

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ

Наставно-научном већу

Предмет: Реферат комисије о урађеној докторској дисертацији кандидата мр Владана Кашића, дипломираног инжењера геологије

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду број 1/216 од 25. септембра 2017. године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Владана Кашића, дипломираног инжењера геологије, под насловом:

"МИНЕРАГЕНИЈА ЗЕОЛИТСКИХ ТУФОВА СРБИЈЕ".

Након прегледа достављене докторске дисертације и других пратећих докумената, Комисија је сачинила следећи

РЕФЕРАТ

1. УВОД

1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације

Научно-наставно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду донело је Одлуку о именовању Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације кандидата мр Владана Кашића, под насловом: *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"* (документ бр 1/240 од 01. октобра 2013. године).

Научно-наставно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 28.11.2013. године, усвојило је Извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације кандидата мр Владана Кашића, под насловом: *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"*. За ментора је именована др *Драгана Животић*, ванредни професор (документ број 1/338 од 03.12.2013. године).

Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 24.02.2014. године донело је Одлуку којом се даје Сагласност на предлог теме докторске дисертације Владана Кашића, под насловом: *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"* на Рударско-геолошком факултету (документ број: 61206-6116/2-13 од 24.02.2014., примљено на РГФ 28.02.2014. године број 1/82).

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 21.09.2017. године, именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата Владана Кашића, под насловом: *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"* (документ број 1/216 од 25. септембра 2017. године).

1.2. Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидата мр Владана Кашића, дипломираног инжењера геологије, припада научној области **Геонауке**, односно ужој научној области Економска геологија (Студијски програм Геологија, Универзитет у Београду - Рударско-геолошки факултет). За ментора је одређена др Драгана Животић, ванредни професор на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, ужа научна област Економска геологија.

1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат мр Владан Д. Кашић рођен је 18.11.1962.год. у Краљеву. Основну школу и гимназију завршио је у Рашкој. Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду – Геолошки одсек, Смер за Истраживање лежишта минералних сировина уписао је 1981. године, одслужио војни рок и факултет завршио 22. 09. 1987. године са просечном оценом 8,06. На последипломским студијама на истом смеру магистрирао је 11.07.1995. године са тезом *"Компаративна анализа досадашњих истраживања златоносних наноса Пека и предлог њихове оптимизације"*. У фебруару 2003. године положио је стручни испит чиме је стекао лиценцу за израду геолошких пројеката и елабората за потребе истраживања различитих врста минералних сировина.

Од 1990. до 2001. године кандидат Владан Кашић ради на Техничком факултету у Бору, као асистент на предметима Истраживање лежишта минералних сировина, Минералологија и петрографија и Минералошке методе испитивања минералних сировина. У Институт за технологију нуклеарних и других минералних сировина (ИТНМС) прелази 2001. године, где је и сада запослен као истраживач сарадник, а бави се истраживањем лежишта минералних сировина, пројектовањем геолошких истражних радова, израдом Извештаја о извршеним геолошким истраживањима, израдом и одбраном Елабората о резервама лежишта различитих минералних сировина од којих су најзначајније:

- Лежишта зеолита, кречњака, бентонита и других неметала,
- Лежишта Pb-Zn, Au, Ag, W, Cu и других метала

Током 2004. и 2005. године руководио је комплетним геолошким истраживањима зеолита Сланаца, по Пројекту геолошких истраживања зеолитских туфова код села Сланци у Београдском Дунавском Кључу и израдом комплетног Извештаја о извршеним истраживањима са детаљном карактеризацијом зеолита поменутог налазишта.

Кандидат Владан Кашић је учествовао на 4 пројекта (области-технолошки развој и рударство и енергетика) Министарства просвете, науке и технолошког развоја републике Србије, у оквиру којих има 9 прихваћених техничких решења. У току досадашњег рада објавио је више од 80 радова и саопштења објављених у домаћим и страним часописима и на конференцијама, од тога 3 у тематском зборнику међународног значаја (M14), 1 у врхунском међународном часопису (M21), 2 у међународном часопису (M23) и 3 у часописима међународног значаја верификованих посебном одлуком (M24), 1 предавање по позиву са међународног скупа штампано у целини (M31), 48 саопштења на међународним скуповима штампаних у целини (M33), 4 рада у водећем часопису националног значаја (M51), 1 рад у часопису националног значаја (M52), као и 14 саопштења на националним скуповима, 13 штампаних у целини (M63) и 1 штампан у изводу (M64).

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Наслов докторске дисертације кандидата мр Владана Кашића, дипломираног инжењера геологије, гласи: *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"*.

Дисертација садржи:

- 168 нумерисаних страна рачунарски обрађеног текста А4 формата,
- 26 табела у тексту дисертације,
- 45 слика и графикона у тексту дисертације,
- 190 литературних навода у списку литературе.

2.1. Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација кандидата Владана Кашића садржи следећа основна поглавља:

- Увод
- Карактеристике зеолита-зеолитских минерала и историјат истраживања и проучавања зеолитских туфова Србије
- Геологија лежишта зеолитских туфова Србије
- Минералозна и геохемијска пручавања зеолитских туфова Србије
- Генеза зеолитских туфова Србије
- Прогнозни ресурси зеолитских туфова Србије
- Утврђивање примене различитих типова зеолита у различитим гранама привредне делатности
- Закључак
- Литература
- Биографија
- Прилог 1 – Изјава о ауторству
- Прилог 2 – Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада
- Прилог 3 – Изјава о коришћењу

На почетку дисертације дати су кратак Сажетак на српском и енглеском језику и Садржај дисертације, док су Биографија аутора као и Изјаве о ауторству, истоветности штампане и електронске верзије рада и коришћењу дате на крају дисертације. По својој форми и садржају, поднети рад задовољава све стандарде докторске дисертације.

2.2. Кратак приказ појединачних поглавља

У *Уводу* докторске дисертације кандидат мр Владан Кашић, дипломирани инжењер геологије, даје осврт на досадашњу ситуацију у погледу проналажења лежишта зеолитских туфова на територији Србије, наводи поља примене поменуте минералне сировине и истиче да она представља економски веома важну минералну сировину. Кандидат даље наводи да је остваривањем постављених циљева дисертације и при том извршеним истраживањима и проучавањима у оквиру дисертације дата детаљна карактеризација природних зеолита најзначајнијих српских лежишта, дат прелиминарни генетски модел образовања лежишта зеолитских туфова у терцијарним басенима Србије, при чему су представљени упоредни резултати минералних и кристалохемијских испитивања зеолитских туфова најзначајнијих српских лежишта.

У поглављу *Карактеристике зеолита-зеолитских минерала и историјат истраживања и проучавања зеолитских туфова Србије* аутор даје основне карактеристике природних зеолитских минерала: њихову општу хемијску формулу и

кристалну структуру, из којих проистичу и њихове најважније карактеристике као што су: способност адсорпције (коэффициент катјонске измене) и процеси јонске измене и катализе. Наведене карактеристике природних зеолита омогућавају њихову широку примену у разним областима привредних активности. У другом делу овог поглавља аутор даје историјат истраживања и проучавања зеолитских туфова на територији Србије, где каже да је њихово истраживање и проучавање у Србији почело 60-их и 70-их година 20-ог века када су зеолитски туфови испитивани као сировина за примену у грађевинској индустрији за производњу грађевинских блокова и у цементној индустрији као додатак цементном клинкеру. Од тада датирају и први подаци о наведеним истраживањима зеолитских туфова Србије.

У оквиру поглавља *Геологија лежишта зеолитских туфова Србије* кандидат у дисертацији обрађује и синтетизује резултате дотадашњих проучавања геолошке грађе наших најважнијих лежишта и појава зеолитских туфова, које допуњује сопственим резултатима. Економски најзначајније наслаге зеолитских туфова су створане током неогена интензивном младоалпском тектоно-магматском вишеfazном активношћу на територијама данашњих српских неогених басена као што су: врањски, топлички, крушевачки, криворечки, сокобањски, боговински и западноморавски басен, источни део великоморавског рова као и Фрушкогорско подручје. У оквиру њих се налазе и наша најважнија лежишта зеолитских туфова: Златокоп, Игрош, Опћиште-Беочин, Сланци, Топоница, Јабланица-1 као и бројне друге мање значајне појаве зеолитских минерала.

У поглављу дисертације под насловом *Минералозна и геохемијска пручавања зеолитских туфова Србије* кандидат врши комплексна минералозна истраживања зеолитских минерала из најзначајнијих српских лежишта зеолитских туфова. Тако су: Златокоп (Врањски басен), Игрош, Јабланица 1 (Копаник), Беочин (Фрушка Гора), Топоница (Косовска Каменица) и Сланци (Дунавски кључ код Београда) били предмет детаљних минералозних и геохемијских испитивања за потребе ове докторске дисертације. Наведена испитивања обухватају:

- петрографске анализе лежишта зеолитских туфова Србије;
- рендгенске дифракционе анализе праха зеолитских туфова Србије;
- DTA и TGA анализе зеолитских туфова Србије;
- испитивања зеолитских туфова Србије методом скенирајућег електронског микроскопа (SEM);
- кристалохемијске анализе лежишта зеолитских туфова Србије;
- хемијски састав зеолитских туфова Србије;
- капацитет катјонске измене (ККИ) минерала зеолита у лежиштима зеолитских туфова Србије;
- проучавање термички третираних зеолитских туфова Србије (лежишта Златокоп и "Опћиште"-Беочин).

На основу резултата извршених минералозних проучавања извршена је и компаративна анализа особина зеолитских минерала најважнијих лежишта зеолитских туфова Србије. Кандидат наводи да су зеолитски туфови Србије највећим делом изграђени од зеолитских минерала HEU-типа (хојландита и клиноптилолита), који су присутни у основној маси, где се јављају у облику малих игличастих до плочастих кристала димензија од 0,1 до 100 μm (у асоцијацији са другим силикатним и алумосиликатним фазама приближно сличних специфичних густина). *Кварц* је скоро редовно свеж, типичних анхедралних форми и оштрих ивица. Од *минерала фелдспата* се јављају углавном плагиокласи, од минерала *лискуна* доминантан је биотит, који је делимично измењен – углавном хлоритисан, где се као продукти његове алтерације јављају минерали из групе оксида и хидроксида гвожђа (лимонит – гетит). Као

акцесорни минерали се јављају циркон и апатит, док се у основној маси могу запазити минерали карбоната, као и релативно чести фосили који су најчешће биљног порекла. На основу вишеструких анализа хемијског састава свих наших zeолитских туфова, односно садржаја оксида Si и Al, закључено је да је молски однос Si и Al уједначен, док садржај оксида једновалентних и двовалентних катјона варира од лежишта до лежишта, што је последица различитог састава пратећих минерала: кварц, фелдспати, лискуни, лимонит–гетит, хлорити, вулканско стакло, минерали глина, минерали групе карбоната. Узорци zeолитског туфа испитивани су и методом рендгенске дифракције праха, где минерални састав испитиваних узорака одговара напред наведеним микроскопским испитивањима. На основу резултата диференцијално термичких анализа (DTA) испитиваних zeолитских туфова Србије, може се закључити, да се међу минералима zeолитских туфова јављају разлике које настају током термичког третмана, а које су највероватније у функцији различитог кристалохемијског (минералног и хемијског) састава, односно врсте и садржаја како ванмрежних тако и мрежних катјона, као и термичке стабилности zeолитских туфова. На основу тога zeолитски туф лежишта Златокоп дефинисан је као Са-клиноптилолитски, док су zeолитски туфови лежишта Топоница, Беочин, Сланци и Игрош дефинисани као Са-хојландитски.

У поглављу *Генеza zeолитских туфова Србије* аутор на основу тренутно расположивих података даје прелиминарни генетски модел образовања лежишта zeолита у терцијарним басенима Србије.

Аутор наводи генетске типове лежишта zeолита и истиче да међу њима највећи економски значај имају туфогено-седиментна лежишта zeолита, којима припадају и српска лежишта zeолита. Лежишта zeолитских туфова богата минералима серије хојландита-клиноптилолита, у Србији просторно и генетски су везана за вулканогено-седиментне серије седиментних басена, а настала су као продукт девитрификације вулканског стакла. Језерска или маринска средина имале су велики утицај на дијагенезу седимената и образовање клиноптилолита на рачун вулканског стакла. Минерали zeолита у седиментним стенама неогене старости налазе се у асоцијацији са вулканским и вулканокластичним стенама.

Примарне изворе, то јест матичне стене од којих су настали испитивани zeолити у терцијарним басенима Србије, представљају кисели до интермедијарни вулкански туфови риолитско-дацитског састава, са знатним садржајем стакла. Тај вишефазни вулканизам који се одвијао у оквиру неогена је био експлозивног карактера, тако да се може рећи да се ради о туфовима падавинског типа. С обзиром на експлозивни карактер вулканизма, не може се говорити о класичној мобилизацији материјала, већ само о еолском транспорту финодиспергованог вулканогеног материјала, а у појединим случајевима и редепозицији (преталожавању) депонованог вулканогеног материјала унутар самих седиментационих басена. Након депоновања вулканогеног материјала у воденој средини, долази до интензивне дијагенетске активности, током које се вулканско стакло алтерише у zeолитске минерале. На територији Србије zeолитски туфови и вулканокластичне стене формирану су углавном у лапоровитим седиментима, што указује на релативно мирне услове седиментације и слабо изражене постседиментационе промене у облику површинског распадања zeолита (Беочин) и раседа мањег интензитета, који су проузроковали денивелацију слоја zeолита.

У поглављу дисертације под насловом *Прогнозни ресурси zeолитских туфова Србије* кандидат Владан Кашић даје минерагенетску скицу Србије са прогнозом минерагенетском картом где истиче потенцијално најзначајније неогене басене за проналажење нових лежишта и појава zeолитских туфова. То је на првом месту подручје врањске котлине са већ познатим лежиштима и појавама (Златокоп, Каталенац, Мечковац и др). Поред врањског басена потенцијално најинтересантнији и

најзначајнији су и топлички, крушевачки, криворечки, ваљевско-мионички, посавско-тамнавски, сланачки, сокобањски, боговински и западноморавски басен као и подручје Фрушке Горе, са познатим и раније поменутиим лежиштима и појавама.

У оквиру поглавља *Утврђивање примене различитих типова зеолита у различитим гранама привредне делатности* аутор прво даје области примене природних зеолита у екосистемима, на основу њихових дефинисаних физичких и хемијских карактеристика. Природни зеолитски минерали у заштити животне средине налазе примену у бројним пољима, где се користе као: катализатори у многим реакцијама; молекулска сита и као катјонски измењивачи; адсорбенти нечистоћа у отпадним водама; адсорбенти за радионуклиде – ^{137}Cs ; адсорбенти амонијака и тешких метала; материјал за рекултивацију деградираних земљишта; додатак сточној храни у ветеринарској медицини ради превенције дигестивних проблема код младих животиња; материјал у ветерини и фармацији и др. Природни модификовани зеолит–клиноптилолит се може користити као: адсорбент микотоксина који се налазе у сточној храни; средство за уклањање нечистоћа из воде (неорганских анјона сулфата, фосфата, хромата); средство за деконтаминацију земљишта-радионуклида-уранил јона и др. Кандидат даље даје поступке добијања одређених производа на бази минерала зеолита модификацијом природних минерала зеолита и истиче одређене производе органо зеолита који су плод научноистраживачког рада аутора дисертације и колега научника–истраживача института ИТНМС из Београда, где је кандидат тренутно и запослен.

У *Закључку* дисертације кандидат сумира резултате својих проучавања зеолитских туфова Србије и истиче да је примена одређених група научних метода у истраживању и карактеризацији зеолита Србије, омогућила реализацију постављених циљева и задатака истраживања у оквиру докторске дисертације. Такође наводи да на основу до сада спроведених истраживања постоје реалне основе за доношење закључка да зеолитски туфови седиментних лежишта Србије представљају сировину која је погодна за примену у различитим привредним областима а тиме и економски веома важну минералну сировину

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1. Савременост и оригиналност

Предмет докторске дисертације мр Владана Кашића су бројне појаве и налазишта зеолитских туфова, који чине специфичну минерално-сировинску базу Србије. Докторска дисертација кандидата Владана Кашића под насловом *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"* представља оригинално дело које на научно заснован начин третира врло значајну проблематику минерагенетских проучавања зеолитских туфова Србије и њиховог испитивања са аспекта примене у привреди. У Србији постоји неколико лежишта зеолитских туфова са минералима ХЕУ-типа: Златокоп, Игрош, Опћиште-Беочин, Топоница, Сланци, Јабланица-1, али њихове упоредне особине нису до сада биле детаљно испитане. Спроведена теренска, лабораторијска и кабинетска истраживања базирана су како на постојећим, тако и значајним новим подацима о геолошкој грађи и квантитативно-квалитативним карактеристикама лежишта и потенцијалних подручја на територији републике Србије као ресурса природних зеолита. С обзиром да је примена зеолитских минерала на бројним пољима у различитим екосистемима условљена њиховом потпуном карактеризацијом, то је са научног аспекта веома значајна констатација да резултати најновијих оригиналних минералošких испитивања и проучавања у оквиру ове дисертације омогућавају

оригиналну детаљну карактеризацију и детерминисање српских лежишта природних зеолита.

Претходно изнета констатација дисертације има посебан значај за развој минерално сировинске базе Србије, обзиром да кандидат истиче да зеолитски туфови Србије могу имати широку примену у разним привредним гранама и да на тај начин представљају економски значајну минералну сировину.

3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу

Током израде докторске дисертације кандидат Владан Кашић је користио бројну литературу из области геологије, седиментологије, петрографије, минералологије, проспекције и истраживања минералне сировине зеолитских туфова и метода њиховог испитивања. У докторској дисертацији цитирано је 190 литературних навода, од којих највећи број чине најновији радови објављени у часописима међународног значаја са тематиком значајном за израду докторске дисертације.

Референтна литература је обухватила целокупно поље интересовања кандидата, односно најзначајније публикације које се односе на проблематику зеолитских сировина у Србији, али и у свету. Кандидат је такође користио и више студија, и елабората истраживања лежишта и појава зеолитских туфова на територији Србије.

Из образложења теме докторске дисертације и објављених радова у пријави коју је кандидат поднео, као и из пописа литературе која је коришћена у истраживању, уочава се адекватно познавање предметне области истраживања и актуелног стања у овој области у свету.

Референце које су суштински најважније и најзначајније за истраживање у овој дисертацији су:

- Ackley M. W., Rege S. U., Saxena H., (2003): Application of natural zeolites in the purification. and separation of gases, *Microporous and Mesoporous Materials*, Richarda L.Hay 61, 25-42.
- Baerlocher Ch., Meier W. M., Olson D. H., (2001): Atlas of zeolite types. Publ. Structure Commission of the International Zeolite Association by Elsevier, 308.
- van der Made J., Knežević S., Stefanović I., (2007): A mid-miocene age for the Slanci formation near Belgrade (Serbia), based on a record of the primitive antelope *Eotragus cf. Clavatus* from Višnjica. *Annales Géologiques de la Péninsule Balkanique*, 68, <https://doi.org/10.2298/GABP0701053v..>, 53-59.
- Vasylechko V.O., Gryshchouk G.V., Kuzma Yu.B., Zakordnskiy V.P., Vasylechko L.O., Lebedynets L.O., Kalytovska M.B., (2003): Adsorption of cadmium on acid-modified Transcarpathian clinoptilolite. *Microporous and Mesoporous Materials*, 60, 183-196.
- Galindo C., Ming D.W., Carr M.J., Morgan A., Pickering K.D., Collela C. and Mumpton F.A., (2000): Natural zeolites for the third millenium. De Frede Editore, Napoli, 363-371.
- Gottardi G., Obradovic J.(1978): Sedimentary zeolites in Europe. *Fortschr.Mineral.* 56, 316-366.
- Gottardi G., Galli, E., (1985): *Natural Zeolites*, Springer-Verlag, Berlin, 424.
- Daković A., Tomašević-Čanović M., Rottinghaus G., Dondur V., Mašić Z., (2003): Adsorption of ochratoxin A on octadecylidimethyl benzyl ammonium exchanged-clinoptilolite-heulandite tuff. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 30 (1-2), 157-165.
- Daković A., Tomašević-Čanović M., Dondur V., Rottinghaus G.E., Medaković

- V., Zarić S., (2005): Adsorption of mycotoxins by organozeolites, *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 46 (1), 20-25.
- Daković A., Matijašević S., Rottinghaus G.E., Dondur V., Pietrass T., Clewett C.F.M., (2007): Adsorption of zearalenone by organomodified natural zeolitic tuff. *Journal of Colloid and Interface Science* 311 (1), 8-13.
 - Dedić Lj., Simić V., (1990): Zeolitic tuff from Kosovska Kamenica, XII Kongres na Geolozi na Jugoslavija, Ohrid, 3, 246-259.
 - Dimitrijević R., Tomašević-Čanović M., Obradović J., Dumić M., Vukićević O. (1995): Mineralogical Characterization of Zeolitized tuff from the Miocen Lacustrine Basine of Toponice, Serbia. *Proceedings of the Sofia Zeolite Meeting Natural Zeolites, Sofia 95'*, 241-249.
 - Dimitrijević R., Tomašević-Čanović M., Mojić S., Obradović J. (1997): Mineralogy and geology of zeolitized tuff from the deposit Igroš near Brus, Yugoslavia, 5th International Conference on the Occurrence, Properties and Utilization of natural zeolites, Ischia, Naples, Italy, 135-137.
 - Kašić V., Stojanović J., Radosavljević S., Tošović R., Vukadinović M. (2011): Geology of the deposit zeolitic tuff Slanci near Beograd. 43rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Kladovo 12-15. 10. 2011, Editors: dr Desimir Marković i dr., Publisher: Tehnical Faculty at Bor of The University of Belgrade and Mining and Metallurgy Institute Bor, Serbia, 378-382.
 - Кашић В., Симић В., Животић Д., Радосављевић-Михајловић А., Стојановић Ј. (2017): Минералозна и кристалохемијска својства минерала ХЕУ-типа и лежишта зеолитских туфова Србије, Хемијска Индустрија 71 (1), Београд, 49-60.
 - Kašić V., Životić D., Simić V., Stojanović J., Radosavljević-Mihajlović A., Sekulić Ž i Mihajlović S., (2014): Geology of the Slanci zeolitic tuff deposit near Belgrade (Serbia), 9th International Conference on Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites, Beograd, 105-107.
 - Kragović M., A. Daković, Ž. Sekulić, M. Trgo, M. Ugrina, J. Perić, G. Diego Gatta (2012): Removal of lead from aqueous solutions by using the natural and Fe(III)-modified, Zeolite. *Applied Surface Science* 258.
 - Krajišnik D., Daković A., Milojević M., Malenović A., Kragović M., Bogdanović D.B., Dondur V., Milić J., (2011): Properties of diclofenac sodium sorption onto natural zeolite modified with cetylpyridinium chloride. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces* 83 (1), 165-172.
 - Krajišnik D., Daković A., Malenović A., Djekić L., Kragović M., Dobričić V., Milić J., (2013): An investigation of diclofenac sodium release from cetylpyridinium chloride-modified natural zeolite as a pharmaceutical excipient. *Microporous and Mesoporous Materials* 167, 94-101.
 - Križak D., Maksimović M., Vojnović D., (2014): Jablanica-1–Prospective zeolite deposit, *ТЕХНИКА–рударство, геологија и металургија*, 65, vol. 2, Beograd, 225-230.
 - Langella, A., Cappelletti, P., de' Gennaro R., (2001): Zeolites in Closed Hydrologic Systems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry*, 45, 1, 235-260, DOI: 10.2138/rmg.2001.45.7.
 - Лопичић З., Стојановић М., Милојковић Ј., Грубишић М., Михајловић М., (2011): Нови правци употребе природних зеолита-допринос одрживој будућности, Први симпозијум о управљању природним ресурсима, Бор-Србија, 385-392.
 - Margeta K., Zabukovec Logar N., Šiljeg M. and Farkaš A., (2013): Natural Zeolites in Water Treatment How Effective is Their Use, Chapter 5-Chapter from the book *Water Treatment*, 81-112 p., <http://dx.doi.org/10.5772/50738>.

- Matenco, L. and Radivojević, D., (2012): On the formation and evolution of the Pannonian Basin: constraints derived from the structure of the junction area between the Carpathians and Dinarides. *Tectonics* 31 (6), TC6007.
- Obradović J., (1977): The review on the occurrence of zeolites in sedimentary rocks in Yugoslavia, *Geol Anali Balkanskog Poluostrva*, XLI, Beograd, 293-302.
- Obradović J., (1988): Occurrences and genesis of sedimentary zeolites in Serbia, Yugoslavia, Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites., In D. Kallo and H. S. Sherry, Eds., *Akademiai Kiado*, Budapest, 59-69.
- Obradovic J., Dimitrijevic R., (1978): Plioclastic rocks with analcime from the Slanci series of the Danube river near Belgrade. *Annales Geologiques de la Peninsule Balkanique* XLII, 484-494.
- Obradović J., Dimitrijevic R., (1987): Clinoptilolitized tuffs from Zlatokop near Vranje, Serbia. *GLAS, CCCXLIX, de l'Academie serbe des sciences et des arts*, 517-19.
- Obradović J., Kemenci R., (1980): The occurrences of tuffs, tuffites and tuffaceous sediments in marine, middle miocene series in the area of Fruška Gora Mountain. *Radovi Geoinstituta* 14, 159-174.
- Rozić M., Cerjan-Stefanović Š., Ćurković L., (2002): Evaluation of Croatian Clinoptilolite- and Montmorillonite-rich Tuffs for Ammonium Removal. *Croatia Chemica Acta*, 75, 255-269.
- Roskill Consulting Group, (1998): *The Economics of Zeolites*, 5th edition, Roskill Information Services.
- Радосављевић-Михајловић А., Матовић Б., (2008): Природни зеолит и могућност његове примене у заштити животне средине. *НБП, Наука, Техника, безбедност* 13(2), 107-119.
- Радосављевић-Михајловић А., Стојановић Ј., Кашић В., (2005): Упоредне минералшке, кристалохемијске и термичке особине лежишта зеолитских туфова Србије богатих минералима ХЕУ-типа, *Радови Геоинститута* 40, 191-200.
- Секулић Ж. (2014): Неметаличне минералне сировине у заштити животне средине, *Монографија*, Београд, 146 стр.
- Секулић Ж., Колоња Б., Кнежевић Д., (2013): Дефинисање крупноће као параметра квалитета зеолитског асортимана производа, *Mining & Metallurgy Engineering Бор*, бр. 3, 2013, Институт за Рударство и Металургију, Бор, 237-249.
- Sendrov E. E., Hitarov N. I., (1970): *Ceolity, ih sintezi uslovija obrazovanija v prirode*. Nauka, Moskva.
- Simić V., (1999): Pozzolan tuffs of Serbia, *Proceedings "Cement '99"*, Novi Sad - Beočin, 164-170.
- Simić V., Cvetković V., Đurić S, Kostić M., (1999): Zeolite tuff from the Lužnica village (Šumadija). *Mineralogy*, II, 2, Beograd, 39-41.
- Simić V., Andrić N., Cvetković V., V., Živanović J., (2013): Petrographic study of Beočin zeolite tuff, *Proceedings of the 5th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites*, Serbian Zeolite Association (SZA), 104-107 p.
- Simić V., Životić D., Andrić N., Radosavljević-Mihajlović A., Kašić V., (2014): Zeolite deposits and occurrences in Serbia – an overview, *9th International Conference on Occurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites*, Beograd, 217-219.
- Стојановић Д., (1968): Вулкански туфови и седиментне стене у Србији са садржајем зеолита. *Записници српског геолошког друштва за 1968. годину*, Београд, 9-20.
- Stojanović D., (1972): Volcanic tuffs and sedimentary rocks in Serbia with zeolites. *Zapiski Srp. Geol. Dr. za 1968, 1969 i 1970*, 9-12, (25.1.1968) Beograd, 9-20.

- Стојановић Ј., Радосављевић-Михајловић А., Кашић В., (2003): Прилог познавању зеолитског туфа са локалности Сланци, код Београда. VII Симпозијум ЈАМ, Минералологија, Годишњак ЈАМ, Београд, 42-48.
- Stojanović J., Radosavljevic-Mihajlović A., Radosavljević S., Kasić V., Matijasević S., Branković A., Todorović M., (2007): Mineralogical, Chemical, Physical, and Crystallographic Characterization of Analcime Tuff from Megare Deposit, Bosnia and Herzegovina“, 39th International October Conference on Mining and Metallurgy, SokoBanja, 422-426.
- Stolz J., Armbruster T., In: C. Colella and F.A. Mumpton, Eds. (2000): Natural Zeolites for the Third Millennium, De Frede Editore, Napoli, Italy, 119-138.
- Surdam, R.C., (1977): Zeolites in closed hydrologic systems: in Mineralogy and Geology of Natural Zeolites, F. A. Mumpton, ed., Short Course Notes 4, Mineralogical Society of America, Washington, D.C., 65-91.
- Sheppard R.A., Hay R.L., (2001): Formation of Zeolites in Open Hydrologic Systems. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 45, 1, 261-275, DOI: 10.2138/rmg.2001.45.8.
- ter Borgh M., Vasiliev I., Stoica M., Knežević S., Matenco L., Krijgsman W., Rundić LJ., Cloetingh S., (2013): The isolation of the Pannonian basin (Central Paratethys): new constraints from magnetostratigraphy and biostratigraphy. Global Planetary Change 103, 99–118.
- ter Borgh M., Radivojević D., Matenko L., (2015): Constraining forcing factors and relative sea-level fluctuations in semi-enclosed basins: the Late Neogene demise of Lake Pannon. Basin Research 27, 681-695.
- Treacy, M.M. and Higgins, J.B., (2001): Collection of simulated XRPD patterns for zeolites Structure. Commission of International zeolite Association, ELSEVIER, Amsterdam-London-New York-Oxford-Paris-Shannon-Tokyo, 184-186.
- Toljić M., Matenco L., Ducea M.N., Stojadinović U., Milivojević J., Đerić N., (2013): The evolution of a key segment in the Europe-Adria collision: The Fruška Gora of northern Serbia. Global Planetary Change, 103, 39–62.
- Hay R.L., Sheppard R.A., (2001): Occurrence of Zeolites in Sedimentary Rocks: An Overview. Reviews in Mineralogy and Geochemistry, 45, 1, 217-234, DOI: 10.2138/rmg.2001.45.6.
- Holmes, D.A., (1994): Zeolites, in Carr, D.D., ed., Industrial minerals and rocks (4th ed.): Littleton, CO, Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., p. 1129-1158.
- Цветковић В., Жумберковић В., Ресимић К., Попов О., (1998): Миоценски пирокластити Северне Бачке. Зборник радова 13. Конгреса геолога југославије, књига III, Петрологија, минералологија и геохемија, 187-193.
- Cloetingh S., Bada G., Matenco L., Lankreijer A., Horávt F., Dinu C., (2006): Modes of basin (de)formation, lithospheric strength and vertical motions in the Pannonian–Carpathian system: inferences from thermomechanical modelling. In: European Lithosphere Dynamics (Ed. by Gee D. and Stephenson R.), Geological Society of London Memoir 32, 207–221.

3.3. Опис и адекватност примењених научних метода

Кандидат Владан Кашић је за потребе израде докторске дисертације користио неколико основних група метода:

- теренске методе проспекције, геолошког картирања и систематског узорковања

- аналитичке методе за проучавање минералне сировине зеолитских туфова
- методе прогнозно-минерагенетске оцене ресурса зеолитских туфова Србије са оценом минералне потенцијалности.

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

Током лабораторијских испитивања при изради ове докторске дисертације, за одређивање квалитативно-квантитативних карактеристика зеолита и детерминисање његових минерала и њихових особина, примењене су следеће стандардне аналитичке методе:

- оптичка испитивања петрографских препарата;
- рендгенска дифракција праха;
- скенирајућа електронска микроскопија;
- хемијска карактеризација зеолитских туфова у оквиру које је рађено: одређивање хемијског састава и садржаја тешких метала и елемената у траговима, методом RFA, AA и ICP-MS и другим аналитичким методима,
- одређивање капацитета катјонске измене - одређивање измењивих катјона Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ и K^+ и одређивање укупног капацитета катјонске измене (ККИ - СЕС meq/100g), и
- методе термичке карактеризације – термогравиметријска и диференцијално-термичка анализа (DTA/TG метода) за одређивање и праћење термичких особина зеолитских туфова.

Прогнозно-минерагенетска оцена минерално-сировинског комплекса зеолитских туфова Србије са оценом минералне потенцијалности, подразумевала је бројне активности које су у основи обухватиле прикупљање и систематизацију свих релевантних геолошких података о њиховим лежиштима и појавама са посебним освртом на технолошке карактеристике минералних сировина и њихов квалитет, као и минерално-сировински потенцијал територије републике Србије и избор приоритетних терена за даља истраживања.

3.4. Применљивост остварених резултата

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

- Детаљној минералошко-петролошкој, хемијској и технолошкој карактеризацији зеолитских туфова Србије;
- Разумевању генетских карактеристика зеолитских туфова Србије;
- Омогућавању лакшег прогнозирања постојања нових лежишта зеолита и њиховог истраживања,
- Могућности примене различитих типова зеолита у различитим гранама привредне делатности а тиме и валоризације ове значајне минералне сировине.

Резултати научних истраживања кандидата Владана Кашића су научно верификовани у неколико публикација националног и међународног значаја.

3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад

Израдом докторске дисертације кандидат мр Владан Кашић је показао самосталност и стручност у претраживању литературе, припреми и реализацији постављених циљева и задатака истраживања, коришћењу различитих техника карактеризације и анализи и

обради резултата. На основу досадашњег залагања и постигнутих резултата Комисија је мишљења да је кандидат 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 члан.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1. Приказ остварених научних доприноса

У оквиру ове дисертације, кандидат је остварио следеће научне доприносе:

- Детаљна минералошко-петролошка карактеризација зеолитских туфова Србије
- Детаљно геохемијско изучавање зеолитских туфова Србије
- Детаљна технолошка карактеризација зеолитских туфова Србије
- Стратиграфска паралелизација зеолитских туфова у различитим седиментним басенима Србије
- Дефинисање генетских карактеристика зеолитских туфова Србије тј. давање одговора које стручна и научна јавност очекује када је у питању дефинисање механизма настанка квалитетних зеолитских туфова у седиментним басенима Србије
- Прелиминарни генетски модел образовања лежишта зеолита Србије
- Дефинисање могућности примене различитих типова зеолита у различитим гранама привредне делатности.

Остварени научни резултати су тим пре интересантни јер и поред дугогодишњих истраживања лежишта и појава зеолитских туфова на подручју Србије, до данас нису били дати потпуни одговори на наведену проблематику која је обрађена у овој дисертацији.

4.2. Критичка анализа резултата истраживања

Истраживања у оквиру ове дисертације су конципирана на основу дефинисаних циљева и детаљне анализе литературе из области лежишта зеолитских туфова. На основу дефинисаних циљева, одређена је методологија истраживања која је примењена у докторској дисертацији, где је с обзиром на сложеност проблематике, примењено више метода истраживања. На основу прегледа релевантне научне литературе и сагледавања постојећих решења из области докторске дисертације, може да се констатује да су резултати истраживања у дисертацији 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 у овој докторској дисертацији аутор, на основу тренутно расположивих података, први пут даје прелиминарни генетски модел образовања лежишта зеолита у терцијарним басенима Србије. Поред детаљне карактеризације српских лежишта зеолитских туфова аутор врши и компаративну анализу особина зеолитских минерала најважнијих лежишта зеолитских туфова на подручју Србије. Даље, кандидат даје минерагенетску скицу Србије и прогнозу минерагенетску карту Србије, где истиче потенцијално најзначајније неогене басене за проналажење лежишта и појава зеолитских туфова на територији Србије.

4.3. Очекивана примена rezultata у пракси

Rezultati naučnih istraživanja kandidata Vladana Kašića su visokog stepena применљивости. Њихова практична примена се огледа у следећем:

- дефинисане су основне карактеристике природних zeolitских минерала Србије: њихов минералошки и хемијски састав, кристалохемијске карактеристике, ККИ, и њихове термичке особине, из којих проистичу и њихове најважније карактеристике као што су: способност адсорпције (коэффициент катјонске измене) и процеси јонске измене и катализе. Наведене карактеристике природних zeолита омогућавају њихову широку примену у разним областима привредних активности;
- аутор даје области примене природних zeолита у екосистемима, на основу њихових дефинисаних физичких и хемијских карактеристика;
- кандидат даље даје поступке и шеме технолошког процеса добијања производа на бази минерала zeолита модификацијом природних минерала zeолита и истиче одређене производе органo zeолита који су плод научноистраживачког рада аутора дисертације и колега научника–истраживача института ИТНМС из Београда, где је кандидат тренутно и запослен;
- аутор истиче потенцијално најзначајније неогене басене Србије за проналажење нових лежишта и појава zeолитских туfoва, са циљем увећања минерално-сировинске базе републике Србије.

4.4. Верификација научних доприноса

Кандидат мр Владан Кашић, дипломирани инжењер геологије, је део rezultata истраживања пре и током израде докторске дисертације публиковао у више научних и стручних радова на скуповима и публикацијама домаћег и међународног значаја. Верификација докторске дисертације је у складу са законским одредбама у Републици Србији и критеријумима Универзитета у Београду, међу којима се предвиђа и објављивање најмање једог рада из дисертације у часописима са импакт фактором (IF) где би кандидат требало да буде први аутор.

Кандидат мр Владан Кашић, дипломирани инжењер геологије, је до тренутка предавања дисертације за јавну одбрану објавио један рад у часопису са IF, а који се налази на SCI листи. Од посебног научног и практичног значаја за докторску дисертацију су следеће публикације:

Категорија M23 - Рад у међународном часопису:

1. **Kašić V.**, Simić V., Životić D., Radosavljević-Mihajlović A., Stojanović J., (2017): *Mineraloška i kristalohemijska svojstva minerala HEU-tipa iz ležišta zeolitskih tufova Srbije*, *Hemijska Industrija* 71 (1), Београд, 49-60, DOI: 10.2298/HEMIND151019017K, IF 0.509 за 2016
2. **Kašić V.**, Mihajlović S., Životić D., Simić V., Stojanović S., Sekulić Ž., Kragović M.: *Karakterizacija zeolitskog tufa iz ležišta „Igroš-Vidojevići“ sa geološkog i tehnološkog aspekta*, *Hemijska Industrija* (in press).

Категорија M33 - Саопштења са међународних скупова штампана у целини

3. **Kašić V.**, Radosavljević-Mihajlović A., Stojanović J., Sekulić Ž., Mihajlović S., Vukadinović M., (2015): *Geological characterization of zeolites from “Igroš” as raw*

- materials for use in various fields of ecology*, Proceedings of XXIII International Conference "Ecological Truth" Eco-Ist'15, Kopaonik, Serbia 17-20 June 2015, 320-325, ISBN 978-86-6305-032-7, Publisher: Univesity of Belgrade-Technical Faculty in Bor
4. Sekulić Ž., Kragović M., Mihajlović S., **Kašić V.**, Antanasković V., (2014): *Testing of mechanical properties of the cement with the addition zeolite which utilized for the adsorption lead from the waste water*, The 46rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Bor, Serbia, 1.-4. October 2014, 394-397, ISBN 978-86-6305-026-6, COBISS.SR-ID 210151180, CIP 622(082) 669(082) Publisher: Univesity of Belgrade-Technical Faculty in Bor
 5. **Kašić V.**, Radosavljević-Mihajlović A., Stojanović J., Radosavljević S., Sekulić Ž., Mihajlović S., (2014): *Comparative qualities of Serbian zeolitic tuff deposits*, The 46rd International October Conference on Mining and Metallurgy, Bor Lake, Bor, Serbia, 1.-4. October 2014, 573-576, ISBN 978-86-6305-026-6, COBISS.SR-ID 210151180, CIP 622(082) 669(082) Publisher: Univesity of Belgrade-Technical Faculty in Bor.
 6. Radosavljevic Mihajlović A., Došen A., Stojanović J., **Kašić V.**, Simić V., (2013): *Occurences and properties of zeolitic tuffs in Serbia*, Proceedings of the 5th Serbian-Croatian-Slovenian Symposium on Zeolites, May, 30 - June, 2, 2013, Publisher Serbian Zeolite Association (SZA), Editors: Nevenka Rajić, Josip Bronić, Nataša Zabukovec Logar, Zlatibor, Serbia, 116 – 119p, ISBN 978-86-82139-41-6.
 7. **Kašić V.**, Sekulić Ž., Radosavljević S., Stojanović J., Mihajlović S., Jovanović V., Radosavljević-Mihajlović A. , (2013): *Zeolites from Slanci as a raw material for use in recultivation of soil, agriculture and other application.* - XXI International Scientific and Professional Meeting „ECOLOGICAL TRUTH Eco-Ist“ 13, Bor, 2013, pp. 302-307.

Категорија М34 – Саопштења са међународних скупова штампана у изводу

8. **Kašić V.**, Životić D., Simić V., Stojanovic J., Radosavljević-Mihajlović A., Sekulić Ž. and Mihajlović S., (2014): *Geology of the deposit zeolitic tuff Slanci near Beograd*, Zeolite 2014 – 9th International Conference on the Ocurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites Belgrade, Serbia, 8-13 June 2014, ISBN: 978-86-82867-26-5, 105-107p.
9. Sekulić Ž., Kragović M., Terzić A., Mihajlović S., **Kašić V.** and Petrović M., (2014): *Properties of Portland with addition of Pb-zeolite*, Zeolite 2014 – 9th International Conference on the Ocurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites Belgrade, Serbia, 8-13 June 2014, ISBN: 978-86-82867-26-5, 211-213p.
10. Simić V., Životić D., Andrić N., Sekulić Ž., Radosavljević-Mihajlović A. and **Kašić V.**, (2014): *Zeolite deposits and occurrences in Serbia – an overview*, Zeolite 2014 – 9th International Conference on the Ocurrence, Properties and Utilization of Natural Zeolites Belgrade, Serbia, 8-13 June 2014, ISBN: 978-86-82867-26-5, 217-219p.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

Докторска дисертација кандидата Владана Кашића под насловом *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"* представља оригинално научно дело посвећено проучавању зеолитских туфова. Према предмету обраде, примењеној методици истраживања и оствареним резултатима, докторска дисертација припада ужој научној области Економска геологија. Према оствареним резултатима истраживања и успостављеној методици оцене потенцијалности лежишта, иста се може применити и као модел изучавања других врста минералних ресурса у Републици Србији и у ширем региону.

Научни значај докторске дисертације и њен допринос огледају се у детаљној минералошко-петролошкој, геохемијској и технолошкој карактеризацији, компаративној анализи особина, дефинисању механизма настанка квалитетних зеолитских туфова у седиментним басенима Србије као и испитивању могућности примене различитих типова зеолита у различитим гранама привредне делатности.

Апликативни значај дисертације огледа се у чињеници да су дате и детаљно разрађене области примене природних зеолита у различитим екосистемима.

На основу свега изложеног сматрамо да докторска дисертација *"Минерагенија зеолитских туфова Србије"* 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 мр Владана Кашића, дипломираног инжењера геологије, позове на усмену одбрану пред Комисијом у истом саставу.

У Београду, 03.10.2017. године

КОМИСИЈА:

Др Драгана Животић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет

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

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

Др Ана Радосављевић-Михајловић, виши научни сарадник
Институт за технологију нуклеарних и других
минералних сировина (ИТНМС), Београд

Др Славица Михајловић, научни сарадник,
Институт за технологију нуклеарних и других
минералних сировина (ИТНМС), Београд