

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Одлуком Наставно-научног Већа Рударско-геолошког факултета на седници одржаној 16.07.2020. (решење 1/243 од 20.07.2020.) одређени смо за чланове Комисије за преглед и оцену докторске дисертације кандидата Бранислава Петровића, дипломираног инжењера геологије за хидрогеологију, о чему смо сачинили овај

ИЗВЕШТАЈ О УРАЂЕНОЈ ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ КАНДИДАТА БРАНИСЛАВА ПЕТРОВИЋА

1. УВОД

1.1 Наслов и обим дисертације

Наслов докторске дисертације кандидата Бранислава Петровића, дипломираног инжењера геологије, је: „Функционисање и утицај епикарста на режим, биланс и квалитет подземних вода источног дела карстног система Суве планине“.

Дисертација садржи:

- 290 страна рачунарски обрађеног текста А4 формата,
- 37 табела у тексту,
- 222 графичких илустрација, карата, дијаграма, схема и фотографија,
- 244 библиографских јединица у списку литературе,
- 8 коришћених референци и/или упутстава, прописа са интернет извора,
- 2 графичка прилога А3 формата.

1.2 Хронологија одобравања и израде дисертације

Научно-наставно Веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној дана 19.04.2018. под бр. 1/87 (од 23.04.2018. године) донело је Одлуку о Именовању комисије за оцену подобности теме, кандидата и одређивању ментора предложене теме докторске дисертације Бранислава Петровића, дипломираног инжењера геологије, под насловом: „Функционисање и утицај епикарста на режим, биланс и квалитет подземних вода источног дела карстног система Суве планине“.

Научно-наставно Веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду (РГФ), на седници одржаној 21.06.2018. године усвојило је позитиван Извештај Комисије за оцену подобности теме и кандидата предложене теме докторске дисертације под истим насловом. Веће научних области техничких наука Универзитета у Београду, на седници одржаној 27.08.2018. године донело је Одлуку којом се даје Сагласност на предлог теме докторске дисертације кандидата Бранислава Петровића, дипломираног инжењера геологије, под насловом: „Функционисање и утицај епикарста на режим, биланс и квалитет подземних вода источног дела карстног система Суве планине“ (02 број: 61206-2879/2-18).

За менторе су именовани др Зоран Стевановић, редовни професор и др Саша Милановић, научни сарадник. У периоду након одобравања теме др Саша Милановић је изабран за доцента на РГФ.

Научно-наставно Веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 19.09.2019. године донело је Одлуку о продужењу рока за израду докторске дисертације, до завршетка школске 2019/2020 (бр. 1/245 од 24.09.2019. године). Кандидат је рад на изради дисертације окончао у месецу априлу 2020, што су увидом у комплетиран материјал утврдили и ментори, али због прекида рада студентских и административних служби РГФ изазваних пандемијом вируса COVID-19, није било могуће извршити предају дисертације и покренути даљи поступак провере аутентичности и формирања комисије све до јуна месеца 2020.

Пошто је кандидат предао дисертацију за оцену служби РГФ, Научно-наставно Веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на седници одржаној 16.07.2020. године именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата (решење 1/243 од 20.07.2020. године). Чланови Комисије су потписници овог извештаја.

1.3 Место дисертације у одговарајућој научној области

Докторска дисертација кандидата Бранислава Петровића, под насловом: „*Функционисање и утицај епикарста на режим, биланс и квалитет подземних вода источног дела карстног система Суве планине*“ припада области техничких наука, научној области „Геолошко инжењерство“, односно ужој научној области „Хидрогеологија“, за коју је Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет матичан. За менторе су одређени др Зоран Стевановић, редовни професор Универзитета у Београду – Рударско-геолошки факултет, из ове уже научне области, тј. Хидрогеологије, који испуњава све законске услове за менторство, доказано и кроз досадашњу успешну одбрану укупно 8 дисертација његових кандидата и др Саша Милановић, доцент Универзитета у Београду – Рударско-геолошки факултет, из ове уже научне области, тј. Хидрогеологије, који такође испуњава све законске услове за менторство.

1.4 Биографски подаци кандидата

Бранислав З. Петровић, рођен је 27. марта 1981. године у Крагујевцу. Другу крагујевачку гимназију је завршио 2000. године, са одличним успехом 5,00. Дипломирао је на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду (РГФ), на Смеру за хидрогеологију, у октобру 2005. године, са дипломским радом: „Угроженост од загађивања и мере заштите карстног изворишта „Немања“ код Ћуприје,“ оцена 10,00 и са просечном оценом током студија 9,50. Стручни испит за обављање послова израде пројеката и елабората за извођење геолошких истраживања положио је децембра 2008 - уверење бр. 1162/Ге, за дипломираног геолога – хидрогеолога. Октобра 2011. године уписао је акредитоване докторске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, научна област Хидрогеологија на Департману за хидрогеологију (ДХГ), и определио се за изучавање хидрогеолошких процеса у карстним изданима.

Након завршетка основних студија и током докторских студија похађао је курсеве и радионице на домаћим и иностраним институтима и универзитетима. Учесник је радионица и семинара:

1. *VII IRCK International Training Course: Karst Landscape, Geopark, Natural Heritage, Environmental Geology Mapping and Data Mining*, Нанинг, Кина: 2015;
2. *Problems and Solutions in Numeric Modeling of Karst Aquifers*, Требиње, Република Српска - Босна и Хецеговина: 2013;

3. *Introduction to GIS*, Београд: 2013;
4. *Water Supply in a Changing Environment – CC-WaterS*, Солун, Грчка: 2011;
5. *International Karstological School*, Постојна, Словенија: 2007, 2008 и 2009;
6. Спелеолошка експедиција „Бељаница – Бусовата '06“, 5-13. август 2006. године на планини Бељаница, Србија

Учествовао је у организацији међународних конференција:

1. *KARST 2018 – Expect the Unexpected*, као технички секретар, у Требињу, Република Српска - Босна и Херцеговина; и
2. *Karst without Boundaries (DIKTAS)*: 2014, у Требињу, Република Српска - Босна и Херцеговина;
3. *Karst 2005 - Water Resources and Environmental Problems in Karst*, у Београду и Котору, Србија и Црна Гора;

као и међународног курса (акредитованог у оквиру дипломских академских студија – мастер, на РГФ) под окриљем UNESCO-а:

1. *Characterization and Engineering of Karst Aquifers – CEKA (2014-2020)*.

Након дипломирања волонтерски и хонорарно је био ангажован на Департману (раније Институт) за хидрогеологију, Рударско-геолошки факултет, Универзитета у Београду. Поред истраживачких активности, повремено је обављао и радне задатке техничког секретара Департмана за хидрогеологију, учествовао је у припреми и обради текста и графичке опремљености одређених монографија и уџбеника, а учествовао је и у изради базе података ДХГ-а. Био је технички уредник неколико уџбеника и монографија.

Од јануара 2011. године заснива радни однос на одређено на Рударско-геолошком факултету, као истраживач приправник на пројекту који финансира Министарство просвете, науке и технолошког развоја (раније Министарство Науке и технолошког развоја). Истраживачке активности остварује као истраживач сарадник на Департману за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду и као члан Центра за хидрогеологију карста.

Учествовао је у припреми реализацији више примењених инжењерских студија, пројеката и елабората (укупно 19), при чему током последње три године активно ради у тиму за национални пројекат *Оперативни мониторинг подземних вода Србије* за потребе Министарства заштите животне средине.

На Рударско-геолошком факултету учествује у припреми и одржавању студентских вежби на предметима:

- од школске 2009/2010. године: *Хидрогеолошка истраживања за потребе водоснабдевања и Методе хидрогеолошких истраживања*;
- од школске 2013/2014. године: *Карактеризација и инжењеринг карстних издани*;
- од школске 2019/2020. године: *Истражно бушење и Израда бунара*.

У свом стручном раду бави се испитивањем услова циркулације подземних вода у карсту и епикарсту, квантитативним и квалитативним мониторингом подземних вода, оценом резерви и биланса, као и заштитом подземних вода у карсту, што је све укључено и у дисертацију која је предмет оцене.

Аутор и коаутор је више научних чланака објављених у часописима са SCI листе, поглавља у монографијама и зборницима радова са конференција.

Члан је Српског геолошког друштва (СГД) и Међународне асоцијације хидрогеолога (IAH). Бранислав Петровић се активно служи енглеским језиком. Ожењен је.

2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

2.1 Структура и садржај дисертације

Докторска дисертација Бранислава Петровића структурирана је у четири основне целине, и то:

- I. УВОД И ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ
- II. КОНЦЕПЦИЈА И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА
- III. ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА
- IV. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

Посебан део су ГРАФИЧКИ ПРИЛОЗИ (геолошка и хидрогеолошка карта терена).

Ове целине чине следећа поглавља, са већим бројем потпоглавља:

I УВОД И ТЕОРИЈСКЕ ПОСТАВКЕ

1. Увод
2. Циљ и сврха израде докторске дисертације
3. Досадашња сазнања из предметне проблематике
4. Карст и епикарст
 - 4.1. Основне карактеристике карста
 - 4.2. Основне карактеристике епикарста
 - 4.3. Функционисање епикарста
 - 4.4. Циклус кружења угљеника и угљен-диоксида у (епис)карсту
 - 4.5. Циклус кружења азота у (епис)карсту

II КОНЦЕПЦИЈА И МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

5. Концепција и методологија истраживања
 - 5.1. Геолошке методе
 - 5.2. Негеолошке методе

III ПОДРУЧЈЕ ИСТРАЖИВАЊА

6. Опште карактеристике истражног подручја
 - 6.1. Географски положај
 - 6.2. Климатске карактеристике
 - 6.3. Хидролошке карактеристике
 - 6.4. Геоморфолошке карактеристике
 - 6.5. Геолошке карактеристике
 - 6.6. Хидрогеолошке карактеристике

IV РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА И ДИСКУСИЈА

7. Резултати истраживања
 - 7.1. Резултати даљинске детекције и структурно-геолошких истраживања
 - 7.2. Резултати геоморфолошких и спелеолошких истраживања
 - 7.3. Резултати геофизичких истраживања
 - 7.4. Резултати петролошких и педолошких истраживања
 - 7.5. Резултати хидрогеолошких истраживања
 - 7.6. Резултати изотопских метода
 - 7.7. Резултати спроведених експеримената
8. Анализа и интерпретација резултата
 - 8.1. Процеси и реакције које се одвијају у систему вода-земљиште-стена у надизданској зони карстне издани

- 8.2. Измена састава подземних вода од улаза до излаза из система карстне издани „Бежиште-Горња Коритница-Дивљана-Мокра“
- 8.3. Улога и функција епикарста у делу карстног система Суве планине
- 8.4. Самопречишћавајући потенцијал дела карстног система Суве планине
- 8.5. Предлог мера заштите изворишта „Мокра“ и „Дивљана“
9. Осврт на добијене резултате и предлог даљих истраживања
- 9.1. Приказ примењених метода, предности и ограничења у односу на добијене резултате
- 9.2. Предлог даљих истраживања
10. Закључак
11. Литература

2.2 Кратак приказ појединачних поглавља

У делу *Увод и теоријске поставке* кандидат истиче глобални значај водних ресурса за становништво и биодиверзитет, и посебно улогу подземних вода. Наглашава потребу њихове превентивне заштите и истиче да су истраживања за потребе израђене дисертације пружила одређена појашњења утицаја који епикарст и земљишни слој, заједно са вегетационим покривачем имају на природну заштиту издани у карсту, које представљају један од најзначајнијих подземних водних ресурса у Србији. У наставку приказује хронологију досадашњих сазнања од увођења појма епикарста у стручну праксу до приказа резултата савремених истраживања у овој области. Потпоглавља о *карсту* и *епикарсту* имају за циљ приказ специфичности инфилтрације и циркулације вода у овој средини, док *циклус кружења угљеникових и азотних једињења* и њихове трансформације у вадозној и сатурисаној зони карстне издани употпуњује сагледавање природних услова и основе на коју су примењена истраживања кандидата.

У другом делу дат је приказ *Концепције и методологије истраживања* која је била верификована прихватањем теме ове дисертације. Примењен је мултидисциплинарни приступ, уз примену геолошких и негеолошких метода кроз: кабинетска, теренска и лабораторијска истраживања. Аутор наводи да је почетак истраживања протекао у прикупљању и обради литературних података, као и информација са интернет портала, које су се користиле приликом даљинске детекције, структурно-геолошке анализе руптурног склопа, и израде карте епикарста. У том поступку дефинисане су зоне од интереса за даља детаљна теренска истраживања и подручје коме је посвећена већа пажња и у оквиру којег је обављена теренска проспекција. Група примењених негеолошких метода: хидролошке, хидрометеоролошке, педолошке, хемијске, изотопске, микробиолошке, коришћена је за добијање улазних података за анализе, као и за проучавање специфичних процеса који се одвијају у епикарсту током инфилтрације падавина и површинских вода и кретања воде у карстној средини. Комплексна истраживања су обезбедила потребне подлоге и довела до значајног обима података на основу којих је било могуће сагледавање функционисања одабраног карстног система, извршити анализу процеса који се одвијају у систему и извели закључци о функционисању епикарста.

Трећи део *Подручје истраживања* садржи приказ физичко – географских, климатолошких, хидролошких, геоморфолошких, геолошких, хидрогеолошких карактеристика истражног подручја Суве планине („Бежиште-Горња Коритница-Дивљана-Мокра“) у источној Србији као одабраног подручја за примену истраживачких метода. Резултати анализа у овом делу дисертације су неопходан корак за дефинисање концептуалног модела карстне издани, укључујући епикарст.

Део *Резултати истраживања и дискусија* је најзначајнији део дисертације. У њему су приказани сви резултати спроведених истраживања, даљинске детекције и структурно-геолошких истраживања, геоморфолошких и спелеолошких истраживања, геофизичких, петролошких, педолошких, изотопских анализа, као и теренских и кабинетских хидрогеолошких истраживања. Овај део садржи и опис спроведених опита које је кандидат спровео на терену у објекту Пећ, као и експеримента у лабораторијским условима, а који су имали за циљ сагледавање хидрогеолошке и пречишћавајуће функције епикарста, што је био и основни задатак ове дисертације.

У наставку овог дела на бази добијених резултата, аутор разматра *процесе и реакције које се одвијају у систему вода-земљиште-стена у надизданској зони* као и *измену састава подземних вода од улаза до излаза из карстне издани*. Овим је формирана подлога за закључке који следе о *самопречишћавајућем потенцијалу дела карстног система Суве планине*, као и *предлогу мера заштите изворишта „Мокра“ и „Дивљана“*, која имају велики практични значај јер су захваћена за водоснабдевање града Ниша.

У завршном делу овог поглавља дат је предлог даљих детаљних истраживања којима би се употпунила слика о механизму функционисања епикарста на овом делу терена и посебно његове улоге у хидролошком режиму истицања карстних врела, јер је ову тематику неопходно и даље разрађивати. Следи *приказ примењених метода, предности и ограничења у односу на добијене резултате* што је посебно значајно за расветљавање односа очекивано – остварено овом дисертацијом.

У *Закључку* се даје преглед остварених резултата и препоруке за даљи рад и истраживања.

У списку литературе наведено је 244 библиографских јединица које обухватају најзначајније теоријске радове у предметној области, као и бројне студије, дисертације и радове који разматрају разноврсну тематику везану за истражни простор. Поред тога, посебан списак од још 8 коришћених литературних извора обухвата практична упутства и изворе података који су доступни на интернету.

3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ

3.1 Савременост, оригиналност и значај

Подземне воде представљају изузетно значајан ресурс за коришћење у различите сврхе. За водоснабдевање пијаћом водом их корисити више од половине светске популације, а воде из карста извор су снабдевања око 10% становништва, при чему карстни терени, којим се дисертација бави, покривају око 15% светске копнене површине. У Србији карст покрива нешто мање од 20% територије, а подручје Суве планине је део Карпато-балканског лука, геолошке мега структуре са широким распрострањењем карста. Воде карстних издани по правилу имају добар квалитет и природне физичко-хемијске карактеристике, а унутар карбонатних стена могу се акумулирати велике количине вода. Воде два најзначајнија врела овог простора Мокре и Дивљане каптирана су за водоснабдевање Ниша. С друге стране, карстне средине карактерише неравномерно истицање и велика рањивост на загађивање, због слабих самопречишћавајућих својстава, у чему је улога епикарста од посебног значаја и стога је била одабрана за тему дисертације.

Израђена докторска дисертација представља савремено и оригинално научно дело које значајно доприноси сагледавању улоге и механизма функционисања епикарста и прво је ове врсте у нашој земљи које се бави овом тематиком. Аутор је сагледао досадашња сазнања и

инострани искуства стечена у овој области истраживања и сам је на овој основи кроз изведене теренске и лабораторијске опите дао значајан допринос методици истраживања у сличним условима и приступу који треба остварити када је у питању оцена улоге и ефеката које епикарст различитих карактеристика има на квалитет и режим истицања карстних извора у његовом сливу. Добијени резултати и анализе могу дакле корисно послужити и будућим истраживачима карста, посебно у делу који се бави испитивањем услова заштите карстних водних ресурса и њиховом коришћењу.

3.2 Осврт на референтну и коришћену литературу

Б. Петровић у списку литературе своје дисертације наводи 244 библиографске јединице, већим делом публиковане иностране литературе, али и различитих монографија, студија, пројеката и израђених карата домаћих аутора, као и 8 референци и прописа са интернет извора.

Ова литература се може разврстати у неколико група:

- радови написани од стране иностраних и домаћих стручњака, углавном теоријског карактера везани за методологију истраживања и проблематику хидрогеологије карста,
- радови који разматрају специфичну проблематику и искуства стечена у истраживању улоге и функционисања епикарста у различитим деловима света,
- радови који се односе на методологију оцене стања квалитета, заштите и рањивости карста и карстних изданских вода,
- радови, студије, пројекти и карте који се односе на геоморфологију, хидрологију, педологију, геологију и хидрогеологију терена Карпато-балканида и ширег подручја Суве планине, као и карактеристика и режима истицања главних карстних врела.

Из прве групе коришћене су и цитиране неке од најпознатијих и највише коришћених референци везаних за теорију циркулације и кретања подземних вода у карстним теренима и изданима, као и поступке истраживања (пр. Ford & Williams P. 2007; Goldscheider & Drew 2007; Kresic 2013).

Више од 10 коришћених референци односи се на различите поступке и методе оцене рањивости подземних вода (пр. ЕПИК, DRASTIC, PI, COP), њихову употребљивост и ограничења.

Може се закључити да је Б. Петровић користио скоро сву значајну литературу хидрогеологије карста у којој се разматрају проблеми епикарста.

У списку литературе налази се и део радова који је кандидат израдио самостално или у коауторству, а који се директно односе на тему дисертације. Тиме је делом започела и шира промоција и верификација добијених резултата.

3.3 Анализа примењених научних метода и њихова адекватност за спроведено истраживање

Истраживање у карстним теренима су по правилу специфична, тешка, посебно у брдско-планинским теренима, изискују обиман теренски рад који је неопходно спровести ради прикупљања што квалитетнијих информација. Аутор је користио више методолошких поступака у склопу геолошких и негеолошких метода, кроз: теренска, кабинетска и лабораторијска истраживања, која су реализована фазно.

У циљу дефинисања начина на који функционише епикарст и какав утицај има на режим, биланс и квалитет подземних вода источног дела карстног система Суве планине, аутор је применио мултидисциплинарни приступ. Примена одређених метода приликом реализације истраживања зависила је од природних услова, техничких могућности и економских услова, који су заједно утицали на примењивост метода и успешност реализације истраживања.

Аутор је израдио посебно поглавље које се бави применом метода и њиховим ограничењима за реализацију циљева који су дефинисани овом дисертацијом. У том поглављу налази се и табела која садржи следеће елементе (колоне): примењена истраживања, очекивани резултат, остварени резултат (%), разлог ограничења, препорука за коришћење у сличним условима и препорука коришћења друге методе за очекивани резултат. На тај начин прегледно је дат приказ свих употребљених метода које су биле предвиђене још у пријави теме дисертације, и оцењена је њихова ефективност.

Б. Петровић је посебно значајан допринос овој тематици дао кроз изведене теренске практичне опите и експеримент који је извео симулацијом природних услова на физичком моделу карста и његове повлате - епикарста. Опит трасирања изведен је на Сувој планини на локацији пећине Печ, која је одабрана с обзиром да се на малом простору и кроз пећинску таваницу могло пратити кретање инфилтриране воде и њено прикупљање на местима појављивања. Овај *in situ* спроведени опит, помогао је у дефинисању параметара епикарста, процеса самопречишћавања зависно од врсте и количине загађујуће супстанце, као и утицаја излучених падавина и/или отопљеног снега у природним условима на процес природног пречишћавања воде.

Експеримент који изведен на физичком моделу епикарста је омогућио филтрацију/процеђивање у условима сличним онима који владају у природи и дао одговоре који се тичу симулирања миграције хемијског контаминанта. Међутим, технички услови приликом реализације опита у лабораторијским условима нису дозволили да се симулира микробиолошко загађење и направи поређење тих резултата са резултатима прикупљеним на терену.

Може се у целини закључити да је у истраживачком поступку за потребе израде ове дисертације, Б. Петровић учинио велики напор. Теренска истраживања су реализована у тешко приступачном планинском терену без путева. Прикупљање података и изведени опит трасирања помоћу трасера и „лаког“ контаминанта спроведени су на крају зимског периода, што је захтевало и брзи транспорт узорака до референтне лабораторије. Набавка и инсталирање клирит цеви, пренос и унос узорака стена и дробине (симулација епикарста), као и спровођење експеримента који симулира природни процес, су били посебан изазов, али успешно реализован.

На крају, на бази резултата и стечених искустава аутор даје и предлог будућих истраживања. Посебно истиче да истражни простор треба проширити на целокупан масив Суве планине, јер се интегрисаним мултидисциплинарним приступом, уз детаљна хидрогеолошка истраживања карстног масива могу сагледати зоне прихрањивања и дренажања, као и правци циркулације подземних вода, овако комплексног хидрогеолошког система. У циљу дефинисања одлика дубљих делова карстне издани, а пре свега одређивања базе карстификације предлаже да се изради барем једна, оптимално три, истражне бушотине. Истражном бушотином дубине до 400 метара би се осим информација о променама степена карстификације са дубином, добиле релевантне информације о дебљини епикарста у зони истраживања. Предлаже се и формирање нове климатолошке станице (Ракош чесма), извођење допунских геофизичких испитивања, нових опита трасирања и микробиолошких и изотопских анализа узорака вода.

Оно што примењене стохастичке анализе нису у потпуности утврдиле и што остаје да се и даље анализира, је непосредни утицај епикарста на режим истицања, сагледан кроз анализу пикова и њихове амортизације или дуже пропагације под утицајем епикарста који је у хидрауличком смислу често у литератури карактерисан као „Фарадејев кавез“.

3.4 Оцена примењивости и верификације остварених резултата

У докторској дисертацији приказани су резултати истраживања којима је утврђен утицај епикарста на функционисање карстног система источних падина Суве планине. Утицај епикарста сагледаван је у погледу биланса, режима квантитета и квалитета воде. Дефинисана је способност епикарста да у систему са растреситим земљиштем пречисти у већој или мањој мери подземне воде. Поступак којим је аутор извршио мапирање и класификацију епикарста (применом даљинске детекције и теренског картирања) може да послужи као модел и за друге карстне терене. На источним падинама Суве планине, издвојене су четири категорије епикарста: 1-слабо развијен, 2-развијен, 3-средње развијен и 4-изузетно развијен. Теренско верификационо хидрогеолошко картирање епикарста је спроведено након израде карте потенцијала развоја епикарста, па је на овај начин извршена провера успешности примене даљинске детекције за потребе израде овакве прелиминарне карте потенцијала.

Аутор је анализирао дневне издашности каптираних врела Мокра и Дивљана у циљу дефинисања режима и биланса карстне издани и утврђивања односа издашности са физичко-хемијским параметрима и изотопским саставом. Констатовано је да се највећи протицаји врела Мокра и Дивљана јављају: 1) након већих излучивања падавина и отапања снега у пролеће, и 2) након обилних (и често олујних) јесењих падавина. Летње падавине углавном не утичу на издашност врела Мокра, док се делимично одражавају на повећање издашности врела Дивљана. Утврђено је да издашност врела Мокра има много дужу „меморију“ од врела Дивљана, тј. да постоји много боља ретенција подземних вода и да су карстни канали вероватно боље развијени и повезани, уз претпоставку да је њихово залегање дубље у односу на систем канала врела Дивљана. Период рецесије на врелима у осматраном периоду траје и до 100 дана. Анализа биланса указује да 56,2 % падавина излучених на слив врела Мокра и Дивљана истекне, што је у складу са резултатима ранијих испитивања лежишта карстних изданских вода у карсту Карпато-балканида Србије.

Теренска хидрогеолошка истраживања су обухватила и квалитативни мониторинг појава на месечном и кварталном нивоу. Резултати приказани у докторској дисертацији су показали да је квалитет подземних вода карстне издани Суве планине веома добар. Изотопски састав стабилних изотопа (^{18}O и ^2H) подземних вода сва четири врела је сличан. Осим повољних природних услова на добар квалитет вода имају утицај и процеси самопречишћавања, који се одигравају у епикарсту и подземљу.

Оно што је посебно значајно је да је дисертацијом формиран истраживачки оквир за испитивања епикарста и у другим областима, како у Карпато-балканском и Динарском појасу у Србији, тако и у другим областима карста изван наше земље. У ранијим радовима, аутори су значај и утицај епикарста претежно сагледавали анализом хидрограма карстних врела, а ређе преко директног испитивања његове улоге у поправљању квалитета инфилтриране воде. Овим истраживањима изведеним највећим делом на терену, а не кроз кабинетске анализе, потврђено је да епикарст има важну улогу и функцију у процесу самопречишћавања подземних вода. Сагледавању просторно-временског оквира у коме се ови процеси одвијају у епикарсту битно су допринела спроведена два теренска опита.

1. Опит трасирања спроведен је помоћу Na-флуоресцеина у простору повлатне зоне пећине Печ. Фиктивна брзина кретања подземне (процедне) воде била је од 0,004 до 0,006 m/s. Брзина филтрације подземне воде кроз епикарстну издан, мања је од брзине циркулације кроз подинску карстну издан, чија је виртуелна брзина кретања на бази опита била 0,048 m/s (извор у Горњој Коритници). 2. Опит помоћу којег је дефинисана миграција загађујуће супстанце и процес њеног мењања у функцији времена обављен је са контаминантом органског порекла (раствор стајског ђубрива и загађене подземне воде из бунара). Концентрације загађујућих супстанци које су одређене током експеримента филтрације кроз епикарст су биле у границама дозвољених за воду за пиће или далеко испод њих. Једини параметар који је током мониторинга показао променљивост током времена и одређену зависност од количине вода које су се филтрирале кроз епикарст је нитратни анјон. Концентрација нитрата се током времена повећавала у одређеним интервалима у складу са појачавањем интензитета капања воде са таванице пећине (интензивнија инфилтрација воде са површине терена) до које је долазило услед пулног кретања воде кроз епикарстну издан. Резултати лабораторијског експеримента са контаминантом су показали да хетерогеност и анизотропија епикарста утичу на услове егзистенције одређених родова бактерија. Утврђено је да колиформне бактерије, као и аеробне мезофилне бактерије, успевају да прођу кроз епикарст, у скоро неизмењеном броју, али је миграција ипак успорена у односу на брзину кретања подземне воде.

Успешност самопречишћавајућих процеса који се одвијају у епикарсту и у карстној издани Суве планине је на релативно високом нивоу, с обзиром на то да је подземна вода осматраних хидрогеолошких појава по ободу масива била доброг до одличног квалитета.

Дисертација је поред научног, имала делом и практични циљ, који се огледа у оцени рањивости карстне издани и расположивих ресурса подземних вода и предлогу мера за њихову оптимално коришћење и превентивну заштиту од загађивања. Добијени су и значајни нови подаци о хемизму ових вода и рањивости издани.

Подаци који су добијени истраживањима на терену указују на важност постојања епикарста. Уклањањем слоја земљишта и епикарста (нпр. услед отварања каменолома, што је честа појава на кречњачким теренима) може доћи ће до нарушавања успостављене осетљиве равнотеже која постоји у природним условима. Стога уклањање овог амортизационог / акумулационог елемента на површинском делу карстног изданског система може утицати у одређеној мери на квалитет и количину подземних вода које истичу из карстне издани. Овакав закључак истраживања на Сувој планини може представљати полазну хипотезу у испитивањима која би се спроводила у другим карстним теренима и то потенцира значај ове дисертације.

3.5 Оцена способности кандидата за самостални научни рад

Б. Петровић је успешно одговорио на циљеве које је поставио још у предлогу за израду ове дисертације, што указује на његову способност да објективно и у целини сагледа истраживачки процес и услове потребне за његову реализацију.

У истраживачком раду извршен је одабир најпогоднијих „класичних“ кабинетских и теренских метода које су допринеле оцени функције епикарста и улоге коју он има при измени квалитета вода као и режима истицања и водног биланса истраживане области која се користи за регионално водоснабдевања пијаћим водама. Део такође изведених истраживања чији је ефекат нешто нижи од очекиваног у погледу ефикасности метода (пр. педолошке, петролошке, микробиолошке анализе) не умањује значај укупно остварених резултата и успостављеног концептуалног модела.

Анализирајући критички резултате који су добијени појединим методама, аутор је потврдио истраживачку зрелост и допринео проширивању сазнања о овом значајном изворишту воде за пиће регионалног значаја. Чињеница је да као научник и стручњак треба да настави рад и у сличним пројектима који се баве испитивањем водних ресурса, као и да учествује у будућим планираним интернационалним пројектима.

Б. Петровић је афирмисани истраживач са одређеним међународним искуством и његов даљи научни рад за који је у пуној мери оспособљен, доприносиће даљем успешном раду и афирмацији хидрогеологије као научне дисциплине на међународном нивоу.

4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

4.1 Приказ оствареног научног доприноса

- Учињена је систематизација претходних података о геоморфологији, хидрологији, геологији и хидрогеологији области истраживања која има велики значај за будуће регионално водоснабдевање.
- Извршена је хидрогеолошка класификација издани на истраживаном терену и учињена дистинкција карстних и некарстних система подземних вода и рејонизација епикарста истраживане области према потенцијалности развоја.
- Дат је преглед метода чије је коришћење било могуће за решавање постављених циљева, приказани су разлози за одабир најпогоднијих, описани су остварени домети тих метода и ограничења, чиме је у целини дат допринос развоју методике хидрогеолошких истраживања у карсту.
- Примењена су по први пут у нас наменска мапирања епикарста на неком од карстних масива у Србији поступцима даљинске детекције и непосредним теренским картирањем ради провере претходно оцењеног потенцијала (издвојене 4 категорије).
- Истраживања су омогућила појашњење самопречишћавајућег потенцијала и утицаја који епикарст и земљишни слој, заједно са вегетационим покривачем имају на природну заштиту издани.
- Спроведена је концептуализација и билансирање вода издвојеног подсистема „Бежиште - Горња Коритница – Дивљана - Мокра“ што представља успешан пример оцене расположивих ресурса у карстним брдско-планинским теренима.
- Примена стохастичких анализа, корелационих и крос-корелационих поступака омогућила је сагледавање различитог механизма функционисања главних дренажа овог система, при чему издашност врела Мокра има много дужу „меморију“ од врела Дивљана. Ово указује да је врело Дивљана виши прелив истог система.
- Утврђено је да период рецесије на врелима у анализираном периоду траје и до 100 дана, али да при томе њихова издашност показује мање варијације и добру акумулативност, што је значајно ради могуће регулације карстне издани и обезбеђивања допунских количина воде.
- Коришћењем ГИС технологије и алата за израду карата рањивости дат је основ за сагледавање притисака на водне ресурсе. Поред тога, добијени резултати ће имати значајан утицај на дефинисање рањивих и угрожених подручја за квантитет (коришћење) или квалитет (загађивање) подземних вода, као и одређивање зона санитарне заштите изворишта воде за пиће.
- Развијена методологија би могла наћи даљу примену при истраживањима у карстним теренима како у Србији, тако и ван ње. Резултати добијени таквим истраживањима би се могли користити при изради планова управљања речним сливовима, просторних планова и при дефинисању зона санитарне заштите изворишта у карсту.

- Израђена дисертација је у сагласности са одобреном пријавом у погледу претходно постављених циљева и предвиђеног научног доприноса, који су њеном изразом и реализовани.

4.2 Критичка анализа резултата истраживања

Епикарст је у хидрогеолошкој пракси донекле контраверзан појам. Иако је у већини карстних терена присутан, има случајева и да потпуно изостаје. Најчешћи случајеви непостојања епикарста су његово уклањање глацијацијом и радом ледника, као и велика примарна порозност карбонатних стена када имамо случај изузетно велике инфилтрације и брзог напретка карстификације вертикално на доле, па не постоје одговарајући услови за настанак слоја епикарста.

Дакле о постојању, положају и функционисању епикарста постоје опречна мишљења у научној јавности, али у већини карстних области и карстне издани треба очекивати присуство епикарст зоне. Епикарст је највиши део карбонатне или евапоритске стенске масе који је изложен карстификацији, тј. слој делимично измењене матичне стене који још увек није постао земљиште, а у коме је водопропусност (услед испуцалости) и дифузна циркулација воде битно већа и равномерније распоређена у простору (вертикално и хоризонтално) у односу на остатак карстификоване стенске масе. Постојање овог подсистема (структуре) у оквиру већ комплексне карстне издани, почело је да се намеће истраживачима средином седамдесетих година прошлог века, када је уочено да хидрограми одређених карстних врела, али и њихов биланс указују на постојање слоја, изнад слободног нивоа карстне издани, у ком је могуће задржавање (акумулација) одређених количина подземне воде, а касније постепено испуштање те задржане воде у карстну издан. У пракси истраживања оцењивано је да дренарање кроз епикарст може бити веома брзо, посматрано у вертикалном правцу, али изузетно споро у хоризонталном. Дакле, одређене количине инфилтрираних вода могу бити акумулиране у епикарстној издани неколико година, а могу да мигрирају на одређену удаљеност, хоризонтално унутар исте зоне епикарста.

Оно што је претходним сазнањима у великој мери недостајало је управо чињеница да је највећи део анализа функције епикарста чињен посредно преко анализе хидрограма врела почев од родоначелника концепта Mangin-a (1973, 1975) па преко радова Gunn-a (1985) Williams-a (1983), Klimchouk-a (2004), Bakalowicz-a (2005) и многих других. Ретки су радови који су се бавили непосредно анализом епикарста и утицајем који он има и на квалитет вода (Трчек, 2003; Нерман, 2003). Оно што је посебан допринос Б. Петровића је наставак и продубљивање овог другог концепта који верификацију оцена које се доносе кабинетским анализама тражи кроз непосредну проверу на терену, у лабораторији, и кроз опите и експерименте. Зато добијени резултати имају посебан значај и оно што је овом дисертацијом учињено треба даље надограђивати, кроз друге практичне примере.

Дисертацијом је успешно одговорено на постављене циљеве. Одговорено је на утицај који епикарст има на измену квалитативних карактеристика подземне воде, као и у великој мери режим и биланс анализиране карстне издани. Изведене анализе потврдиле су и да је избор дела карстног система Суве планине, као конкретног пилот подручја, у целини успешан. Показало се да се подручје одликује сложеним и разноврсним епикарстом на који су могле бити примењене различите методе и који је могао бити класификован према различитим категоријама потенцијалности његовог развоја.

Б. Петровић је посебно анализирао потенцијал процеса самопречишћавања који се остварује при десцендентној циркулацији кроз зону епикарста, а кроз примену комплексних

мултидисциплинарних истраживања на геоморфолошким и хидрогеолошким појавама и објектима, као и у оквиру земљишног слоја и вегетационог покривача. Оценио је да самопречишћавајућа способност (епис)карстне издани зависи првенствено од величине пукотина/каверни/канала и њихове запуњености, али и од врсте испуне. С обзиром на бржи режим течења воде у гравитационим деловима система (зона епикарста), вода се обично недовољно прочисти, што је последица кратког времена задржавања, међутим уколико се вода филтрира кроз делимично запуњене каверне, може доћи, у одређеном степену, до апсорпције загађујућих супстанци. Наравно, након наилазак нових количина воде долази до испирања (десорпције) супстанци, па контаминант ипак може доспети до нивоа карстне издани. У сваком случају постоји одређени амортизациони ефекат на унето загађење.

У прилог овим чињеницама су и резултати теренског опита трасирања, као и лабораторијског експеримента на узорцима стена донетим са терена. Опит у пећини Печ указао је на сложеност система пукотина и каверни, добро развијеног у повлатним слојевима пећине, као и епикарста. На основу времена појаве трасера идентификовани су „бржи“ дренажи који воду спроводе из горњих слојева земљишта кроз епикарст и надизданску зону до места истицања воде, као и секундарни, којима се вода спорије креће, али се при том у дужем контакту остварује и могућност активније атенуације. Слични резултати и делимична атенуација остварени су теренским опитом са лаким контаминантом (комбинација стајског ђубрива и бунарске воде).

Ипак и поред релативно брзе филтрације утврђене су значајне измене иницијалног квалитета воде (кишница). Вредности рН и ЕС показале су да је вода прошла кроз слој који ју је значајно обогатио минералним материјама, а који није у потпуности диктиран садржајем калцијума, магнезијума и бикарбоната. При томе, минерални састав земљишта игра важну улогу у трансформацији квалитета воде. Након наставка филтрације воде кроз карстну издан, процеси растварања кречњака и обогаћивања подземне воде калцијумом и магнезијум са једне, а бикарбонатом са друге стране, преузимају примат над осталим процесима који се одвијају у знатно мањој мери. На тај начин подземна вода, која истиче на карстним врелима у подножју источних падина Суве планине, има састав у којем потпуно доминирају калцијум (>85%екв), магнезијум (~12%екв) и бикарбонат (>95%екв).

Слични ефекти самопречишћавања и трансформације квалитета добијени су и лабораторијским експериментом на узорцима стена и земљишта узетих директно са терена. Узевши у обзир резултате експеримента са контаминантом органског порекла – стајско ђубриво и експеримента у лабораторијским условима на физичком моделу епикарста, када је коришћен екстракт вештачког ђубрива, закључено је да је способност пречишћавања коју поседује епикарст значајна у односу на ову врсту загађујућих супстанци. У овом потповршинском слоју (у природним условима), дошло је до биохемијског деловања и делимичне или потпуне разградње контаминанта, или барем умањивања његове штетности по крајње кориснике подземне воде.

Анализе стабилних изотопа у узорцима подземне воде из карстне издани су показале да су подземне воде на источним падинама Суве планине релативно младе, да контакт подземне воде и кречњака кроз који се вода филтрира није дуг.

4.3 Верификација научног доприноса (саопштавање радова на конференцијама и објављивањем у часописима)

Списак до сада објављених радова кандидата:

Радови у SCI часописима (M 20):

1. (M22) Petrović B. 2020: Intrinsic groundwater vulnerability assessment by multiparameter methods, a case study of Suva Planina Mountain (SE Serbia). *Environmental Earth Sciences* 79: 85, <https://doi.org/10.1007/s12665-020-8825-8>; IF= 2,253 (2019)
2. (M22) Blagojević M., Stevanović Z., Radulović M., Marinović V., Petrović B., 2020: Transboundary groundwater resource management: needs for monitoring the Cijevna River Basin (Montenegro–Albania), *Environmental Earth Sciences* 79: 74, <https://doi.org/10.1007/s12665-020-8809-8>; IF= 2,253 (2019)
3. (M22) Stevanović Z., Ristić-Vakanjac V., Milanović S., Vasić Lj., Petrović B., Čokorilo-Ilić M., 2015: Karstification depth and storativity as main factors of karst aquifer regimes: some examples from southern Alpine branches (SE Europe and Middle East), *Environmental Earth Sciences*, Vol. 74/1, DOI: 10.1007/s12665-015-4046-y, pp: 227–240; IF= 2,013 (2014)
4. (M22) Pantić T. P., Birke M., Petrović B., Nikolov J., Dragišić V., Živanović V., 2015: Hydrogeochemistry of thermal groundwaters in the Serbian crystalline core region, *Journal of Geochemical Exploration*, DOI: 10.1016/j.gexplo.2015.08.009, pp: 101-114; IF= 2,749 (2015)
5. (M22) Dokmanović P., Nikić Z., Krunic O., Petrović B., 2012: *Water-management failure under complex hydrogeological conditions in the Kolubara District, Serbia*, *Hydrogeology Journal*, vol. 20, issue 6, Springer-Verlag, DOI 10.1007/s10040-012-0856-0; pp: 1169-1175; IF= 1,798 (2012)
6. (M21) Stauder S., Stevanovic Z., Richter C., Milanovic S., Tucovic A., Petrovic B., 2012: *Evaluating Bank Filtration as an Alternative to the Current Water Supply from Deeper Aquifer: A Case Study from the Pannonian Basin, Serbia*, *Water Resources Management*, vol. 26, issue 2, Springer Netherlands, DOI:10.1007/s11269-011-9932-9, pp: 581-594; IF= 2,530 (2012)

Радови у међународним монографијама (M 14):

1. Vasić L., Stevanović Z., Milanović S., Petrović B., 2014: *Attenuation of Bacteriological Contaminants in Karstic Siphons and Relative Barrier Purifiers: Case Examples from Carpathian Karst in Serbia*. In: Andreo B, Carrasco F, Durán J J, Jiménez P, LaMoreaux J W. (eds.), *Hydrogeological and Environmental Investigations in Karst Systems*. *Environmental Earth Sciences* 1, Springer, pp. 449-456, ISBN: 978-3-642-17434-6, DOI: 10.1007/978-3-642-17435-3_51

Радови објављени у националним научним и стручним часописима (M24 и M50):

1. (M24) Petrović B. & Živanović V., 2015: Impact of river bank filtration on alluvial groundwater quality - a case study of the Velika Morava River in central Serbia, *Geološki anali Balkanskog poluostrva*, Vol. 76, DOI: 10.2298/GABP1576085P, pp. 85-91
2. (M51) Vasić Lj., Milanović S., Petrović B., Stevanović Z., 2013: *Uticaj cirkulacije podzemnih voda u karstu na pojavu bakteriološkog zagađenja*, *Vodoprivreda*, 45 (2013) 264-266, pp. 219-229, UDK: 551.491.5, ISSN: 0350-0519
3. (M53) Petrović B., 2008: *Jedan primer primene EPIK metode u određivanju ugroženosti podzemnih voda*, *Zapisi Srpskog geološkog društva za 2007. godinu*, Beograd

Радови објављени у на научним и стручним скуповима (националним M60 и међународним M30):

4. (M34) Marinović, V., Petrović, B., Stevanović, Z. 2019: A stochastic model for simulation of karst spring discharge: Case study – Seljašnica karst spring (SW Serbia); Review of the Bulgarian Geological Society, vol. 80, part 3, 2019; National Conference with international participation “GEOSCIENCES 2019”, Bulgarian Geological Society, Sofia, Bulgaria, ISSN 0007-3938, p. 170-173
5. (M64) Petrović B. & Marinović B., 2019: *Revalorizacija zona sanitarne zaštite karstnih izvorišta Mokra i Divljana primenom GIS okruženja*, *Knjiga apstrakata 9. Simpozijuma o zaštiti karsta*, Akademski speleološko – alpinistički klub (ASAK), Beograd, pp. 28

6. (M34) Stevanović Z., Marinović V., **Petrović B.** 2019: An example of inverse delineation of basin boundaries based on water budgeting in highly karstified terrains; In: Proceedings of IAH2019, the 46th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologists Groundwater Management and Governance: Coping with Uncertainty; AIH-GE; Málaga, Spain, ISBN: 978-84-938046-3-3, pp. 551
7. (M34) **Petrović B.** & Marinović V., 2019: Analysis of hydraulic conditions of the selected karst springs of Inner Dinarides and Carpatho-Balkanides of Serbia; In: Proceedings of IAH2019, the 46th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologists Groundwater Management and Governance: Coping with Uncertainty; AIH-GE; Málaga, Spain, ISBN: 978-84-938046-3-3, pp. 552
8. (M34) Marinović V. & **Petrović B.**, 2019: Turbidity dynamics in karst hydrogeological systems. Example of three karst springs from Serbia; In: Proceedings of IAH2019, the 46th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologists Groundwater Management and Governance: Coping with Uncertainty; AIH-GE; Málaga, Spain, ISBN: 978-84-938046-3-3, pp. 619
9. (M34) **Petrović B.** & Marinović V., 2018: Analysis of discharge conditions of Mokra and Divljana karst springs (SE Serbia); In: Review of the Bulgarian Geological Society, vol. 79, part 3, 2018; National Conference with international participation "GEOSCIENCES 2018", Bulgarian Geological Society, Sofia, Bulgaria, pp. 147 – 148
10. (M62) **Петровић Б.**, Мариновић В., 2018: Компаративна анализа хидрауличких услова истицања одабраних карстних врела Карпато-балканида и Динарида Србије, 125 година од публикавања монографије Јована Цвијића „Das Karstphänomen“, САНУ, Београд
11. (M34) Marinović V. & **Petrović B.**, 2018: Hydraulic mechanism of discharge of Seljašnica karst spring (SW Serbia); Geologica Balcanica, XXI International Congress of the Carpathian Balkan Geological Association (CBGA), Advances of Geology in southeast European mountain belts; University of Salzburg, Bulgarian Academy of Science, ISBN: 978-954-90223-7-7, p. 341
12. (M33) **Petrović B.**, 2018: Intrinsic Groundwater Vulnerability Assessment of Suva Planina Mt. (SE Serbia), Proceedings of the international symposium KARST 2018 "Expect the Unexpected", UoB, FMG, DHG, CKH; HE PP Dabar; Trebinje, B&H, ISBN: 978-86-7352-325-5, pp. 397-403
13. (M33) Marinović V. & **Petrović B.**, 2018: Preliminary characterization of Seljašnica karst aquifer (SW Serbia) based on recession curve analysis, Proceedings of the international symposium KARST 2018 "Expect the Unexpected", UoB, FMG, DHG, CKH; HE PP Dabar; Trebinje, B&H, ISBN: 978-86-7352-325-5, pp. 327-333
14. (M34) Stevanović Z., **Petrović B.**, Marinović V., Milanović S., Vasić Lj., 2018: Konceptija i prvi rezultati uspostavljenog operativnog monitoringa podzemnih voda Srbije, Knjiga apstrakata XVII kongresa geologa Srbije, Vol. 2, Vrnjačka Banja, Srpsko Geološko Društvo, ISBN: 978-86-86053-20-6, pp. 511-516
15. (M34) **Petrović B.**, Marinović V., Stevanović Z., Milanović S., Vasić Lj., 2017: EPIK Intrinsic Groundwater Vulnerability Assessment and Statistical Sensitivity Analysis: Case Studies from Serbian Karst, Book of Abstracts 44th Annual Congress of the International Association of Hydrogeologist (IAH) "Groundwater Heritage and Sustainability", Dubrovnik, Croatia, ISBN: 978-953-6907-61-8, pp. 312
16. (M63) **Petrović B.** & Marinović V., 2016: Ocena prirodne ranjivosti podzemnih voda karstne izdani Suve planine, Zbornik radova XV srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, RGF, Kopaonik, ISBN: 978-86-7352-316-3, pp: 401-406
17. (M63) Marinović V., **Petrović B.**, Stevanović Z., Milanović S., Vasić Lj., 2016: Procena kvalitativnog pritiska na podzemne vode na primeru karstnog platoa Babine (JZ Srbija), Zbornik radova XV srpskog simpozijuma o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, RGF, Kopaonik, ISBN: 978-86-7352-316-3, pp: 167-176

18. (M34) **Petrović B.**, Marinović V., Milanović S., Vasić Lj., **2016**: On the need to delineate the catchment area of the transboundary karst aquifer of South-Western Serbia and Northern Montenegro, Conference proceedings and book of abstracts / IWA Specialist Groundwater Conference, Jaroslav Černi Institute for the Development of Water Resources, Belgrade, ISBN: 978-86-82565-46-8, pp: 196-200
19. (M64) Milanović S., Stevanović Z., Vasić Lj., **Petrović B.**, Marinović V., **2015**: Hidrogeološka osnova zaštite podzemnih voda u karstu primenom GIS-a - 3D fizičko modeliranje, 8. Simpozijum o zaštiti karsta i skup speleologa Srbije, Pirot, p. 12
20. (M33) **Petrović B.**, **2014**: *Preliminary characterization of the karst groundwater flow of Suva Planina Mountain (Eastern Serbia)*, Proceedings of the DIKTAS Conference: "Karst without boundaries", Trebinje and Dubrovnik, (Kukurić N, Stevanović Z, Krešić N (eds)), ISBN: 978-99938-52-58-2, pp. 230-236
21. (M63) **Petrović B.**, **2014**: *Osnovne karakteristike izdanskog toka karstnih voda Svrljiških planina i Suve planine*, Zbornik radova XVI kongresa geologa Srbije „Optimalno istraživanje i održivo korišćenje geoloških resursa“, Donji Milanovac, ISBN: 978-86-86053-14-5, pp. 340-346
22. (M63) **Petrović B.**, Živanović V., **2014**: *Analiza promene kvaliteta podzemnih voda u procesu prihranjivanja aluvijalnog izvorišta "Morava-Brzan"*, Zbornik radova XVI kongresa geologa Srbije „Optimalno istraživanje i održivo korišćenje geoloških resursa“, Donji Milanovac, ISBN: 978-86-86053-14-5, pp. 400-406
23. (M34) Stevanović Z., Ristić Vakanjac V., Milanović S., Vasić Lj., **Petrović B.**, Čokorilo M., **2013**: *Tectonic fabric as the main factor for privileged groundwater pathways, discharge regime and thermal properties within the same karstic system of Vidlič Mt. (Serbia)*, Book of Abstracts of the International Symposium on Hierarchical Flow Systems in Karst Regions, , ISBN: 978-963-284-369-8, pp. 131
24. (M33) Stevanović Z., Milanović S., Dokmanović P., Ristić Vakanjac V., **Petrović B.**, Vasić Lj., **2013**: *Engineering regulation of karst aquifer as a response to minimal flows in sensitive areas*, Proceedings of 3rd International Conference "Waters in sensitive and protected areas, Zagreb, Croatia, ISBN: 978-953-96071-3-3, pp: 109-112
25. (M63) **Petrović B.**, Sorajić S., **2012**: *Mesto i uloga hidrogeologa u studijama procene uticaja na životnu sredinu*, Zbornik radova XIV Srpskog simpozijuma o hidrogeologiji, sa međunarodnim učešćem, ISBN: 978-86-7352-236-4, pp: 401-405
26. (M63) Stevanović Z., Ristić Vakanjac V., Milanović S., Vasić Lj., **Petrović B.**, **2011**: *Značaj monitoringa podzemnih voda u karstu Srbije*, Rad u zborniku sa 7 Simpozijuma o zaštiti karsta, Bela Palanka, ISSN 0354-4885; UDC 551.49:504.05(497.11), pp: 21-28
27. (M34) **Petrović B.**, **2009**: *Everlasting ice in Tisova jama, Beljanica Mountain – Eastern Serbia*, Guidebook & abstracts of 17th International Karstological School "Classical Karst", Postojna, Slovenia, pp: 79
28. (M34) **Petrović B.**, **2008**: *Protection of Lisine waterfall (Beljanica Mt, Eastern Serbia)*, Guide book & abstracts of 16th International Karstological School "Classical Karst", Postojna, Slovenia, pp: 95
29. (M34) **Petrović B.**, **2007**: *Environmental Impact Assessment of a Dam Project in Southeastern Part of Kucaj Mountains (Serbia)*, CD Proceedings of 15th International Karstological School „Classical Karst“: Management of transboundary karst aquifers, Postojna, Slovenia
30. **Petrović B.**, **2004**: *Application of Environmental Tracers (isotopes) in the Asturian Coal Basin, "Investigacion de las posibilidades de aprovechamiento de CBM y CMM y secuestro de CO₂ en la Cuenca Central Asturiana"*, Universidad de Oviedo, Direccion General de Industria y del Principado de Asturias, Oviedo
31. **Petrović B.**, **2002**: *Zagađenje podzemnih voda u ataru sela Priboj, južna Srbija*, Izabrani radovi polaznika, Istraživačka stanica Petnica, Valjevo

Очекује се да Б. Петровић резултате својих истраживања настави да публикује у међународним часописима и да их презентира на научним скуповима чиме ће даље доприносити афирмацији научне школе у којој и сада делује.

4.4 Провера оригиналности докторске дисертације

Провера оригиналности докторске дисертације „*Функционисање и утицај епикарста на режим, биланс и квалитет подземних вода источног дела карстног система Суве планине*”, аутора Бранислава Петровића урађена је у складу са Правилником о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду (Гласник Универзитета у Београду, бр. 204 / 22.06.2018). Према програму *iThenticate*, констатовано је да утврђена количина подударња текста по параметру Индекс сличности (*Index Similarity*) износи 7%. Укупно је анализом обухваћено 91117 речи од чега су идентичне са различитим изворима 365, што износи мање од 1%. Степен подударности последица је цитата, личних имена, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, као и претходно публикованих резултата докторандових истраживања, који су проистекли из рада на дисертацији, што је у складу са чланом 9. овог Правилника. С обзиром да је аутор доследно поштовао све академске норме при цитирању и парафразирању литературних извора, сматрамо да је дисертација у потпуности оригинална и резултат самосталног рада.

5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ КОМИСИЈЕ

Докторска дисертација кандидата Бранислава Петровића, дипломираног инжењера геологије, под насловом: „*Функционисање и утицај епикарста на режим, биланс и квалитет подземних вода источног дела карстног система Суве планине*“ представља обиман, садржајан и оригинални научни рад из уже научне области хидрогеологије који разматра сложене проблеме формирања, измене квалитета и заштите подземних вода под утицајем епикарста, приповршинског слоја у карстним системима.

Бранислав Петровић је афирмисани истраживач запослен на Департману за хидрогеологију РГФ са укупно 38 публикованих радова, од чега је 6 публиковано у водећим међународним часописима (M20) и 1 у међународној монографији (M14), при чему је у једном од ових радова и једини аутор. Учествовао је у реализацији више инжењерских пројеката, обавио је краће студијске боравке у иностранству и сарађивао на одржавању наставе на матичном департману РГФ.

Урађена дисертација базирана је на мултидисциплинарном приступу и примени већег броја геолошких и негеолошких метода на подручју Суве планине која представља једно од изворишта за регионално водоснабдевање у Србији. Бранислав Петровић је за потребе дисертације обавио потребне кабинетске анализе, обимна теренска истраживања, укључујући опите трасирања вода, лабораторијска испитивања узорака стена, земљишта и вода, као и експерименте на посебно израђеној опреми. Резултати до којих је дошао су релевантни и омогућили су одговоре на циљеве постављене при одобравању теме дисертације.

Израђена докторска дисертација значајно доприноси сагледавању улоге и механизма функционисања епикарста и прва је ове врсте у нашој земљи које се бави овом тематиком. Аутор је сагледао досадашња сазнања и инострана искуства стечена у овој области и сам је на овој основи кроз изведене теренске и лабораторијске експерименте утврдио концепт истраживања који треба применити када је у питању оцена улоге и ефеката које епикарст различитих карактеристика има на квалитет воде и режим истицања карстних извора. Добијени резултати и анализе могу корисно послужити и будућим истраживачима карста,

посебно у делу који се бави испитивањем услова заштите карстних водних ресурса и њиховом коришћењу.

Овом дисертацијом и публикованим радовима са овом тематиком, дат је допринос хидрогеологији карста, као и даљој афирмацији наше школе која је у свету веома цењена, од времена оснивача карстологије Јована Цвијића до данас.

Анализирајући докторску дисертацију кандидата Бранислава Петровића комисија је са задовољством закључила да представља значајан самостални рад и оригинални научни допринос области геологије и хидрогеологије, да је у свему израђена у складу са стандардима научно-истраживачког рада и прописима, те стога предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета да дисертацију стави на увид јавности, овај извештај прихвати и упути га Већу техничких наука Универзитета у Београду ради коначног усвајања након чега би се приступило усменој одбрани пред комисијом у истом саставу.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Зоран Стевановић, редовни професор
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Саша Милановић, доцент
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Владимир Живановић, доцент
Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет

Др Милан Радуловић, ванредни професор
Грађевинског факултета Универзитета Црне Горе у Подгорици (Црна Гора)