

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 предлог теме докторске дисертације**

Молимо да, сходно члану 46. ст.5 тач. 3. Статута Универзитета у Београду („Гласник Универзитета“, бр.131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„ХИДРОГЕОХЕМИЈСКА ВАЛОРИЗАЦИЈА ЕСЕНЦИЈАЛНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА МИНЕРАЛНИХ ВОДА СРБИЈЕ“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Геологија Студијски програм: Хидрогеологија

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

1. Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Јана (Славиша) Стојковић, дипл. инж. геологије2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Универзитет у Београду-Рударско-геолошки фак.3. Година дипломирања: 2007.

4. Назив магистарске тезе кандидата:

Кандидат уписан на докторске студије школске 2007/2008. године5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: /6. Година одбране магистарске тезе: /Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 21.06.2012. размотрило предложену тему и закључило да је тема
подобна за израду докторске дисертације

ДЕКАН
Рударско-геолошког факултетаПроф. др Владица Цветковић**Прилог: 1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем****Прилог: 2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације**

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 117. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 24. Правилника о студирању на докторским студијама и стицању звања доктора наука, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 21.06.2012. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисија за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Јане Стојковић**, дипл. инж. геологије.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *"Хидрогеохемијска валоризација есенцијалних микроелемената минералних вода Србије"*.
3. За ментора се именује др Петар Папић, ред. проф.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

проф. др Владица Цветковић

Достављено:

- Већу научних области техничких наука
- Ментору
- Именованој
- Одељењу за студентска питања

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ
за кандидата: Јана Стојковић

Име и презиме ментора: др Петар Папић
Звање: редовни професор

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. Krešić N., **Papić P.**, Specific chemical composition of karst ground water in the Ophiolite belt of the Inner Dinarides in Yugoslavia: A case for covered karst, **Environmental Geology (former title: Environmental Geology and Water Sciences, ISSN 0177-5146)**, vol. XV, No 2, 131-135, 1990, Springer-Verlag, New York, USA , P 52 (3) SCI, ISSN 0943-0105, IF = 0,392
2. Krešić N., **Papić P.**, Golubović R., Elements of ground water protection in a karst environment, **Environmental Geology (former title: Environmental Geology and Water Sciences, ISSN 0177-5146)**, vol. XX, No 3, 157-164, Springer Verlag, 1992, New York, USA , P 52 (3) SCI, ISSN 0943-0105, IF = 0,392
3. Nikić Z., Kovačević J., **Papić P.** 2008: *Uranium in the groundwater of Permo-Triassic aquifers of the Visok region, Stara Planina, Eastern Serbia*. **Journal: Water Air Soil Pollut.** No 192, 1-4. july 2008. Publisher: SPRINGER. Pp. 47-58. SCI lista.
Keywords: clastic rock, hydrochemical anomaly, Stara Planina, uranium, Visok region.
ISSN 0049-6979 (print). ISSN 1573-2922 (on line). Category: Article. DOI 10.1007/s11270-008-9633-z.
IF = 1.398 (Rang časopisa prema petogodišnjem impakt faktoru 1.779). P 51a (8)
4. Kovačević J., Nikić Z., **Papić P.** 2009: *Genetic model of uranium mineralization in the Permo-Triassic sedimentary rocks of the Stara Planina Eastern Serbia*. **Journal: Sedimentary Geology**. No 219. Publisher: Elsevier. Pp. 252-261. SCI lista.
Keywords: uranium minerals, Permo-Triassic, sedimentary rocks, groundwater, Eastern Serbia.
ISSN 0037-0738. Category: Article. DOI 10.1016/j.sedgeo.2009.05.015.
- U 2008. god.: M21; IF = 1.737 (Rang časopisa prema petogodišnjem impakt faktoru 1.962). P 51a (8)
5. Petrović T., Zlokolica-Mandić M., Veljković N., **Papić P.**, Poznanović M., Stojković J., Magazinović S. 2012: *Macro and microelements in bottled and tap waters of Serbia*. **Journal: Hemijska industrija**. Vol. 66(1). Pp. 107-122. DOI:10.2298/HEMIND110729062P. Category: Article. Izdavač: Savez Hemičara i tehnologa Srbije, ISSN 0367-598X. M23; IF (2010) = 0.137

Датум
2.4.2012.

М.П.

ДЕКАН
РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Владица Цветковић

Научно–наставном већу Рударско–геолошког факултета Универзитета у Београду

Одлуком бр. 1/83 Научно-наставног већа Рударско-геолошког факултета, од 1.6.2012. године, одређени смо за чланове Комисије за давање мишљења о научној заснованости и подобности теме, кандидата и ментора за израду докторске дисертације кандидата Јане Стојковић, дипл. инж. геологије. На основу прегледа приложене документације, подносимо следећи

ИЗВЕШТАЈ

1. ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ

Јана Стојковић рођена је 26.4.1983. године у Београду. Похађала је Прву београдску гимназију, природно-математички смер, коју је завршила 2002. године, а том приликом јој је додељена диплома "Вук Караџић" за постигнут изузетан општи успех током школовања. Исте године уписала је Рударско-геолошки факултет, Универзитета у Београду, Смер за хидрогеологију.

Током студија награђивана је са више награда и признања. Као најбољи студент Смера за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета награђена је признањем „Јован Жујовић“ (2006). На основу остварених изванредних резултата током студија награђена је Еуробанк ЕФГ школарином за 2006/2007 годину. Проглашена је за најбољег студента генерације Рударско-геолошког факултета који је дипломирао у школској 2006/2007 години. Од стране Удружења универзитетских професора и научника Србије награђена је признањем „Проф. др Војислав К. Стојановић“ за изузетне резултате постигнуте током студија.

Основне студије завршила је у року, са просечном оценом 9,57 и у септембру 2007. године одбранила је дипломски рад под називом "Фактори миграције флуорида у минералним водама централне Србије", са оценом 10. Одмах затим уписала је докторске студије на Рударско-геолошком факултету, Универзитета у Београду, на смеру за хидрогеологију.

Као студент-докторант и стипендиста Министарства за науку и технолошки развој, у периоду 2008-2010, учествовала је на два пројекта тог министарства: "Истраживање, оцена и значај подземних водних ресурса у концепту одрживог развоја", Рударско-геолошки факултет (2008-2010) и "Дефинисање утицаја степена аеробности на заштиту и коришћење издани у интергрануларно-порозним срединама у Србији", Институт за водопривреду "Јарослав Черни" (2009).

У истом периоду, учествовала је и на пројектима Министарства животне средине и просторног планирања: "Утврђивање нивоа радиоактивности подземних вода Републике Србије", Рударско-геолошки факултет (2008-2011) и "Хидрохемијски атлас подземних вода Србије", Рударско-геолошки факултет у сарадњи са Геолошким институтом Србије (2010-2014).

Такође, била је ангажована и приликом израде „Извештаја о хидрогеохемијским испитивањима комуналне депоније чврстог отпада Танцош у Беочину“, Рударско-геолошки факултет, децембар 2009. Учествовала је и у изради студије „Report of geoenvironmental investigations on locality for reconstructed smelter and sulfuric acid new plant“ (Рударско-геолошки факултет), август 2010, као и у изради „Геоколошког елабората о хемијским испитивањима у РТБ Бор“, Рударско-геолошки факултет, 2011-2012.

Од јануара 2011. године запослена је као *истраживач-приправник* на Департману за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, на пројекту Министарства за науку и технолошки развој – Пројекат ИИИ (Интегралних Интердисциплинарних Истраживања) – Симултана биоремедијација и соилификација деградираних простора, за очување природних ресурса биолошки активних супстанци и развој и производњу биоматеријала и дијететских производа (Подпројекат: Заштита гео и био средина као природних ресурса и извора биолошки активних супстанци), 2011-2014. Научно звање *истраживач-сарадник* додељено јој је у априлу 2012. године, од стране Научно-наставног већа Рударско-геолошког факултета у Београду.

Учествује у одржавању наставе из предмета Хидрохемија 1 и Хидрохемија 2, на Департману за хидрогеологију, као и у раду са студентима приликом израде дипломских и мастер радова.

Члан је Српског геолошког друштва, Српског хемијског друштва, Међународне асоцијације хидрогеолога (IAH), Међународне асоцијације за геохемију (IAGC) и Међународне асоцијације хидролошких наука (IAHS).

Објављени радови:

- „Natural Processes Controlling Fluoride Contents in Groundwaters“, Petar Papić, **Jana Stojković**, objavljen u Zborniku radova XVIII Kongresa Karpato-Balkanske geološke asocijacije, septembar 2006. (Proceedings of the XVIII Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association, Published by the Serbian Geological Society, Printed by Sava Centar), ISBN 86-86053-01-7, Pp 435-438
- „Хемизам минералних вода Смедеревске Паланке“, Марко Белотић, **Јана Стојковић**, Петар Папић, Зборник радова XV Конгреса геолога Србије, са међународним учешћем, Београд, 26-29.5.2010, Издавач: Српско геолошко друштво, ISBN 978-86-86053-08-4, Стр. 619
- „Еколошки аспекти коришћења геотермалних вода“, Петар Папић, **Јана Стојковић**, Зоран Никић и Марина Ћук, III Међународни симпозијум Енергетско рударство ЕР 2010, 8-11.9.2010, Апатин, ISBN 978-86-7352-215-9, Стр. 80-84

- „Hydrochemistry of bottled mineral waters of Serbia“, Milena Zlokolica-Mandić, Petar Papić, Tanja Petrović and **Jana Stojković**, Abstarct Book of XXXVIII IAH Congress, 12-17.9.2010, Krakow, Poland, ISBN 978-83-226-1979-0 (2-vol.set.+ CD), Pp 1799-1805
- „Hydrodynamic model of the open-pit mine "Buvač" (Republika Srpska, Bosnia and Herzegovina)“, D. Bajić, D. Polomčić, P. Papić, **J. Stojković**, Book of Abstracts of 6th Dubrovnik Conference on Sustainable Development of Energy Water and Environmental Systems, 25-29.9.2011, Dubrovnik, Croatia; Published by Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture, Zagreb, ISBN 978-953-7738-12-9, Pp 265
- „Основна геохемијска и хидрохемијска терминологија и класификације“, Петар Папић, **Јана Стојковић**, у: „Речник геолошких термина и појмова Геолошког информационог система Србије“, Бранислав Тривић и др., Издавач: Министарство животне средине, рударства и просторног планирања, Београд, 2011, ISBN 978-86-87159-09-9, Стр. 432-479
- „Macro and microelements in bottled and tap waters of Serbia“, Petrović T., Zlokolica-Mandić M., Veljković N., Papić P., Poznanović M., **Stojković J.**, Magazinović S., Hemijska industrija, Izdavač: Savez Hemičara i tehnologa Srbije, 2011, 66(1): 107-122, DOI:10.2298/HEMIND110729062P, ISSN 0367-598X, *SCI lista, IF = 0,137*
- „Geochemistry of Bottled Waters of Serbia“, Petrović T., Zlokolica-Mandić M., Veljković N., Papić P., **Stojković J.**, chapter in a book: Clean Soil and Safe Water, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security, Springer Science+Business Media B.V. 2012, ISBN 978-94-007-2239-2, DOI 10.1007/978-94-007-2240-8_19, Pp 247-266
- „Екогеохемијска испитивања за потребе изградње нове фабрике сумпорне киселине у РТБ Бор“, Папић П., Милијић З., **Стојковић Ј.**, Милосављевић Ј., Тодоровић М., Ћук М., Зборник радова III Симпозијума са међународним учешћем „Рударство 2012“, 7-10.5.2012, Златибор, Издавач: Привредна комора Србије, ISBN 978-86-80809-69-4, Стр. 425-430
- „Примена мултиваријантне статистичке анализе у хидрогеохемији“, Папић П., **Стојковић Ј.**, Зборник радова XIV Српског симпозијума о хидрогеологији, Златибор, 17-20.5.2012, Издавач: Универзитет у Београду, РГФ, ISBN 978-86-7352-236-4, Str. 483-487
- „Фактори формирања система угљокиселих минералних вода Србије“, Маринковић Г., Папић П., **Стојковић Ј.**, Драгишић В., Зборник радова XIV Српског симпозијума о хидрогеологији, Златибор, 17-20.5.2012, Издавач: Универзитет у Београду, РГФ, ISBN 978-86-7352-236-4, Str. 239-243
- „Арсен у подземним водама за водоснабдевање Војводине“, Ћук М., Тодоровић М., **Стојковић Ј.**, Зборник радова XIV Српског симпозијума о хидрогеологији, Златибор, 17-20.5.2012, Издавач: Универзитет у Београду, РГФ, ISBN 978-86-7352-236-4, Str. 611-615

Подаци о току докторских студија:

Јана Стојковић је положила све испите предвиђене акредитованим програмом докторских академских студија, на програму Хидрогеологија, са просечном оценом 10 (списак положених испита са оствареним бодовима дат је у прилогу овог образложења).

У јануару 2010. године одбранила је Пројекат докторске дисертације, пред комисијом у саставу: Проф. др Петар Папић (ментор), Проф. др Веселин Драгишић и Проф. др Видојко Јовић.

Учешће на конгресима и семинарима:

- „XIV Српски симпозијум о хидрогеологији“, Златибор, мај 2012.
- „IWA Specialist Groundwater Conference“, Београд, септембар 2011.
- Семинар у оквиру СЕЕРУС мреже: „Изотопска геологија“, предавач Проф. др Ладислав Палинкаш, са Универзитета у Загребу, Хрватска, март 2011.
- Семинар у оквиру СЕЕРУС мреже: „Статистика“, предавач Проф. др Нина Зупанчич, са Универзитета у Љубљани, Словенија, април 2011.
- „XXXVIII IAH Congress“, Краков, Пољска, септембар 2010.
- III Међународни симпозијум „Енергетско рударство ЕР 2010“, Апатин, септембар 2010.
- „XV конгрес геолога Србије“, Београд, мај 2010.
- „TAIEX Workshop on Groundwater modeling“, Београд, мај 2009.
- „Groundwater Management in the Danube River Basin and Other Large River Basins“, Београд, јун 2007.
- „XVIII Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association“, Београд, септембар 2006.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Минералне воде имају код нас дугу традицију искоришћавања. Оне су се од давнина употребљавале за пиће у свакодневном животу, а у последње време све већи значај и популарност стичу флаширане минералне воде. Такође, минералне воде се користе и у балнеотерапеутске сврхе – као лековите воде. Иако ни дан данас нису у потпуности разјашњени сложени механизми деловања ових вода на људски организам, извесно је да кључ лежи управо у познавању садржаја микроелемената у њима.

Микроелементи су хемијски састојци који се у минералним водама јављају у малим количинама, обично испод 1 mg/l, и који не одређују хемијски тип вода, али могу имати значајан утицај на формирање њихових специфичних особина (Драгишић, 2009). Проучавање различитих микроелемената, њихових концентрација и међусобних односа у минералним водама, поред значаја за балнеологију, такође је веома важно и за утврђивање генезе тих вода, односно геохемијских и хидрогеолошких услова њиховог образовања. Испитивање одређених микроелемената у подземним водама значајно је и приликом истраживања лежишта минералних сировина (нафте, гаса, соли и разних металичних и неметаличних сировина).

Предмет ове докторске дисертације су управо микроелементи у минералним водама, односно услови и облици њихове миграције и закономерност распрострањења. Од широке лепезе микроелемената који су заступљени у минералним водама одабрани су следећи елементи: литијум, калијум, стронцијум, флуор, бор и силицијум. Ради се о литофилним елементима, који граде различите силикатне минерале. Они доспевају у подземне воде најчешће путем распадања киселих магматских стена, нарочито пегматита, али и одређених метаморфних стена, нпр. глиновитих шкриљаца. Разлог одабира баш ове групе микроелемената јесте управо њихово слично порекло, односно, полази се од претпоставке да се у минералним водама ови микроелементи најчешће јављају заједно.

Очекује се да ће кроз овај докторат, између осталог, бити доказана поменута парагенеза микроелемената, тј. да ће бити могуће успостављање корелационе везе између литологије водоносне средине и садржаја микрокомпонената у испитиваним минералним водама.

Свакако треба истаћи да се ради о микроелементима од изванредног значаја за живи свет, па тако и за људски организам. Лекари недвосмислено сврставају калијум, флуор и стронцијум у тзв. есенцијалне елементе, неопходне за одвијање различитих физиолошких процеса у организму, а бројна истраживања показују да су и бор, силицијум и литијум и те како важни за људско здравље. Међутим, сви поменути елементи могу да буду и токсични, у условима који доводе до повећања њихове концентрације у организму. Светска здравствена организација и Европски научни комитет за храну дали су смернице, тј. препоручене максималне вредности садржаја флуора и бора у природним минералним водама и оне износе: 1,5 mg/l за флуор и 0,5 mg/l за бор. Домаћим Правилником дозвољена је максимална концентрација флуорида од 5 mg/l и бора од 1 mg/l. Остали микроелементи који се разматрају у овој докторској дисертацији нису обухваћени ни страним ни домаћим правилницима, упркос њиховој важности за здравље људи и чињеници да се често јављају у значајним концентрацијама у природним минералним водама.

Циљ истраживања планираних у оквиру ове докторске дисертације јесте да се на основу резултата испитивања физичко-хемијских карактеристика одређеног броја појава минералних вода на територији Србије издвоје фактори који утичу на миграцију одабране групе микроелемената и њихову мобилизацију из стена. Требало би, дакле, дефинисати хидрогеохемијске услове који погодују накупљању ових микроелемената у минералним водама, тј. њиховом преласку из стена у подземне воде. Ту се, пре свега, мисли на хемијски састав ових вода, али и литолошки састав водоносне средине, односно, присуство различитих хидрогеохемијских баријера итд.

Дефинисање поменутих хидрогеохемијских услова има за циљ да омогући успостављање корелационих веза између одређених компонената хемијског састава минералних вода (нпр. садржаја главних катјона) и садржаја микроелемената у њима. Наравно, један од кључних фактора у овом разматрању јесу управо литолошке, односно, минералолошке особине водоносне средине, јер оне директно утичу на формирање хемијског састава минералних вода. Ово је у складу са једном од основних поставки хидрогеохемије – да је вода онаква каква је и стена у којој се вода налазила (Аристотел).

Бројне појаве минералних вода у Србији биле су предмет различитих хидрогеолошких истраживања, вршене су комплетне хемијске анализе и одређивани садржаји појединих микроелемената. Ови подаци могу се наћи у бројној литератури која систематски приказује минералне воде Србије (Вујановић и Теофиловић, Протић, Филиповић и др.). Међутим, релативно мали број аутора се бавио утврђивањем закономерности појављивања одређених микроелемената у минералним водама, односно разматрањем фактора миграције ових елемената и успостављањем корелационих веза између садржаја микроелемената и других параметара хемијског састава минералних вода. Протић (1988) у свом магистарском раду анализира групу од десет најзаступљенијих микроелемената (Li, Rb, Sr, Cs, Ba, Mn, Cr, Zn, Cu и As) у минералним водама Србије, уз коришћење метода математичке статистике. Папић (1993) даје први комплексан приступ закономерностима миграције флуора у минералним водама Србије, примењујући методе математичке статистике и хемијске термодинамике. Овом проблематиком касније су се бавили и други аутори (Дангић и Протић; Теофиловић, Обреновић и Пешић; Коматина и Павићевић и др.). Папић (1984) је проучавао и миграцију бора и однос овог микроелемента са другим компонентама хемијског састава на примерима неких термоминералних вода Србије.

О микроелементима се свакако доста писало са медицинског аспекта. Бројни су радови, како домаћих, тако и страних аутора, који се баве значајем појединих микроелемената за здравље људи, односно њиховим функцијама у људском организму. Још одавно је установљено да минералне воде садрже читав низ фармаколошки активних супстанци од изузетног значаја за механизам деловања ових вода на људски организам. Међу првима су проучени следећи микроелементи: јод, бром, гвожђе, арсен и кобалт, а касније и стронцијум, литијум, силицијум, алуминијум, цинк, бакар, флуор и бор. Ову тематику обрађују, између осталих, Вујановић и Теофиловић (1983), Јовић и Јовановић (2004), Ђујић, Јовић и Брковић (2005) и многи други.

3. ПОЛАЗНЕ ХИПОТЕЗЕ

Претпоставке од којих се полази у решавању предметне проблематике ове докторске дисертације произилазе из до сада познатих чињеница о понашању и распрострањењу микроелемената у минералним водама:

- распрострањеност микроелемената у природи (концентрације у стенама, води, ваздуху, живој материји);
- растворљивост главних минерала;
- облици и услови миграције микроелемената у минералним водама;
- заступљеност микроелемената у минералним водама Србије;
- здравствени аспект (механизми деловања микроелемената на људски организам, њихово благотворно, али и штетно дејство).

Формирање минералних вода са повишеним садржајем микроелемената условљено је литолошко-минералолошким, геохемијским, тектонским, геотемпературним и др. факторима. Конкретно, повишене концентрације микроелемената очекују се, између осталог, у угљокиселим минералним водама, чије је порекло везано за киселе магматске стене, нарочито пегматите, али и за одређене метаморфне стене, нпр. глиновите шкриљце. Наиме, угљен-диоксид даје агресивност води и таква вода врши хидролитичко разлагање алумосиликата, при чему се обогаћује разноврсним

елементима. С друге стране, порекло угљен-диоксида се углавном везује за процесе регионалног и контактнoг метаморфизма, који прате магматске интрузије (Протић, 1995).

Повишени садржаји микроелемената очекују се и у азотним водама повишене минерализације, при чему се сматра да су првобитно, на одређеној дубини, и те воде садржале угљендиоксид, али да је накнадно, кретањем воде ка површини, дошло до ослобађања угљендиоксида и њиховог преласка у азотне воде.

4. НАУЧНЕ МЕТОДЕ ИСТРАЖИВАЊА

У процесу научног истраживања примењиваће се следећи методски поступци: анализа, синтеза, апстракција, генерализација, а у завршној фази истраживања и класификација. У почетном стадијуму истраживања доминантна ће бити употреба индукције (прикупљање чињеница, праћено генерализацијом), а у каснијим фазама вршиће се дедукција општег на посебно и појединачно (нове систематизације и класификације) (Стевановић, 1990).

У циљу решавања проблема који је предмет ове докторске дисертације планирана је примена више савремених метода следећих геолошких наука: хидрохемије, геохемије, минералогije, петрологије, структурне геологије, регионалне геологије итд. Такође, предвиђа се и примена статистичких метода (мултиваријантна статистичка анализа).

Ово подразумева прикупљање података ранијих истраживања, као и спровођење нових истраживања:

- хемијске анализе вода (скраћене анализе и одређивање садржаја микроелемената);
- обрада података хемијских анализа (примена *Schlumberger*-овог софтвера *AquaChem* и *RockWare*-овог софтвера *Geochemist's Workbench*);
- примена хемијске термодинамике (коришћење *USGS*-овог софтвера *Phreeqc*);
- литолошко-минералoшке анализе стена;
- израда карата дистрибуције анализиране групе микроелемената на територији Србије (примена *Esri*-јевог софтвера *ArcGIS*);
- статистичка обрада података (примена *IBM*-овог софтвера *SPSS Statistics*).

5. ОЧЕКИВАНИ НАУЧНИ ДОПРИНОС

Проблематика проучавања минералних вода је свакако актуелна у данашње време, а познавање садржаја микроелемената у њима има вишеструки значај, како теоријски, тако и практични.

Микроелементи у подземним водама испитују се нарочито приликом истраживања лежишта нафте, гаса, соли и других минералних сировина. Они се такође проучавају и са балнеолошког аспекта, јер одређени микроелементи условљавају лековите особине минералних вода. Не треба заборавити и да је познавање концентрација микроелемената у водама од нарочитог интереса када су у питању санитарно-

хигијенски услови вода за пиће. Без обзира на то што се јављају у малим количинама у природним водама, улога ових елемената у животним процесима је изузетно велика – многи се убрајају у тзв. есенцијалне микроелементе, односно биолошки су активни (Димитријевић, 1988).

Израда ове докторске дисертације требало би да допринесе **хидрогеохемијској валоризацији** испитиваних микроелемената у минералним водама. Резултати систематизације и реинтерпретације свих до сада прикупљених података о садржају Li, K, Sr, F, B и Si у минералним водама Србије требало би да доведу до унапређења општег нивоа знања о факторима миграције ових елемената и њиховом понашању у водоносној средини. Такође, очекује се да ће истраживања планирана у оквиру овог доктората дати изванредан допринос познавању закономерности расподеле поменутих микроелемената у минералним водама. Ово је, између осталог, значајно и са аспекта проучавања хидрогеохемијских услова формирања минералних вода, али и могућности њихове употребе за различите сврхе. У том смислу, биће испитана могућност примене функционалне зависности између садржаја SiO₂ у подземним водама на територији Србије и њихове температуре (тзв. хидрогеотермометри), као и примена ове зависности код испитивања геотермалних ресурса. Такође, посветиће се пажња и утврђивању евентуалне парагенезе бора и литијума у минералним водама и њиховој примени у проспекцији лежишта борних и литијумових минерала.

Поред хидрогеохемијске валоризације, ова докторска дисертација се бави и **биохемијском валоризацијом** поменуте групе микроелемената. Сваки од ових елемената је од изванредног значаја за људски организам: калијум је биогени елемент неопходан за рад мишића, стронцијум доприноси чврстости коштаног ткива, флуор је значајан за развој зуба и скелета, бор и силицијум су неопходни за калцификацију костију, а литијум има улогу у раду система неуротрансмитера. Стручњаци сматрају да се недостатак поменутих елемената у организму може надокнадити конзумирањем минералне воде и да је то чак и бољи начин од уношења вештачких суплемената, тј. таблета, јер погодује одржавању константног нивоа одређеног елемента у организму. С друге стране, у докторској дисертацији биће дата и процена ризика од дугогодишњег конзумирања минералних вода са повишеним садржајем микроелемената, који потенцијално могу бити штетних по здравље људи.

Имајући у виду физиолошки значај испитиваних микроелемената и резултате анализе њихове заступљености у минералним водама Србије, биће могуће предложити норме за издвајање минералних вода са повишеним садржајем ових микроелемената, које су различитим класификацијама и правилницима за сада дефинисане само за флуор и силицијум. Ово би свакако представљало допринос досадашњој **класификацији**, али и правилној валоризацији минералних вода.

Такође, не треба занемарити ни могућност освајања **нових производа** на домаћем тржишту флашираних минералних вода, истицањем вода са повишеним концентрацијама одређених микроелемената који благотворно делују на људски организам, што је у свету већ пракса.

На крају треба истаћи допринос ове докторске дисертације **општој економској валоризацији** минералних вода Србије. Чињеница је да минералне и термалне воде представљају велико природно богатство, са вишеструким могућностима њиховог коришћења: у балнеотерапији, за флаширање (као природне минералне, природне

изворске и стоне воде), за топлификацију (урбаних средина, индустрије и пољопривредних површина под стакленицима) итд. (Поломчић, 2007). Све поменуте намене чине минералне воде незаобилазним делом привредног и економског развоја наше земље. С обзиром на то да ће ова докторска дисертација допринети бољој истражености и потпунијем познавању минералних вода Србије, она ће уједно допринети и свеобухватнијем економском вредновању овог важног природног ресурса.

6. ПЛАН ИСТРАЖИВАЊА И СТРУКТУРА РАДА

Научно-истраживачке активности предвиђене у циљу решавања проблема који је предмет ове докторске дисертације, одвијале би се начелно у четири фазе: кабинетски радови, теренски радови, лабораторијска мерења и анализа и статистичка обрада података. Истраживањима ће бити обухваћено око 150 појава минералних вода Србије. Планирана је примена савремене методологије, примерене предметној проблематици.

Реализација овог истраживање биће спроведена захваљујући финансијској подршци Министарства просвете и науке Републике Србије, кроз Пројекат ИИИ 43004, као и захваљујући финансијској подршци Министарства животне средине, рударства и просторног планирања, кроз неколико пројеката.

У наставку је дат уопштени приказ поменуте четири фазе научно-истраживачког рада, кроз које је предвиђено да се одвија израда овог доктората:

1. Кабинетски радови – подразумевају прикупљање, систематизацију и реинтерпретацију свих расположивих података који се тичу геологије подручја истраживања, хидрогеохемије испитиваних микроелемената и хидрохемије анализираних минералних вода. Такође је планирано проучавање литературних извора и фондовске документације из области минералних вода, лековитих и бањских вода, као и флашираних вода. Биће анализирана како домаћа тако и страна искуства и сазнања која су у вези са постављеним научним проблемом.

Циљ ове фазе је сагледавање целокупне проблематике миграције микроелемената у минералним водама, дефинисање свега што је већ познато у овој области и истицање онога што је још увек непознато, тј. недовољно објашњено.

У овој етапи је предвиђено и графичко приказивање анализираних података, израда специјалних, у првом реду хидрогеохемијских карата, које ће представљати подлогу за следећу фазу истраживања.

2. Теренски радови – подразумевају истраживања на терену, по областима познатих појава минералних вода (околина Букуље, Смедеревске Паланке, Крушевца, Новог Пазара, Прокупља, Бујановца итд.). Потребно је регистровати све испитиване појаве у виду катастра. На самим локацијама предвиђено је узимање узорка вода, конзервирање, одређивање непостојаних хидрохемијских параметара (физичке особине, физичко-хемијски параметри), мерење издашности и капацитета хидрогеолошких појава (извори, бушотине и бунари). Поменуте радове треба да прати опажање зона и области појављивања минералних вода, уз израду фотодокументације.

3. Лабораторијска мерења и анализе – подразумевају израду анализа садржаја испитиваних микроелемента у минералним водама, као и анализе одабраних хидрохемијских параметара, ради утврђивања хидрогеохемијских услова миграције микроелемената у минералним водама.

4. Статистичка обрада података – подразумева примену мултиваријантне статистичке анализе на претходно систематизоване податке хидрохемијских анализа минералних вода Србије. Циљ ове етапе јесте груписање података између којих постоји корелациона веза. Даљом интерпретацијом овако груписаних података требало би да се дође до општих закључака о факторима миграције одабране групе микроелемената и њиховој расподели у минералним водама на територији Србије.

Процена садржаја докторске дисертације:

С обзиром на сложеност проучавање проблематике, овде се наводи само оквирни садржај докторске дисертације. Предвиђено је да се она састоји из следећих поглавља:

1. УВОД

2. ОПШТИ ДЕО

- 2.1. Геолошка грађа ширег подручја истраживања
- 2.2. Тектонске карактеристике терена
- 2.3. Хидрогеолошке карактеристике подручја истраживања
- 2.4. Хидрогеохемија
 - 2.4.1. Основни хемизам минералних вода
 - 2.4.2. Гасни састав минералних вода
 - 2.4.3. Микроелементи (Li, K, Sr, F, B, Si)
 - 2.4.4. Геомедицина
- 2.5. Проблематика захватања и флаширања минералних вода
- 2.6. Технолошки третмани за уклањање микроелемената

3. СПЕЦИЈАЛНИ ДЕО

- 3.1. Приказ анализираних појава минералних вода
- 3.2. Физичко-хемијске карактеристике испитиваних минералних вода
- 3.3. Миграција микроелемената у испитиваним минералним водама
 - 3.3.1. Специфичности садржаја појединих микроелемената
- 3.4. Валоризација и могућност употребе анализираних минералних вода
 - 3.4.1. Флаширање минералних вода
 - 3.4.2. Технолошки третмани за уклањање микроелемената
 - 3.4.3. Могућност пласирања нових производа
 - 3.4.4. Тржиште и маркетинг

4. ЗАКЉУЧНА РАЗМАТРАЊА

5. ЛИТЕРАТУРА

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу приложене документације кандидат испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације „ХИДРОГЕОХЕМИЈСКА ВАЛОРИЗАЦИЈА ЕСЕНЦИЈАЛНИХ МИКРОЕЛЕМЕНАТА МИНЕРАЛНИХ ВОДА СРБИЈЕ“ и комисија предлаже Научно-наставном већу Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду да одобри њену израду у оквиру научне области Хидрогеологија. За ментора на изради ове дисертације предлаже се др Петар Папић, редовни професор РГФ-а, који испуњава све услове дефинисане важећим прописима Универзитета.

Београд,
јун, 2012.

Чланови комисије:

Др Петар Папић, редовни професор РГФ-а, ментор

Др Веселин Драгишић, редовни професор РГФ-а

Др Видојко Јовић, редовни професор РГФ-а

Др Оливера Крунић, ванредни професор РГФ-а

Др Мирослав М. Врвић, редовни професор ХФ-а

Др Нина Зупанчич, ванредни професор Природно-техничког факултета, Универзитета у Љубљани
