

Факултет Рударско-геолошки факултет

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

(Број захтева)

Веће научних области техничких наука
(Назив већа научне области коме се захтев упућује)

(Датум)

ЗАХТЕВ**за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације за кандидата на докторским студијама**

Молимо да, сходно члану 47. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду ("Гласник Универзитета", број 162/11-пречишћени текст, 167/12, 172/13 и 178/14), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

„ФОРМИРАЊЕ И ОДРЖИВО КОРИШЋЕЊЕ ИЗВОРИШТА ПОДЗЕМНИХ ВОДА У ФУНКЦИЈИ ГЕНЕЗЕ**КВАРТАРНИХ СЕДИМЕНАТА ДОЊЕГ ТОКА РЕКЕ САВЕ“**

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА ОБЛАСТ

Геолошко инжењерство

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

- Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:
Јелена (Лазар) Зарић, дипл. инж. геологије
- Претходно образовање (назив и седиште факултета, студијски програм):
Универзитет у Београду – Рударско-геолошки факултет
- Година дипломирања: 2009. година
- Година уписа на докторске студије: школска 2009/10. година (Статус мировања школске 2013/14. године)
- Назив студијског програма докторских студија: Хидрогеологија

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

на седници одржаној 22.06.2017. године размотрило предложену тему и закључило да је тема пододбна за израду докторске дисертације јер садржи оригиналну идеју и да је од значаја за развој науке, примену њених резултата, односно развој научне мисли уопште.

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Проф. др Душан Поломчић

Прилог

- Предлог теме докторске дисертације са образложењем.**
- Акт надлежног тела факултета о пододбности теме за израду докторске дисертације.**
- Електронска верзија**

На основу члана 93. став 4. Статута Универзитета у Београду (Гласник Универзитета у Београду – пречишћен текст, број 186/15) и члана 49. Статута Рударско-геолошког факултета, декан Факултета доноси

ОДЛУКУ

Студентима Рударско-геолошког факултета може се на лични захтев, поднет пре истека рока предвиђеног за завршетак студија (члан 93. став 1. и 2. Статута Универзитета у Београду) одобрити продужење рока за завршетак студија за два семестра, под условима утврђеним општим актом Универзитета, односно Факултета.

ДЕКАН

Рударско-геолошког факултета

Др Душан Полочичић, ред. проф.

Доставити:

- Продекану за наставу
- Одељењу за студентска и наставна питања
- А/а

На основу члана 30. Закона о високом образовању, члана 111. Статута Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду и члана 57. Правилника о докторским студијама на Рударско-геолошком факултету, Наставно-научно веће Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, на својој седници одржаној 22.06.2017. године, донело је

О Д Л У К У

1. Усваја се извештај Комисије за оцену подобности теме, кандидата и ментора предложене теме докторске дисертације **Јелене Зарић, дипл. инж. геологије.**
2. Одобрава се именованој израда докторске дисертације под насловом *„Формирање и одрживо коришћење изворишта подземних вода у функцији генезе квартарних седимената доњег тока реке Саве“.*
3. За менторе се именују др Душан Поломчић, ред. проф. и др Милан Димкић, ред. проф. Универзитета у Новом Саду – Факултет техничких наука.
4. Сагласност на предлог теме докторске дисертације из ове одлуке даје Веће научних области техничких наука.

Д Е К А Н

др Душан Поломчић, ред. проф.

Достављено:

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

Подаци о ментору

За кандидата: Јелена Зарић, дипл. инж. геол., истраживач сарадника на
Институту за водопривреду “Јарослав Черни” у Београду

Име и презиме ментора: Др Душан Полочић

Звање: редовни професор

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

1. Krunić O., Parlić S., **Polomčić D.**, Jovanović M., Erić S.: Origin of Fluorine in Mineral Waters of Bujanovac Valley (Serbia, Europe). *Geochemistry International*, 2013, Vol. 51, No. 3, pp. 205–220. Pleiades Publishing, Ltd., 2013. DOI: 10.1134/S0016702913010059.
ISSN PRINT: 0016-7029, ISSN ONLINE: 1556-1968
<http://link.springer.com/article/10.1134/S0016702913010059>
Impact Factor 0.460, (M22)
2. Šubaranović T., Pavlović V., **Polomčić D.**, Malbašić V.: Influence on Environment of Sealing Screen at Lignite Opencast Mines. *Metalurgia International* Vol. XVIII (2013), No. 5, pp. 169-176. ISSN 1582-2214
<http://connection.ebscohost.com/c/articles/86444111/influence-environment-sealing-screen-lignite-opencast-mines>
Impact Factor 0.084, (M23)
3. Ristić Vakanjac V., Prohaska S., **Polomčić D.**, Blagojević B., Vakanjac B.: Karst aquifer average catchment area assessment through monthly water balance equation with limited meteorological data set: Application to Grza spring in Eastern Serbia. *Acta Carsologica* Vol 42, No 1 (2013) pp. 109-119. UDC 556.33:551.44(497.11), DOI: 10.3986/ac.v42i1.642, ISSN: 0583-6050
<http://ojs.zrc-sazu.si/carsologica/article/view/642/586>;
<http://dx.doi.org/10.3986/ac.v42i1.642>
Impact Factor 0.542, (M22)
4. **Polomčić D.**, Dragišić V., Živanović V.: Hydrodynamic modeling of a complex karst-alluvial aquifer: case study of Prijedor Groundwater Source, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. *Acta Carsologica* Vol 42, No 1 (2013) pp. 93-107. UDC 556.3:551.44(497.6), DOI: 10.3986/ac.v42i1.638, ISSN: 0583-6050
<http://ojs.zrc-sazu.si/carsologica/article/view/638/582>;
<http://dx.doi.org/10.3986/ac.v42i1.638>
Impact Factor 0.542, (M22)
5. **Polomčić D.**, Hajdin B., Stevanović Z., Bajić D., Hajdin K.: Groundwater management

by riverbank filtration and an infiltration channel: the case of Obrenovac, Serbia. Hydrogeology Journal, vol. 21, issue 126, pp. 1519-1530, 2013. DOI: 10.1007/s10040-013-1025-9. Print ISSN: 1431-2174, Online ISSN: 1435-0157
<http://www.springerlink.com/openurl.asp?genre=article&id=doi:10.1007/s10040-013-1025-9>

Impact Factor 1.798, (M21)

6. Papić P., Ćuk M., Todorović M., Stojković J., Hajdin B., Atanacković N., **Polomčić D.**: Arsenic in tape waters of the south Pannonian basin (Serbia) and arsenic risk assessment. Polish Journal of Environmental Studies, Vol. 21, No 6, 11-259-266, pp. 1783-1790, 2012. ISSN 1230-1485.

<http://www.pjoes.com/pdf/21.6/Pol.J.Environ.Stud.Vol.21.No.6.1783-1790.pdf>,

Impact Factor 0.508, (M22)

7. **Polomčić D.**, Hajdin B., Ćuk M., Papić P., Stevanović Z.: Groundwater supply in Serbia's southeast Pannonian basin. Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences, Vol. 9, No. 3, p. 97 – 108. 2014. ISSN Printed: 1842 - 4090. ISSN Online: 1844 - 489X.

<http://www.ubm.ro/sites/CJEES/viewTopic.php?topicId=449>

Impact Factor 1.495 (M22)

8. Pajić P., Anđelić Lj., Urošević U., **Polomčić D.**: Evaluation of Melioration Area Damage on the River Danube Caused by the HPP “Djerdap 1“ Backwater. Water Science and Technology. Vol. 70 No 2 pp 376–385. IWA Publishing 2014. DOI: 10.2166/wst.2014.230. ISSN Print: 0273-1223

<http://www.iwaponline.com/wst/07002/wst070020376.htm>

Impact Factor 1.212 (M22)

9. **Polomčić D.**, Bajić D.: Application of Groundwater modeling for designing a dewatering system: Case study of the Buvač Open Pit Mine, Bosnia and Herzegovina. Geologia Croatica Vol 68, No 2. pp. 123-137. DOI: 10.4154/GC.2015.07 Online ISSN 1333-4875

<http://www.geologia-croatia.hr/ojs/index.php/GC/article/view/GC.2015.07>

Impact Factor 0.707 (M22)

Датум: 30.05.2017.г.

Декан
Рударско-геолошког факултета

Др Душан Полумчић, редовни професор

Подаци о ментору

За кандидата: Јелена Зарић, дипл. инж. геол., истраживач сарадника на
Институту за водопривреду “Јарослав Черни” у Београду

Име и презиме ментора: Др Милан Димкић

Звање: редовни професор

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

1. Vidović D., **Dimkić M.**, Pusić M., Accelerated non-linear finite volume method for diffusion, Journal of Computational Physics, Volume 230, Issue 7(1 April 2011), pp. 2722-2735, ISSN 0021-9991, DOI: 10.1016/j.jcp.2011.01.016
2. **Dimkić M.**, Pušić M., Vidović D., Isailović V., Majkić B., Filipović N., Numerical Model Assessment of Radial-Well Ageing, ASCE's Journal of Computing in Civil Engineering, Vol. 25, No. 1 (January/February 2011), pp. 43-49, ISSN 0887-3801
[http://dx.doi.org/10.1061/\(ASCE\)CP.1943-5487.0000063](http://dx.doi.org/10.1061/(ASCE)CP.1943-5487.0000063)
3. **Dimkić M.**, Pušić M., Vidović D., Petković A., Boreli-Zdravković Đ., Several natural indicators of radial well ageing at the Belgrade Groundwater Source, part 1, Water Science & Technology, IWA Publishing, London (2011), Vol. 63, No. 11, pp. 2560-2566, ISSN 0273-1223, 2011.
4. **Dimkić M.**, Pušić M., Obradović V., Djurić D., Several natural indicators of radial well ageing at the Belgrade Groundwater Source, part 2, Water Science & Technology, IWA Publishing, London (2011.), Vol. 63, No. 11, pp. 2567-2574, ISSN 0273-1223, 2011.
5. **Dimkić M.**, Pušić M., Obradović V., Kovačević S., The effect of certain biochemical factors on well clogging under suboxic and mildly anoxic conditions, Water Science & Technology, IWA Publishing, London, Vol. 65, No. 12, pp. 2206-2212, 2012. ISSN 0273-1223, DOI: 10.2166/wst.2012.129
6. Radović T., Grujić S., Dujaković N., Radišić M., Vasiljević T., Petković A., Boreli-Zdravković Đ., **Dimkić M.**, Laušević M., Pharmaceutical residues in the Danube River Basin in Serbia – a two-year survey, Water Science & Technology, IWA Publishing, London (2012.), Vol. 66, No. 3, pp. 659-665, ISSN 0273-1223
7. Vasiljević T., Dujaković N., Radišić M., Grujić S., **Dimkić M.**, Laušević M., Methods for monitoring of pesticide residues in water: current status and recent trends, Water Science & Technology, IWA Publishing, London (2012), Vol. 66, No. 5, pp. 965-975, ISSN 0273-1223

8. Vidović D., Dotlić M., **Dimkić M.**, Pušić M., Pokorni B., Convex combinations for diffusion schemes, *Journal of Computational Physics*, Vol. 246, pp. 11-27, 2013., ISSN 0021-9991
9. **Dimkić M.**, Ranković V., Filipović N., Stojanović B., Isailović V., Pusić M., Kojić M., Modeling of radial well lateral screens using 1D finite elements, *Journal of Hydroinformatics*, IWA Publishing (2013.), Vol. 15, No. 2, pp. 405–415, ISSN 1464-7141
10. Majkić-Dursun B., Petković A., **Dimkić M.**, The effect of iron oxidation in the groundwater of the alluvial aquifer of the Velika Morava River, Serbia, on the clogging of water supply wells, *Journal of the Serbian Chemical Society*, Vol. 80, No. 7, pp. 947-957, 2015., ISSN 0352-5139, DOI: 10.2298/JSC140204089M
http://www.shd.org.rs/JSCS/Vol80/No7/09_5947_4771.pdf
11. Radović T., Grujić S., Petković A., **Dimkić M.**, Laušević M., Determination of pharmaceuticals and pesticides in river sediments and corresponding surface and ground water in the Danube River and tributaries in Serbia. *Environmental Monitoring and Assessment*, Publisher: Springer-Verlag Dordrecht, Vol. 187:4092, 2015., ISSN 0167-6369, DOI 10.1007/s10661-014-4092-z
12. Antić N., Radišić M., Radović T., Vasiljević T., Grujić S., Petković A., **Dimkić M.**, Laušević M., Pesticide Residues in the Danube River Basin in Serbia – a Survey during in 2009-2011, *CLEAN - Soil, Air, Water*, vol. 43, no. 2, pp. 197-204, 2015., ISSN 1863-0650, DOI: 10.1002/clen.201200360
13. Radović T., Grujić S., Kovačević S., Laušević M., **Dimkić M.**, Sorption of selected pharmaceuticals and pesticides on different river sediments, *Environmental Science and Pollution Research*, Publisher: Springer Verlag, pp. 1-13, Published online: 29 September 2016., ISSN 0944-1344
14. Kovačević S., Radišić M., Laušević M., **Dimkić M.**, Occurrence and Behavior of Selected Pharmaceuticals during Riverbank Filtration in the Republic of Serbia, *Environmental Science and Pollution Research*, Publisher: Springer, 2016., First Online: (03 November 2016), ISSN 0944-1344, DOI: 10.1007/s11356-016-7959-4

Датум: 30.05.2017.г.

Декан
Рударско-геолошког факултета

Др Душан Поломчић, редовни професор

НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ

Предмет: Подобност теме и кандидата Јелене Зарић за израду докторске дисертације

Одлуком бр. 1/45 од 29.03.2014. године, именовани смо за чланове Комисије за оцену подобности теме и кандидата Јелене Зарић за израду докторске дисертације и научне заснованости теме „Генеза квартарних седимената доњег тока реке Саве у функцији образовања и одржавања изворишта подземних вода“.

На основу материјала приложеног уз Захтев кандидата, Комисија подноси следећи

РЕФЕРАТ

1. Подаци о кандидату

1.1. Биографски подаци

ЗАРИЋ, ЈЕЛЕНА (Београд, Република Србија, 1984), дипл. инж. геологије за хидрогеологију, истраживач-сарадник, запослена у Институту за водопривреду „Јарослав Черни“. Дипломирала 2009. на Рударско-геолошком факултету, на Департману за хидрогеологију, у Београду.

Јелена Зарић рођена је 23. јуна 1984. године у Београду. Средњу школу, X београдску гимназију “Михајло Пупин”, завршила је 2003. године. Од октобра 2003. године полази на студије на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду, смер за хидрогеологију, на ком је дипломирала 10. јула 2009. године, са просечном оценом 8,65 (скала пд 6 до 10). Назив теме дипломског рада гласи “Хидрогеолошке карактеристике алувиона Тисе и могућности водоснабдевања општине Нови Бечеј”. Током студирања на основним студијама била је стипендиста Министарства просвете и спорта Р. Србије (2003-2008. године).

Школске 2009/10. године Јелена Зарић, дипл. инж. геол. за хидрогеологију уписана је на докторске академске студије студијског програма Хидрогеологија на Рударско-геолошком факултету на Департману за хидрогеологију.

На докторским академским студијама студијског програма Хидрогеологија положила је следеће испите:

- Специјална поглавља из хидрогеологије истраживања и менаџмента подземних вода отворених структура (ЕСПБ 10, оцена 10),
- Геохемија предела (ЕСПБ 10, оцена 10),
- Семинар 1 (ЕСПБ 6, оцена 10),
- Практични истраживачки рад Р1 (ЕСПБ 10, оцена 10),
- Самостални публиковани рад Р1 (ЕСПБ 4, оцена 10),
- Специјална поглавља из захвата и одрживог коришћења маломинерализованих вода (ЕСПБ 20, оцена 10),
- Практични истраживачки рад Р2 (ЕСПБ 3, оцена 10),
- Специјална поглавља из хидрогеологије животне средине (ЕСПБ 10, оцена 10),
- Семинар 2 (ЕСПБ 3, оцена 10),
- Научно-истраживачки рад 1 (ЕСПБ 5, оцена 10),
- Научно-истраживачки рад 2 (ЕСПБ 5, оцена 10),
- Истраживачка студија (ЕСПБ 4, оцена 10),
- Пројекат докторске дисертације (ЕСПБ 10, оцена 10),
- Предходна студија оправданости (ЕСПБ 10, оцена 10),
- Рад са СЦИ листе (ЕСПБ 20, оцена 10),
- Израда докторске дисертације 1 (ЕСПБ 25, оцена 10)

Закључно, на докторским академским студијама положила је 16/17 испита са просечном оценом 10 и укупно 155 ЕСПБ.

1.2. Стечено научноистраживачко искуство

Октобра 2009. године уписала је докторске академске студије на Рударско-геолошком факултету у Београду, научна област хидрогеологија. На основу X конкурса за стипендирање младих истраживача-доктораната за завршетак докторских студија и докторске дисертације добила је стипендију и укључена је на пројекат Рударско-геолошког факултета под називом **„Истраживање, оцена и значај подземних водних ресурса у концепту одрживог развоја“**. С почетком новог циклуса пројеката од 2011.год., укључена је на пројекат Министарства просвете и науке под називом **„Симултана биоремедијација и сојилификација деградираних простора, за очување природних ресурса биолошки активних супстанци и развој и производњу биоматеријала и дијететских производа“**. Од 2014. године запослена је на Рударско-геолошком факултету, преко пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја Р.Србије, под називом **„Потенцијал и подлоге за одрживо коришћење подземних вода“**, е.в.бр.176022. Од новембра 2015. прелази на пројекат ТР 37014 под називом **„Методологија оцене, пројектовања и одржавања изворишта у алувијалним срединама у зависности од аеробности“** и запослена је у Институту за водопривреду „Јарослав Черни“.

Од 2010. до 2015. године била је ангажована као сарадник у настави на предметима: **“Заштита подземних вода”**, **“Ремедијација подземних вода и геолошке средине”**, **“Основи хидрогеоекологије”** и **“Општа хидрогеологија”** (за студенте геофизике), на Департману за хидрогеологију, Рударско-геолошког факултета.

Одлуком наставно-научног већа Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду 23.05.2013. године, изабрана је у истраживачко звање **истраживач-сарадник**.

Новом одлуком наставно-научног већа од 19.05.2016. извршен је реизбор у звање истраживач-сарадник.

Докторске студије уписала је 2009. године на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду. Положила је укупно 16 испита (од 17) предвиђених програмом докторских студија РФФ-а, са просечном оценом десет (10). Једини преостали испит је „Израда докторске дисертације“ (ГХГД13б). По молби број 1/282 одобрен је статус мировања за школску 2013/14. годину. У јуну 2016. године положила је први део испита „Израда докторске дисертације“ (ГХГД13а). Овом приликом установљена је комисија и усвојен назив теме докторске дисертације. Ментори докторске дисертације под називом **„Формирање и одрживо коришћење изворишта подземних вода у функцији генезе квартарних седимената доњег тока реке Саве“** су Проф. др Душан Поломчић и Проф. др Милан Димкић.

Кандидат Јелена Зарић радила је шест година као сарадник у настави и демонстратор на Рударско-геолошком факултету, Департману за хидрогеологију, Центру за заштиту подземних вода и геолошке средине. Током свог рада на факултету највише се бавила заштитом подземних вода, зонама заштите изворишта за водоснабдевање, имплементацијом нових законских регулатива и препорука Европске уније, као и могућностима примене савремених метода ремедијације у циљу одржавања и побољшања квалитета изворишта подземних вода. Бављење овим гранама хидрогеологије у области заштите подземних вода, омогућило је кандидату да уз иницијативу и предлог ментора изабере тему која врло широко и мултидисциплинарно повезује све ове аспекте.

Докторанд, Јелена Зарић, је учествовала на више конгреса и научних скупова у земљи и иностранству, аутор је и коаутор више стручних и научних радова.

Публиковани радови:

- ***Uskladjivanje sistema monitoringa površinskih, podzemnih i otpadnih voda PK „Tamnava – zapadno polje“ sa direktivama EU***, Зарић Ј., часопис *Техника*, Београд, 2010. **M52**
- ***The impact of sand open pit “Jakovačka Kumša” on groundwater in a part of the Belgrade source***, И. Матић, Д. Поломчић, С. Вујасиновић, С. Сорајић, Н. Марић, Ј. Зарић, *IWA Specialist Groundwater Conference*, Београд, 2011. **M33**
- ***Хидрогеолошка проблематика код затварања постојећих и отварања нових санитарних комуналних депонија у Србији***, М. Ракијаш, С. Вујасиновић, И. Матић, М. Ђедовић, Ј. Зарић, *XIV Српски симпозијум о хидрогеологији са међународним учешћем*, Златибор, мај 2012. **M63**
- ***Application of the new sanitary protection zone legislation in Serbia, Case study: Pancevo water supply system***, И. Матић, С. Вујасиновић, Ј. Зарић, С. Сорајић, Н. Марић, *The 7th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – SDEWES*, Охрид, Македонија, јул 2012. **M33**
- ***Improvement of the research methodology of groundwater contamination by petroleum hydrocarbons in Serbia***, Н. Марић, С. Сорајић, Ј. Зарић, М. Ванић, *3rd International Geosciences Student Conference*, Београд, мај 2012. **M33**

- *The status of groundwater protection in Serbia and the implementations of new regulations*, С. Вујасиновић, З. Стевановић, И. Матић, Ј. Зарић, С. Милановић, *39th IAH Congress*, Нијагарини водопади, Канада, септембар 2012. **M34**
- *Могућности анаеробне биодеградације нитрата у подземним водама пожаревачког изворишта “Кључ”, применом емулсификованог биљног уља*, С. Вујасиновић, Ј. Зарић, Д. Калуђеровић, И. Матић, *Саветовање о одрживом развоју града Пожареваца и енергетског комплекса Костолац*, Костолац, мај 2013. **M63**
- *Enhanced Anaerobic Bioremediation Using Emulsified Vegetable Oils*, Ј. Зарић, Д. Бајић, Д. Поломчић, Н. Петронџевић, *The 8th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – SDEWES*, Дубровник, Хрватска, септембар 2013. **M33**
- *Hydrodynamic characteristics of water supply source of Kikinda (Serbia)*, Д. Поломчић, Д. Бајић, И. Матић, Ј. Зарић, *The 8th Conference on Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems – SDEWES*, Дубровник, Хрватска, септембар 2013. **M33**
- *Groundwater quality on the territory of Kikinda municipality (Vojvodina, Serbia)*, Н. Марић, С. Мразовац, С. Сорајић, М. Матић, Ј. Зарић, *Environmental Earth Science*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, новембар 2013. **M22**
- *Геотермални ресурси Војводине*, С. Мразовац, Н. Марић, С. Сорајић, Ј. Зарић, *Заштита животне средине између науке и праксе – стање и перспективе*, Бања Лука, децембар 2013. **M63**
- *Могућности анаеробне биодеградације нитрата у подземним водама Пожаревачког изворишта “Кључ”, применом емулсификованог биљног уља*, рад публикован по позиву са Саветовања у Костолцу, С. Вујасиновић, Ј. Зарић, Д. Калуђеровић, И. Матић, *Заштита материјала*, Београд, 2014. **M24** (УДЦ: 628.161.3:628.11.032)
- *Могућности анаеробне биодеградације нитрата у подземним водама применом емулсификованог биљног уља, IV конференција нове технологије ремедијације - Ремедијација 2014*, Ј. Зарић, Д. Калуђеровић, Зрењанин, мај 2014. **M33**
- *Град Охрид и извештај о одржаним међународним конференцијама „SDEWES“ и „BALWOIS“ на Охриду (Македонија)*, Д. Бајић, Ј. Зарић, В. Ристић Вакањац, Д. Поломчић, М. Илић Чокорило, *Записници српског геолошког друштва за 2013. годину*, Српско геолошко друштво, Београд, 2014. **M33**
- *Determining the groundwater balance and radius of influence using hydrodynamic modeling: the case study of the groundwater source “Šumice” (Kikinda, Serbia)*, Д. Поломчић, Д. Бајић, И. Матић, Ј. Зарић, *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, Загреб, Хрватска, март 2015. **M24**
- *Одређивање удела речне воде у водозахватним бунарима уз Велику Мораву – извориште “Кључ”*, Д. Митриновић, М. Перић, Ј. Зарић, М. Перовић, А. Петковић, М. Димкић, *XV српски хидрогеолошки симпозијум*, Копаоник, 2016. **M63**

Монографије:

- Коаутор Монографије “**Наших 40 година**” у издању Рударско-геолошког факултета, Департман за хидрогеологију, Београд, 2012. година
- Коаутор Монографије **Рударство и геологија у Србији у другој половини XX века, Српска академија наука и уметности (САНУ)**, Београд, децембар, 2014. (ИСБН: 978-86-87035-11-9)

Обављене специјализације/курсеви:

Период	Институција	Предмет специјализације
Мај 2012.	<i>Institute of Geoinformatics</i> , Острава, Чешка	Symposium GIS, Workshop Water erosion modeling
4-5. март 2013.	<i>Institute for Automation of Complex Power Systems (E.ON ERC) RWTH Aachen</i> , Ахен, Немачка	COST action ECOST MEETING IC0806-040313-026273
16.02. до 06.03.2015.	<i>The Energy & Resources Institute (TERI)</i> , Њу Делхи, Индија	ITEC course “Renewable Energy and Energy Efficiency” under the ITEC Programme of the Ministry of External Affairs, Government of India

1.3. Оцена подобности кандидата за рад на предложеној теми

Јелена Зарић је положила све испите предвиђене програмом акредитованих докторских академским студија, на студијском програму Хидрогеологија, са просечном оценом 10. Усавршавање је обављала и похађајући организоване курсеве у Србији и иностранству. Своје радове више пута је публиковала на научним скуповима и у часописима националног и међународног значаја, а била је и копредседавајућа на сесијама међународних конференција о подземним водама и водим ресурсима.

2. Предмет и циљ истраживања

Докторска дисертација под називом „**Формирање и одрживо коришћење изворишта подземних вода у функцији генезе кварталних седимената доњег тока реке Саве**“ повезује неколико аспеката одрживог коришћења алувијалних издани и управљања извориштим. Тежиште теме је на одживом и оптимизованом коришћењу постојећих изворишта, као и што бољем избору локација и пројектовању будућих изворишта и водозахватних објеката. Полазне основе истраживања заснивају се на синтези и разумевању генезе и геологије саме средине, њеним карактеристикама и природним предиспозицијама локација за експлоатацију подземних вода, али и синтези свих знања која су кроз праксу стицана током експлоатација постојећих изворишта, а односе се на проблеме, старења бунара, опадања капацитета и промене квалитета подземних вода на извориштим. Синтеза свих досадашњих знања из науке и праксе у области одрживе експлоатације изворишта подземних вода у алувиону Саве, полазна су тачка за корак унапред у погледу њиховог одрживог коришћења.

Предмет Дисертације, на шта указује и њен назив, су изворишта у алувијону Саве и могућности оптимизације њихове експлоатације и одрживог коришћења подземних вода. У водоснабдевању Србије подземне воде учествују са око 70%. На основу Водопривредне основе Србије, на територији Срема, Мачве, Саве и Тамнаве, издашност изворишта подземних вода у оквиру алувијалних седимената износи $6,97 \text{ m}^3/\text{s}$ од укупно $7,84 \text{ m}^3/\text{s}$. Укупан процењени потенцијал за ову област, без вештачког прихрањивања износи $22,75 \text{ m}^3/\text{s}$, од чега $21,11 \text{ m}^3/\text{s}$ чине подземне воде алувијалних издани. Ово указује на важност правилног управљања овим ресурсима и на потребу да се питању њихове даље експлоатације приступи контролисано и плански, како би се сачували капацитет и квалитет овог битног ресурса. Пре примене било каквих препорука и стандарда прописаних државним законима и од стране Европске уније, неопходно је обухватити и сагледати досадашња сазнања и проблеме из праксе њихове експлоатације. Интегрални приступ управљању овим ресурсима могућ је једино уз препоруке које проистичу из досадашње инжењерске праксе и уз примену нових метода и технологија при раду на развоју и одржавању изворишта.

Докторска дисертација има за циљ да свеобухватно сагледа ову проблематику и синтезом досадашњих сазнања и резултата из праксе експлоатације подземних вода и рада изворишта, да препоруке за њихов даљи развој и коришћење.

Алувијалне издани формиране су у врло специфичној средини, периглацијалних области које су иако ван покривача плеистоценских ледника стваране од материјала насталих ерозијом леда у хладним фазама глацијала, а транспортованих палетоковима Саве и њених притока. Подаци са изворишта у узводном делу тока Саве указују на потпуно другачије карактеристике средине у односу на део тока кроз Србију. Овде је пресудну улогу имао транспорт еродованог материјала и таложење најситнијих седимената ближе ушћу. Ове карактеристике средине међутим, одражавају се на својства и капацитет издани, али и на процесе који прате експлоатацију подземних вода у оваквој средини. Процеси који доводе до старења водозахватних објеката условљени су параметрима као што су аеробност, редокс потенцијал и хемизам изданских вода. Дуж тока реке Саве, аеробност на извориштима драстично опада од Словеније до њеног ушћа у Дунав на територији Србије. Концентрације раствореног кисеоника на извориштима у Словенији крећу се, реда величине и до $6 - 7 \text{ mg/l}$, у Хрватској у распону око 1 до 3 mg/l , док је на београдском изворишту доминантно $< 0,1 - 0,2 \text{ mg/l}$. Иако концентрације раствореног кисеоника доста варирају и у оквиру самих изворишта, локално, ово наводимо због чињенице да овакви услови на београдском изворишту узрокују интензивирање извесних биохемијских процеса, што поред хидрауличких отпора и филтрационих карактеристика саме средине, додатно ограничавају капацитет локације.

Доњи ток реке Саве кроз Србију, претставља интегрални део тока и треба га посматрати као део те целине, али и као засебан сегмент у ком важе потпуно другачији услови и за који треба, развити посебан приступ при експлоатацији и коришћењу подземних вода.

Чак и са аспекта стратиграфије и рашчлањавања литолошких чланова алувијалних седимената, савремени аутори указују на потребу посматрања периглацијалних области Србије, као засебних целина, где треба да постоји корелација са седиментима и слојевима глацијалних области, али да терминолошки они буду раздвојени и третирани

као специфичне литолошке и хидрогеолошке средине. Очигледан пример је прихватање појма *еоплеистоцен* из руске литературе и покушај његове примене на слојеве таложене на територији перипанонске области на прелазу плиоцена и квартара. И други аутори истичу потребу за увођењем новог термина за ове слојеве, па се тако у домаћој литератури и публикацијама последњих година све чешће помиње појам *плиоплеистоцен*, као синоним за слојеве таложене на прелазу плиоцена и квартара.

Доњи ток реке Саве кроз Србију представља, дакле карактеристичан терен перипанонске области, који је крајем плиоцена повлачењем Панонског мора остао делимично забарен, док је са друге стране као периглацијална област претрпео огроман утицај токова формираних отапањем плеистоценских глечера. Управо је праток Саве формиран отапањем леда алпских морена, а низводни терени представљали су депозициону средину за ношени моренски материјал бујичним токовима од отапања ледника.

Најкомплексније извориште у сливу Саве је београдско извориште, са 99 бунара са радијалним дренама и око 50 цевастих бунара. За све бунаре са радијалним дренама констатован је тренд опадања капацитета током времена. Захваљујући резултатима вишегодишњег мониторинга и испитивања на београдском и неколико других изворишта у Србији, спроведених у оквиру више студија и пројеката под руководством проф. др Милана Димкића, успостављене су и прве корелације између кинетике формирања и пораста локалних хидрауличких отпора на филтру бунара и појединих индикатора оксичности средине, као новог приступа при изучавању старења бунара. Локални хидраулички отпори на бунарима београдског изворишта одређени су на основу тестова црпења. У периоду од 2005. до 2008. године извршено је утискивање нових дрена на 5 бунара на београдском изворишту. Након уградње дрена настављено је праћење пораста локалних хидрауличких отпора. У прво време отпори су били приближно истог реда величине и представљали су чисте хидрауличке отпоре при инфилтрацији подземних вода кроз филтерску конструкцију. Међутим, током времена отпори су се развијали услед запушавања дрена и били су различити од бунара до бунара. Ова разлика везује се за разлике у редоксима (Eh) и концентрацијама Fe на бунарима. На основу ових осматрања изведена је корелација концентрација гвожђа и локалних хидрауличких отпора и веза између редокса и локалних хидрауличких отпора. Ова зависност није универзална али осликава карактер везе ових параметара. Заправо, локални хидраулички отпори нису дефинисани и одређени ни са једним параметром засебно, већ су резултат корелације више повезаних параметара. Највећи део резултата ових истраживања презентован је и публикован у последњих десетак година, од стране проф. др Милана Димкића и проф. др Миленка Пушића са сарадницима, кроз велики број научних радова. На тај начин први пут је успостављена веза кинетике формирања и развоја локалних хидрауличких отпора са биохемијским процесима условљеним параметрима средине као што су редокс потенцијал, концентрација Fe^{2+} у подземној води и концентрација раствореног кисеоника.

Наставак мониторинга и истраживања резултирао је и развојем нових знања у области старења бунара. Тако је на основу пораста локалних хидрауличких отпора дефинисана критична брзина филтрације при уласку подземних вода кроз филтер бунара, успостављене су граничне вредности за одређене параметре средине, као што су концентрација гвожђа у подземним водама, концентрација раствореног кисеоника и редокса, као препорука при избору локација бунара или бунара погодних за регенерацију, а рад и развој у овој области се и даље наставља.

Још Јордан Живковић у својој докторској тези (1976) помиње плеистоценске полицикличне седименте као главне водоносне хоризонте на београдском изворишту. Он их тада назива и слојеви са *Corbicula fluminalis* према овом индекс фосилу, на тај начин он их одваја од повлатних алувијалних седимената савременог тока реке Саве. У каснијој литератури и инжењерској пракси, међутим, само је локално и врло ретко повлачена граница холоцена и то углавном палео-стратиграфски уз присуство индекс фосила. Практични значај рашчлањавања слојева млађег и старијег квартара, најбоље се уочава на примеру обреновачког изворишта “Вић баре”, које каптира само холоценске слојеве савременог тока, који леже директно преко подинских глина. Разлика овог изворишта у односу на друга, која каптирају полицикличне седименте, огледа се у брзом старењу бунара и опадању капацитета проузрокованих карактеристикама водоносне средине и условима филтрације подземних вода кроз њу. Све ово резултирало је потребом да се бунари овог изворишта занављају на неколико година.

Циљ ове дисертације је да кроз синтезу досадашње праксе рада изворишта у доњем току реке Саве укаже на овакве појаве, да да њихово објашњење, а као крајњи циљ предлог и методологију како приступити даљем пројектовању и развоју подземних водних ресурса. Одговори о генези савског алувиона имају фундаментални значај за науку, али и велику примену у пракси при даљем раду и развоју изворишта.

Оно што је остало као питање, а уједно претставља основ за разумевање процеса који се одвијају у изданима подземних вода и доводе до опадања капацитета изворишта, је сама генеза доњег тока реке Саве. Да ли је и на који начин цикличност главних водоносних хоризоната (полициклични седименти), условљена сменом глацијала и интерглацијала и каква је била енергија тока (вучна сила) при формирању појединих циклуса седиментације. Да ли је материјал транспортован пратоком Саве долазио до периглацијалних области на територији наше земље, или је много већи био утицај њених притока. Које су то геолошке структуре одиграле највећу улогу при његовом формирању и какав је утицај климе као фактора на формирање савског алувиона, поред осталих фактора, а то су тектоника и процеси ерозије и транспорта материјала у савски басен.

По завршетку анализе геологије, литолошког састава седимената и рашчлањавања литолошких јединица алувијалне средине на пет изворишта у долини Саве, биће извршене и две до три кампање узорковања и *in situ* мерења основних параметара подземних вода, са хемијским анализама. Затим је потребно додатно интерпретирати и довести у везу параметре као што су концентрација кисеоника, редокс потенцијал и електропроводљивост, са садржајем одређених елемената у подземним водама и истаћи које то појаве и процесе они узајамно узрокују и какве то последице има на старење водозахватних објеката и опадање капацитета изворишта.

Анализа практичних ефеката ових процеса на рад водозахватних објеката биће дата на примеру неколико бунара са радијалним дренажима, дела београдског изворишта. Динамичким моделом биће приказан утицај литологије и слабопропусних слојева на услове филтрације подземних вода и капацитет локације. Док ће на одређеном броју објекта бити анализирано вишегодишње опадање капацитета и пораста отпора филтрације на уласку подземних вода у филтер у зависности од хидрауличког фактора,

као услова средине и биохемијског фактора, као последице биохемијских процеса који доводе до опадања капацитета.

На тај начин ће бити приказана и доведена у везу генеза самих слојева и њихова функција и утицај при експлоатацији подземних вода. Њихов утицај биће приказан локално на неколико објеката београдског изворишта, док ће распрострањавање и настанак слојева, као и механизми њихове седиментације, приноса материјала или у другим фазама њихове ерозије, бити сагледани на регионалном нивоу дуж тока Саве кроз Србију.

3. Полазне хипотезе

Полазна хипотеза Дисертације подразумева условљеност цикличности слојева плеистоценских алувијалних седимената Саве са периодима смена глацијала и интерглацијала. Као резултат истраживања при раду на Дисертацији треба утврдити стварну везу утицаја климатских промена у плеистоцену на периглацијалне области перипанонске области доњег тока Саве.

Претпоставља се веза између хидраулике тока воде, проноса и седиментације наноса, са формирањем услова за постављање и рад бунара са хоризонталним дренажима, као и са кинетиком њиховог колмирања гвожђем. Претпоставља се зависност величине критичних брзина инфилтрације воде у дренаже бунара од биохемијских услова у хидрогеолошкој средини.

За глацијалне области Словеније доказано је да су главни фактори формирања рељефа били тектоника ширег региона, процеси ерозије и транспорта моренског материјала и клима као фактор који се преплиће са другим факторима. Задатак докторске дисертације је да се утврди утицај ових фактор на формирање рељефа доњег тока реке Саве. Неке од конкретних хипотеза везане за овај део истраживања су следеће:

- Климатске промене током плеистоцена биле су битан фактор при формирању полицикличних седимената иако ови терени нису били директно под леденим покривачем.
- Што је интензивније заглечеравање, при отапању леда се формирају токови веће енергије, па је и транспортовани и таложени седименти крупније гранулације. Утврдити да ли старост најшљунковитијег дела полицикличних седимената одговара по старости интерглацијалима који су уследили после најинтензивнијих глацијала (са најнижим температурама).
- Број циклуса седиментације одговара броју глацијала и интерглацијала.

На основу досадашње праксе и рада изворишта изводи се закључак да локални услови седиментације имају пресудну улогу при одређивању природног капацитета локације, док одређене карактеристике слојева, као и карактеристике и хемизам подземних вода издани диктирају брзину старења објеката преко процеса које изазивају у издани.

- До сада је утврђено да на капацитет локације значајно утиче појава слабопропусних прослојака. Они својим присуством смањују вертикалну компоненту кефицијента филтрације и на тај начин смањују природни капацитет локације.
- Ситнозрна фракција у оквиру водоносних шљункова такође ограничава експлоатациони капацитет бунара. Новом техником бушења за разлику од

досадашњег бушења вентил кашиком задржава се већи део финозрне прашинасте фракције у узорцима језгра. Упоредном анализом гранулометрије узорака бушених са обе методе потврдићемо да ли и у којој мери ситнозрне честице у оквиру каптираних слојева ограничавају капацитет локације.

За доњи ток Саве карактеристично је да су изворишта махом субоксична (доминантно $< 0,5 \text{ mg/l}$ кисеоника), а повишена концентрација гвожђа у подземним водама у комбинацији са овим фактором игра пресудну улогу у погледу процеса који се дешавају у издани и доводе до старења бунара. Локални хидраулички губици уводе се као мера старења бунара и изражавају се параметром LHR (локални хидраулички отпор). Овај параметар рачуна се као локални хидраулички пад кроз улазна брзина воде на филтру. Осматрањима на београдском изворишту установљено је да се овај параметар мења у времену и да зависи од неколико фактора. Локални хидраулички отпор у времену (KLHR) зависи од улазне брзине филтрације воде у бунар, концентрације гвожђа у подземној води, редокс потенцијала, функције интензитета бактеријског развоја у бунару и саме филтарске конструкције и дистрибуције зрна. За београдско извориште граница добрих услова средине.

- Претпоставља се да је код бунара са лошим трендом пораста локалних хидрауличких отпора, овакав тренд настављен. Новим мерењима и прорачуном хидрауличких отпора треба видети како су се у времену отпори и капацитет ових бунара мењали.

Овде су наведене само неке од хипотеза проистекле из досадашњих истраживања и инжењерске праксе при отварању и управљању извориштима подземних вода у алувиону Саве. Новим методама извођења истражних радова и анализа, детаљнијим узорковањем и мултидисциплинарним приступом при тумачењу резултата, треба дати одговоре и потврдити или оповргнути досадашња знања и хипотезе проистекла из праксе.

4. Научне методе истраживања

Докторска дисертација под називом „*Формирање и одрживо коришћење изворишта подземних вода у функцији генезе квартарних седимената доњег тока реке Саве*“ повезује неколико аспеката одрживог коришћења алувијалних издани и управљања извориштима у доњем току реке Саве. Полазни аспект истраживања докторске дисертације усмерен је на порекло, генезу и минералошки састав седиментних система у оквиру којих су формиране издани подземних вода дуж тока реке Саве кроз Србију. Потребно је дефинисати и разграничити распрострањавање алувијалних седимената савременог тока реке Саве и полицикличних седимената плеистоценске старости, њихове хидрогеолошке карактеристике, минералошко-петролошке и гранулометријски састав. Други аспект подразумева анализу процеса који доводе до старења објеката и њихову везу са карактеристикама и условима формирања алувијалних седимената доњег тока реке Саве.

За потреба истраживања при изради докторске дисертације предвиђене су следеће научне методе:

- Истражно бушење
- Картирање језгра

- Палеонтолошке анализе
- Гранулометријске анализе
- Минералошким и петролошким анализама
- Геохронолошко датирање
- *In situ* мерења и лабораторијске анализе квалитета подземних вода
- Хидродинамичко моделирање режима подземних вода

Истражним бушењем и картирањем језгра биће издвојени литолошки чланови, а палеонтолошким анализама утврђена њихова старост. Треба раздвојити седimente холоцена од полицикличних седимената плеистоцена, а потом утврдити, у оној мери у којој је то могуће, колико је циклуса седиментације у оквиру њих локално било. Ово је од великог значаја за даљу интерпретацију утицаја глацијала и интерглацијала на периглацијалне области доњег тока реке Саве и формирање полицикличних седимената. **Гранулометријске анализе** даће увид у филтрационе карактеристике слојева и учешће шљунковите и песковите фракције у седиментима. Посебно је битно издвојити глиновите прослојке и одредити коте терена на којима се они јављају у оквиру полицикличних седимената. Ови слојеви потенцијално указују на хладне и суве глацијалне периоде, током којих је било доминантно издувавање и таложење финозрног моренског материјала. Врло је битно да се геолошко бушење врши методом која ће у што већој мери сачувати ситнозрну прашинасту фракцију, као и то да се узорковање за гранулометријске анализе врше у кратким интервалима (од 0,5 м) како би били издвојени и регистровани сви слојеви и прослојци у литолошком профилу. **Минералошким и петролошким анализама** биће утврђено присуство минерала гвожђа и њихово издвајање, а у колико је могуће и квантификација. Идеја је да се на издвојеним зрнима појединих минерала изврши и **геохронолошко датирање**, у зависности од доступности опреме потребне за неку од метода као што су космогени радионуклиди, изотопске анализе, оптичка луминисценција, палеомагнетно датирање, датирањем помоћу аминокиселина у фосилним остацима или нека друга метода сходно могућностима и расположивој опреми и средствима. Овим методама на основу минерала у зрнима седиментних стена могу се добити информације о термалној еволуцији матичне стене и добити одговори о пореклу и генези планинских масива од којих су ерозијом настали данашњи седименти, као и о тектоници и ерозији у самим басенима.

За одрживо функционисање и економичност ових изворишта од пресудног значаја су физички, хемијски и биохемијски процеси трансформације и кретања материје кроз порозну средину издани и њихов пренос подземним водама. Ови процеси могу изазвати како хемијску или бактериолошку контаминацију издани, тако и процесе таложења на филтру (формирање инкрустрација), корозије (хемијске или биохемијске) и седиментације (физичко колмирање) који доводе до старења изворишта и опадања капацитета водозахватних објеката. Од геохемијских услова средине, за процесе старења бунара, најбитнији су редокс потенцијал, растворени кисеоник у подземној води, као и присуство и облик појављивања Fe, Mn, нитрати, сулфата, органске материје и других једињења. Хемијски процеси оксидације и редукције зависно од услова средине, често су интензивирани микробиолошком активношћу, при чему долази до биохемијских реакција које значајно убрзавају природне процесе у тлу и подземним водама.

На основу расположивих података и досадашњих сазнања о раду и старењу изворишта и додатним мониторингом, треба детерминисати све потенцијалне ограничавајуће

факторе издашности бунара и опадања капацитета. Постојање глиновитих прослојака у циклусима плеистоценских седимената, утиче на вертикалну компоненту брзине филтрације подземних вода, а тиме и на издашност бунара. Генеза полицикличних седимената даће увид у механизам формирања глиновитих прослојака и њихову накнадну ерозију. До опадања капацитета водозахватних објеката долази услед присуства одређених минерала гвожђа у геолошкој средини и подземним водама издани, у зависности од услова средине и карактера тока подземних вода, нарочито филтрационих карактеристика на контакту интергрануларне средине и филтра (улазне брзине и отпори). Порекло ових минерала и правци приноса у савски басен током формирања квартарних седимената биће интерпретирани кроз генезу полицикличних седимената.

На основу расположиве документације лоцирано је 5 изворишта у алувиону Саве, за које су предвиђене две до три кампање мониторинга (*in situ* мерења и узимање узорка подземних вода за хемијске анализе). *In situ* мерења врше се помоћу мултипараметарских сонди, а мере се температура подземних вода, рН, спец. ел. проводљивост, редокс и растворени кисеоник. Лабораторијске **хемијске анализе** подземних вода подразумевају одређивање следећих параметара: мутноћа, боја, укупни испарни остатак на 105°C, угљен диоксид, амонијум јон, нитрити, нитрати, алкалитет, бикарбонати, карбонати, хлориди, сулфати, водоник-сулфид, укупна тврдоћа, укупно и двовалентно гвожђе, бор, калцијум, магнезијум, натријум, калијум, манган, алуминијум, арсен, бакар, цинк, кадмијум, олово, хром, никл, жива, укупни органски угљеник, баријум, селен, стронцијум, литијум, силицијум. Хемизам подземних вода треба повезати са геологијом и условима формирања терена и утврдити разлог повишених концентрација елемената, услова оксичности и других параметара, на конкретним локалитетима водозахватних објеката изворишта. Такође треба размотрити и њихов утицај на рад и одржавање капацитета бунара.

Највеће и најистраженије је свакако београдско извориште. Пошто обухвата доњи ток реке Саве пред само ушће, оно је и најкомплексније у погледу различитости локалних услова, али и због великих капацитета и високих цена израде и одржавања рени бунара. Досадашња истраживања на бунарима београдског изворишта су показала да је за одржавање капацитета потребно обезбедити неколико услова. Улазна брзина у филтер мора да буде мања од критичне брзине и да задовољи услов механичке и хидрауличке стабилности филтра, али и хемијске и биохемијске стабилности. За бунаре београдског изворишта уведен је параметар LHR (локални хидраулички отпор) који се рачуна као $(LHR) = \Delta S/V_{ul}$ при чему је за одрживо коришћење прихватљив степен пораста од 0,35 m/god. Узима се да је критична брзина управо она улазна брзина воде у филтер која задовољава услов да је степен пораста параметра LHR 0,35 m/god, а V_{kr} је $f(Fe, Eh)$. Други критеријум за опсег веће стабилности филтра је што мањи садржај Fe (препоручено је да буде мањи од 1 mg/l) и високи редокс потенцијали (преко 100 mV).

Ламинарним течењем у прифилтарској зони, смањује се старење бунара. Све методе одређивања инфилтрационе брзине на улазу у бунар узимају у обзир однос брзине филтрације подземних вода и коефицијента порозности средине. Ово директно указује да капацитет локације зависи од генезе седимената, посебно од присуства глиновитих прослојака који у великој мери утичу на хоризонталну компоненту струјања подземних вода, а тиме утичу на издашност бунара. Хидродинамичким моделом на неколико бунара, треба приказати ове карактеристике и на тај начин анализирати утицај генезе на капацитет и издашност бунара. Хидродинамички модели рађени за београдско

извориште важна су подлога за дефинисање и разумевање струјања подземних вода према бунару и процеса који се одвијају на контакту филтра и порозне средине издани. При раду на дисертацији биће коришћени **хидродинамички модели** бунара и делова изворишта.

На основу пет изворишта у алувиону Саве и свих расположивих података о београдском изворишту анализираћемо хипотезу о односу минерала у седиментима алувијалне средине, потрошње кисеоника и оксичности средине и свих осталих параметара који фигуришу у дефинисању тока подземних вода и струјању подземних вода према бунару (коефицијенти филтрације, улазне брзине и др.). На београдском изворишту током 2016. године урађено је 5 пијезометара и том приликом детаљно је картирано језгро и узети узорци за гранулометријске и минералошке анализе. Посебно је издвојена финозрна глиновита фракција пречника зрна $< 0,063 \text{ mm}$. Предвиђено је да се у узорцима квантитативно и квалитативно идентификују сви минерали гвожђа, као и да се утврди њихова заступљеност по дубини, тачније у различитим фракцијама полицикличних седимената и седиментима холоцена. У ту сврху биће рађене SEM (Scanning Electron Microscopy) анализе или нека друга од доступних метода.

Регионалним сагледавањем услова и карактеристика полицикличних слојева на 5 изворишта дуж тока Саве кроз Србију треба утврдити везу између минерала гвожђа и услова средине у функцији генезе, са издашношћу бунара и брзином старења изворишта. На основу нових сазнања биће омогућен бољи приступ при избору локација нових изворишта, положаја нових бунара на постојећим извориштима, као и избор објеката за регенерацију и санацију. Поједини параметри који се овом приликом буду довели у везу и зависност са издашношћу и старењем бунара могли би у перспективи бити предложени да се уврсте у праксу при осматрању квалитета подземних вода на извориштима и на тај начин олакшају праћење и одржавање капацитета изворишта.

5. Очекивани научни допринос

Објашњење механизма формирања издани полицикличних седимената доњег тока реке Саве, као примарног водоносног хоризонта за водоснабдевање становништва ове области има фундаментални значај за науку, али представља и неопходну инжењерску подлогу за одрживо планирање и пројектовање рада и развоја алувијалних изворишта дуж тока реке Саве.

Поред систематизације постојећих доступних података, на основу сопствених теренских истраживања, мерења и радова, систематизована су нова сазнања о геологији и хидрогеологији истражног подручја. За одабране објекте београдског изворишта биће израђен хидродинамички модел режима подземних вода. Капацитет одабраних локација биће тумачен кроз спрегу свих фактора и резултата истражних радова који су описани у претходним поглављима. Прорачуном локалних хидрауличких отпора и праћењем промене отпора током времена, биће одређен тренд опадања капацитета на праћеним објектима. Додатном интерпретацијом резултата биће доведени у везу фактори и гранични услови параметара средине који утичу на капацитет бунара и њихово старење са условима генезе појединих хидрогеолошких циклуса. Нови закључци и сазнања даће јасније смернице у погледу избора објеката за регенерацију, као и дозвољених капацитета бунара и режима рада након регенерације у

циљу оптимизације рада изворишта и продужавања радног века објекта.

Научни допринос докторске дисертације подразумева следеће:

- Индикације утицаја *климе* као фактора при формирању плестоценских водоносних хоризоната.
- *Носиоци гвожђа* у седиментима и подземним водама издани.
- Веза начина формирања хидрогеолошких слојева са механизмом колмирања бунарских филтара.
- Допринос дефинисању кључних *параметара средине и главних фактора* при избору локације нових водозахватних објекта и избору објекта за регенерацију.
- Допринос дефинисању фактора и ограничења при одређивању капацитета и режима рада бунара након регенерације у циљу одржавања капацитета и продужења века рада бунара.

6. План истраживања и структура рада

Научно-истраживачке активности и опсег радова предвиђених у току израде ове докторске дисертације може се поделити у 4 фазе. Свака од фаза подразумева одређени опсег теренских и кабинетских радова, док прва и друга фаза подразумевају и истражне радове на одређеним локацијама. Тачан обим и број локација за истражне радове (геолошко бушење, картирање и анализе) биће одређени током саме израде дисертације, на основу синтезе и интерпретације резултата теренских радова и истражног бушења на београдском изворишту. На београдском изворишту предвиђено је укупно 35 објекта (плитких, дубоких и средњих пијезометара) који ће бити изведени у две фазе током 2016. и 2017. године.

РЕВИЈАЛНИ ПРИКАЗ И СИНТЕЗА ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

- Приказ *синтетског стуба плеистоцена* са свим његовим одликама и карактеристикама.

(Климатске промене и осцилације температуре, простирање ледника на ширем простору балканског полуострва, одређивање сливних подручја токова који су могли транспортовати и депоновати материјал у савски басен, анализа основних теорија о постанку полицикличних слојева и издани у доњем току реке Саве, анализа основних карактеристика полицикличних седимената дуж тока реке Саве.)

- Приказ досадашњих резултата и научних сазнања из области *старења бунара* и развоја *локалних хидрауличких отпора*.

(Дефинисање локалних хидрауличких отпора, одређивање критичне брзине на филтру, старење бунара изазвано присуством Fe, корелација између кинетике стварања и пораста LHR и концентрације Fe, редокс потенцијала и биолошког фактора $KLHR = f(Eh, Fe, B)$, мониторинг и праћење пораста LHR на бунарима београдског изворишта.)

- Остала истраживања и резултати мониторинга на београдском изворишту и извориштима дуж тока Саве.

ПРВА ФАЗА

Теренски радови конципирани на основу прегледа доступне литературе и фондовске документације.

- Лоцирање огледних изворишта у алувиону реке Саве од ушћа Дрине до ушћа Саве у Дунав.
- 2 до 3 кампање *in situ* мерења и узорковања подземних вода за хемијске анализе на свим лоцираним извориштима.
- Избор локација за истражне радове на београдском изворишту (4 бунара перспективна за санацију и утискивање дренажа).
- Геолошко бушење и картирање језгра при изради (предвиђених 35) пијезометара на локацијама 4 рени бунара.
- Гранулометријске, палеонтолошке и минералошке анализе, на узорцима кратких интервала (0,5 m) због што прецизнијег издвајања слојева и циклуса у оквиру литолошких профила.
- Мерења нивоа и узорковање подземних вода на постојећим батеријама пијезометара око рени бунара.
- Наставак мерења и прорачуна локалних хидруличких отпора и њиховог пораста у времену за осматрање бунаре на београдском изворишту.

ДРУГА ФАЗА

На локацијама 4 рени бунара на београдском изворишту где ће бити рађени истражни радови издвојити слојеве и циклусе седиментације (локално) на основу мултидисциплинарне анализе резултата и издвојити реперне хоризонте.

- За локације 4 рени бунара узети за анализу све постојеће објекте у радијусу 500 до 1000 м око сваког бунара. Извршити детаљну анализу и интерпретацију резултата гранулометрије (из документације и нових резултата бушења).
- На основу гранулометрије одредити смене слојева и циклусе седиментације, као и глиновите прослојке, које узимамо као реперне хоризонте (завршне фазе седиментације у сваком циклусу).
- Овако издвојене слојеве и циклусе потом треба корелисати са литолошким и палеонтолошким профилем добијеним при картирању бушотина.
- За издвојене слојеве у оквиру циклуса и реперне хоризонте потом треба одредити релативну геолошку старост. За поједине слојеве то је могуће урадити помоћу индекса фосила, као што су *Viviparus boeckhi* и *Corbicula fluminalis*.
- За прецизније одређивање старости биће рађене и додатне анализе, најпогоднијом методом. Од метода разматрају се: космогени радионуклиди, изотопске анализе, оптичка луминисценција, палеомагнетно датирање, датирањем помоћу аминокиселина у фосилним остатцима или нека друга метода сходно могућностима и расположивој опреми и средствима.

ТРЕЋА ФАЗА

Циклусе и реперне хоризонте издвојене на 4 локалитета на београдском изворишту треба уочити и издвојити дуж читавог тока Саве, на свим извориштима где су они присутни.

- Дигитализација свих доступних података о бушотинама и профилима дуж тока Саве.
- Издвајање циклуса седиментације и реперних хоризоната дуж ових профила аналогијом са добијеним резултатима на београдском изворишту.
- Анализа изабраних бунара са хоризонталним дренажима (хидрогеолошки профили, хидраулика бунара, хидродинамички отпори у зависности од биохемијских карактеристика средине и њихов развој током времена)

ЧЕТВРТА ФАЗА

Анализа повезаности механизма генезе алувиона и испитиваних хидрауличких и биохемијских процеса.

Предвиђено је да структура рада прати фазе истраживања, од полазних премиса и синтезе података, преко приказа и објашњења метода, до резултата спроведених истраживања и истражних радова. Циљ је да се као крајњи резултат да предлог добре праксе при будућим радовима на проширивању изворишта или санацији бунара алувијалних изворишта у доњем току реке Саве.

7. Закључак и предлог

На основу приложене документације кандидат Јелена Зарић, дипл. инж. геологије, истраживач-сарадник, запослена у Институту за водопривреду „Јарослав Черни“, испуњава Законом предвиђене услове за рад на докторској дисертацији.

Комисија сматра да предложеној тему докторске дисертације под називом *„Генеза квартарних седимената доњег тока реке Саве у функцији образовања и одржавања изворишта подземних вода“* треба променити, и предлаже нов назив ***„Формирање и одрживо коришћење изворишта подземних вода у функцији генезе квартарних седимената доњег тока реке Саве“***. Допринос у области фундаменталних сазнања огледа се у додатној анализи генезе слојева и њихових карактеристика у корелацији са климом плеистоцена као битним фактором при њиховом формирању. Успоставља се веза између механизма генезе алувиона и биохемијских одлика издани подземних вода од значаја за пројектовање, реконструисање и регенерацију бунара.

Према предмету обраде, примењеној методици истраживања и очекиваним резултатима, докторска дисертација припада ужој научној области “Хидрогеологија”. Комисија предлаже Наставно-научном већу Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду да одобри израду докторске дисертације под називом ***„Формирање и одрживо коришћење изворишта подземних вода у функцији генезе квартарних седимената доњег тока реке Саве“*** кандидата Јелене Зарић, дипл. инж. геологије.

За менторе на изради ове дисертације предлажу се др Душан Поломчић, редовни професор на Рударско-геолошком факултету Универзитета у Београду и др Милан Димкић, редовни професор на Факултету техничких наука Универзитета у Новом Саду, који испуњавају све услове дефинисане важећим прописима Универзитета.

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Душан Поломчић, редовни професор
Универзитета у Београду
Рударско-геолошки факултет

Др Милан Димкић, редовни професор
Универзитета у Новом Саду
Факултет техничких наука

Др Веселин Драгишић, редовни професор
Универзитета у Београду
Рударско-геолошки факултет

Др Миленко Пушић, професор у пензији
Универзитета у Београду
Рударско-геолошки факултет

Др Слободан Кнежевић, професор у пензији
Универзитета у Београду
Рударско-геолошки факултет