

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ-  
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКИ ФАКУЛТЕТ**

11120 Београд 35, ул. Ђушина 7  
Тел: (011) 3219-101, Факс: (011) 3235-539



**UNIVERSITY OF BELGRADE,  
FACULTY OF MINING AND GEOLOGY**

Republic of Serbia, Belgrade, Djusina 7  
Phone:(381 11) 3219-101, Fax:(381 11) 3235-539

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ**  
**- Веће научних области техничких наука-**

Београд  
Студентски трг бр. 1

Достављамо вам:

- Образац захтева за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији мр Владимира Живановића, дипл. инж. геологије.
- Одлуку Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду о усвајању извештаја Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације.
- Реферат Комисије
- Један укоричен штампани примерак докторске дисертације
- Електронска верзија докторске дисертације

Шеф Одељења за студентска  
и наставна питања

Љиљана Колоња, дипл. инж. рударства

Факултет: Рударско-геолошки

(Број захтева)

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
Веће научних области техничких наука  
(Назив веће научних области коме се захтев упућује)

(Датум)

**ЗАХТЕВ****за давање сагласности на реферат о урађеној докторској дисертацији**

Молимо да, сходно члану 46. ст.5. тач. 4. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, бр.131/06), дате сагласност на реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата

Мр Владимира (Јордан) Живановића, дипл. инж. геологије  
(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ Мр Владимир (Јордан) Живановића, дипл. инж. геологије  
(име, име једног од родитеља и презиме)

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗАШТИТЕ ИЗВОРИШТА ПОДЗЕМНИХ ВОДА ПРИМЕНОМ КАРТА РАЊИВОСТИ“

Научна област: Хидрогеологија

Универзитет је дана 04.02.2013. год. својим актом под бр. 02 Број:06-419/21-13 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„РАЗВОЈ МЕТОДОЛОГИЈЕ ЗАШТИТЕ ИЗВОРИШТА ПОДЗЕМНИХ ВОДА ПРИМЕНОМ КАРТА РАЊИВОСТИ“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата:

Мр Владимира (Јордан) Живановића, дипл. инж. геологије  
(име, име једног од родитеља и презиме)

образована је на седници одржаној 21.04.2016. год., одлуком факултета под бр. 1/179, у саставу:

Име и презиме члана комисије	звање	научна област
1. др Игор Јемцов, ванр. проф.		Хидрогеологија
2. др Веселин Драгишић, ред. проф.		Хидрогеологија
3. др Душан Поломчић, ред. проф.		Хидрогеологија
4. др Наташа Равбар, виши научни сарадник		Хидрогеологија карста и оцена рањивости подземних вода
5. _____		

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 19.05.2016. год.

**ДЕКАН**  
Рударско-геолошког факултета

Прилог: 1. Извештај комисије са предлогом  
2. Акт Наставно-научног већа факултета о усвајању извештаја  
3. Примедбе дате у току стављања извештаја на увид јавности, уколико је таквих примедба било.

Проф. др Душан Поломчић

На основу члана 156. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду на својој седници одржаној 19.05.2016. године, донело је

## О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **мр Владимира Живановића**, дипл. инж. геологије, под насловом *„Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“*, на који није било примедби.
2. Универзитет у Београду је дана 04.02.2013. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Радови из научних часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:
  - Atanacković, N., Dragišić, V., Stojković, J., Papić P. and Živanović V. (2013) Hydrochemical characteristics of mine waters from abandoned mining sites in Serbia and their impact on surface water quality, Environmental Science and Pollution Research, vol. 20, No 11, pp. 7615-7626, DOI: 10.1007/s11356-013-1959-4;
  - Petrović Pantić, T., 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, Vol. 159, 2015, Elsevier, 101-114, ISSN: 0375-6742; doi:10.1016/j.gexplo.2015.08.009.
4. Именовани ће бранити докторску дисертацију пред комисијом у саставу: др Игор Јемцов, ванр. проф.; др Веселин Драгишић, ред. проф.; др Душан Полоччић, ред. проф.; др Наташа Равбар, виши научни сарадник Института за изучавање карста ЗРЦ САЗУ у Постојна (Словенија).
5. Докторска дисертација из става 1. ове одлуке подобна је за одбрану након добијања сагласности од Већа научних области техничких наука.
6. О термину одбране благовремено се обавештава стручна служба ради обављања претходних активности.

Д Е К А Н

др Душан Полоччић, ред. проф.

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Комисији
- Именованом
- Одељењу за студентска питања

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ**

**Предмет:** Реферат о урађеној докторској дисертацији кандидата Владимира Живановића

Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, бр.1/179 од 25.04.2016 године, именовани смо за чланове Комисије за преглед, оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Владимира Живановића, дипл. инж. геологије под насловом:

***„Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“***

Након прегледа достављене Дисертације, пратећег материјала и разговора са Кандидатом, Комисија је сачинила следећи

**РЕФЕРАТ**

**1. УВОД**

**1.1. Хронологија одобравања и израде дисертације**

- мр Владимир Живановић, дипл. инж. геологије, дипломирао је 2002. године на Смеру за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета у Београду. На истом факултету одбранио је и магистарску тезу 2011. године са темом „Оцена рањивости подземних вода од загађења на примерима карста Србије“;
- Докторску дисертацију пријавио је 2012. године на Рударско-геолошком факултету, Департману за хидрогеологију под називом „Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“
- Одлуком Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета бр. 1/247 од 24. децембра 2012. године, усвојен је Извештај Комисије за давање мишљења о научној заснованости предложене теме мр Владимира Живановића, дипл. инж. геологије, за израду докторске дисертације и за ментора именован је др Игор Јемцов, доцент.

- Одлуком Већа научних области техничких наука Универзитета у Београду бр. 06-419/12-13 од 04. фебруара 2013. године, дата је сагласност на предлог теме докторске дисертације по захтеву Рударско-геолошког факултета;
- У априлу 2016, године кандидат је поднео захтев Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета за именовање Комисије за оцену о одбрану докторске дисертације.
- Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета, одлуком бр. 1/179 од 25.04.2016. године је именovalo Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације у саставу: др Игор Јемцов, ванредни професор (ментор, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет), др Веселин Драгишић редовни професор (Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет), др Душан Полоччић, редовни професор (Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет) и др Наташа Равбар, виши научни сарадник (Институт за изучавања карста ЗРЦ САЗУ у Постојни, Р. Словенија).

## 1.2. Научна област дисертације

Докторска дисертација под називом „Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“, припада области техничких наука. По предмету истраживања, дисертација припада научној области „Гео-науке“, односно ужој научној области „Хидрогеологија“, за коју је Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет матичан. За ментора ове докторске дисертације именован је др Игор Јемцов, ванредни професор Универзитета у Београду – Рударско-геолошког факултета.

## 1.3. Биографски подаци о кандидату

Кандидат Владимир Ј. Живановић рођен је 18.09.1978. године у Штипу, Р. Македонија. Основну школу завршио је у Штипу, где завршава и гимназију, природно-математички смер. На Рударско-геолошки факултет уписује се 1996. године, и дипломира на смеру за Хидрогеологију, 2002. године са оценом 10 на дипломском испиту и просечном оценом 9,63 у току студирања. Исте године уписује магистарске студије на Рударско-геолошком факултету, одсеку Геологија, смеру Искоришћавање и заштита подземних вода.

Магистарску тезу „Оцена рањивости подземних вода од загађења на примерима карста Србије“ (ментор: Проф. др Веселин Драгишић) одбранио је јуна 2011. године на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду. Радну каријеру започиње одмах након завршетка основних студија као стручни сарадник на Катедри за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета, а у наставно звање асистент изабран је у мају 2015. године. Дужи низ година учествује у наставном процесу, прво као демонстратор, а касније као асистент на предметима Општа хидрогеологија, Хидрогеолошко картирање, Теренска настава из Хидрогеолошког картирања, Заштита подземних вода, Контаминација и ремедијација геолошке средине и подземних вода и Геоинформациони системи - примена у геологији.

За рад под називом „Примена савремених метода и програма за заштиту подземних вода Националног парка Тара“ добитник је награде Универзитета у Београду, за најбољи рад у групи техничких факултета за школску 2005/2006 годину. За

Магистарски рад „Оцена рањивости подземних вода од загађења на примерима карста Србије“ добитник је награде фонда „Милан Миличевић, инжењер геологије“ који се додељује за најбољи научно-истраживачки рад младог научног радника објављен из области геологије 2011. године.

Аутор и коаутор је 12 научних радова објављених у домаћим и страним часописима од чега су три са СЦИ листе, као и више од 30 саопштења са међународних и домаћих скупова. Коаутор је једне монографије, једног универзитетског уџбеника и једног помоћног уџбеника. Руководио је и учествовао у изради великог броја студија, елабората и пројеката из области водоснабдевања, заштите подземних вода, хидрогеологије лежишта минералних сировина итд.

## 2. ОПИС ДИСЕРТАЦИЈЕ

### 2.1. Садржај дисертације

Докторска дисертација је написана на 250 страница и у складу је са упутством за обликовање докторске дисертације, прописаним од стране Универзитета у Београду. Дисертација садржи 165 илустрација (графикона, фотографија, цртежа или схема), као и 25 табела. Садржи следеће делове: насловну страну на српском и енглеском језику, страну са подацима о ментору и члановима комисије, сажетак на српском и енглеском језику са кључним речима, седамнаест поглавља приказаних у оквиру шест целина, списак коришћене литературе, биографију докторанда и изјаву о ауторству, изјаву о истовестности штампане и електронске верзије докторског рада и изјаву о коришћењу.

Структуру дисертације чине следеће целине:

- I. Увод
- II. Развој ТДМ методе на бази оцене рањивости подземних вода
- III. Избор репрезентативних изворишта за тестирање ТДМ методе и основне хидрогеолошке карактеристике
- IV. Резултати примене ТДМ методе за оцену рањивости подземних вода на издвојеним репрезентативним извориштима
- V. Дискусија
- VI. Закључак

Садржај докторске дисертације је следећи:

#### I УВОД

1. Рањивост подземних вода и значај успостављања зона санитарне заштите
2. Концепт увођења зона санитарне заштите
3. Постојећи приступи у одређивању зона санитарне заштите
  - 3.1. Одређивање зона санитарне заштите методом фиксног радијуса и времена путовања воде
  - 3.2. Одређивање зона санитарне заштите применом метода оцене рањивости подземних вода
  - 3.3. Одређивање зона санитарне заштите на бази процене ризика од загађивања подземних вода
  - 3.4. Одређивање зона санитарне заштите применом хидродинамичких модела кретања подземних вода

4. Законска регулатива и начин утврђивања зона санитарне заштите у Европи и у Србији
    - 4.1. Регуллатива у области заштите подземних вода у земљама чланицама Европске уније
    - 4.2. Карактеристични примери примене законске регулативе у области заштите изворишта
    - 4.3. Историјат и примена законске регулативе из области заштите подземних вода у Србији
      - 4.3.1. Историјат заштите подземних вода у Србији
      - 4.3.2. Заштита подземних вода кроз законску регулативу у Србији
      - 4.3.3. Заштита подземних вода кроз актуелну законску регулативу у Србији
  5. Проблематика одређивања зона санитарне заштите у различитим хидрогеолошким срединама
    - 5.1. Издани у срединама интергрануларне порозности
      - 5.1.1. Опште карактеристике издани у срединама интергрануларне порозности
      - 5.1.2. Постојећи трендови у заштити подземних вода издани у срединама интергрануларне порозности
    - 5.2. Издани у срединама пукотинске порозности
      - 5.2.1. Опште карактеристике издани у срединама пукотинске порозности
      - 5.2.2. Постојећи трендови у заштити подземних вода издани у срединама пукотинске порозности
    - 5.3. Издани у срединама кавернозне порозности
      - 5.3.1. Опште карактеристике издани у срединама кавернозне порозности
      - 5.3.2. Постојећи трендови у заштити подземних вода у срединама кавернозне порозности
- II РАЗВОЈ ТДМ МЕТОДЕ НА БАЗИ ОЦЕНЕ РАЊИВОСТИ ПОДЗЕМНИХ ВОДА
6. Главне компоненте које утичу на одређивање зона санитарне заштите
    - 6.1. Површинско кретање воде
    - 6.2. Вертикално кретање воде у надизданској зони
    - 6.3. Хоризонтално кретање воде у изданској зони
    - 6.4. Карактер контаминаната
  7. Методолошки приступ у одређивању зона санитарне заштите – ТДМ метода
    - 7.1. Концептуални модел заштите изворишта
    - 7.2. Прорачун санитарне заштите применом ТДМ методологије
      - 7.2.1. Прорачун времена површинског кретања воде
      - 7.2.2. Прорачун времена вертикалног кретања воде у надизданској зони
      - 7.2.3. Прорачун времена хоризонталног кретања воде у изданској зони
      - 7.2.4. Прорачун укупног времена кретања воде до водозахватног објекта
- III ИЗБОР РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ИЗВОРИШТА ЗА ТЕСТИРАЊЕ ТДМ МЕТОДЕ И ОСНОВНЕ ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
8. Избор репрезентативних изворишта за примену новог модела за одређивање зона санитарне заштите
  9. Основне карактеристике изворишта „Бели Тимок“
    - 9.1. Географски положај изворишта
    - 9.2. Климатске карактеристике
    - 9.3. Хидрографске и хидролошке карактеристике
    - 9.4. Геоморфолошке карактеристике
    - 9.5. Вегетациони покривач

- 9.6. Педолошке карактеристике тла
- 9.7. Геолошка грађа терена
- 9.8. Хидрогеолошке карактеристике истражног подручја
- 9.9. Извориште подземних вода „Бели Тимок“
- 10. Основне карактеристике изворишта „Врело Црнице“
  - 10.1. Географски положај
  - 10.2. Климатске карактеристике
  - 10.3. Хидрографске и хидролошке карактеристике
  - 10.4. Геоморфолошке карактеристике
  - 10.5. Вегетациони покривач
  - 10.6. Педолошке карактеристике тла
  - 10.7. Геолошка грађа и тектоника терена
  - 10.8. Хидрогеолошке карактеристике истражног подручја
  - 10.9. Карстно извориште „Врело Црнице“
- 11. Основне карактеристике изворишта „Фишиеров Салаш“
  - 11.1. Географски положај изворишта
  - 11.2. Климатске карактеристике
  - 11.3. Хидрографске и хидролошке карактеристике
  - 11.4. Геоморфолошке карактеристике
  - 11.5. Вегетациони покривач
  - 11.6. Педолошке карактеристике тла
  - 11.7. Геолошка грађа терена
  - 11.8. Хидрогеолошке карактеристике истражног подручја
  - 11.9. Извориште подземних вода „Фишиеров Салаш“
- IV РЕЗУЛТАТИ ПРИМЕНЕ ТДМ МЕТОДЕ ЗА ОЦЕНУ РАЊИВОСТИ ПОДЗЕМНИХ ВОДА НА ИЗДВОЈЕНИМ РЕПРЕЗЕНТАТИВНИМ ИЗВОРИШТИМА
  - 12. Примена ТДМ методе за оцену рањивости подземних вода на изворишту „Бели Тимок“
    - 12.1. Одређивање времена хоризонталног кретања подземних вода
    - 12.2. Одређивање времена вертикалног кретања подземних вода
    - 12.3. Одређивање времена кретања површинских вода
    - 12.4. Израда финалне карте рањивости изворишта подземних вода
  - 13. Примена ТДМ методе за оцену рањивости подземних вода на изворишту „Врело Црнице“
    - 13.1. Одређивање времена кретања површинских вода
    - 13.2. Одређивање времена вертикалног кретања подземних вода
    - 13.3. Одређивање времена хоризонталног кретања подземних вода
    - 13.4. Израда финалне карте рањивости изворишта подземних вода
  - 14. Примена ТДМ методе за оцену рањивости подземних вода на изворишту „Фишиеров Салаш“
    - 14.1. Одређивање времена хоризонталног кретања подземних вода
    - 14.2. Одређивање времена вертикалног кретања подземних вода
    - 14.3. Израда финалне карте рањивости изворишта подземних вода
- V ДИСКУСИЈА
  - 15. Предлог зона санитарне заштите применом ТДМ методе
  - 16. Потребне подлоге за примену ТДМ методе
  - 17. Предности и недостаци ТДМ методе
- VI ЗАКЉУЧАК
- ЛИТЕРАТУРА



## 2.2. Кратак приказ појединих поглавља

У уводном делу, кандидат кроз пет поглавља разматра проблематику рањивости подземних вода, концепт примене зона заштите подземних вода, као и постојеће приступе у одређивању санитарних зона, укључујући и законску регулативу, као и специфичности примене у различитим хидрогеолошким условима:

- У првом поглављу кандидат приказује значај подземних вода у водоснабдевању становништва као и потребу њихове заштите од природног и антропогеног утицаја. У истом поглављу кандидат посебно истиче значај правилног успостављања зона санитарне заштите, као и све већу примену метода за оцену рањивости подземних вода у циљу њихове заштите.
- У другом поглављу дат је приказ концепта увођења зона санитарне заштите и у пракси најчешће примењиваних зона санитарне заштите.
- Постојећи приступи у одређивању зона санитарне заштите приказани су кроз треће поглавље. Посебно су приказани различити приступи делинеације санитарних зона, која обухватају примену метода фиксног радијуса и времена путовања воде, метода за оцену рањивости подземних вода, метода на бази процене ризика од загађивања подземних вода, као метода које укључују примену хидродинамичких модела струјања подземних вода у порозној средини.
- У четвртом поглављу кандидат анализира законску регулативу и карактеристичне примере одређивања зона санитарне заштите у Европи и у Србији. Поред детаљне анализе регулативе из области заштите подземних вода у Европским земљама, приказан је и историјат заштите подземних вода и примена законске регулативе у Србији.
- У петом поглављу детаљно је разматрана проблематика одређивања зона санитарне заштите у различитим хидрогеолошким условима. Кроз издвојена потпоглавља приказане су опште карактеристике издани формираних у срединама интергрануларне, пукотинске и карстне структурне порозности. За сваку од издвојених средина приказано је постојеће стање и анализирани трендови развоја у области заштите подземних вода.

Други део обухвата приказ развоја ТДМ методе, у коме кроз два поглавља (шест и седам) кандидат детаљно даје приказ главних компоненти и методолошки приступ одређивања санитарних зона:

- У шестом поглављу анализирани су главне компоненте које утичу на одређивање зона санитарне заштите, које обухватају, површинско кретање воде, хоризонталну и вертикалну компоненту, са освртом на карактер контаминаната.
- У седмом поглављу кандидат детаљно приказује ТДМ методу која представља нови методолошки приступ у одређивању зона санитарне заштите. Кроз различита потпоглавља, кандидат детаљно разматра концептуални модел заштите изворишта подземних вода и даје приказ развоја прорачуна издвојених компоненти и сумарне компоненте ТДМ методе, као основе за одређивање зона санитарне заштите.

У оквиру трећег дела, кандидат издваја репрезентативна изворишта за експерименталну примену ТДМ методе и даје њихов детаљан приказ основних геолошких и хидрогеолошких карактеристика.

- У осмом поглављу, кандидат јасно приказује критеријуме избора репрезентативних изворишта: „Бели Тимок“ са кога се експлоатишу воде збијане

издани формиране у алувијалним наслагама; „Врело Црнице“ које каптира карстне изданске воде; „Фишиеров Салаш“ којим су захваћене изданске воде у под притиском у неогеним седиментима.

- У поглављима од девет до једанаест, кандидат даје приказ основних карактеристика изворишта, којима је обухваћен географски положај, климатске, хидрографске и хидролошке, вегетационе, педолошке, геолошке и хидрогеолошке карактеристике, као и приказ начина каптирања и режима експлоатације на издвојеним извориштима.

У четвртном делу приказани су резултати примене ТДМ методе на издвојеним репрезентативним извориштима. У посебним поглављима (од дванаест до четрнаест) за свако издвојено извориште приказан је концептуални модел заштите подземних вода. Након овог, у наставку су приказани резултати прорачуна издвојених компоненти времена кретања воде, као и укупног времена кретања воде до водозахватног објекта.

Пети део дисертације обухвата дискусију резултата, са поглављима (петнаест до седамнаест) који разматрају:

- У поглављу петнаест, приказана је делинеација зона санитарне заштите на издвојеним репрезентативним примерима, применом ТДМ методе,
- У шеснаестом поглављу, приликом разматрања неопходних подлога за примену ТДМ методе извршена је компаративна анализа са „класичним“ методама за оцену рањивости изворишта.
- У поглављу седамнаест да је критички осврт на примену методе, са истакнутим предностима и недостацима.

У закључку, шестом делу, кандидат даје завршне констатације о резултатима добијених кроз израду докторске дисертације. Кандидат констатује да предложена ТДМ метода анализира најбитније факторе које утичу на судбину (исход) кретања воде до водозахватног објекта и да се предложена методологија може лако применити за заштиту изворишта у различитим хидрогеолошким срединама. Кандидат посебно истиче важну карактеристику примене ТДМ методе, која се огледа у директној делинеацији зона санитарне заштите. Кандидат такође даје даље правце развоја и могућности унапређења предложене методологије.

У списку литературе наведено је 138 библиографских јединица од чега 114 публикована рада, 9 фондовских стручних јединица и 15 законских регулатива.

### **3. ОЦЕНА ДИСЕРТАЦИЈЕ**

#### **3.1. Савременост и оригиналност**

Докторска дисертација „Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“, докторанда мр Владимира Живановића, дипл. инж. геологије, има савремен приступ проблематици у научној области Гео-наука и представља оригинално научно дело. При изради ове дисертације примењене су савремене методе које се користе у хидрогеологији (примена хидролошких модела за потребе прорачуна кретања површинске воде, географских информационих система и метода за оцену рањивости подземних вода у циљу анализе кретања подземне воде кроз

надизданску зону, као и хидродинамичког моделирања за потребе анализе хоризонталне компоненте кретања подземних вода). Интеграцијом поменутих метода креирана је ТДМ метода, која представља нов и унапређен методолошки приступ у оцени рањивости изворишта подземних вода и одређивању зона санитарне заштите. Решења која су добијена, експериментално су верификована кроз примену ТДМ методе на три репрезентативна изворишта подземних вода. Овакав интегрисани приступ решавања проблема одређивања зона санитарне заштите изворишта подземних вода, први пут је примењен у оваквим хидрогеолошким срединама, верификован је на изабраним тест подручјима и има изузетан практичан значај у решавању предметне проблематике.

### **3.2. Осврт на референтну и коришћену литературу**

У процесу израде докторске дисертације детаљно је прегледана релевантна литература о чему сведочи списак од 138 библиографских јединица од чега 114 публикована рада, 9 фондовских стручних јединица и 15 законских регулатива. Наведеном референтом литературом могуће је сагледати актуелно стање у области заштите подземних вода, посебно из области одређивања зона санитарне заштите изворишта. Највећим делом чине радови еминентних светских часописа за проблематику заштите подземних вода и животне средине уопште. Од великог значаја је и коришћена документација која разматра законску регулативу, којом је успешно анализирана досадашња пракса заштите подземних вода у Србији и у Европи. У списку литературе налазе се и ауторски и коауторски радови самог докторанда, на основу којих су у значајној мери верификоване примењене научне методе у дисертацији од стране стручне јавности у земљи и у иностранству.

### **3.3. Опис и адекватност примењених научних метода**

Методологија истраживања која је примењена током израде докторске дисертације је веома комплексна и условљена је пре свега специфичним условима прихрањивања, брзине циркулације и начина истицања изданских вода.

У досадашњој хидрогеолошкој пракси, зоне санитарне заштите су углавном одређиване на бази хоризонталног кретања подземне воде ка водозахватном објекту. Развијена ТДМ метода, представља унапређен приступ, а у дисертацији су анализирани главне компоненте које утичу на време путовања воде од површине терена до водозахватног објекта: површинско кретање вода, вертикално кретање подземне воде у зони аерације и хоризонтално кретање подземне воде кроз изданску зону. За сваку од поменутих компоненти у дат је савремен методолошки приступ прорачуна.

При анализи површинског кретања воде ка понорским зонама, примењен је концепт просторног хидролошког моделирања, применом савремених ГИС алата. У прорачуну су коришћене најзначајније подлоге које утичу на брзину транспорта воде и контаминаната, као што су вегетационе и педолошке карактеристике тла, нагиб терена, интензитет падавина и сл.

У дефинисању времена вертикалног кретања воде кроз надизданску зону у ТДМ модел су имплементирани савремене методе за оцену рањивости подземних вода. Анализом

постојећих метода издвојена је метода која омогућава адекватан прорачун времена вертикалног кретања воде. За прорачун су анализирани различити параметри, као што су дебљина и састав тла и стена у надизданској зони, тектонске карактеристике терена, хидродинамичке карактеристике издани, падавине, сунчева радијација, евапотранспирација, као и величина отицаја. Комплетан поступак прорачуна вертикалне компоненте и израда тематских карата времена кретања подземне воде, приказан је применом савремених методских поступака у развијених у ГИС.

Методологија прорачуна хоризонталне компоненте прилагођена је различитим типовима издани, као и различитим условима дренарања подземних вода. За издан збијеног типа, примењена је метода хидродинамичког моделирања, док је за карстно-пукотинску издан развијен нов методолошки поступак који обухвата двоконтинуално кретање подземне воде кроз матриксу и каналску порозност.

ТДМ метода заснива се на инкорпорацији све три компоненте кретања површинских и подземних вода. Прорачун укупног кретања воде од површине терена до водозахватног објекта заснива се на преклапању појединих компоненти у ГИС окружењу и просторним сумирањем различитих временских компоненти кретања вода. Оваква оцена рањивости изворишта подземних вода показала се потпуно адекватна и омогућава јасно одређивање зона санитарне заштите што је и потврђено применом ТДМ методе на изабраним репрезентативним извориштима.

### **3.4. Применљивост остварених резултата**

Резултати ове докторске дисертације имају вишеструки научни и практични значај, посебно у области заштите подземних вода и заштите животне средине уопште. Примењена ТДМ методологија за утврђивање рањивости изворишта подземних вода имплементирана у различитим хидрогеолошким условима, представља униформан начин и унапређен приступ утврђивања зона санитарне заштите у односу на досада примењиване методске поступке. Применом предложене методологије на три репрезентативна изворишта на којима се каптирају подземне воде из различитих хидрогеолошких средина кандидат је показао применљивост ТДМ методе у различитим окружењима. Поред одређивања зона санитарне заштите, ТДМ метода се може применити за оцену опште рањивости подземних вода чиме се стварају важне подлоге за просторно планирање одређених подручја, којима се омогућава одрживи развој и очување квалитета подземних вода.

### **3.5. Оцена достигнутих способности кандидата за самостални научни рад**

Кандидат мр Владимир Живановић, дипл. инж. геологије је током израде дисертације показао способност за самостални научни рад уз изражену систематичност и зрелост у истраживању и дискусији при анализи и интерпретацији добијених резултата. Важно је истаћи да је кандидат овладао методологијом научно-истраживачког рада што се огледа кроз успешну реализацију планираних истраживања од почетне идеје до завршетка докторске дисертације. Потврда овоме су и објављени стручни и научни радови из проблематике заштите подземних вода.

## **4. ОСТВАРЕНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС**

### **4.1. Приказ остварених научних доприноса**

Применом научних метода у решавању проблема описаних у претходном делу текста очекује се битан напредак и постизање систематичности научног сазнања у области хидрогеологија, с обзиром на то да је ТДМ метода нова, очекује се њена широка примена у пракси. Израда докторске дисертације представља допринос у заштити подземних вода, пре свега у одређивању зона санитарне заштите и разумевању кретања подземних вода и функционисање хидрогеолошких система уопште.

Остварени научни допринос ове докторске дисертације може се синтетизовати на следећи начин:

- Анализирани су постојећи приступи у одређивању зона санитарне заштите,
- Анализирана је законска регулатива и начин утврђивања зона санитарне заштите у Европи и у Србији.
- Анализирани су главне компоненте које утичу на одређивање зона санитарне заштите.
- Развијен је нови концептуални модел заштите изворишта подземних вода и на бази овог модела развијена је ТДМ метода, за оцену рањивости и одређивање зона санитарне заштите изворишта подземних вода.
- Извршена је валидација ТДМ методе, њеном применом на репрезентативним извориштима подземних вода чиме је показана применљивост методе у различитим хидрогеолошким срединама.
- Применом ТДМ методе на анализирана тест подручја детаљно је приказан комплексан поступак прорачуна анализираних параметара у ГИС окружењу.
- Развијена ТДМ методологија омогућава јасније и прецизније одређивање зона санитарне заштите, у различитим хидрогеолошким условима, чиме се може спречити негативни антропогени утицај на подземне воде, а самим тим и унапредити газдовање подземним водама.

### **4.2. Критична анализа резултата истраживања**

Резултати који су приказани докторском дисертацијом кандидата Владимира Живановића у значајној мери доприносе унапређењу постојећих знања из области заштите подземних вода, посебно при одређивању зона санитарне заштите. Узимајући у обзир да се приказана истраживања односе на техничку област, очекује се да ће постигнути резултати мотивисати даља истраживања са различитих аспеката разматрања питања заштите подземних вода. Добијеним резултатима је потврђена важност анализираних компоненти времена кретања воде при одређивању зона санитарне заштите. Резултати примене ТДМ методе на репрезентативни извориштима подземних вода показују значај сагледавања свих специфичних карактеристика различитих типова издани подземних вода. Методолошки приступ примењен у овој дисертацији од посебног је значаја за даљу имплементацију резултата метода за оцену рањивости подземних вода и њихово коришћење у заштити изворишта подземних вода.

### 4.3. Верификација научних доприноса

Један од значајнијих радова кандидата представља поглавље у монографији истакнутог издавача – „Springer“, водећег међународног значаја „Karst Aquifers – Characterization and Engineering“ (едитор З. Стевановић) са темом одређивања зона санитарне заштите у карсту. У овом раду кандидат је представио резултате примене ТДМ методологије за одређивање зона санитарне заштите изворишта подземних вода која је предмет Докторске дисертације.

Научни допринос докторске дисертације „Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“ кандидата Владимира Живановића, верификован је следећим публикацијама које су резултат истраживања разматраних у дисертацији:

#### Категорија М13 - Рад у тематском зборнику водећег међународног значаја

**Živanović V.** (2015) Delineation of karst groundwater protection zones. In: Z. Stevanovic (ed.), Karst Aquifers – Characterization and Engineering, Professional Practice in Earth Sciences, Springer International Publishing Switzerland, ISBN: 978-3-319-12850-4, DOI 10.1007/978-3-319-12850-4\_17.

#### Категорија М14 – Рад у тематском зборнику међународног значаја

**Živanović V.,** Dragišić V., Jemcov I., Atanacković N. (2016) Hydraulic behaviour of a subthermal karst spring - Blederiya spring, Eastern Serbia. In: Stevanović Z., Krešić N., Kukurić N. (eds) Karst without Boundaries. IAH - Selected Papers on Hydrogeology 23. CRC Press/Balkema, ISBN: 978-1-138-02968-2, pp 259-268. DOI: 10.1201/b21380-22

Benderev A., Stevanović Z., Mihaylova B., **Živanović V.,** Kostov K., Milanović S., Shanov S., Jemcov I. (2016) Transboundary Karst and Karst Aquifers in West Stara Planina Mts – Characteristics and Problems In: Stevanović Z., Krešić N., Kukurić N. (eds) Karst without Boundaries. IAH - Selected Papers on Hydrogeology 23. CRC Press/Balkema, ISBN: 978-1-138-02968-2, pp 71-86. DOI: 10.1201/b21380-8

#### Категорија М21 - Рад у врхунском међународном часопису

Atanacković, N., Dragišić, V., Stojković, J., Papić P. and **Živanović V.** (2013) Hydrochemical characteristics of mine waters from abandoned mining sites in Serbia and their impact on surface water quality, Environmental Science and Pollution Research, vol. 20, No 11, pp. 7615-7626, DOI: 10.1007/s11356-013-1959-4.

Petrović Pantić, T., 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, Vol. 159, 2015, Elsevier, 101-114, ISSN: 0375-6742; doi:10.1016/j.gexplo.2015.08.009.

Категорија М23 - Рад у међународном часопису

Polomčić, D., Dragišić, V., **Živanović, V.** (2013) Hydrodynamic modelling of a complex karst-alluvial aquifer: case study of Prijedor Groundwater Source, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina., 93-107, UDC:556.3:551.44(497.6), DOI: 10.3986/ac.v42i1.638, Acta Carsologica, 2013, Zalozba ZRC, 42, 1, 0583-6050.

Категорија М24 – Рад у часопису међународног значаја верификованог посебном одлуком

Dragišić, V., Petrović Pantić T., **Živanović, V.** (2015) Hydrogeothermal characteristics of groundwater from Ribarska Banja spa, central Serbia, Geološki anali Balkanskoga poluostrva, Department of Historical and Dynamical Geology and Department of Paleontology, Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, ISSN 0350-0608, Vol. 76, 61-72, DOI: 10.2298/GABP1576061D.

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 Balkanskoga poluostrva, Department of Historical and Dynamical Geology and Department of Paleontology, Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade, ISSN 0350-0608, Vol. 76, 85-91, DOI: 10.2298/GABP1576085P.

Категорија М33 - Саопштење са међународног скупа штампано у целини

**Živanović V.**, Bjelivuk Z., Jemcov I. (2006) Groundwater Vulnerability Assessment and Parameter Sensitivity Analysis - Application of EPIK Method in the National Park “Tara”, Proceedings of 14. International Karstological School “Classical Karst”, Postojna, 2006.

Jemcov I., **Živanović V.**, Čolić S., Milanović S., Trivić B. (2007): Vulnerability assessment and application of remote sensing - Groundwater resource analysis of National park “Tara”, Proceedings of the XXXV Congress of International Association of Hydrogeologists, Lisbon, 2007.

Dragišić V., Milentijević G., **Živanović V.**, Atanacković N., Nešković D.(2012) Rudničke vode napuštenih rudarskih radova i životna sredina u području Srbije; XIV srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, p 265-269; ISBN 978-86-7352-236-4.

**Živanović V.**, Dragišić V., Atanacković N., (2012): Primena metoda za ocenu ranjivosti podzemnih voda u zaštiti vodnih resursa nacionalnih parkova i parkova prirode Srbije, XIV srpski simpozijum o hidrogeologiji sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, p335-340; ISBN 978-86-7352-236-4.

#### Категорија M52 – Рад у часопису националног значаја

**Živanović V.**, Dragišić V., Atanacković N. (2012) Primena DRASTIC metode pri oceni ranjivosti podzemnih voda na primerima nacionalnih parkova i parkova prirode Srbije, Vodoprivreda, 44, 258-260 p. 277-284, ISSN: 0350-0519.

#### Категорија M53 – Рад у научном часопису

Jemcov I., **Živanović V.**, Čolić S., Milanović S. (2008) Ocena ugroženosti podzemnih voda karstnog masiva Tara – podrška racionalnom upravljanju Nacionalnim parkom, Zbornik radova za kras i speleologiju, Knjiga IX., SANU, Beograd, p 65-80

**Živanović V.**, Dragišić V., Atanacković N., Ninković S., Magazinović S. (2015) Izrada karte rizika od zagađivanja podzemnih voda na primeru nacionalnog parka Đerdap, Zapisnici srpskog geološkog društva za 2015. godinu, str. 59-77. Srpsko Geološko društvo. ISSN 0372-9966.

### **5. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ**

Кандидат мр Владимир Живановић дипл. инж. геологије запослен као асистент на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, у досадашњем раду као аутор или коаутор објавио је преко 40 стручних и научних радова, а главни резултати истраживања током израде докторске дисертације публиковани су радовима M10 и M20 категорије.

Докторска дисертација „Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“, докторанда мр Владимира Живановића, дипл. инж. геологије има савремен приступ проблематици у научној области Гео-наука, односно ужој научној области „Хидрогеологија“ и представља оригинално научно дело. На основу приказаних резултата и њихове анализе, може се закључити да је кандидат у потпуности остварио циљеве и хипотезе који су постављени у докторској дисертацији.

У изради докторске дисертације, кандидат је применио савремене методе које се примењују у хидрогеологији, у области заштите подземних вода. У заштити изворишта подземних вода, предложена ТДМ метода, представља нов методолошки приступ у одређивању зона санитарне заштите. Предложена методологија обухвата анализу и прорачун најважнијих компоненти кретања вода и контаминаната ка водозахватним објектима. Методологија је успешно примењена на три изворишта, која се разликују по хидрогеолошким условима формирања и дренажања подземних вода. Тиме је показана применљивост наведене методе у циљу превентивне заштите изворишта у различитим хидрогеолошким срединама, што је представљао један од главних циљева у докторској дисертације.



Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације закључује да је урађена докторска дисертација кандидата Владимира Живановића написана према свим стандардима о научно-истраживачком раду, као и да испуњава све услове предвиђене Законом о високом образовању, Стандардима за акредитацију, Статутом Рударско-геолошког факултета и критеријумима које је прописао Универзитет у Београду.

На основу изнетих чињеница, Комисија предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да се докторска дисертација кандидата мр Владимира Живановића, дипл. инж. геологије под називом „Развој методологије заштите изворишта подземних вода применом карата рањивости“ прихвати као успешно завршена докторска дисертација и упуту на коначно усвајање Већу научних области техничких наука Универзитета у Београду, а да се након тога кандидат позове на усмену јавну одбрану пред истом Комисијом.

У Београду, 28.04.2016. год.

#### **ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:**

---

др Игор Јемцов, ванредни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско–геолошки факултет

---

др Веселин Драгишић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско–геолошки факултет

---

др Душан Полоччић, редовни професор,  
Универзитет у Београду, Рударско–геолошки факултет

---

др Наташа Равбар, виши научни сарадник,  
Институт за изучавање карста ЗРЦ САЗУ,  
Постојна, Словенија