

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
- Веће научних области техничких наука-

БЕОГРАД
Студентски трг бр. 1

Достављамо вам:

- Образац захтева за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације мр Драгослава Бањка, професор историје и географије, ради поступка у смислу важећих законских прописа.
- Одлуку Наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду о усвајању извештаја Комисије за давање мишљења о научној заснованости предложене теме за израду докторске дисертације.
- Подаци о ментору
- Извештај Комисије за оцену подобности предложене теме за израду докторске дисертације.

Шеф Одељења за студентска
и наставна питања

Љиљана Колоња, дипл. инж. рударства

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:

„ХИДРОГЕОХЕМИЈСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И КВАЛИТЕТ ВОДА СЛИВА ТРЕБИШЊИЦЕ, РЕПУБЛИКА СРПСКА,
БОСНА И ХЕРЦЕГОВИНА“

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ Геолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

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

Мр Драгослав (Радослав) Бањак, професор историје и географије

Универзитет Црне Горе - Филозофски факултет,
Никшић

2. Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање:

3. Година дипломирања: 1998.

4. Назив магистарске тезе кандидата:

„РИЈЕКА МУШНИЦА – ХИДРОЛОШКА СВОЈСТВА И ВОДОПРИВРЕДНИ ПРОБЛЕМИ“

5. Назив факултета на коме је магистарска теза одбрањена: Универзитет у Београду- Географски факултет

6. Година одбране магистарске тезе: 2008.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду
(назив надлежног тела факултета)

на седници одржаној 18.06.2015. размотрило предложену тему и закључило да је тема
подобна за израду докторске дисертације

ДЕКАН
Рударско-геолошког факултета

Проф. др Иван Обрадовић

Прилог: 1. Предлог теме докторске дисертације са образложењем

Прилог: 2. Акт надлежног тела факултета о подобности теме за израду докторске дисертације

Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 18.06.2015. године, сходно члану 175. став 4. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за давање мишљења о научној заснованости предложене теме за израду докторске дисертације кандидата **мр Драгослава Бањка**, професор историје и географије.
2. Одобрава се именованом израда докторске дисертације под насловом *„Хидрогеохемијске карактеристике и квалитет вода слива Требишњице, Република Српска, Босна и Херцеговина“*.
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

др Иван Обрадовић, ред. проф.

Достављено:

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

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата: **Мр Драгослав Бањак**

Име и презиме ментора: **Др Петар Папић**

Звање: **редовни професор**

Списак радова објављених у научним часописима са Science Citation Index (**SCI**) листе, који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. 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 and soil pollution**. No 192, p.47-58. Publisher SPRINGER, ISSN 0049-6979, DOI 10.1007/s1 1270-008-9633-z, IF 1.398 (**M 21**)
2. 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. 2522-261, DOI: 10.1016/j.sedgeo.2009.05.015, IF 1.957, ISSN0037-0738 (**M21**)
- 3 Zoran Nikić, Danica Srećković-Batoćanin, Milenko Burazer, Ratko Ristić, **Petar Papić** and Vesna Nikolić, 2013, *A conceptual model of mildly alkaline water discharging from the Zlatibor ultramafic massif, western Serbia*, **Hydrogeology Journal**, Vol.21, No 5, 1147-1163, Springer, ISSN1431-2174, IF 1.798 (**M22**)
4. N. Atanacković, V. Dragišić, J. Stojković, **P. Papić** and V. Živanović, 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, pp. 7615-7626 DOI: 10.1007/s11356-013-1959-4, IF = 2,849, ISSN 0944-1344 (**M21**)
5. Jana S. Stojković, Goran H. Marinković, **Petar J. Papić**, Mihailo G. Milivojević, Maja M. Todorović, Marina D. Ćuk, 2013, *The analysis of the geothermal energy capacity for power generation in Serbia*, **Thermal Science**, vol.17, pp. 969-976, DOI: 10.2298/TSCI120215033S IF 0.838, ISSN 0354-9836 (**M22**)
6. **P.Papić**, M. Pušić and M. Todorović, 2012, *Water quality as an indicator of hydrogeological conditions: a case study of the Belgrade Groundwater Source (Sava/Danube confluence area)*, **Water Science & Technology**, Vol. 65 No. 12, pp. 2265–2271, DOI: 10.2166/WST 2012.219, ISSN 0273-1223, IF 1.102 (**M23**)

7. **Papić P.**, Ćuk M., Todorović M., Stojković J., Hajdin B., Atanacković N., Polomčić D., 2012, *Arsenic in Tape Water of Serbia's South Pannonian Basin and Arsenic Risk Assessment*, Polish **Journal of Environmental Studies**, Vol. 21, No 6, pp.1783-1790, IF = 0.462, ISSN 1230-1485 (M23)

8 .Branko Miladinović, **Petar Papić**, 2012, *Effect of mining industry in Donja Rudnica near Raška on groundwater pollution in the Ibar alluvium (Serbia)*, **TTEM- Technics, Technologies, Education, Management**, Vol.7, No 4, pp 1588-1592, IF 0.414, ISSN 1840-1503 (M23)

Датум:

01.06.2015.

ДЕКАН

РУДАРСКО-ГЕОЛОШКОГ ФАКУЛТЕТА

Проф. др Иван Обрадовић

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата **Мр Драгослава Бањка** за израду докторске дисертације

Одлуком бр.1/206 од 25.05.2015. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата **Мр Драгослава Бањка** за израду докторске дисертације и научне заснованости теме **„Хидрогеохемијске карактеристике и квалитет вода слива Требишњице, Република Српска, Босна и Херцеговина“**.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

Драгослав Бањак је рођен 28.09.1973. године у Требињу. Ту је завршио основну и средњу Просвјетно и културолошко-преводиачку школу, чиме је стекао звање помоћника преводиоца за француски језик. У Војску Републике Српске одлази 01.06.1992. године, а након добијања дозволе од Министарства одбране уписује 1993. године Филозофски факултет у Никшићу, одсек историје и географије. Факултет је завршио 04.12.1998. године, као један од најбољих студената, са средњом оценом 9,18. Дипломски рад на тему „Урбани аспекти развоја Требиња“ одбранио је код Проф. др Радована Бакића, тадашњег Министра за просторно уређење у Влади Црне Горе.

Непосредно по завршетку Филозофског факултета, добио је од Министарства просвете Црне Горе стипендију за наставак образовања. Уписао је постдипломске студије на Географском факултету Универзитета у Београду, одсек физичке географије, смер хидрологије. Након свих положених испита, са средњом оценом 10, одбранио је 16.01.2008. године магистарски рад на тему „Ријека Мушница-хидролошка својства и водопривредни проблеми“, код Проф. др Љиљане Гавриловић.

Прва већа искуства у примени знања из области физичке географије стекао је 2001. године, учешћем у пројекту „Валоризација природног наслеђа општине Требиње“, где је ангажован од стране Завода за заштиту културноисторијског и природног наслеђа Републике Српске, из Бањалуке.

У оквиру ових активности почео је да се бави спелеологијом у клубу „Зелена брда“ из Требиња. Овде је проширио знања из области подземне морфологије и хидрологије карста, а отворене су му и могућности сарадње са иностраним организацијама које се баве проучавањем природе. Тако је већ исте године ушао у пројекат под називом „Заједничка

стратегија за заштиту угроженог подземног ендема човјечије рибице и његовог природног крашког станишта у долини ријеке Требишњице“, који је финансирао УНЕСКО, преко Истраживачког удружења „Девонски карст“ из Лондона. Сарадња са Истраживачким удружењем „Девонски карст“ омогућила му је да 2001. године постане члан Међународног удружења хидрогеолога (IAH).

Током досадашњег рада посебну пажњу посвећује стицању информатичких знања из области хидрологије и геоморфологије, чему је нарочито допринело школовање на Географском факултету у Београду.

Значај информационе технологије у хидролошким истраживањима препознали су у Електропривреди Републике Српске. У јулу 2006. године, за потребе њиховог Развојног одељења, обавља обуку запослених у примени програма *Surfer 8* (Golden Software, 2002), погодног за израду тродимензионалних модела рељефа и различитих типова карата.

Упркос израженом интересовању за науку, Драгослав Бањак није запоставио рад у образовању. Заједно са Миодрагом Самарџићем, стручним саветником за географију у Педагошком заводу, написао је уџбеник географије и радну свеску за 6. разред основне школе, који се од школске 2007/2008. године користе у Републици Српској.

У току 2009. године учествује у изради развојне стратегије општине Берковићи, при чему обрађује теме из области геологије, геоморфологије, хидрогеологије, климатологије, хидрологије, педологије, као и заштите геонаслеђа. У 2012. години, заједно са студентима из области археологије, лингвистике, економије и новинарства, учествује у пројекту израде „Енциклопедије Републике Српске“, а паралелно с тим настаје и „Алманах Требиња“, као својеврсна информативна и документациона подршка пројектима развоја на југу Херцеговине. Исте године објављује рад из области хидрохемије у респектабилном *Hydrological Sciences Journal* (M23), а учествује и на XIV српском симпозијуму о хидрогеологији, са иностраним учешћем, који је одржан на Златибору. Године 2014. узима учешће на Трећем међународном симпозијуму агронома у Требињу, који је организовао Пољопривредни факултет Универзитета у Бањалуци, у сарадњи са Биотехничким факултетом Универзитета у Љубљани.

Од 01.10.1999. године Драгослав Бањак је запослен на месту наставника географије у Гимназији „Јован Дучић“ у Требињу. Стручни испит за овај посао положио је 09.12.2000. године. У периоду 2005-2009. године налази се на месту заменика председника школског одбора гимназије, а од 01.02.2010. године обавља функцију директора ове, за Источну Херцеговину престижне васпитно-образовне установе.

Драгослав Бањак је ожењен и отац је две девојчице.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Као што је већ напоменуто, Драгослав Бањак је на Географском факултету Универзитета у Београду одбранио 16.01.2008. године магистарски рад на тему „Ријека Мушница-хидролошка својства и водопривредни проблеми“, код ментора Проф. др Љиљане Гавриловић. Наведени магистарски рад представља научно дело написано на основу обимне научне и стручне литературе, статистичке обраде података и сопствених теренских истраживања. У њему је дат детаљан хидролошки приказ једне од четири понорнице на које је процесом карстификације стена разбијен сложен хидрографски систем реке Требишњице. Због кречњачког терена на проучаваној територији јавили су се бројни хидролошки проблеми, као што су губљење воде у понорима, периодична плављеност Гатачког поља, пиратерија Врбе, загађење водотока и сл., који су утицали на речни режим Мушнице и њених притока. У раду су анализирани узроци и последице хидролошких проблема и предложене су мере за њихово отклањање.

Коришћењем одговарајућих рачунарских програма одређена је морфометрија слива, при чему су грешке у мерењу сведене на минимум, рељеф је приказан у три димензије израдом блок дијаграма, урађена је карта енергије рељефа за потребе идентификације ерозивних процеса, урађена је симулација мешања високоалкалног филтрата депоније пепела ТЕ „Гацко“ и природних вода. Применом математичко-статистичких метода сређени су подаци најважнијих климатских елемената за период 1961-1990. године, као и хидролошких и хидрохемијских параметара за период 1997-2003. године. По први пут за овај слив је анализирана периодичност годишњих количина падавина и утврђена веродостојност података водостаја и протицаја за све водомерне станице. Детаљно су анализирани протицај, специфични отицај, висина отицаја и коефицијент отицаја и урађен је водни биланс слива. На тај начин добијена је добра слика о водном богатству слива Мушнице, што је од великог практичног значаја са аспекта коришћења вода.

У магистарској тези посебна пажња је посвећена проблему квалитета вода, једном од најактуелнијих проблема данашњице. У раду је најпотпуније до сада обрађен хидрохемијски режим површинских вода на истраживаној територији. Утврђен је хидрохемијски тип воде, а егзактним методама доказано је порекло већине анализираних хемијских елемената у води. Извршена је класификација вода са аспекта њихове погодности за наводњавање и уз помоћ теренске лабораторије урађена је прелиминарна анализа филтрата депоније пепела „Дражљево“, лоциране у горњем делу слива, око 6 km северно од ТЕ „Гацко“.

Као главни водопривредни проблем у сливу Мушнице истакнут је проблем плављења Гатачког поља. Објашњени су узроци поплава и предложене мере заштите, уважавајући степен угрожености објеката и економску моћ заједнице. Посебан значај представља прорачун вероватноће максималних годишњих протицаја реке Мушнице на водомерној станици Срђевићи, који треба да послужи као основа за димензионисање заштитних објеката у сливу.

Наставно-научно веће Географског факултета Универзитета у Београду оценило је магистарски рад Драгослава Бањка као најкомплекснију хидролошку студију слива реке Мушнице, која има не само научни, већ и практични значај. Апострофирано је да урађене метеоролошке, хидролошке и хидрохемијске анализе дају значајан допринос ефикаснијем управљању „Хидросистемом Требишњица“.

1.2.1. Објављени стручни и научни радови

Рад у међународном часопису (M23)

- **Banjak D., Nikolić J.:** *Hydrochemical characteristics and water quality of the Mušnica River catchment, Bosnia and Herzegovina*, -Hydrological Sciences Journal, Vol 57, Issue 3, 2012, pp. 562-575. SCI листа, IF (2012)=1,114

Саопштење са међународног скупа штампано у изводу (M34)

- **Banjak D.:** *Assessment of irrigation water suitability of the Sušica River catchment, tributary of the Trebišnjica River*, Book of abstracts of III International Symposium and XIX Scientific Conference of Agronomists of Republic of Srpska, Trebinje 2014, pp. 392.

Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини (M63)

- **Бањак Д.:** *Хидрохемијски режим и квалитет вода Дабарског поља*, -Зборник радова XIV српског симпозијума о хидрогеологији са међународним учешћем, Златибор 2012, стр. 419-423.

Одбрањен магистарски рад (М72)

- **Бањак, Д.:** *Ријека Мушница-хидролошка својства и водопривредни проблеми*, непубликована магистарска теза, Универзитет у Београду, 2007, стр. 142.

1.2.2. Остале публикације

- Петронић С., Кадих Ј., Брујић Ј., **Бањак Д.:** *Валоризација природног наслеђа општине Требиње*, -Завод за заштиту културно-историјског и природног наслеђа Републике Српске, 2002.
- Самарџић М., **Бањак, Д.:** *Географија за 6. разред основне школе*, -Завод за уџбенике и наставна средства, 2007, стр. 154.
- Самарџић М., **Бањак Д.:** *Радна свеска из географије за 6. разред основне школе*, -Завод за уџбенике и наставна средства, 2007, стр. 64.
- Перовић Љ., Пујић С., Одавић Ђ., **Бањак Д.:** *Алманах-Требиње 2012*, -Општина Требиње, 2012, стр. 570.

1.2.3. Рецензије

- Batayneh A., Zumlot T., Ghrefat H., Nazzal Y., Quaisy S., Zaman H., Elawady E., Mogren S., Bahkaly I., Al-Taani A.: *Hydrochemical facies and ionic ratios of the coastal groundwater aquifer of Saudi Gulf of Aquaba: implication for seawater intrusion*, -Hydrological Sciences Journal, HJS-2012-0151. SCI листа **IF (2012)=1,114**
- Милијашевић Д., Милановић А.: *Анализа речног режима и водног биланса у сливу Бетиње*, -Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ, књига 60, број 2, 2010, стр. 15-25.
- Правица З., Ђурковић Ј.: *Владари династије Петровић Његош*, Требиње, 2010, стр. 178.

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

На основу претходног приказа резултата досадашњег рада и оствареног искуства, кандидат је способан за рад на предложеној теми докторске дисертације. Мр Драгослав Бањак је 2012. године објавио рад у међународном часопису (М23, SCI листа), и то из области која је предмет ове докторске дисертације. Кандидат је тренутно у завршној фази обраде података и израде саме докторске дисертације.

2. Предмет и циљ истраживања

Упркос неповољном временском и просторном распореду, воде су најзначајнији природни ресурс Источне Херцеговине. Ова чињеница довела је до реализације пројекта „Вишенамјенског хидросистема Требишњица“, чија је прва концепција постављена 1953. године у водопривредној основи Завода за водопривреду у Сарајеву. Концепција је прерађена 1954. године, модификована и усвојена 1956. године, а затим новелирана 1967. и 1977. године. Према П. Милановићу (2006), „Вишенамјенски хидросистем Требишњица“ обухвата: седам хидроелектрана, шест акумулација, шест брана, шест тунела укупне дужине 59,7 km, неколико приступних тунела, 62,5 km бетонског канала кроз Попово поље, канал кроз Дабарско (6750 m) и Фатничко поље (2770 m) и систем тунел-канал или цевовод према Дубравама.

У почетку са доминантним енергетским предзнаком, концепција је трансформисана у интегрално решење вишенаменог коришћења и заштите вода и животне средине на простору Источне Херцеговине и дубровачког приобаља. Тиме је у сливу Требишњице заживео принцип хармоничног односа друштва према природном окружењу, који ће, према З. Стевановићу (2011), последње деценије XX и почетком XXI века добити назив „одрживи развој“.

Концепцијско опредељење за управљање водама на бази принципа одрживог развоја, подразумева осмишљавање квалитетних и усклађених решења, прихватљивих за све делове водног система и све делатности водне и о води зависне привреде. Квалитет и усклађеност решења зависи од улазних података и степена изучености предметног простора, што је значајан проблем у сливу Требишњице, поготово када је у питању познавање квалитета вода и идентификација процеса који на њега утичу.

У сливу Требишњице не постоји база података у дигиталном формату, која би обухватила све физичко-хемијске, микробиолошке и анализе радионуклида које су на том простору урађене. Недостатак овакве базе за последицу има скроман број радова из области хидрогеохемије и квалитета вода, при чему су за анализу података најчешће коришћене методе дескриптивне статистике (Мркоња, 2003, 2011). Поред њих, примењиване су и статистичке технике за истраживање веза између променљивих (Бањак, 2007, 2012, 2012б, 2012в, 2014), а само у једном случају употребљен је сложенији алат, *MIKE BASIN*, за моделовање квалитета вода (Vukadinović, 2003). У таквим околностима, евидентно је да у сливу Требишњице нису створени оптимални услови за анализе, прогнозе, оптимизацију ресурса и, уопште, доношење управљачких одлука у области квалитета вода.

Главни фактори који одређују хемијски састав вода и њихов квалитет јесу однос стена-вода, режим вода, падавине, антропогени утицаји, геолошке структуре, минерални састав водоносних средина и геолошки процеси у њима (Abreha, 2014). Међусобни утицаји наведених фактора зависе од услова у којима се вода налази и њихово разумевање има пресудну улогу у управљању квалитетом вода. Стога, предмет ове докторске дисертације јесу хидрогеохемијски процеси и еволуција вода у сливу Требишњице, утврђивање њиховог порекла и међусобног мешања, применом геохемијског моделовања (*PHREEQC*), у комбинацији са мултиваријантним статистичким техникама и геопросторном анализом података.

Општи циљ истраживања јесте утврђивање проблема управљања водама са аспекта њиховог квалитета, порекла, хидрогеохемијских процеса, еволуције и међусобног мешања.

Посебни циљеви су:

- Израда базе података на основу резултата физичко-хемијских и микробиолошких анализа вода у сливу Требишњице;
- Анализа и интерпретација параметара садржаних у бази података;
- Одређивање хемијских типова вода и оцена њихове употребљивости за пиће и наводњавање, у зависности од врсте и интензитета хидрогеохемијских процеса и антропогених утицаја (таложење, растварање минерала, реакције јонске измене и оксидације/редукције, загађивање и мешање вода);
- Оцена стања динамичке равнотеже између слободних јона раствора и чврсте супстанце, употребом индекса засићености воде (*SI*);
- Утврђивање геохемијских реакција, као фактора квалитета вода, применом инверзног геохемијског моделовања;
- Израда графика хемијског састава вода и картографско представљање њихове зависности од геолошке грађе терена и антропогених утицаја;
- Обезбеђивање научних информација у циљу ефикаснијег управљања квалитетом вода у сливу.

Литература:

- Abreha A.G.: Hidrogeochemical and water quality investigation on irrigation and drinking water supplies in the Mekelle region, Northern Ethiopia, Unpublished thesis, University of Twente, 2014, pp. 91.
- Бањак, Д.: *Ријека Мушница-хидролошка својства и водопривредни проблеми*, непубликована теза, Универзитет у Београду, 2007, стр. 142.
- Перовић Љ., Пујић С., Одавић Ђ., Бањак Д.: *Алманах-Требиње 2012*, -Општина Требиње, 2012, стр. 570.
- Бањак Д.: *Хидрохемијски режим и квалитет вода Дабарског поља*, -Зборник радова XIV српског симпозијума о хидрогеологији са међународним учешћем, Златибор 2012б, стр. 419-423.
- Banjak D., Nikolić J.: *Hydrochemical characteristics and water quality of the Mušnica River catchment, Bosnia and Herzegovina*, -Hydrological Sciences Journal, Vol 57, Issue 3, 2012в, pp. 562-575.
- Banjak D.: *Assessment of irrigation water suitability of the Sušica River catchment, tributary of the Trebišnjica River*, -Book of abstracts of III International Symposium and XIX Scientific Conference of Agronomists of Republic of Srpska, Trebinje 2014, pp. 392.
- Vukadinović S.: Pressure and Impact Analysis – Point Sources of Pollution, Case study – Trebišnjica Catchment, Unpublished thesis, University of London, 2003, pp. 121.
- Милановић П.: *Карст Источне Херцеговине и дубровачког приобаља*, -Асоцијација спелеолошких организација Србије, 2006, стр. 350.
- Мркоња З.: *Кратак преглед квалитета воде у акумулацијама и току Требишњице*, документација Хидроелектрана на Требишњици, 2003, стр. 9.
- Mrkonja Z.: *Economic valuation of Bileća lake ecosystem services*, documentation of Hydro power plants on Trebišnjica River, 2011, pp. 62.
- Стевановић З.: *Менаџмент подземних водних ресурса*, -Рударско-геолошки факултет, 2011, стр. 333.

3. Полазне хипотезе

Хипотезе од којих се полази у разматрању предмета ове докторске дисертације произилазе из до сада познатих чињеница о вредностима и распрострањењу физичко-хемијских и микробиолошких елемената квалитета вода. На тим основама, у сливу Требишњице могуће је очекивати:

- Доминантан Са-НСО₃ хемијски тип воде, с обзиром на распрострањеност кречњака, као и присуство Са-Mg-НСО₃ типа на простору Ластванске антиклинале, чије језгро граде тријаски доломити. У сушнијем делу године треба очекивати и друге типове вода, посебно оних са повећаним садржајем сулфатних јона.
- Одступања квалитета вода од I класе, која је за Требишњицу прописана Уредбом о класификацији вода и категоризацији водотока („Службени Гласник Републике Српске“, број 42/01). Вода најлошијег квалитета могућа је низводно од градског пречистача у Требињу, као и у најнижим деловима Гатачког поља. Воду најбољег квалитета могуће је очекивати у Билећком језеру, због велике запремине акумулације, као и у планинским деловима слива, изолованим од утицаја већих извора загађења.
- Припадност вода класама С₁ и С₂, са аспекта њихових вредности специфичне електричне проводљивости, што омогућава наводњавање култура мале и умерене

толеранције према соли. На основу вредности адсорпцијског односа натријума (*SAR*), могућа је припадност вода проучаваног слива класи S_1 , коју карактерише низак садржај натријума и погодност за наводњавање готово свих типова земљишта (*US Salinity Laboratory Staff*, 1954). Не треба очекивати ограничења у наводњавању са аспекта опасности од магнезијума (*MH*), осим, изузетно, код вода Ластванске антиклинале.

- Главне минералне фазе које контролишу хемијски састав вода су карбонатни минерали (калцит, доломит и арагонит) и сулфатни минерали (анхидрит и гипс). Очекује се да су воде незасићене у односу на фазе сулфатних минерала и халита, док су у равнотежи са фазама карбонатних минерала, или су њима презасићене. Из тог разлога, у току хидрогеохемијске еволуције, вероватно се карбонатни минерали таложе, док се сулфатни минерали растварају.
- Геохемијска еволуција вода у сливу Требишњице одвија се из делова слива и хидродинамичких зона интензивне водзамене, према деловима слива и хидродинамичким зонама успорене водозамене. Прецизније утврђивање праваца за хидрогеохемијско моделовање и разумевање геохемијске еволуције биће обављено након спровођења хијерархијске кластер анализе (*HCA*).

Литература:

- *Правилник о условима испуштања отпадних вода у површинске воде*, -Службеник гласник Републике Српске број 42/2001, 2001, стр. 15.
- *United States Salinity Laboratory: Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils*, -US Department of Agriculture, 1954, pp.159.

4. Научне методе истраживања

У процесу научног истраживања биће примењено више методских поступака: анализа, синтеза, апстракција, генерализација и класификација. У почетном стадијуму истраживања доминантна ће бити употреба индукције (прикупљање чињеница праћена генерализацијом), а у каснијим стадијумима вршиће се дедукција општег на посебно и појединачно (Стевановић, 1990).

У циљу решавања проблема који су предмет ове докторске дисертације, планирана је примена савремених метода геолошких наука, посебно хидрохемије и геохемије, као и употреба мултиваријантних статистичких техника – анализе главних компоненти и хијерархијске кластер анализе. Примена наведених метода и техника подразумева прикупљање података ранијих истраживања, као и спровођење нових истраживања:

- Скраћене физичко-хемијске анализе вода;
- Обрада података физичко-хемијских анализа применом софтвера *AquaChem* 2014.1 (*Schlumberger Water Services*, 2013);
- Симулација хемијских реакција и транспортних процеса у води уз употребу *USGS*-овог софтвера *PHREEQC Version 3* (2012);
- Геопросторна анализа података применом софтвера *Surfer* 12 (*Golden Software*, 2014);
- Статистичка обрада података применом софтвера *SPSS Statistics Version 20* (*IBM*, 2011), *Origin 8* (*OriginLab Corporation*, 2007) и *Statistica 8* (*StatSoft*, 2007).

Литература:

- Стевановић З.: *Увод у научно – истраживачки рад у области хидрогеологије са основама опште научне методологије*, -Универзитет у Београду, 1990, стр. 104.

5. Очекивани научни допринос

Проучавање квалитета вода има све већи значај у свету, с обзиром да привредни развој и урбанизација доводе до великог пораста потреба за водом, али и до њеног загађења. Квалитет вода тако може постати фактор ограничења развоја, као и претња људском здрављу и одрживости природних екосистема. Стога је за свако друштво важно да уравнотежи те односе и осмисли политику и стратегију заштите водних ресурса (Стратегија управљања водама-нацрт предлога, 2008).

- Наведени разлози били су довољни да проблематика квалитета постане незаменљиви део свих стратегија управљања водама, као дугорочних планских докумената, којима се утврђује визија, мисија, циљеви и задаци државне политике у области коришћења вода, заштите вода, заштите од штетног деловања вода и праћења њиховог стања.

- Ова докторска дисертације треба да обезбеди дигиталну базу података физичко-хемијских и микробиолошких анализа, прилагођену савременим софтверима који омогућавају брзо и ефикасно управљање, креирање и графичко представљање широког опсега података о квалитету вода. Тиме ће бити створени услови за хидрогеохемијску валоризацију испитиваних вода, са циљем унапређења општег нивоа знања о њиховом пореклу, хидрохемијској еволуцији и стању квалитета.

- Докторском дисертацијом биће извршено груписање узорака вода из свих делова слива Требишњице, на основу сличности у физичким особинама и хемијском саставу. Тиме ће, по први пут, бити издвојене воде из различитих геолошких формација проучаваног простора, што ће омогућити сагледавање степена сличности/различитости састава вода и омогућити даља хидрохемијска истраживања.

- С обзиром да је овим радом предвиђена обрада великог броја узорака физичко-хемијских и микробиолошких анализа површинских и подземних вода, створени су предуслови за идентификацију кључних природних процеса одговорних за формирање њиховог састава, али и за оцену обима антропогених утицаја. То ће омогућити класификацију вода и категоризацију водотока у погледу њиховог квалитета, у складу са одговарајућом Уредбом која је на снази у Републици Српској, као и стандардима Светске здравствене организације. Осим тога, биће разматрана и употребљивост вода за наводњавање, са аспекта опасности од заслањивања земљишта, његове алкализације и штетног дејства магнезијума на развој биљних култура.

- Посебан научни допринос дисертације представља примена инверзног моделовања који, према Hounslow (1995), омогућава идентификацију геохемијских реакција које контролишу хемијски састав вода и промена у саставу дуж тока. Осим тога, послужиће за разумевање природе и димензија хемијских реакција које узрокују дати квалитет вода (Parkhurst, Appelo, 2012).

Литература:

- Parkhurst D., Appelo C.A.J.: *Description of Input and Examples for PHREEQC Version 3 – A Computer Program for Speciation, Batch-Reaction, One Dimensional Transport, and Inverse Geochemical Calculations*, -USGS, 2013, pp. 503.
- Хрватске воде, *Стратегија управљања водама-нацрт приједлога*, -Министарство регионалног развоја, шумарства и воднога gospodarства, 2008, стр. 185.
- Hounslow A.W.: *Water Quality Data – Analysis and Interpretation*, -CRC Press LLC, 1995, pp. 397.

6. План истраживања и структура рада

Научно-истраживачке активности предвиђене у циљу решавања проблема који су предмет ове докторске дисертације, одвијаће се у четири фазе: кабинетски радови, теренски радови, анализа и статистичка обрада података и инверзно моделовање. Истраживањима ће бити обухваћено 90 локација у сливу, са којих је у протеклих неколико деценија узето 1686 узорака вода за физичко-хемијске, микробиолошке и анализе радионуклида. Планирана је примена савремене методологије, примерене предметној проблематици.

У наставку је дат уопштени приказ наведене четири фазе научно-истраживачког рада, кроз које је предвиђено да се одвија израда предметне докторске дисертације:

1. Кабинетски радови – подразумевају прикупљање, систематизацију и реинтерпретацију свих расположивих података који се тичу геологије простора истраживања и хидрохемије анализираних вода. Планирано је и проучавање литературе и фондовске документације из области квалитета вода и геохемијског моделовања. Биће анализирана како домаћа тако и страна искуства и сазнања која су у вези са постављеним научним проблемом.

Циљ ове фазе јесте сагледавање проблематике квалитета вода и геохемијског моделовања, дефинисање свега што је познато у овој области и истицање онога што је још увек непознато или недовољно објашњено.

У овој етапи предвиђена је обрада постојећих података, њихово графичко приказивање, израда специјалних карата, које ће представљати подлогу за следећу фазу истраживања.

2. Теренски радови – подразумевају обилазак свих локација на којима су у претходном периоду узимани узорци вода за физичко-хемијске, микробиолошке и анализе радионуклида, у циљу њихове регистрације и израде катастра. На свим местима где постоји сумња у поузданост резултата анализа вода, биће неопходно урадити додатне анализе, у складу са могућностима. У ту свху, користиће се теренска лабораторија за анализу вода фирме „Palintest“, власништво Спелеолошког клуба „Зелена брда“ из Требиња. Наведена лабораторија биће употребљена и на местима где до сада нису узимани узорци вода за анализу, а процењено је да би то било од користи. Теренски рад треба да обухвати и опажање свих појава и процеса који су од интереса за дисертацију, уз израду фотодокументације.

3. Статистичка обрада података – обухвата примену мултиваријантних статистичких техника на претходно систематизоване податке физичко-хемијских анализа узорака вода у сливу Требишњице. У току израде докторске дисертације биће примењене две такве технике – хијерархијска кластер анализа (HCA) и анализа главних компоненти (PCA).

Хијерархијска кластер анализа биће употребљена са сврхом груписање узорака вода, на основу сличности у физичким особинама и хемијском саставу. Овакав приступ је погодан за примену у хидрохемијским истраживањима, јер су ретки случајеви у којима се само на основу једног параметра могу издвојити различити типови вода, а кластер анализа омогућава управо разврставање узорака на основу већег броја променљивих (Davis, 2002; Güler et al. 2002; Стојковић, 2013).

Анализа главних компоненти биће искоришћена за откривање интеркорелација унутар скупа података, односно груписање променљивих које су међусобно корелисане. Основни циљ ове технике јесте издвајање малог броја фактора, којима се могу објаснити варијације великог броја аналитичких података (Pallant, 2011; Папић, Стојковић, 2012).

4. Инверзно моделовање – биће употребљено за утврђивање количине и врсте чврсте фазе (минерала) која се преноси у току хемијске реакције или процеса (таложење/растварање) између две тачке тока (Hounslow, 1995; Abreha 2014). Инверзним моделовањем неће бити могуће размотрити термодинамичке и равнотежне услове, с обзиром да се читав поступак заснива на принципима равнотеже маса (Zhu, Anderson, 2002). Међутим, уколико се то покаже као непоходно, ова фаза научно-истраживачких активности може бити искоришћена за оквирно моделовање мешања вода различитих физичких и хемијских особина (Glynn, Plummer, 2005).

Литература:

- Abreha A.G.: *Hidrogeochemical and water quality investigation on irrigation and drinking water supplies in the Mekelle region, Northern Ethiopia*, Unpublished thesis, -University of Twente, 2014, pp. 91.
- Davis C.J.: *Statistics and Data Analysis in Geology*, -University of Kansas, 2002, pp. 620.
- Glynn D.P., Plummer N.: *Geochemistry and the understanding of ground-water system*, - Hydrogeology Journal, Vol 13, No1, 2005. pp. 263-287.
- Güler C., Thyne D.G., McCray E.J., Turner A.K.: *Evaluation of graphical and multivariate statistical methods for classification of water chemistry data*, -Hydrogeology Journal, Vol 10, No 4, 2002. pp. 455-474.
- Zhu C., Anderson G: *Environmental Applications of Geochemical modeling*, -Cambridge, 2002, pp. 284.
- Pallant J.: *SPSS приручник за преживљавање*, -Микро књига, 2011. стр. 349.
- Папић П., Стојковић Ј.: *Примена мултиваријантне статистичке анализе у хидрогеохемији*, -Зборник радова XIV српског симпозијума о хидрогеологији са међународним учешћем, Златибор 2012, стр. 483-487.
- Стојковић Ј.: *Хидрогеохемијска валоризација есенцијалних микроелемената минералних вода Србије*, -Универзитет у Београду, непубликована докторска теза, 2013, стр. 216.
- Hounslow A.W.: *Water Quality Data – Analysis and Interpretation*, -CRC Press LLC, 1995, pp. 397.

Процена садржаја докторске дисертације

Напомена: С обзиром на сложеност проучаване проблематике, садржај докторске дисертације може накнадно бити делимично измењен.

НАСЛОВ: Хидрогеохемијске карактеристике и квалитет вода у сливу Требишњице, Република Српска, Босна и Херцеговина

САЖЕТАК
ЗАХВАЛНОСТ
САДРЖАЈ
СПИСАК СЛИКА
СПИСАК ТАБЕЛА
СПИСАК СКРАЋЕНИЦА
СПИСАК СИМБОЛА

1. УВОД

- 1.1. Предмет истраживања
- 1.2. Проблем истраживања
- 1.3. Циљеви истраживања
- 1.4. Истраживачка питања (хипотезе)
- 1.5. Организација тезе

2. ПРЕГЛЕД ЛИТЕРАТУРЕ

- 2.1. Квалитет воде
 - 2.1.1. Узорковање вода

- 2.2. Анализа и интерпретација квалитета воде
- 2.3. Хидрохемијски процеси
- 2.4. Геохемијско моделовање
 - 2.4.1. Модели специјација
 - 2.4.2. Хидрохемијска равнотежа
 - 2.4.3. Инверзно моделовање
- 2.5. *AquaChem* база података квалитета воде
- 2.6. Претходни радови и студије

3. ОПШТИ ПОДАЦИ О СЛИВУ ТРЕБИШЊИЦЕ

- 3.1. Географски положај
- 3.2. Становништво и привредна структура
- 3.3. Главни загађивачи у сливу
- 3.4. Клима
 - 3.4.1. Температура ваздуха
 - 3.4.2. Падавине
 - 3.4.3. Релативна влажност ваздуха и други елементи климе
- 3.5. Хидрографске и хидролошке карактеристике терена
 - 3.5.1. Хидрографске карактеристике
 - 3.5.2. Хидролошке карактеристике
 - 3.5.3. Вишенамени хидросистем Требишњица
- 3.6. Геолошка грађа терена
 - 3.6.1. Литостратиграфске јединице
 - 3.6.2. Тектонске карактеристике
- 3.7. Геоморфолошке карактеристике
 - 3.7.1. Геоморфолошке карактеристике терена
 - 3.7.2. Развој и динамика карстног процеса
 - 3.7.3. Површински карстни облици
 - 3.7.4. Подземни карстни облици
- 3.8. Биљни свет
- 3.9. Коришћење земљишта
- 3.10. Хидрогеолошка својства
 - 3.10.1. Хидрогеолошка својства терена и типови издани
 - 3.10.2. Правац и брзина циркулације подземних вода
 - 3.10.3. Осцилације нивоа подземних вода
 - 3.10.4. Режији течења

4. ПРИКУПЉАЊЕ ПОДАТАКА

- 4.1. Прикупљање података
 - 4.1.1. Секундарни подаци
 - 4.1.2. *In situ* подаци
- 4.2. Даљинска детекција

5. МЕТОДЕ

- 5.1. Провера поузданости хидрохемијских података
- 5.2. Хијерархијска кластер анализа
- 5.3. Факторна анализа
- 5.4. Утицај матичне стене на хемијски састав воде
- 5.5. Хидрогеохемијско моделовање
 - 5.5.1. *AquaChem* 2014.1
 - 5.5.2. *PHREEQC*-3
 - 5.5.3. Инверзно моделовање

5.6. Оцена квалитета воде

5.6.1. Употреба у домаћинству

5.6.2. Погодност за наводњавање

5.6.3. Ларсонов и Ланжелијеов индекс

6. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

6.1. Опште хидрогеохемијске карактеристике проучаваних вода

6.2. Корелација вредности сувог остатка и макроелемената

6.3. Хидрогеохемијска класификација вода применом Пајперовог дијаграма и картирања

6.4. Поређење хидрогеохемијских карактеристика подземних и површинских вода

6.5. Хијерархијска кластер анализа

6.5.1. Утицај матичне стене на хемијски састав воде

6.5. Факторна анализа

6.6. Хидрогеохемијско моделовање

6.6.1. Равнотежа специја и индекс засићености минералних фаза у узорцима

6.6.2. Инверзно геохемијско моделовање

6.7. Мешање вода различитог порекла

6.8. Оцена квалитета вода

6.8.1. Употреба у домаћинствима

6.8.2. Погодност вода за наводњавање

6.8.3. Утицај подземне воде на цевоводе и инжењерске радове

7. ЗАКЉУЧЦИ И ПРЕПОРУКЕ

7.1. Закључци

7.2. Препоруке

8. ЛИТЕРАТУРА

ЛИСТА ПРИЛОГА

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације Комисија сматра да кандидат **Мр Драгослав Бањак**, испуњава све потребне услове за рад на предложеној теми докторске дисертације **„Хидрогеохемијске карактеристике и квалитет вода слива Требишњице, Република Српска, Босна и Херцеговина“**, и стога Комисија предлаже Научно-наставном већу Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, да одобри израду докторске дисертације у оквиру уже научне области **Хидрогеоекологија**. За ментора на изради ове дисертације предлаже се **др Петар Папић**, редовни професор Рударско-геолошког факултета, Универзитета у Београду, који испуњава све услове дефинисане важећим прописима Универзитета.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

.....
Др Петар Папић, редовни професор
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

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

.....
Др Јана Штрбачки, научни сарадник
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Др Саша Милановић, научни сарадник
Универзитета у Београду, Рударско-геолошки факултет

.....
Др Југослав Николић, виши научни сарадник
Републички Хидрометеоролошки завод Србије