детаљан приказ лежишта и појава боксита у изучаваним рејонима (укупно 62 лежишта и појаве). Јурски боксити су груписани према стенама које се налазе у њиховој подини, на: а) јурске боксите формиране на карбонатним седиментима горњотријаске старости, б) јурске боксите који леже на лијаским карбонатним седиментима и в) јурске боксите на догер-оксфордским карбонатним седиментима.

Сва лежишта и појаве боксита су приказана униформно и богато су графички илустрована. Њихов положај је приказан на геолошким картама и плановима, грађа и облици на карактеристичним геолошким профилима, а текстуално подаци о облицима рудних тела, њиховим димензијама, текстурним, структурним и минералošким карактеристикама боксита, као и резервама и квалитету минералне супстанце. Закључак је да се најзначајнија лежишта боксита у рејону Војник-Маганик налазе на горњотријаском карбонатном палеорељефу. Рудна тела примарних и непоремећених лежишта црвених карстних боксита насталих *in situ* у доњем делу граде масивни мркоцрвени пелитоморфни боксити често са ситним оолитима и присутним избељивањем. Преко њих следе боксити са ситним оолитима и ретким пизолитима, а потом оолитично-пизолитични боксити. Преко боксита се у вертикалном профилу редовно налази слој бокситних глина различите дебљине, а потом и трансгресивни карбонатни седименти горњојурске старости. Преко јурских боксита и палеорељефа, налазе се трансгресивни слојевити и банковити кречњаци кимериц-титона представљени са три пакета, сагласно подели јурских карбоната у Спољашњим Динаридима.

Поглавље *Минерални састав и геохемијске карактеристике јурских боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница* је од изузетног значаја за тему докторске дисертације. Заснива се на резултатима вишегодишњих самосталних и тимских истраживања аутора дисертације. Богато је илустровано графичким прилозима, табелама, микрофотографијама, графиконима и пратећим базама података. Добијени резултати су приказани у више посебних целина: 1) Резултати хемијских, геохемијских (ICP-MS) и минералošких (DTA и TG) испитивања, 2) Резултати геохемијских испитивања (ICP-AES/MS) – оксиди, микроелементи и елементи ретких земаља, 3) Резултати проучавања методом рендгенске дифракције (XRD), 4) Резултати проучавања боксита методом скенирајуће електронске микроскопије са енергетско-дисперзивним спектрометром SEM-EDS), а затим су математичко-статистички обрађени применом различитих метода ради поузданије анализе и интерпретације добијених резултата са аспекта дефинисања порекла и генезе боксита.

Следи поглавље *Дискусија резултата* које је и једно од најзначајних у дисертацији и представља оригинални научни допринос кандидата. Не упуштајући се у детаљну дискусију остварених резултата, изнећемо неколико значајнијих елемената:

- Минералošким испитивањима (DTA и TG, XRD и SEM-EDS) кандидат је утврдио да је главни носилац алуминије у лежиштима рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, минерал бемит. Од осталих минерала су присутни: каолинит, хематит, гетит и анатас. Детектовани су још монацит и ксенотим; REE карбонати-Ce и Nd, илменит, магнетит, мотрамит, биотит, К-фелдспат, циркон и други. Веома јака позитивна корелација елемената ретких земаља са P и Sr указује на важну улогу минерала фосфора као главних носилаца елемената ретких земаља. Присуство резидуалног и аутигеног монацита и ксенотима јасно указује да први минерали ретких земаља потичу из примарних извора, док су други формирани у првим фазама бокситизације матичног материјала, у оксидационој средини.
- Детаљним испитивањима више стотина проба боксита из репрезентативних лежишта, доказана је вертикална дистрибуција елемената из групе ретких земаља. Уочено је да се значајно повећање садржаја REE налази у доњем делу рудних тела и да постоји висока корелација између лаких, средњих и тешких лантанида.
- Геохемијским проучавањима боксита [хемијске и геохемијске анализе (ICP-MS); оксиди, микроелементи и елементи ретких земаља (ICP-AES/MS)] и статистичком обрадом података, укључујући униваријантне, биваријантне и мултиваријантне методе, утврђено је да се у процесу бокситизације матичног алумосиликатног материјала излужују Si, Na, K, Ba, Rb и Mg, а да се акумулирају Al, Ti, Fe, Zr, Cr, Ga, Th, U и V. У доњем делу бокситних тела се концентришу P, Sr, Sc и са њима Y и остали REE. Ова група хемијских елемената је повезана са Ca, Ni, Co и Mn.
- Сви анализирани узорци показују негативну Eu аномалију са релативно малим распоном, док аномалије Ce показују двојачко понашање. Анализа добијених резултата о односу Eu/Eu* и Sm/Nd у бокситима из анализираних лежишта рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, као и литературних података о карстним бокситима Црне Горе, Турске, Грчке и Италије, те могућим изворишним стенама, показују да су јурски карстни боксити рејона Војник-Маганик и Прекорница најсличнији карстним бокситима Турске и кредним карстним бокситима Италије.

Индицирају шкриљце, пешчаре и интермедијарне магматске стене као могуће изворишне стене.

- Према односу садржаја Ni и Cr, међутим, карстни боксити рејона Војник-Маганик и Прекорница, груписани су заједно са осталим јурским и кредним бокситима Турске, Грчке, Италије, Србије и Словеније, што указује да је порекло алумосиликатног материјала од кога потичу јурски боксити везано за магматске стене базичног састава.

Поглавље *Генетски модел јурских боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница* је синтетичко-аналитичког карактера. Базира на резултатима истраживања бројних истраживача, поткрепљених сопственим истраживањима аутора, што му даје посебан квалитет. Кандидат је на основу доступних информација формирао хипотетички генетски модел, који обухвата општи приказ услова и начина формирања лежишта црвених карстних боксита. Посебно је значајно да су отворена и многа нова питања која ће бити предмет будућих истраживања. Изложени модел обухвата следеће целине: а) Палеогеографски услови, б) Порекло и транспорт матичног материјала, в) Настанак примарних лежишта карстних боксита и г) Генеза преталожених лежишта карстних боксита.

Аутор закључује да је генеза лежишта црвених карстних боксита Црне Горе блиско повезана са сложеним процесима геоисторијске и геотектонске еволуције знатно ширег простора од онога на коме се она данас налазе. Наглашава да палеогеографски односи и палеотектонски процеси у подручју Медитерана током јуре нису у потпуности дефинисани, што има значајан негативни одраз на утврђивање порекла матичног бокситоносног материјала. Сматра да изворни материјал највероватније потиче из офиолитског комплекса Западних вардарских офиолита, који представља супра-субдукциони тип офиолита острвских лукова, са интензивном појавом ефузивног вулканизма. Наводи да је врло вероватно да су вулкански пепео и/или материјал са кора распађања на вулканитима матични материјал од којег су формиран јурски карстни боксити. На основу анализе бројних података палеогеографских анализа, изводи тезу да је транспорт материјала од кога су настали боксити примарно био еолски, односно да је путем ветра принет на карстне, острвске просторе. Такође, наводи да је у условима тропске и суптропске климе, повременим и бујичним токовима алумосиликатни материјал спираан и секундарно акумулиран у формиране палеокарстне депресије у којима је вршена његова даља бокситизација.

У поглављу *Прогнозни ресурси јурских боксита и елемената ретких земаља у бокситима рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница*, кандидат Слободан Радусиновић на основу анализе бројних података истраживања и спроведене прогнозне оцене, закључује да укупни ресурси црвених јурских карстних боксита у рудним рејонима Војник-Маганик и Прекорница, износе 78 милиона тона. Анализирајући садржаје елемената ретких земаља, степен истражености и количину доказаних резерви, лежишта и појаве боксита сврстава у три групе: I) врло перспективна лежишта; II) перспективна лежишта и III) лежишта и појаве са малим степеном перспективности.

У I групу убраја лежишта: Заград 3, Биочки Стан, Ливеровићи и Борова брда; у II групу лежишта: Штитово 1 и 2, Кутско брдо, Ђураков до, Јаворак (Коњско), Црвено прло, Црвењаци, Страшница, Буавице, Смрекова главица, Међугорје, Плачник, Алина

локва и Јаворак (Студено), а у III групу, лежишта и појаве: Гребеници, Бршно, Миланковац, Иванковац, Розин врх, Метерис, Лаз и Ђевич бор.

Разматрајући актуелни степен истражености лежишта, наглашава да је тешко говорити о економској оправданости експлоатације и прераде боксита за производњу елемената ретких земаља и евентуално других микроелемената чије су повишене концентрације констатоване у јурским бокситима рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница. Као карактеристичну илустрацију наведеног наводи да би концентрације ΣREE у износу од 5613,67 ppm у лежишту Заград – рудно тело 3 нпр., само из прва два приподинска метра боксита, у идеалним условима, дала 5,614 kg метала REE у 1 t боксита. У економском смислу, вредност REE би износила укупно 2518,88 US\$, не рачунајући остале микроелементе. Вредност Y + LREE би била 245,68 US\$, што је знатно више од садашње тржишне вредности формиране на бази цене алуминијума. Наводи, такође, и важну чињеницу да у прилог оправданости даљих проучавања могућности производње лантанида из боксита говори и податак да Црна Гора располаже ограниченим резервама висококвалитетних боксита који имају примену у алуминијумској индустрији и да велики део резерво припада групи нискоквалитетних и неквалитетних боксита. Ако би се даљим истраживањима доказале економски интересантне концентрације лантанида и других микроелемената, и дефинисала схема њихове технолошке прераде са одговарајућим искоришћењима рудне супстанце, створила би се могућност њиховог коришћења независно од индустрије алуминијума.

У *Закључку* дисертације кандидат Слободан Радусиновић сумира резултате својих проучавања минералних ресурса боксита у рудним рејонима Војник-Маганик и Прекорница и наводи да на основу до данас спроведених истраживања постоје реалне основе за доношење закључка о високој перспективности овог подручја у погледу проналажење нових економски значајних концентрација те минералне сировине али и елемената из групе ретких земаља, као и квалитативно бољој, комплексној валоризацији постојећих лежишта.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Савременост, оригиналност и значај

Докторска дисертација кандидата Слободана Радусиновића под насловом *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"*, представља оригинално дело које на савремен, научно заснован начин третира проблематику геолошко-металогенетских проучавања боксита и њихових минералошко-геохемијских испитивања ради комплексног коришћења у привреди. Спроведена теренска, лабораторијска и кабинетска истраживања базирају на постојећим и значајним новоприкупљеним подацима о геолошкој грађи и квалитативно-квантитативним карактеристикама лежишта, појава и потенцијално рудоносних средина у рудним рејонима Војник-Маганик и Прекорница. Током рада на докторској дисертацији кандидат је значајно допринео утврђивању садржаја микроелемената а, посебно елемената ретких земаља у изучаваним геолошким објектима, њиховој геостатистичкој анализи и адекватном вредновању свих изучаваних објеката, што је у Црној Гори први пут на овај начин урађено за предметну минералну сировину. Са научног аспекта веома је значајна констатација да одређени типови

боксита и њихова лежишта у изучаваним рејонима имају велику перспективност са аспекта могућег комплексног коришћења, што омогућава правилно усмеравање будућих истражних радова. Овим докторска дисертација добија и изразито практичан значај.

Закључци који су изнети у докторској дисертацији кандидата Слободана Радусиновића су применљиви у различитим областима привреде, а нарочито у области избора стратешких приоритета за даља геолошка истраживања ресурса боксита и ретких земаља, затим у области пројектовања нових геолошких истражних радова и експлоатацији боксита, у изради стратегије и политике развоја минерално-сировинског комплекса Црне Горе, изради националне политике и стратегије одрживог коришћења необновљивих минералних ресурса и др. Све претходно поменуте области примене изнетих закључака дисертације имају посебан значај за развој сировинске базе Црне Горе.

Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације кандидат Слободан Радусиновић је користио бројну литературу из области опште и историјске геологије, геотектонике, науке о лежиштима минералних сировина, генезе рудних лежишта, а нарочито боксита, метода проспекције и истраживања боксита и метода њиховог испитивања. Референтна литература је обухватила целокупно поље интересовања кандидата, односно најзначајније публикације које се односе на проблематику боксита у Црној Гори, али и у свету. Најстарији публиковани подаци које је кандидат користио потичу из 1940. године, а најновији из 2017. године. Кандидат је такође користио и бројне студије, елаборате и пројекте истраживања лежишта и појава боксита у Црној Гори.

Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Кандидат Слободан Радусиновић је за потребе израде докторске дисертације користио неколико основних група метода:

- теренске методе геолошке и геохемијске проспекције, геолошког картирања и систематског опробавања
- аналитичке методе за проучавање боксита
- савремене методе геостатистичке, односно математичко-статистичке обраде аналитичких података
- методе прогнозно-металогенетске оцене ресурса боксита у анализираним рудним рејонима са оценом минералне потенцијалности.

Теренске методе проспекције и систематског опробавања извршене су у складу са савременим најбољим праксама које се примењују у свету и код нас.

Аналитичке методе су обухватиле стандардне, одавно прихваћене методе, и нове аналитичке методе испитивања ресурса боксита, сагласно светским стандардима и осталим међународно препорученим методима испитивања. Значајан део података, кључних за извођење научно заснованих закључака о садржају, дистрибуцији и генези ретких елемената из групе ретких земаља, добијен је применом следећих инструменталних метода: ICP-MS, DTA и TG, ICP-AES/MS, XRD и SEM-EDS.

Прогнозно-минерагенетска оцена минералних ресурса јурских карстних боксита у рудним рејонима Војник-Маганик и Прекорница са оценом минералне потенцијалности, подразумевала је бројне активности које су у основи обухватиле:

- прикупљање и систематизацију свих релевантних геолошких података о лежиштима и појавама боксита,
- приказ и анализу геолошке грађе средина локализације лежишта и појава боксита,
- приказ и анализу геолошких карактеристика појединачних лежишта и појава боксита са посебним освртом на минералне и хемијске карактеристике минералне сировине и њихов квалитет,
- анализу минерално-сировинског потенцијала рудних рејона и
- избор приоритетних терена за даља истраживања и предлог врста даљих активности.

Оцена применљивости и верификације остварених резултата

Резултати научних истраживања кандидата Слободана Радусиновића су високог степена применљивости. Њихова практична примена се огледа у следећем:

- реалном сагледавању садашњег стања и потенцијала минералних ресурса и рудних резерви јурских карстних боксита Црне Горе,
- формирању основе за предлог даљих истраживања јурских карстних боксита и даље активности ради увећања минерално-сировинске базе боксита и њиховог комплексног коришћења;
- избору приоритетних подручја за даља геолошка истраживања ресурса јурских карстних боксита Црне Горе.

Резултати научних истраживања кандидата Слободана Радусиновића су научно верификовани у више публикација националног и међународног значаја, у часописима категорије M21, M23, M34 и M52.

Оцена способности кандидата за самостални рад

Изработом докторске дисертације кандидат Слободан Радусиновић је доказао да поседује зрелост научног истраживача и да је способан да се бави самосталним научним радом али и да учествује у раду научно-истраживачких тимова као њихов руководилац и члан. Кандидат је самостално водио четири истраживачка пројекта о бокситима у Црној Гори, из којих је проистекла ова докторска дисертација.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Приказ остварених научних резултата

Научни допринос ове дисертације је остварен у:

- Систематизацији и класификацији претходних сазнања о испитиваном простору, проспекцији и истраживању лежишта боксита;
- Проучавању и систематизацији резултата испитивања на суседним и сличним бокситоносним теренима, са акцентом на лежишта карстних боксита у Србији, Хрватској, Италији, Турској и у другим земљама;

- Реализацији обимних и разноврсних теренских геолошких радова (геолошка проспекција, снимање литостратиграфских и детаљних геолошких стубова, израда геолошке карте) са циљем детаљнијег упознавања са начином појављивања, литолошким, тектонским, седиментолошким и минералолошким, геохемијским и другим карактеристикама боксита, срединама и условима њиховог стварања;
- Систематском опробовању економски значајних и геолошки репрезентативних лежишта и појава боксита, обимним специјалистичким испитивањима (седиментолошка, биостратиграфска, минералолошка, хемијска, спектрохемијска, геохемијска и технолошка);
- Утврђивању минералолошких, седиментолошких и геохемијских карактеристика боксита, као и садржаја елемената у траговима који су битни за технолошку валоризацију сировине;
- Анализи врсте и дистрибуције микроелемената а, нарочито, елемената из групе ретких земаља;
- Изради формационо-металогенетске анализе и издвајању рудоносних формација, разјашњавању услова њиховог стварања и међусобних односа;
- Утврђивању потенцијалности истраживаног подручја у погледу минералних ресурса боксита и елемената из групе ретких земаља, и
- Дефинисању методологије даљих истраживања и проучавања и комплексне валоризације боксита.

Критичка анализа резултата истраживања

На основу прегледа релевантне научне литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, може да се констатује да су резултати истраживања у тези значајни и да су применљиви у пракси. Истовремено, на основу увида у задате циљеве истраживања и резултате представљене у докторској дисертацији, можемо закључити да су пружени одговори на сва релевантна питања и решени проблеми са којима се кандидат сусрео у току истраживања.

Истакли би смо да је у овој докторској дисертацији први пут систематски извршено детаљно геохемијско проучавање боксита у рудним рејонима Војник-Маганик и Прекорница у Црној Гори, поуздано су утврђени елементи из групе ретких земаља, начин њиховог појављивања, садржаји и дистрибуција у већем броју лежишта, односно указано је на могућност комплексне валоризације боксита. Резултати који су остварени поменути проучавањима боксита и њиховог састава, омогућиће боље усмеравање будућих истражних радова.

Значајан део остварених резултата се односи на анализу услова и генетског модела лежишта. Издвојени су различити типови боксита на подлогама различите старости и литолошког састава, извршена је њихова међусобна корелација и утврђена веза између генетских услова стварања боксита и њихових минералолошко-квалитативних показатеља. Резултати добијени овим проучавањима представљају пример како убудуће треба радити на сличној проблематици.

Очекивана примена резултата у пракси

Резултати научних истраживања кандидата Слободана Радусиновића су високог степена применљивости. Њихова практична примена се огледа у следећем:

- дефинисању методологије даљих проучавања минералних ресурса боксита у Црној Гори;
- сагледавању садашњег стања и потенцијала минералних ресурса јурских, карстних боксита у Црној Гори, а посебно као потенцијалних извора за добијање елемената из групе ретких земаља;
- формирању основе за избор метода даљих истраживања ресурса карстних боксита ради увећања минерално-сировинске базе и њиховог комплексног коришћења;
- избору приоритетних подручја за даља геолошка истраживања минералних ресурса боксита у Црној Гори.

Целокупним досадашњим радом и оствареним резултатима истраживања, кандидат Слободан Радусиновић је дао велики допринос развоју науке и струке у Црној Гори, и то не само кроз објављене радове и саопштења на стручним и научним конференцијама, већ и преко бројних извештаја, студија и елабората о резултатима истраживања лежишта боксита и других минералних сировина.

Верификација научних доприноса

Кандидат Слободан Радусиновић, дипл. инж. геологије је у време израде докторске дисертације део остварених резултата истраживања публиковао на више научних и стручних скупова и у публикацијама домаћег и међународног значаја. Од посебног научног и практичног значаја за докторску дисертацију су следеће публикације:

М21 – Рад у часопису међународног значаја (врхунски међународни часопис)

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. *Geology* (2/47); IF₂₀₁₅ - 3.819, ISSN: 0169-1368, Publisher: Elsevier, <http://dx.doi.org/10.1016/j.oregeorev.2016.05.026>

М23 – Рад у часопису међународног значаја

1. Amaury, F., Lenaerts, T., Radusinović, S., Spalević, V., Nyssen, J. (2016): The regional geomorphology of Montenegro mapped using Land Surface Parameters, *Zeitschrift für Geomorphologie/Annals of Geomorphology*, Vol. 60/1, pp. 21-34; DOI: 10.1127/zfg/2016/0221, IF₂₀₁₅ - 1.103, ISSN: 0372-8854, e-ISSN: 1864-1687, Publisher: Schweizebart science publisher, <http://www.schweizerbart.de/papers/zfg/detail/60/85507/>

М34 – Саопштења са међународних скупова штампана у изводу

1. Spalević, V., Lenaerts, T., Nyssen, J., Radusinović, S., Amaury, F. (2015): A regional geomorphological map of Montenegro prepared from Land Surface Parameters, 6th International Symposium "AgroSym 2016", Abstract

М52 – Рад у часопису националног значаја

1. Radusinović, S., Jovanović, B., Božović, D., Čović, R., Asanović, D. Radošević, I. (2015): SNAP-SEE Projekat u Crnoj Gori / Snap-SEE Project in Montenegro; *Geološki*

glasnik, Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, UDK: 55/56, ISSN 0435-4249; COBISS.CG-ID 37922; Knj. XVI, str. 183-206.

2. Pajović, M., Radusinović, S. (2015): Stratigrafija boksita Crne Gore/ Stratigraphy of bauxites in Montenegro; Geološki glasnik, Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, UDK: 55/56, ISSN 0435-4249, COBISS.CG-ID 37922; Knj. XVI, str. 27-57.
3. Radusinović, S. (2016): Ležišta mineralnih sirovina od javnog značaja u Crnoj Gori. Glasnik Privredne komore Crne Gore, Privredna komora Crne Gore, ISSN 0350-5340, Godina LII, Broj 7-8, str. 82-87, <http://www.privrednakomora.me/multimedia/glasnik>

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Кратак осврт на дисертацију у целини, на научне доприносе конкретној научној области и методологији, на примену у пракси и на способности кандидата.

Докторска дисертација кандидата Слободана Радусиновића под насловом *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"* представља оригинално научно дело посвећено проучавању и истраживању ресурса боксита али и развоју и примени савремених метода њиховог испитивања. Према предмету обраде, примењеној методици истраживања и оствареним резултатима, докторска дисертација припада ужој научној области Економска геологија. Према оствареним резултатима истраживања и извршеној оцени потенцијалности изучаваних рудних рејона, иста се може применити и као модел изучавања других врста минералних ресурса у Црној Гори и у ширем региону.

Научни значај докторске дисертације и њен допринос огледају се у проучавању и дефинисању геолошких и металогенетских карактеристика минералних ресурса јурских црвених карстних боксита у рудним рејонима Војник-Маганик и Прекорница у Црној Гори, са посебним освртом на њихове минералошке и геохемијске карактеристике, садржај и дистрибуцију елемената из групе ретких земаља и њихову потенцијалну економску валоризацију. Примењена методика оцене потенцијалности терена представља и значајан управљачки и коригујући алат који пружа могућност интегралног сагледавања могућности управљања будућим истраживачким радовима не само на овој, већ и другим минералним сировинама.

Апликативни значај дисертације огледа се у чињеници да је дефинисана оптимална методика истраживања и испитивања ресурса боксита, које се одликују бројним специфичностима у односу на друге минералне сировине.

Израдом докторске дисертације и оствареним резултатима истраживања чији је део приказан у шест научних радова од чега су два публикована у часописима међународног значаја (категорија М21 и категорија М23), кандидат је доказао да влада савременим методама проучавања и оцене минералних ресурса и да је способан да врши израду комплексних геолошких и прогнозно-металогенетских студија на различитим нивоима и стадијумима истраживања.

Предлог Комисије наставно-научном већу

На основу свега изложеног сматрамо да докторска дисертација *"Металогенија јурских карстних боксита рудних рејона Војник-Маганик и Прекорница, Црна Гора"* представља оригинално научно дело из уже научне области Економска геологија.

Предлажемо Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да прихвати позитиван Извештај о урађеној докторској дисертацији, као и да кандидата Слободана Радусиновића, дипломираног инжењера геологије, позове на усмену одбрану пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 6. 03 2017. године

Чланови Комисије,

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

2. Др Владимир Симић, редовни професор
Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

3. Др Јован Ковачевић, виши научни сарадник
Геолошки завод Србије, Београд