

Факултет: Рударско-геолошки

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа 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

Милана (Мићко) Радуловића, дипл. инж. геологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

КАНДИДАТ Милан (Мићко) Радуловић, дипл. инж. геологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

пријавио је докторску дисертацију под називом:

„ВИШЕПАРАМЕТАРСКА АНАЛИЗА ПРИХРАЊИВАЊА КАРСТНЕ ИЗДАНИ НА ПРИМЕРИМА ИЗ СЛИВА

СКАДАРСКОГ ЈЕЗЕРА“ из научне области: Геологија Студијски програм: Хидрогеологија

Универзитет је дана 31.10.2011. год. својим актом под бр. 02 Број: 06-7610/22-11 дао сагласност на предлог теме докторске дисертације која је гласила:

„ВИШЕПАРАМЕТАРСКА АНАЛИЗА ПРИХРАЊИВАЊА КАРСТНЕ ИЗДАНИ НА ПРИМЈЕРИМА ИЗ СЛИВА

СКАДАРСКОГ ЈЕЗЕРА“

Комисија за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата

Милана (Мићко) Радуловића, дипл. инж. геологије
(име, име једног од родитеља и презиме)

образована је на седници одржаној 22.12.2012. год., одлуком факултета под бр. 1/252, у саставу:

Име и презиме члана комисије звање научна област

- др Зоран Стевановић, ред. проф. Геологија
- др Веселин Драгишић, ред. проф. Геологија
- др Весна Ристић Вакањац, доцент Геологија
- др Игор Јемцов, доцент Геологија
- др Зоран Никић, ван. проф. Универзитета у Београду – Шумарски факултет Геологија

Наставно-научно веће факултета прихватило је извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације на седници одржаној дана 23.02.2012. године.

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 примедаба било.

Проф. др Владица Цветковић

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 117. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 27. Правилника о студирању на докторским студијама и стицању звања доктора наука, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 23.02.2012. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену и одбрану докторске дисертације **Милана Радуловића**, дипл. инж. геологије, под насловом *„Вишепараметарска анализа прихрањивања карстне издани на примјерима из слива Скадарског језера“*, на који није било примедба.
2. Универзитет у Београду је дана 31.10.2011. године дао сагласност на предлог теме докторске дисертације.
3. Рад из научног часописа са листе која је утврђена као релевантна за вредновање научне компетенције у одређеном научном пољу:
 - Milan M. Radulović, Zoran Stevanović & Mićko Radulović: A new approach in assessing recharge of highly karstified terrains – Montenegro case studies. Environmental Earth Studies (former Environmental Geology), Springer. ISSN 1866-6280, DOI: 10.1007/s12665-011-1378-0. M23, IF 0.678 (2010)
4. Именовани ће бранити докторску дисертацију пред комисијом у саставу: др Зоран Стевановић, ред. проф.; др Веселин Драгишић, ред. проф.; др Зоран Никић, ванр. проф. Универзитета у Београду – Шумарски факултет; др Весна Ристић Вакањац, доц.; др Игор Јемцов, доц.
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 Владица Цветковић, ред. проф.

Достављено:

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

**NASTAVNO-NAUČNOM VEĆU
RUDARSKO-GEOLOŠKOG FAKULTETA
UNIVERZITETA U BEOGRADU**

Odlukom Nastavno-naučnog veća RGF od 22.12.2011 i Odluke br. 1/252 od 26.12.2011, određeni smo za članove Komisije za pregled i ocenu doktorske disertacije kandidata **Milana Radulovića**, dipl. inženjera geologije, sa odobrenom temom pod nazivom „**Višeparameterska analiza prihranjivanja karstne izdani na primjerima iz sliva Skadarskog jezera**“.

Na osnovu pregleda doktorske disertacije Komisija podnosi Nastavno-naučnom veću Rudarsko-Geološkog fakulteta sledeći

I Z V E Š T A J
o uradjenoj doktorskoj disertaciji

1. UVOD

Doktorska disertacija kandidata **Milana Radulovića**, dipl. inženjera geologije, pod nazivom „**Višeparameterska analiza prihranjivanja karstne izdani na primjerima iz sliva Skadarskog jezera**“ napisana je na 235 stranica teksta formata A4, u okviru kojih su prikazane 119 slike i dijagrama, kao i veći broj tabela. Spisak literature sadrži ukupno 199 korišćenih bibliografskih jedinica. Pored navedenog, disertacija u apendiksu sadrži još 10 većih grafičkih priloga – geološku i hidrogeološku kartu, kartu rupturnog sklopa terena, profile, batimetrijsku kartu jezera, kao i kartu prognozirane efektivne infiltracije na području koje je bilo predmet analize. Disertacija je podeljena u 4 osnovna dela koja se sastoje od ukupno 11 poglavlja. Priložen je i abstrakt rada na srpskom i engleskom jeziku.

Hronologija odobravanja teme disertacije:

Kandidat je upisan na doktorske studije u školskoj 2007/08 u prvoj generaciji studenata na Departmanu za hidrogeologiju koji su studirali po novom programu uskladjanim sa „bolonjskim“ principima. U godini koja je prethodila upisu na doktorske, završio je osnovne studije hidrogeologije na RGF kao jedan od najboljih studenta u svojoj generaciji. Na doktorskim studijama položio je sve Statutom i nastavnim planom predviđene ispite sa prosečnom ocenom 9.93. Zvanični predlog teme za izradu disertacije podneo je tokom juna meseca 2011, mada se za predmetnu oblast i područje istraživanja opredelio još tokom izrade seminarskih radova na studijama. Odlukom Nastavno-naučnog veća RGF određena je Komisija za ocenu podobnosti teme i kandidata u čijem su sastavu bili isti članovi kao i za izradu ovog izveštaja. Pozitivan izveštaj komisije od 03.11.2006. usvojen je na sednicama NNV RGF (br. 1/153 od 27.09.2011), a zatim i od strane Veća tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu. Za mentora je određen prof Dr Zoran Stevanović.

Kandidat je rad na izradi teze okončao decembra 2011. i NNV RGF je na svojoj sednici održanoj 22.12.2011, imenovalo Komisiju za pregled i ocenu doktorske disertacije koju čine potpisnici ovog Izveštaja.

Mesto disertacije u sistemu naučnih oblasti:

Disertacija po svom sadržaju pripada tehničkim naukama i naučnoj oblasti geologija u širem smislu. Uža tematska oblast je hidrogeologija (vodosnabdevanje i menadžment podzemnih voda), a dva specijalistička segmenta kojim se disertacija bavi su hidrogeologija karsta i primena GIS (kroz parametarsku analizu uslova prihranjivanja karstne izdani).

Biografski podaci o kandidatu:

Milan M. Radulović rođen je 4. decembra 1982 godine u Podgorici. Gimnaziju je završio u Podgorici 2001. Diplomirao je na Rudarsko-Geološkom fakultetu u Beogradu, na Departmanu za hidrogeologiju, u junu 2006. godine. Oktobra 2007. godine upisao je doktorske studije na Rudarsko-Geološkom fakultetu u Beogradu, naučna oblast Hidrogeologija i opredelio se za izučavanje hidrogeologije karsta.

Nakon diplomiranja zasnovao je radni odnos u preduzeću D.O.O. „Geoprojekt” Podgorica, gde i sada radi na poslovima iz oblasti geologije, inženjerske geologije, hidrogeologije, zaštite životne sredine. U istom periodu honorarno je radio kao saradnik u nastavi na Građevinskom fakultetu Univerziteta u Podgorici, gde je kasnije zasnovao i radni odnos (u septembru 2008.) Na Građevinskom fakultetu učestvuje u nastavi i održava vežbanja na predmetima Geologija i Inženjerska geologija.

Pored doktorskih studija na RGF usavršavanje je nastavio pohađajući organizovane seminare i kurseve na evropskim institutima i univerzitetima (IAMB Italija, CEHIUMA Španija, VITUKI Mađarska). U septembru 2009. položio je državni stručni ispit čime je stekao licencu za izradu geoloških, inženjersko-geoloških, geotehničkih, geomehaničkih, hidrogeoloških i vodoprivrednih projekata, elaborata i podloga kao delova tehničke dokumentacije potrebnih za izgradnju objekata.

Član je Inženjerske komore Crne Gore (IKCG), kao i Internacionalne asocijacije hidrogeologa (IAH). Učestvovao je na više domaćih i međunarodnih naučnih skupova, na kojima je izlagao radove iz oblasti geologije i hidrogeologije (spisak radova u nastavku teksta).

Učestvovao je na dva međunarodna projekta: ADRICOSMSTAR-AQMOD projekat finansiran od strane UNESCO-a, i Projekat RER/8/012 o upravljanju vodnim resursima podržan od IAEA. Do sada je objavio 10 naučnih radova publikovanih u zbornicima konferencija i domaćim i inostranim časopisima. Takođe, učestvovao je u izradi većeg broja naučno-istraživačkih projekata, izveštaja i elaborata o kompleksnim geološkim istraživanjima izvedenim na teritoriji Crne Gore. U svom stručnom radu bavi se inženjersko-geološkim i hidrogeološkim istraživanjima terena radi formiranja podloga za izradu detaljnih prostornih planova opština i izgradnju različitih građevinskih objekata, projektima o određivanju i održavanju zona sanitarne zaštite za brojna izvorišta, koncesionim elaboratima za potrebe izgradnje pogona za flaširanje malomineralizovanih voda. Učestvovao je na istraživanjima za potrebe izrade kompleksnih geoloških podloga koje su prethodile realizaciji velikih investicionih projekata kao što su regionalni vodovod za Crnogorsko primorje (izvorište Bolje sestre u Skadarskom basenu) i auto put Bar-Boljari. Njegov naučni doprinos u oblasti hidrogeologije ogleda se posebno u razvoju metode za procenu efektivne infiltracije u karstnim terenima (KARSTLOP metoda). Ova metoda kojom se bavi i u svojoj disertaciji, preliminarno je prikazana po prvi put na velikom

internacionalnom skupu u Španiji 2010 godine. Pohvaljena je i prihvaćena i od strane inostranih stručnjaka i trenutno se razmatra mogućnost njene šire aplikacije u karstnim terenima Kube.

2. OPIS DOKTORSKE DISERTACIJE

Doktorska disertacija sastoji se od 4 celine koje sadrže 11 osnovnih poglavlja teksta, uvod i zaključak.

Četiri osnovna dela rada su :

1. *Opšti deo;*
2. *Razvijanje metode za ocenu efektivne infiltracije;*
3. *Primena razvijene metode;*
4. *Zaključci i preporuke.*

Deo I. U *uvodnom delu* M. Radulović navodi razloge za izbor teme i predmet rada, kao i uslove pod kojima je vršio istraživanja i izradio svoju disertaciju sa predmetnom tematikom. Kandidat navodi razloge koji su ga opredelili za izbor naučne oblasti istraživanja, područja, kao i razvijanje odgovarajuće nove metode za ocenu prihranjivanja karstne izdani sa njenom primenom na terenima sliva Skadarskog jezera.

U narednim poglavljima ovog opšteg dela razmatraju se 2. *Osobnosti karsta;* 3. *Infiltraciono prihranjivanje* i 4. *Prirodne karakteristike šire okoline istraženih područja*. Na taj način kandidat formira uvod u kasniji, specijalistički deo rada. Ovaj deo nužno tretira neka od poznatih i dobro proučenih pitanja cirkulacija vode u karstu, geneze površinskih i podzemnih oblika u karstu, ali i razmatra stanje istraživanja u predmetnoj oblasti koja se u ovom radu detaljno tretira - ocene infiltracionog prihranjivanja. Tako je dat i jedan sveobuhvatni pregled novijih metoda i rezultata ovih ispitivanja u različitim delovima sveta, što je bilo od velikog značaja i kada se pristupilo koncipiranju nove metode koju kandidat uvodi za veoma karstifikovane stenske mase, kakav je prostor većeg dela Crne Gore.

Posebno, četvrto poglavlje ovog opšteg dela razmatra fizičko-geografske i geološke karakteristike terena u slivu Skadarskog jezera u kojima je nova metoda testirana i primenjena. U ovom delu se opisuju i daju egzaktni podaci o *klimatskim karakteristikama (temperatura vazduha, oblačnost i trajanje osunčavanja, režim padavina, vazдушna strujanja), hidrografske i hidrološke karakteristike*, uključujući limnografske osobine najvećeg jezera Balkanskog poluostrva, zatim se daje opis *geomorfoloških karakteristika terena*, posebno karsta, i na kraju se prikazuju i *geološke osobine terena* kroz poglavlja o litostratigrafskim jedinicama i tektonici terena. Kandidat daje širi osvrt i na *istorijat dosadašnjih geoloških i hidrogeoloških proučavanja* područja sliva Skadarskog jezera, a ovaj deo rada završava sa prikazom *opštih hidrogeoloških karakteristika ovih terena*.

Deo II. bavi se direktno opisom načina razvijanja nove metode za ocenu efektivne infiltracije u karstnim terenima. Poglavlje 5. ovog dela rada razmatra *Prirodne karakteristike područja odabranih za testiranje nove metode* i u njemu se po istom principu daje opis terena za četiri odabrana slivna područja na kojima je vršeno testiranje metode: Sliv Podgorskih vrela, Crnojevića rijeke, Karučkog zaliva i Slatinskih izvora. Opisi su dati kroz sledeća potpoglavlja: *Geografski položaj, Klimatske karakteristike, Vegetacioni i pedološki pokrivač, Hidrografske i hidrološke karakteristike, Geomorfološke karakteristike, Geološke karakteristike (geološki*

sastav, tektonski sklop), Hidrogeološke karakteristike (prethodna istraživanja, rasprostranjenje karstne izdani, uslovi prihranjivanja, speleološki podaci, opiti obeležavanja, uslovi isticanja, hidrohemijska svojstva), Poreklo podzemnih voda, Filtracione karakteristike, Slivno područje (površina), Elementi bilansa karstne izdani.

U šestom poglavlju kandidat prikazuje *Primenu Geografskog informacionog sistema (GIS) u hidrogeologiji*, baveći se posebno pitanjima koja su ključna za formiranje nove metode, a koja se odnose na dosadašnja iskustva u pogledu *Efekta razmere*, primene *Metoda za kartiranje ranjivosti podzemnih voda*, kao i sadržaja dve slične *Metode za mapiranje potencijalnosti terena za efektivnu infiltraciju* (Andreo et al.; Shaban et al.). Ovo poglavlje završava se sa *Kritičkim osvrtom* koje predstavlja ocenu uspešnosti i nedostataka GIS i navedenih metoda.

Sedmo poglavlje je ključni deo disertacije. U njemu se daje koncept, opis i koraci koji su omogućili da se nova metoda formira i testira u terenima visoko razvijenog karsta. M. Radulović je metodi dao naziv KARSTLOP što je akronim od elemenata koji se razmatraju i kvantifikuju ovom metodom. Sadržaj i značaj svih ovih elemenata se posebno analizira i opisuje u radu:

- *Stepen karstifikacije (K)*
- *Atmosferski uslovi (A)*
- *Površinsko oticanje (R)*
- *Nagib terena (S)*
- *Tektonika (T)*
- *Litologija (L)*
- *Pedološki i geološki pokrivač (O)*
- *Vegetacija (P).*

U nastavku istog poglavlja daje se opis kako je metoda kalibrisana i primenjena na četiri napred navedena i opisana područja u slivu Skadarskog jezera. Za svaki od elemenata KARSTLOP izradjena je GIS analitičkim postupkom posebna karta: *Karta stepena karstifikacije (K)*, *Karta atmosferskih uslova (A)* i dalje redom. Poglavlje sa završava delom *Kalibracija i rezultati*, kao i *Postupkom računanja efektivne infiltracije i prikazivanje KARSTLOP karata*. Ovaj deo rada uključio je i izradu sintetskih karata efektivne infiltracije za svako od test područja na kojima su kategorisani tereni prema potencijalnoj infiltraciji (9 kategorija, osim u slučaju sliva Slatinskih izvora gde su izdvojene tri kategorije). Ove karte su date u posebnim priložima (br. 1-4).

Treći deo disertacije nosi naziv *Primena razvijene metode*. Osmo poglavlje nosi naziv *Prirodne karakteristike sliva JZ oboda Skadarskog jezera* i u njemu je na sličan način i sa sličnim redosledom poglavlja kao i kod četiri prethodno opisana test područja, dat prikaz osobina terena duž hidrogeološki veoma značajnog, a nedovoljno proučenog područja jugozapadnog oboda Skadarskog basena. Deveto poglavlje *Mapiranje sliva JZ oboda Skadarskog jezera i proračun podvodnog isticanja* odnosi se na direktnu primenu metode na ovaj deo terena i sadrži dva glavna rezultata (autputa): Pojedinačne karte za svaki od 8 KARSTLOP elemenata sa sintetskom kartom efektivne infiltracije (prilog 10), kao i *Proračun podvodnog isticanja izdanskih voda* po obodu jezera, što predstavlja i direktnu praktičnu aplikaciju nove metode.

Završni, četvrti deo rada *Zaključci i preporuke* sadrži važna razmatranja u kojima je M. Radulović pokušao kroz *Diskusiju* da prikaže domete ove metode, tj. njene prednosti i nedostatke. Posebna poglavlja su: *Ocena dobijenih rezultata*, *Mogućnost šire primene metode u*

praksi hidrogeologije i vodoprivrede, Nedostaci i prednosti metode, Smernice za dalji razvoj metode. Na kraju rada daje se Zaključak.

3. OCENA DOKTORSKE DISERTACIJE

Aktuelnost, originalnost i značaj:

Na skoro 30% svetske kopnene teritorije, vodni resursi u karstnim terenima predstavljaju značajni izvor snabdevanja stanovništva pitkom vodom, ali se u okviru njih odvijaju i drugi procesi značajni za život ljudi i/ili eko sistema. U Crnoj Gori ovi resursi imaju još veći značaj, rasprostranjeni su na preko 60% teritorije i sa izuzetkom svega nekoliko naseljenih mesta, kompletan sistem vodosnabdevanja bazira na korišćenju voda iz karsta.

Istraživačkim radovima Jovana Cvijića od kraja 19. veka, pa do danas, značajno se doprinelo poznavanju karsta, a posebno karsta Dinarida, sa geomorfološkog, hidrološkog, geološkog i hidrogeološkog aspekta. Osnivanjem i daljim razvojem karstologije čiji je Cvijić rodonačelnik, proširuje se krug naučnika i stručnjaka koji učestvuju u rešavanju brojnih praktičnih problema, od obezbeđivanja vode za piće, preko izgradnje brana i akumulacija, do zaštite vode u najširem smislu. Specifičnosti karstnih terena i složen geološki sastav uvek su uslovljavali i otežano upoznavanje i rešavanje naučnih problema u ovoj oblasti. Naročito su složeni problemi u istraživanju veoma karstifikovanih terena, za koje ni do danas u nisu u svetu pronađene pouzdane metode za rešavanje nekih od ključnih pitanja bilansa, vodopropustljivosti stenskih masa, cirkulacije vode. Istraživači se služe različitim naučnim postupcima i tehnikama koje omogućuju observaciju terena sa površine, iz njegove unutrašnjosti (speleologija) i sa visine (daljinska detekcija), međutim složenost problema u velikom broju slučajeva uslovljava nedovoljno pouzdane rezultate ili problematična tehnička rešenja u praksi zahvata vode ili zadržavanja vode u izgrađenim površinskim akumulacijama.

Veliki vodni potencijal i neravnomerni režim pražnjenja izdani, koji je posebno izražen u terenima Crne Gore, uslovljava i kontradiktornost između mogućnosti i prakse koja se ogleda u problemima nedovoljnih količina vode tokom letnjih i jesenjih meseci. Pri tom, ocena efektivnog prihranjivanja jedan je od najtežih, ali ujedno i najznačajnijih problema koji bi razvojem i primenom metode koja je formirana i delom razrađena kroz izradu ove disertacije, mogao da znatno olakša procene raspoloživih vodnih resursa.

Milan Radulović se od početka svoje istraživačke karijere bavio pitanjima istraživanja karstnih terena. Kao kvalitetan i sistematičan istraživač ne samo na terenu, uspešno je koristio i alate i analize koje pruža GIS tehnologija u kabinetskoj obradi podataka. To je opredelilo i predmet rada na doktorskoj disertaciji. Kombinacija terenskog rada i mukotrpnog prikupljanja ulaznih podataka, kao i njihova interpretacija i analize, leže u osnovi ove disertacije. Sama tematika, određivanje parametara i veličina infiltracije, koju je praktično nemoguće tačno odrediti merenjima na terenu, uvek je privlačila hidrogeologe, ali je put do proračuna, a posebno verifikacije rezultata više nego složen. U tom smislu, GIS metode i alati koji su razvijeni za potrebe rešavanja sličnih zadataka (ranjivost karsta u odnosu na potencijalno zagađivanje), pružili su određena dragocena iskustva i samom kandidatu. Pored toga, postoje i dva slična pokušaja za određivanje infiltracije (Andreo et al. Shaban et al.), ali je M. Radulović po prvi put sa originalno selekcionisanom ulaznim parametrima, formirao metodu i primenio je u visoko

karstifikovanim terenima, kakvo je područje JZ sliva Skadarskog jezera. Rad M. Radulovića je prema tome u potpunosti originalan. To je prva disertacija ove vrste i jedan od prvih pokušaja u svetu da se formira metoda koja će u terenima karsta omogućiti ocenu količina vode koje se mogu kompenzirati u vodnom bilansu, u odnosu na one koje aktivno koristimo. To je posebno značajno kod regulacije izdani i mogućnosti veštačkog upravljanja režimom izdani, a klimatske promene kojima smo više izloženi, zahtevaju i nove odgovore i tehnička rešenja održivog korišćenja vodnih resursa. Tako je prognoza popunjavanja podzemnih vodnih resursa jedan od osnovnih preduslova i za njihovo racionalno iskorišćavanje i upravljanje, kako u neporemećenim uslovima režima, tako i u eksploatacionim (poremećenim) uslovima.

Kroz sam rad kandidat pruža veliki doprinos hidrogeologiji karsta na međunarodnom planu. Pored toga, dobijeni rezultati i stečena saznanja predstavljaju doprinos poznavanju karsta Crne Gore, kao i Dinarida uopšte.

Osvrt na referentnu i korišćenu literaturu:

Autor disertacije u spisku referenci navodi 199 bibliografske jedinice, uključujući i značajan broj studija, projekata i elaborata (fondovska dokumentacija). Približno jedna polovina literaturnih jedinica odnosi se na inostrane radove koji su teorijskog karaktera ili obradjuju pojedine aspekte karstologije ili hidrogeologije karsta čije je poznavanje neophodno da bi se mogle vršiti potrebne analize. Druga polovina referenci odnosi se na domaću literaturu, manjim delom je teorijskog karaktera, i uglavnom se bavi rezultatima dosadašnjih istraživanja karstnih terena u Crnoj Gori. Navedeno je i korišćeno i ukupno 7 radova Jovana Cvijića, jednog od velikana naše nauke i osnivača nove naučne discipline početkom XX veka – karstologije, koji je svoja iskustva i neke od najznačajnijih rezultata ostvario upravo u karstnim terenima Crne Gore.

U spisku literature navode se sve važnije i referentne bibliografske jedinice za tematiku kojom se kandidat bavi. U tome i sam ima ulogu, spisak sadrži i 5 njegovih radova u kojima je jedini ili prvi autor, kao i nekoliko radova u kojima se pojavljuje kao jedan od koautora.

Analiza primenjenih naučnih metoda:

Izradjena doktorska disertacija je tek druga ove vrste na Beogradskom Univerzitetu u oblasti geologije i hidrogeologije karsta, u čijoj su osnovi analize bazirane na najsavremenijoj GIS tehnologiji.

M. Radulović je odabrao logičan koncept rada na disertaciji koji je uključio većinu osnovnih naučnih metodskih postupaka. Nakon uvodnog dela koji može poslužiti i širem krugu čitalaca i korisnika rezultata u kome se daje pregled osnovnih pojmova karsta, u delu kreiranja podloga u najvećoj meri služi se analizom ulaznih podataka, vezanih za klimatske elemente, hidrografiju, pedologiju, vegetaciju, morfologiju terena.

Primenjeni postupak obuhvatio je sledeće korake:

- Analiza i sistematizacija ulaznih podataka vezanih za geološke, geomorfološke, hidrogeološke karakteristike i izrada GIS baze podataka;
- Izvođenje regionalnih terenskih istraživanja u okviru četiri test područja i prikupljanje svih relevantnih podloga koje se odnose na geološke, morfološke, hidrogeološke karakteristike terena;

- Kvantifikacija prikupljenih podataka kroz statistički postupak;
- GIS analiza repernih odabranih osam parametara KARSTLOP i izrada pojedinačnih osnova (karata) po ovim parametrima;
- Izrada sintetskih karata potencijalne efektivne infiltracije na sva 4 područja;
- Analiza dobijenih parametara i korelacija sa rezultatima bilansiranja voda (rezultati ostvareni drugim postupcima), sistematizacija rezultata;
- Transfer postupka i parametara na odabrano područje kod koga nije moguće određivanje bilansnim metodama, jer su zone isticanja potopljene jezerom;
- Ocena podvodnog pražnjenja i ukupnih podzemnih vodnih resursa i realno raspoložive komponente (dinamičkih rezervi) koje bi se mogle koristiti u vodosnabdevanju;

Priprema podataka podrazumevala je:

- obezbeđivanje odgovarajućih grafičkih podloga – topografskih osnova, hidrografskih, geoloških, hidrogeoloških, pedoloških osnova, vegetacionog pokrivača i dr,
- geokodiranje podloga, odnosno "uvezivanje" u odgovarajuću kartografsku projekciju.

Terenska ispitivanja podrazumevala su pripremu podataka kroz geografsko i geodetsko pozicioniranje i georeferenciranje podloga. Analiza vršena u kabinteskim uslovima uz primenu GIS i metoda daljinske detekcije, omogućila je izradu karata za svaki od razmatranih 8 ulaznih parametara. To je uključilo izdvajanje vrtača kao najrasprostranjenijeg morfološkog karstnog oblika na površini terena, tektonskih elemenata i lineamenata (koji uključuju relikte paleo hidrografske mreže), vegetacije, izvora.

Kandidat je u svojim terenskim istraživanjima i tokom kartiranja terena vršio provere i verifikaciju ovih elemenata. Drugi vid provere i kalibracije odnosio se na sve dobijene vrednosti i eliminaciju onih koji se pokazuju manje verovatnim ili nepouzdanim. Ova kombinacija koja predstavlja spoj objektivizacije koju donosi kompjuterska obrada, i subjektivne verifikacije uobičajena je u praksi, i veoma važna, posebno u postupku kalibracije.

Nova metoda podrazumeva dakle terensko i kabintesko istraživanje koje se sprovodi kroz određenu proceduru: Prvi korak predstavlja selekcija prirodnih faktora koji imaju najznačajnijeg uticaja na infiltraciono prihranjivanje karstne izdani. Drugi korak je klasifikacija i određivanje značaja, odnosno težinske kategorije svakog selektovanog faktora. Treći korak predstavlja pravilno sintetizovanje selektovanih faktora u zajednički algoritam. Poslednji zadatak predstavlja sama kvantifikacija izdvojenih površina prema veličini efektivne infiltracije.

Ceo primenjeni naučni postupak je u osnovi induktivni, ali se dobijeni rezultati kasnije mogu koristiti i na drugim sličnim primerima primenom deduktivnog postupka, odnosno analoški sa referencom na stepen karstifikacije terena na kojima je kandidat razvijao metodu.

Ocena primenljivosti i verifikacije ostvarenih rezultata:

Izbor karstnih područja južnih delova Crne Gore, pored raspoloživosti podataka, bio je uslovljen i činjenicom o njihovom značaju u vodoprivrednom smislu. Skadarski basen je jedna od vodom najbogatijih oblasti Evrope sa prosečnim specifičnim oticajem (pretežno podzemnim) od preko 40 l/s/km². Takođe, bilo je potrebno da se u što većoj meri poznaju karakteristike i parametri ovog terena, kako bi se omogućilo kalibrisanje nove metode. Tako je na bazi GIS izradjeni model test područja pružio mogućnosti ocene vodnih resursa koji se obnavljaju i predstavljaju dopunu voda

već akumuliranih u karstnoj izdani, a koje ističu prirodno preko preko prirodnih izvora, ili se veštački koriste putem sistema vodozahvata. Tako je obezbeđeno poređenje ulaznih (infiltracija) sa ranijim podacima bilansa voda, kao i podacima koji se dobijaju hidrološkim merenjima na drenažnim tačkama izdani – vrelima raspoređenim po kontaktu karsta i nekarsta. Ovo je ujedno i način verifikacije rezultata dobijenih primenom GIS, a korišćen je i tokom konkretnog postupka kalibracije modela.

Značajne mogućnosti ova metoda ima i za ocenu potencijalno najugroženijih delova karsta od mogućeg zagađivanja. Zone određene kao potencijalno najizloženije efektivnoj infiltraciji i poniranju površinskih voda, ujedno su i zone koje se moraju posebno štititi od negativnih antropogenih uticaja.

Rad M. Radulovića otvara nove perspektive u primeni GIS tehnologija i mogućnostima analognih analiza imajući u vidu da u sličnim uslovima egzistuje značajan broj ležišta karstnih izdanih voda u terenima Dinarida, ali i šire u prostoru Alpskog orogena jugoistočne Evrope i Bliskog istoka. Ne manji značaj imala bi njena primena i u veoma udaljenim područjima karsta kakvi su Karipski basen (Jamajka, Kuba i dr.) ili prostor jugoistočne Azije (Vijetnam, Kina). Ono što je za ovu metodu specifično je da tretira visoko karstifikovane terene, te treba voditi računa da je njena primena ograničena kada su u pitanju slabo ispucale i nedovoljno karstifikovane i porozne stenske mase.

Za korišćenje ove metode neophodno je vrhunsko znanje, sistematska priprema podloga i alati sa kojima se analize vrše. Bez GIS softverskih paketa (Arc GIS sa pratećim alatima) rad na ovoj disertaciji ne bi bio moguć. Program i njegovi alati za dodatne analize pružaju mogućnost popune i manipulacije baze podataka, kao i izvoza kako grafičkih tako i numeričkih podataka, uz jednostavnu vizuelizaciju.

Prema tome, primena metode, verifikacija njenog koncepta i tehnike omogućena je uglavnom uskom krugu specijalista za ovu oblast u svetu, dok će se praktični rezultati, posebno u delu koji se odnosi na korišćenje i zaštitu vodnog potencijala karstne izdani podvrgnuti proveru kroz vodoprivrednu praksu zemlje ili regiona korisnika. Kad je u pitanju Crna Gora, velike rezerve voda visokog kvaliteta svakako će naći svoje mesto i u budućim planovima korišćenja vodnih resursa, a moguće i eksportu ovih voda u druga vodom siromašnija, možda i udaljena područja, što disertaciji potencijalno daje još veću težinu.

Ocena sposobnosti kandidata za samostalni naučni rad:

Milan M. Radulović je već afirmisani istraživač sa više objavljenih naučnih i stručnih radova. Od posebnog značaja su sledeći radovi kandidata vezani za temu doktorske disertacije, koji su objavljeni u časopisima i na konferencijama i to od vremena prijave teme disertacije:

Rad u časopisu sa SCI liste:

Milan M. Radulović, Zoran Stevanović & Mićko Radulović: A new approach in assessing recharge of highly karstified terrains – Montenegro case studies. *Environmental Earth Studies* (former *Environmental Geology*), Springer. ISSN 1866-6280, DOI: 10.1007/s12665-011-1378-0. M23, IF 0.678 (2010)

Rad u međunarodnoj monografiji:

Radulović M. M, Stevanović Z., Radulović M. (2010): First outcomes from new approach in assessing recharge of highly karstified terrains – cases examples from Montenegro. In: Andreo B, Carrasco F, Durán J. J, LaMoreaux J.W (ed) *Advances in Research in Karst Media*, Springer, Berlin, pp 25-31.

Ostali objavljeni radovi kandidata:

Radulovic M, Dubljevic V, Danilovic T, Radulovic M. M (2004): Karst hydrogeology of Montenegro with special emphasis on the possibility of exploitation, conditions of polluting and aquifer water protection, *Proceedings of the International Conference, Florence, Italy 2004*.

Radulovic M, Danilovic T, Radulovic M. M (2005): Specificities of hydrogeologic watersheds and directions of movement of aquifer waters in karstic terrains of Montenegro. *Proceedings of the International Conference Karst 2005, Belgrade-Kotor, Serbia and Montenegro*.

Radulovic M, Filipovic S, Danilovic T, Radulovic M. M (2005): Quality of karstic aquifer waters in the terrains of Montenegro and possibility of their usage by bottling. *Proceedings of the International Conference Karst 2005, Belgrade-Kotor, Serbia and Montenegro*.

Radulovic M. M, (2006): Hydrogeological characteristics of the Bokakotorska Bay, *Proceedings of 15th International Karstological School, Postojna, Slovenia*

Radulović M., Sekulić G., Radulović M. M. (2007): Dezintegracija rječnih tokova u karstnim terenima Crne Gore. *Zbornik radova naučnog skupa "Vode, vodovodi i sanitarne tehnologije"*, Budva

Radulovic M. M (2007): Groundwater vulnerability mapping of Vidrovan water-source catchment using modified PI method, *Proceedings of 16th International Karstological School, Postojna, Slovenia*

Stevanović Z, Radulović M, Puri S, Radulović M. M (2008): Karstno izвориšte „Bolje sestre“ – optimalno rešenje regionalnog vodosnabdjevanja Crnogorskog primorja. *Zbornik radova Odbora za kras i speleologiju Srpske akademije nauke i umjetnosti*, br. 9, Beograd, str. 33-64.

Radulović M. M, Dragojević D, Dević N, Blečić M. (2008): Određivanje izdašnosti izvorišta „Bolje sestre“ primjenom metode rastvaranja soli – Salt Dilution, *Zbornik radova – Knjiga 2, Drugi internacionalni naučno-stručni skup „Građevinarstvo – Nauka i Praksa“, Žabljak*

Radulović M, Stevanović Z, Radulović M. M. (2008): Metodologija određivanja zona sanitarne zaštite za izvorište „Bolje sestre“ planirano za regionalno vodosnabdjevanje Crnogorskog primorja, *Zbornik radova – Knjiga 2, Drugi internacionalni naučno-stručni skup „Građevinarstvo – Nauka i Praksa“, Žabljak*

Radulović M, Radulović M M, Dragojević D, Dević N, Blečić M (2008): Determining yield of „Bolje sestre“ spring (Montenegro) using the salt dilution method, Proceedings of Conference on Water Observation and Information System for Decision Support – BALWOIS, May 2008, Ohrid

Radulović M. M, Matović M (2010): Primjena daljinske detekcije u hidrogeološkim istraživanjima vrulja u Bokokotorskom zalivu, Zbornik radova, Treći internacionalni naučno-stručni skup „Građevinarstvo – Nauka i Praksa“, Žabljak

* * *

Milan M. Radulović je jedan od najperspektivnijih i veoma vrednih mladih naučnih radnika i prvi koji je završio svoje studije na Rudarsko – Geološkom fakultetu po novom, akreditovanom programu doktorskih studija u naučnoj oblasti Hidrogeologija na RGF, i izradio doktorsku disertaciju. Kandidat ima izuzetne predispozicije za praktični istraživački rad, takodje i naučni, koji će se i nadalje nadograđivati posebno u delu koji se tiče potrebne sistematizacije prikupljenih saznanja i njihove interpretacije naučnim metodama.

4. OSTVARENI NAUČNI DOPRINOS

Prikaz ostvarenih naučnih doprinosa:

Određivanje efektivne infiltracije u nekarstnim ili slabije karstifikovanim terenima, u uslovima kontrolisanog oticanja i odgovarajuće pokrivenosti sliva osmatračkim klimatološkim i hidrološkim stanicama, je prilično pouzdano. Kvantifikacija efektivne infiltracije se u tom slučaju može izvršiti konvencionalnim bilansnim ili hidrološkim metodama. Međutim, u terenima holokarsta, sa brojnim površinskim i podzemnim karstnim oblicima, sa izostankom površinskog oticanja, kakav je slučaj sa najvećim delom terena Crne Gore, nije moguće standardnim metodama definisati veličinu i prostorni raspored efektivne infiltracije.

Metoda koja je razvijena kroz izradu doktorske disertacije, sa teorijskog aspekta omogućuje bolje upoznavanje procesa prihranjivanja karstne izdani u visoko karstifikovanim terenima. Takodje, i potpunije sagledavanje nekih od važnijih faktora koji utiču na prihranjivanje izdani i određivanje relativnog uticaja pojedinačnih faktora na sam proces.

Razvijena metoda imaće i praktični značaj, mogla bi da posluži za rešavanje brojnih praktičnih pitanja kao što su: bilansiranje karstne izdani, ocena nemerljivog isticanja (sublakustrični i submarinski izvori), potpunije određivanje prostornog položaja vododelnica slivova karstnih izvora sa poznatom izdašnošću, razgraničavanje vodnog potencijala između opština i država koje dele karstne izdani, procena doticaja infiltrirane vode u podzemne objekte (tunele, podzemne galerije, rudarske prostorije), preliminarno sagledavanje ranjivosti podzemnih voda u cilju njihove zaštite.

Postupak višeparametarskih analiza primenom GIS tehnologije je od ranije poznat u hidrogeologiji, najviše preko do sada razvijanih metoda za analizu stepena ranjivosti podzemnih voda na zagađenje kao što su metode DRASTIC (Aller et al. 1985), GOD (Foster, 1987), GLA

(Hoelting et al. 1995), EPIK (Doerflinger, 1996), PI (Goldscheider et al., 2000), COP (Daly et al. 2002).

Kada je u pitanju problematika određivanja prostorne raspodele efektivne infiltracije u karstnim terenima, potrebno je naglasiti da je danas u svetu učinjeno samo nekoliko pokušaja razvoja metoda koje bi omogućile procenjivanje ovih veličina. Istraživanja karstnih terena Libana i Španije (Shaban et al. 2005; Andreo B. et al. 2008) doprinela su ovoj problematici, međutim kao što je to kod većine autora naglašavano, metode ovog tipa treba prilagođavati terenima na kojima se primenjuju. Tereni Crne Gore su po mnogo čemu specifični i daleko intenzivnije karstifikovani nego pomenuti tereni na kojima su dva autora razvijala svoje metode, a što je uslovalo i uvođenje u analizu i GIS bazu podataka sa drugačijim ulaznim parametrima. Jedan od ilustrativnih primera visoke karstifikovanosti, samim tim i efektivne infiltracije je područje zaleđa Risna u Bokotorskom zalivu („Kameno more“) gde se na području od svega 10-ak km² nalazi više desetina dubokih jama i gde se ostvaruje skoro 100%-na infiltracija voda od padavina (ujedno i najveća u Evropi sa oko 5000mm tokom godine).

Neki od ostvarenih konkretnih naučnih ciljeva ove disertacije su:

- Evaluirani geološki i hidrogeološki podaci, izvršena njihova sistematizacija i interpretacija (izrada karata, profila, kreiranje baza podataka) sve u GIS okruženju;
- Uspostavljen koncept nove, originalne metode za određivanje efektivne infiltracije;
- Analizirani ulazni parametri i prostorno određene veličine efektivne infiltracije;
- Pružen doprinos poznavanju režima izdanskih voda i data ocena bilansnih elemenata i podzemnih vodnih resursa JZ oboda Skadarskog jezera uz predlog aktivnijeg korišćenja i mera zaštite resursa;
- Kritički ocenjena metoda, i dat predlog njenog daljeg i šireg korišćenja.

Kritička analiza rezultata istraživanja

Infiltracija voda sa površine terena u karstno podzemlje je početak procesa cirkulacije u karstnoj izdani. Dalje poniranje, usmeravanje i akumuliranje preuzimaju podzemni karstni oblici u vidu pukotina, prslina, kaverni i kanala. Oni usmeravaju vodu ka vrelima kao drenažnim punktovima ili zonama najčešće lociranim na periferiji karstne izdani (na kontaktu sa nekarstom, ili tektonski predisponiranim delovima karbonatne stenske mase različite vodopropusnosti).

U cilju rešavanja navedene problematike, neophodno je izvršiti sistematsko prikupljanje i proučavanje relativno obimnih literaturnih podataka za istražno područje. Polazi se od pretpostavke da je osnov poznavanju hidrogeološke problematike karsta već postavljen u nizu prethodnih radova i istraživanja ovih terena, odnosno da su osnove poznavanja uslove cirkulacije izdanskih voda u oblasti Skadarskog basena već uspostavljene, ali da potopljenost skoro svih drenažnih zona jezerskim vodama (sublakustrijske vrulje) čini neobično teškim konkretno određivanje vodnog bilansa.

Polazna pretpostavka bila je da se karstni tereni mogu mapirati prema potencijalnosti za prihranjivanje izdani tako što bi se korišćenjem GIS tehnologije i alata sintetizovao veći broj prirodnih faktora koji imaju određenog uticaja na proces prihranjivanja. S obzirom da nije dovoljno samo izdvajanje površina prema potencijalnosti za prihranjivanje, potrebno je izvršiti i kvantifikaciju tih površina prema veličini efektivne infiltracije. To se može izvesti i konkretno je učinjeno primenom i kalibracijom metode na ispitanim slivovima karstnih vrela sa poznatim

elementima bilansa. Tako testirana i podešena metoda omogućila je procenu efektivne infiltracije na slivu južnog oboda Skadarskog jezera, tj. bilansnu procenu podvodnog isticanja.

U primenjenom postupku težinski koeficijenti sa kojima su množeni ulazni parametri (8 KARSTLOP faktora) usklađeni su tako da rezultat (efektivna infiltracija) bude izražen direktno u procentima sa maksimalnom vrednošću od 100%. Vrednost najveće kategorije svakog od faktora iznosi 5, ali je uvedeno da težinski koeficijenti finalnog algoritma mogu imati vrednosti 1, 2, 3 i 4. Kroz metodu preliminarog testiranja i kasnije kalibracije, kandidat je uspostavio hijerarhiju u kojoj je najveći težinski koeficijent sasvim opravdano dodelio i najznačajnijim faktorima K,R,L. Naglašavamo *opravdano*, jer je poznato da se u karstnom terenu uloga stepena karstifikacije, odnosno litologije koja je za nju i presudni faktor, mora posebno tretirati i izučavati tokom hidrogeoloških istraživanja.

Ono što je predstavljalo donekle i iznenađenje samom autoru, ali i članovima Komisije je izuzetno poklapanje rezultata proračuna dobijenih ovom metodom sa rezultatima proračuna klasičnim, bilansnim metodama. Ta odstupanja su svega do 5%. U slučaju sliva Karučkog zaliva, dobijeni su čak skoro identični rezultati u oba postupka. Primena kalibrisane metode na JZ sliv Skadarskog jezera rezultirala je izradom *Karte efektivne infiltracije* sa koje je GIS analitičkom postupkom dobijeno je da srednja efektivna infiltracija za celo razmatrano slivno područje iznosi 68.5 %. Imajući u vidu srednju godišnju sumu padavina za ovo područje, dobijeno je da efektivna infiltracija iznosi 1686 mm. Za usvojenu površinu sliva od 185 km², to rezultira sa srednjim godišnjim isticanjem podzemnih voda preko svih vrulja po obodu jezera od blizu 10 m³/s, što je izuzetan vodni potencijal koji se trenutno ne koristi.

Autor disertacije je izvršio i unutrašnju regionalizaciju slivnog područja JZ oboda Skadarskog jezera, deleći celu oblast na četiri sektora. Pojedinačne vrednosti efektivne infiltracije variraju od 63.8 do 70.6% pri čemu su najveće vrednosti u sektoru II koji dreniraju i najveće poznate vrulje (Raduško oko i dr.).

Jedan od nedostataka KARSTLOP metode predstavlja nemogućnost procene vremenske raspodele efektivne infiltracije, a time i nemogućnost direktne procene minimalne i maksimalne izdašnosti vrulja. Međutim, analogijom sa vruljama ili vrelima poznate minimalne i maksimalne izdašnosti moguće je donekle otkloniti i ovaj nedostatak, a takođe su moguće varijacije ulaznih parametara (intenzitet padavina), s tim što metoda nije preporučljiva za oblasti sa visokim snežnim pokrivačem jer bi vremenska raspodela bila pod drugim značajnim uticajima (led, intercepcija i dr.).

Pored toga, karte dobijene GIS analizama zbog ograničenja u rezoluciji, nisu naročito pouzdane za potrebe detaljnih analiza u veoma krupnoj razmjeri (na pr. procena prokapavanja u projektovanim podzemnim objektima). Primenom metode moguće je proceniti samo autogeno prihranjivanje izdani, tako da je za određivanje doticaja sa vododrživih terena tj. za određivanje alogenog prihranjivanja izdani, potrebno dodatno primeniti i klasične hidrološke metode i *in situ* merenja.

Očekivana primena rezultata u praksi i njihova promocija

Očekuje se da će metoda razvijena od strane M. Radulovića imati veoma široku primenu u praksi hidrogeoloških istraživanja.

KARSTLOP metoda ima brojne prednosti:

- Rezultati se dobijaju relativno lako bez ulaganja većih finansijskih sredstava u nova istraživanja;
- Primenom metode se dobija prostorna raspodela efektivne infiltracije na karstnim terenima što je praktično nemoguće drugim postupcima (terenska ispitivanja i daljinska detekcija imaju određene limite);
- Karte se dobijaju na osnovu relativno lako dostupnih podataka (topografske, geološke, pedološke, vegetacione karte, digitalni elevacioni modeli, aero-foto i satelitski snimci, rezultati izvedenih opita obeležavanja).

Karte prostorne raspodele efektivne infiltracije se mogu koristiti za rešavanje raznovrsnih praktičnih hidrogeoloških problema:

- bilansna procena nemerljivog isticanja podzemnih voda,
- pouzdanije određivanje prostornog položaja vododelnica u karstu inverznim bilansnim postupkom,
- razgraničavanje vodnih rezervi između opština ili država, koje dele istu karstnu izdan,
- procena doticaja infiltrirane vode u podzemne objekte (tunele, podzemne galerije, rudarske prostorije),
- izrada podloga za modeliranje cirkulacije podzemnih voda u karstu,
- preliminarno sagledavanje ranjivosti podzemnih voda u cilju njihove zaštite.

Metodu je potrebno i nadalje dodatno testirati na većem broju slivnih površina karstnih vrela, koja se značajnije razlikuju prema klimatskim, geološkim i hidrogeološkim karakteristikama. Pored potrebe za razvijanjem pomenutog postupka za procenu vremenske raspodele efektivne infiltracije, potrebno je metodu poboljšavati tako što bi se unapredio postupak dobijanja ulaznih parametara, odnosno karata korišćenjem naprednijih tehnologija.

Rad M. Radulovića značajno podiže i tehničke standarde u hidrogeologiji, vodoprivredi, ali i u geo naukama uopšte. Primenjena metodologija bazirana na GIS analizama, zahtevaće i ubuduće primenu ovakvog koncepta na rešavanju sličnih problema.

5. ZAKLJUČAK I PREDLOG

Doktorska disertacija kandidata Milana M. Radulovića, dipl. inženjera geologije, pod nazivom **Višeparametarska analiza prihranjivanja karstne izdani na primjerima iz sliva Skadarskog jezera** predstavlja dokumentovan, obiman i originalni naučno-istraživački rad iz domena geologije i hidrogeologije karsta baziran na primeni najsavremenije GIS tehnologije.

Milan Radulović, sada saradnik u nastavi na Građevinskom fakultetu u Podgorici, prvi je kandidat koji je po novom akreditovanom programu doktorskih studija u naučnoj oblasti Hidrogeologija na RGF okončao svoje studije i izradio doktorsku disertaciju koja se bavila formiranjem nove metode za ocenu i kvantifikaciju efektivnog prihranjivanja u veoma karstifikovanim terenima. Nova metoda je testirana i neposredno primenjena na području sliva Skadarskog jezera, jednom od podzemnih vodom najbogatijih basena Evrope. Određene veličine podzemnog pražnjenja izdani imaju i veliki vodoprivredni značaj.

Ovom disertacijom M. Radulović je pružio veliki doprinos hidrogeologiji karsta na međunarodnom planu. Dobijeni rezultati i stečena saznanja predstavljaju doprinos poznavanju karsta Crne Gore i Dinarida, kao i mogućnostima prognoze efektivne infiltracije voda u karstne izdani i supstitucije iskorišćenih akumuliranih podzemnih vodnih resursa što je osnovni preduslov i za njihovo racionalno iskorišćavanje i zaštitu. Metoda će naći širu primenu i u rešavanju niza praktičnih problema u kojima je potrebno određivanje veličine prihranjivanja izdani (različiti inženjerski i ekološki istraživački projekti u karstu).

U periodu od odobravanja teme ove disertacije do danas kandidat je objavio 1 naučni rad u časopisu sa SCI liste čiji je prvi autor, kao i jedan rad u međunarodnoj monografiji. Rezultati izvršenih ispitivanja, kao i prezentacija metode na internacionalnoj konferenciji u Španiji tokom 2010 godine, opravdali su predloženi naučni postupak i potvrdili naučni značaj nove metode, kao i očekivanja da bude široko primenjena u analizama holokarstnih terena u svetu.

Komisija je sa zadovoljstvom zaključila da doktorska disertacija kandidata Milana M. Radulovića predstavlja značajan i originalni naučni doprinos oblasti geologije i hidrogeologije, da je u svemu izradjena u skladu sa standardima naučno-istraživačkog rada i propisima, te stoga predlaže Nastavno-naučnom veću Rudarsko-Geološkog fakulteta da ovaj izveštaj prihvati, disertaciju stavi na uvid javnosti i uputi izveštaj Veću naučnih oblasti tehničkih nauka Univerziteta u Beogradu radi konačnog usvajanja, nakon čega bi se pristupilo usmenoj odbrani pred komisijom u istom sastavu.

u Beogradu, 14. 01. 2012 godine.

Komisija za pregled i ocenu doktorske disertacije:

1. Dr Zoran Stevanović, redovni profesor Rudarsko-Geološkog fakulteta

2. Dr Veselin Dragišić, red. prof. RGF

3. Dr Zoran Nikić, van. prof. Univerziteta u Beogradu - Šumarski fakultet

4. Dr Vesna Ristić Vakanjac, docent RGF

5. Dr Igor Jemcov, docent RGF
