



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

|||||

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0009491>

Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду омогућава приступ издањима Факултета и радовима запослених доступним у слободном приступу. - Претрага репозиторијума доступна је на www.dr.rgf.bg.ac.rs

The Digital repository of The University of Belgrade Faculty of Mining and Geology archives faculty publications available in open access, as well as the employees' publications. - The Repository is available at: www.dr.rgf.bg.ac.rs

СРПСКО ГЕОЛОШКО ДРУШТВО

SOCIÉTÉ SERBE DE GÉOLOGIE

ISSN 0372-9966

ЗАПИСНИЦИ

СРПСКОГ ГЕОЛОШКОГ ДРУШТВА
(ЗА 2023. ГОДИНУ)

*COMPTES RENDUS
DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ SERBE DE GÉOLOGIE
(pour l'année 2023)*



БЕОГРАД – БЕОГРАД
2024

Српско геолошко друштво
Société Serbe de géologie
Serbian Geological Society

ISSN 0372-9966

Записници
Српског геолошког друштва
за 2023. годину

Comptes rendus
des scéances de la Société Serbe de géologie
pour l' année 2023

Reports
of the Serbian Geological Society
for the year 2023

Београд - Belgrad – Belgrade
2024

Цитирани назив и скраћеница часописа – *Abréviation de titre de la revue – Cited and abbreviated name of the journal*

Zapisinici SGD

Главни уредник – *Rédacteur en chef – Editor in Chief*
Prof. dr Vladimir Simić, University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology
(Председник Српског геолошког друштва – *Président de la Société Serbe de géologie – President of the Serbian Geological Society*)

Уређивачки одбор – *Comité de rédaction – Editorial Board*
Nevenka Đerić (University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology),
Oleg Mandić (Natural History Museum, Vienna, Austria), Slobodan Radusinović
(Geological Survey of Montenegro, Montenegro), Danica Srećković Batoćanin
(University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology), Ivana Vasiljević
(University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology)

Рецензенти – *Réviseurs – Reviewers*
Dragoljub Bajić, Miloš Marjanović, Dušan Polomčić, Vladimir Simić,
Danica Srećković Batoćanin

Технички уредник – *Rédacteur technique – Technical preparation*
Zoran Miladinović

Издавач – *Publier – Publisher*
Српско геолошко друштво – *Société Serbe de géologie – Serbian Geological Society*
Kamenička 6, P. Box 227, 11001 Belgrade, Serbia, tel. +381.11.2632.166
<http://www.sgd.rs> • e-mail: office@sgd.rs

Тираж: 200 примерака – *Tirage: 200 exemplaires – Circulation: 200 copies*
Штампа – *Imprimerie – Printing*
River print, Mite Cenića 1, Belgrade, Serbia

Аутори су искључиво одговорни за своје радове - *Authors are exclusively responsible for their papers*

На основу категоризације научних часописа за 2023. годину Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије часопис „Записници Српског геолошког друштва“ је категорисан као истакнути часопис националног значаја (M52) у области Геонауке и астрономија.

ЗАПИСНИЦИ СРПСКОГ ГЕОЛОШКОГ ДРУШТВА ЗА 2023. ГОДИНУ

COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ SERBE DE GÉOLOGIE
pour les année 2023

REPORTS OF THE SERBIAN GEOLOGICAL SOCIETY
for the year 2023

Beograd, 2024

САДРЖАЈ – TABLE DES MATIERES – TABLE OF CONTENT

ОРИГИНАЛНИ НАУЧНИ РАДОВИ – TRAVAUX SCIENTIFIQUE – PAPERS:

РАДИВОЈЕВИЋ Д: <i>Петролитијум – еколошки прихватљиво добијање литијума?</i>	
RADIVOJEVIĆ D: <i>Petrolithium - environmentally friendly lithium extraction?</i>	1
КОСТИЋ Б., ВЕЛОЈИЋ М., КОСТИЋ Б., ПАШАЈЛИЋ Н: <i>Анализа рудних парагенеза и алтерација у делу Pb-Zn рудног поља Благодат</i>	
KOSTIĆ B., VELOJIĆ M., KOSTIĆ B., PAŠAJLIĆ N: <i>Analysis of ore paragenesis and alterations in part of the Blagodat Pb-Zn ore field</i>	19
ДРАКУЛИЋ И., ПОЛОМЧИЋ Д., РАТКОВИЋ Ј: <i>Основе машинског учења у хидрогеологији</i>	34
DRAKULIĆ I., POLOMČIĆ D., RATKOVIĆ J: <i>The basics machine learning in hydrogeology</i>	42
МАНАСИЈЕВИЋ П: <i>Кинематска анализа стенских косина на регионалном нивоу</i>	50
MANASIJEVIĆ P: <i>Kinematic analysis of rock slopes on a regional scale</i>).....	53
САЛЧИН Н: <i>Одређивање чврстоће на притисак различитим поступцима</i>	57
SALČIN N: <i>Determination of compressive strength using different procedures</i>	60
МИЛКОВИЋ М: <i>Кинематска анализа у подземним просторијама</i>	63
MILKOVIĆ M: <i>Kinematic analysis of underground premises</i>	68
МАНАСИЈЕВИЋ П: <i>Кинематска анализа стенских косина на регионалном нивоу</i>	50
MANASIJEVIĆ P: <i>Kinematic analysis of rock slopes on a regional scale</i>).....	53
ЖИВАНОВИЋ В., АТАНАЦКОВИЋ А., МАГАЗИНОВИЋ С., ГАРДИЈАН С., ДРАГИШИЋ В: <i>Специфичност капирања изворских вода на власини за потребе флаширања</i>	71

ŽIVANOVIĆ V., ATANACKOVIĆ N., MAGAZINOVIC S., GARDIJAN S, DRAGIŠIĆ V:
Specific tapping structures for bottling spring water on Blasina mountain 79

ИНФОРМАЦИЈЕ, ПРИКАЗИ, КОМЕНТАРИ – NOTES:

СТОЈАДИНОВИЋ У., ТОЉИЋ М., ТРИВИЋ Б., ПАНТОВИЋ Р., СРЕЋКОВИЋ-
БАТОЋАНИН Д., КРСТЕКАНИЋ Н., КОСТИЋ Б., ВЕЛОЈИЋ М., СТЕФАНОВИЋ Ј.,
РАНЂЕЛОВИЋ Н., МАЛЕШ М: *Геодинамичка еволуција Тимочког магматског
комплекса (ТМК) у Источној Србији* 84

STOJADINOVIC U., TOLJIC M., TRIVIC B., PANTOVIC R., SRECKOVIC-BATOČANIN D.,
KRSTEKANIC N., KOSTIC B., VELOJIC M., STEFANOVIĆ J, RANĐELOVIĆ N.,
MALEŠ M: *Geodynamic evolution of the Timok magmatic complex (TMC)
In Eastern Serbia* 85

СИМИЋ В., ПЕТРОВИЋ С., АРНАУТ Ф, ЦВЕТКОВ В., КОСТОВИЋ М., РАДУЛОВИЋ Д.,
СТОЈАНОВИЋ Ј., ЈОВАНОВИЋ В., ТОДОРОВИЋ Д., НИКОЛИЋ Н., СЕНЋАНСКИ Ј.,
БОГДАНОВИЋ Г., МАРИЛОВИЋ Д: *Пројекат ПРИЗМА: карактеризација и
технолошки поступци за рециклажу и поновну употребу флотацијске
јаловине рудника „Рудник“*

SIMIĆ V., PETROVIĆ S., ARNAUT F, CVETKOV V., KOSTOVIĆ M., RADULOVIĆ D.,
STOJANOVIĆ J., JOVANOVIĆ V., TODOROVIC D., NIKOLIĆ N., SENĆANSKI J.,
BOGDANOVIĆ G., MARILOVIĆ D: *PRIZMA project: characterisation and
technological procedures for recycling and reusing of the Rudnik mine
flotation tailings (reasoning)* 88

МАРЈАНОВИЋ М., МИЦИЋ К., ЂУРИЋ Д., ЂУРИЋ У., ПЕЈИЋ М: *Пројекат
праћења ерозије Ђаволје вароши „DEMONITOR“*

MARJANOVIĆ M., MICIĆ K., ĐURIĆ D., ĐURIĆ U., PEJIĆ M: *Project on erosion
monitoring of Devils town "DEMONITOR"* 95

IN MEMORIAM

СПАЈИЋ ОЛИВЕРА (1925 – 2022)..... 102

РАДОИЧИЋ РАЈКА (1925-2023) 107

ПРИЛОЗИ – ANNEXES

ЗАПИСНИК ГОДИШЊЕ СКУПШТИНЕ СРПСКОГ ГЕОЛОШКОГ ДРУШТВА

MINUTES OF THE SERBIAN GEOLOGICAL SOCIETY'S ANNUAL ASSEMBLY. 111

КОНКУРС ЗА МЛАДЕ ГЕОЛОГЕ 119

ЗАПИСНИЦИ СРПСКОГ ГЕОЛОШКОГ ДРУШТВА (ЗА 2023. ГОДИНУ)

*COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ SERBE DE GÉOLOGIE
pour les année 2023*

*REPORTS OF THE SERBIAN GEOLOGICAL SOCIETY
for the year 2023*

Beograd, 2024

**Владимир Живановић¹, Небојша Атанацковић¹, Сава Магазиновић¹,
Сунчица Гардијан¹, Веселин Драгишић¹**

**Vladimir Živanović¹, Nebojša Atanacković¹, Sava Magazinović¹, Sunčica
Gardijan¹, Veselin Dragišić¹**

СПЕЦИФИЧНОСТ КАПТИРАЊА ИЗВОРСКИХ ВОДА НА ВЛАСИНИ ЗА ПОТРЕБЕ ФЛАШИРАЊА

SPECIFIC TAPPING STRUCTURES FOR BOTTLING SPRING WATER ON VLASINA MOUNTAIN

ПРЕГЛЕДНИ РАД – REVIEW PAPER

Апстракт: Власински комплекс у сливу реке Врле и Лисине се карактерише бројним изворима чија издашност у максимуму достиже и 50 l/s. Ниска минерализација, стабилан квалитет и годишњи максимуми протицаја који се јављају у јуну и августу када је највећа потрошња флаширане воде главни су разлози за каптирање појединих извора и њихово укључивање у процес флаширања воде познате под називом „Роса“. Због континуалног раста продаје ове воде, извршена су детаљна хидрогеолошка истраживања за потребе доказивања квалитета и квантитета изворских вода извора означених бројевима 15 и 16, са циљем њиховог укључивања у процес флаширања. Фабрика „Власинка“ која је део „Coca-Cola HBC“ компаније примењује најстрожије стандарде у читавом поступку флаширања изворских вода. Каптаже су пројектоване тако да омогуће слободно природно истицање изворске воде уз максималну заштиту од спољашњих утицаја чиме се обезбеђује одличан квалитет изворских вода на самом месту истицања. У раду су приказане хидрогеолошке карактеристике извора 15 и 16, као и комплетан процес њиховог каптирања који је изведен уз континуални хидрогеолошки надзор. Добијени резултати након израде каптажа и цевовода показују исправан концепт захватања, али и значај хидрогеолошког надзора у процесу израде ових објеката.

Кључне речи: Власински комплекс, кристаласте стене, каптирање изворских вода, каптажа, флаширање

Abstract The „Vlasina“ complex in the catchments of the Vrla and Lisina rivers is characterized by numerous springs, with the maximum yield reaching 50 l/s. Low mineralization, stable quality, and annual flow peaks that occur in June and August, when the consumption of bottled

¹ Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департман за хидрогеологију,
Ђушина 7, 11000 Београд

¹ University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Department of Hydrogeology, Đušina 7,
11000 Belgrade

water is highest, are the main reasons for tapping certain springs and their bottling under the “Rosa” brand name. Due to the growth in the market share of this water, detailed hydrogeological investigations were conducted to define the quality and quantity of the springs internally labeled as springs 15 and 16 to include them in the bottling process. The “Vlasinka” factory, which is part of the “Coca-Cola HBC” company, applies the strictest standards throughout the entire process of spring water bottling. The tapping structures are designed to allow the free natural flow of spring water with maximum protection from external influences, thus ensuring excellent water quality at the immediate discharge point. The paper presents the hydrogeological characteristics of springs 15 and 16, and the entire tapping process carried out with continuous hydrogeological supervision. The results obtained after the completion of tapping structures and pipelines show the correct concept and the importance of hydrogeological supervision in constructing these structures.

Key words: Vlasina complex, crystalline rocks, capture of spring water, tapping structure, water bottling

УВОД

Каптирање и флаширање изворских и природних минералних вода у Србији врши се у складу са „Правилником о квалитету и другим захтевима за природну минералну воду, природну изворску воду и стону воду“ (Службени лист СЦГ 53/2005, Службени гласник РС 43/2013). Предметни правилник је у великој мери усаглашен са европском директивом о експлоатацији и продаји природних минералних вода 2009/54/ЕС (ЕУ, 2009). Поменуте регулативе у значајној мери захтевају очување квалитета вода које се флаширају на самом изворишту уз строге услове заштите од контаминације. Посебан акценат се ставља на микробиолошку исправност подземне воде на водозахвату као и коришћење материјала код израде водозавата који онемогућавају било какве физичко-хемијске промене параметара квалитета захваћене воде.

Овако строги услови експлоатације подземних вода за потребе флаширања захтевају посебна инжењерска решења у пројектовању, извођењу и каснијем коришћењу водозаватних објеката. Када се експлоатација врши преко бунара, онда се бунари најчешће комплетно израђују од прохрома. Посебно се води рачуна да се бунаром изолује горњи део терена како би се максимално очувао квалитет подземне воде. Подземне воде са извора се знатно ређе користе у процесу флаширања па су самим тим и знатно ређи каптажни објекти који се користе за ове намене.

У раду је приказан поступак истраживања и захватања вода са извора 15 и 16 на Власини у југоисточној Србији које ће бити укључене у производњу флашираног бренда „Роса“. Дугогодишње искуство у каптирању и флаширању бројних извора са подручја Власинског комплекса показала су оправданост у тренутном приступу експлоатације овог ресурса уз одржавање доброг квалитета подземних вода.

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

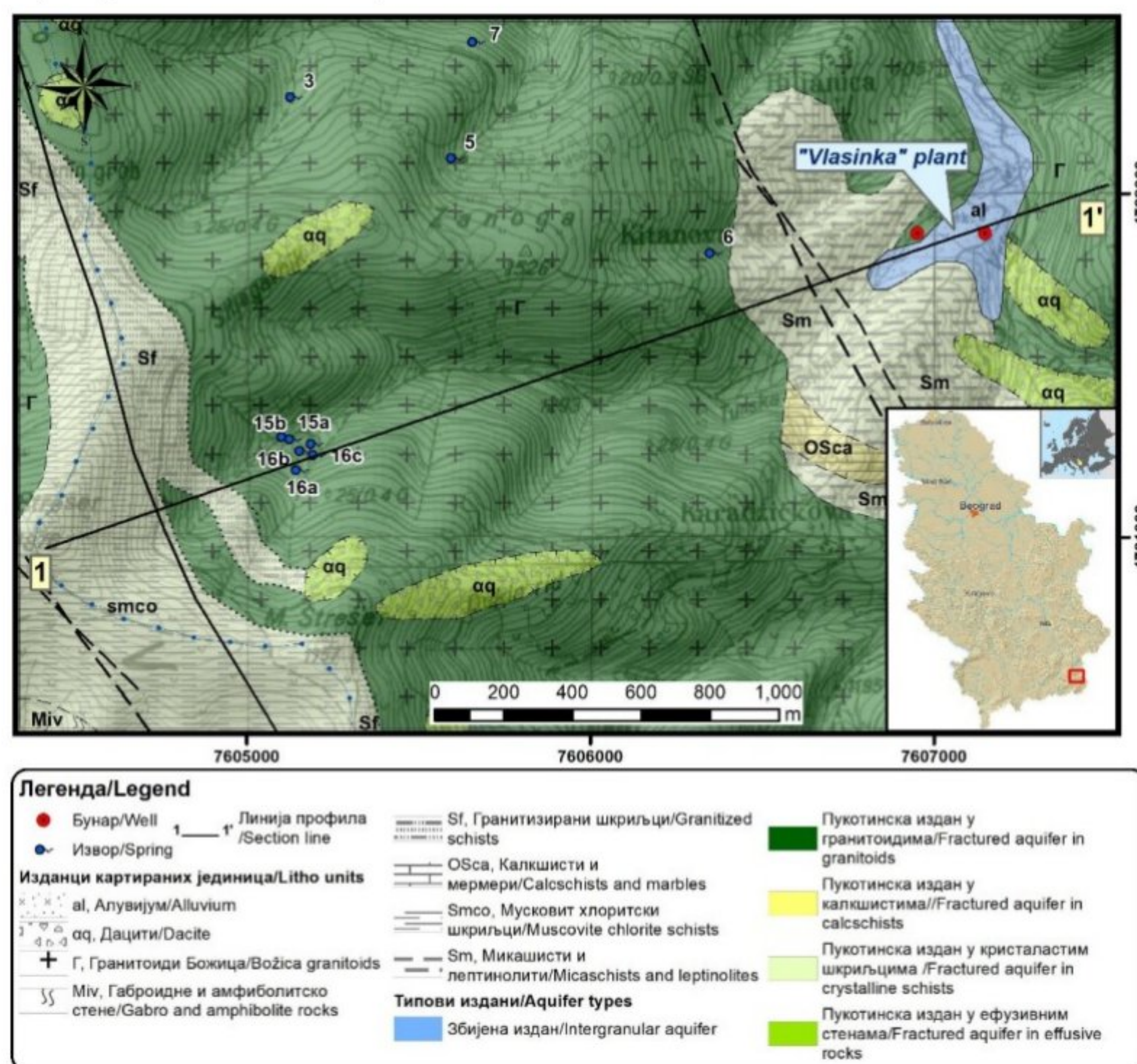
Опште карактеристике истражног подручја

Подручје истраживања налази се у југоисточној Србији у локалности Топли До у сливу реке Врле, где административно припада општини Сурдулица. Извори 15 и 16 се налазе у изворишном делу потока Турска долина, на падинама

Великог (1875 m н.в.) и Малог Стрешера (1757 m н.в.) у оквиру планинског масива Варденик.

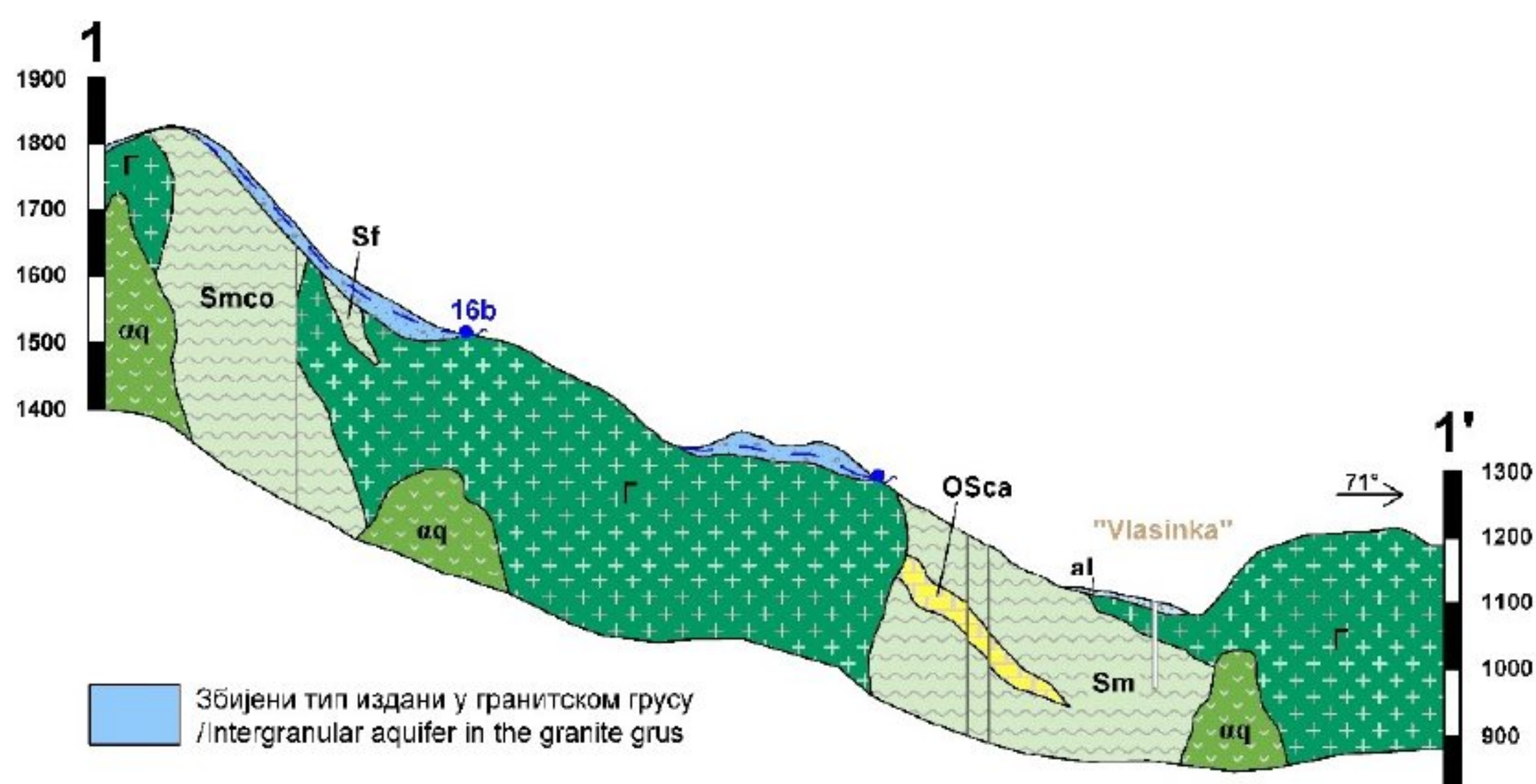
Подручје истраживања изграђују кристаласте стене тзв. серије Божице и Лисине, које припадају горњем власинском комплексу. У питању су различите врсте шкриљаца, калкшиста, мермера, хибридних стена габроидног и амфиболитског састава, метаморфисани габрови, хидротермални кварцити и гранитоиди палеозојске старости. Кристаласте стене Божице и Лисине пробијене су дацитима и кварцлатитима терцијарне старости (слика 1). Према суперпозиционим односима, стене Божичке серије леже изнад Лисинске (Бабовић и сарадници, 1977, Димитријевић, 1995).

Извори 15 и 16 дренирају пукотинску издан формирану у гранитима и кристаластим шкриљцима. У односу на степен и карактер испуцалости, у оквиру гранитоида издвајају се зона површинског физичко-хемијског распадања изнад нивоа ерозионог базиса, тзв. гранитни грус, и друго, матична стена испод ерозионог базиса (слика 2). У гранитном грусу је формирана интергрануларна издан која је у директном контакту са пукотинском издани и заједно чине јединствену издан у којој су акумулиране подземне воде које се дренирају преко анализираних извора (Драгишић, 1997). Прихрањивање издани се одвија инфилтрацијом воде од атмосферских талоба, што је потврђено и изотопским анализама (Маринковић, 2008).



Слика 1. Хидрогеолошка карта истражног подручја са локацијама извора 15 и 16 (подлога Бабовић и др, 1977)

Figure 1. Hydrogeological map of the location of springs 15 and 16 (based on the geological map, Babovic et al. 1977)



Слика 2. Хидрогеолошки профил терена подручја извора 15 и 16 и пунионице „Власинка“

Figure 2. Hydrogeological cross-section of springs 15 and 16 area and „Vlasnika“ plant

Извор 15 (слика 3, лево) представља пукотински извор разбијеног типа који истиче у виду два мања извора (извори 15а и 15б) на надморској висини 1505 m н.в. Извор дренира издан формирану у гранитима и кристаластим шкриљцима брда Шиљегарник и Велики Стрешер (1876 m н.в.). Извор 16 налази се на око 80 m југоисточније од локације извора 15, у сливу безименог потока. Вода истиче на надморској висини од 1500 m н.в. Слично као и код извора 15, извор дренира издан формирану у шкриљцима и гранитима брда Мали Стрешер. Извор је разбијеног типа и јавља се у виду три већа извора (извори 16а, 16б и 16в) у кориту потока и његовим долинским странама, непосредно поред корита (слика 3, десно)



Слика 3. Изглед извора 15 (лево) и 16 (десно) пре израде каптажа

Figure 3. Springs 15 (left) and 16 (right) before tapping

Зона прихрањивања извора 15 је заједничка са зоном прихрањивања извора 16 и износи око 0,6 km². Истицање оба извора везано је за интензивно испуцале и распаднуте гранитоидне стене.

Методологија истраживања

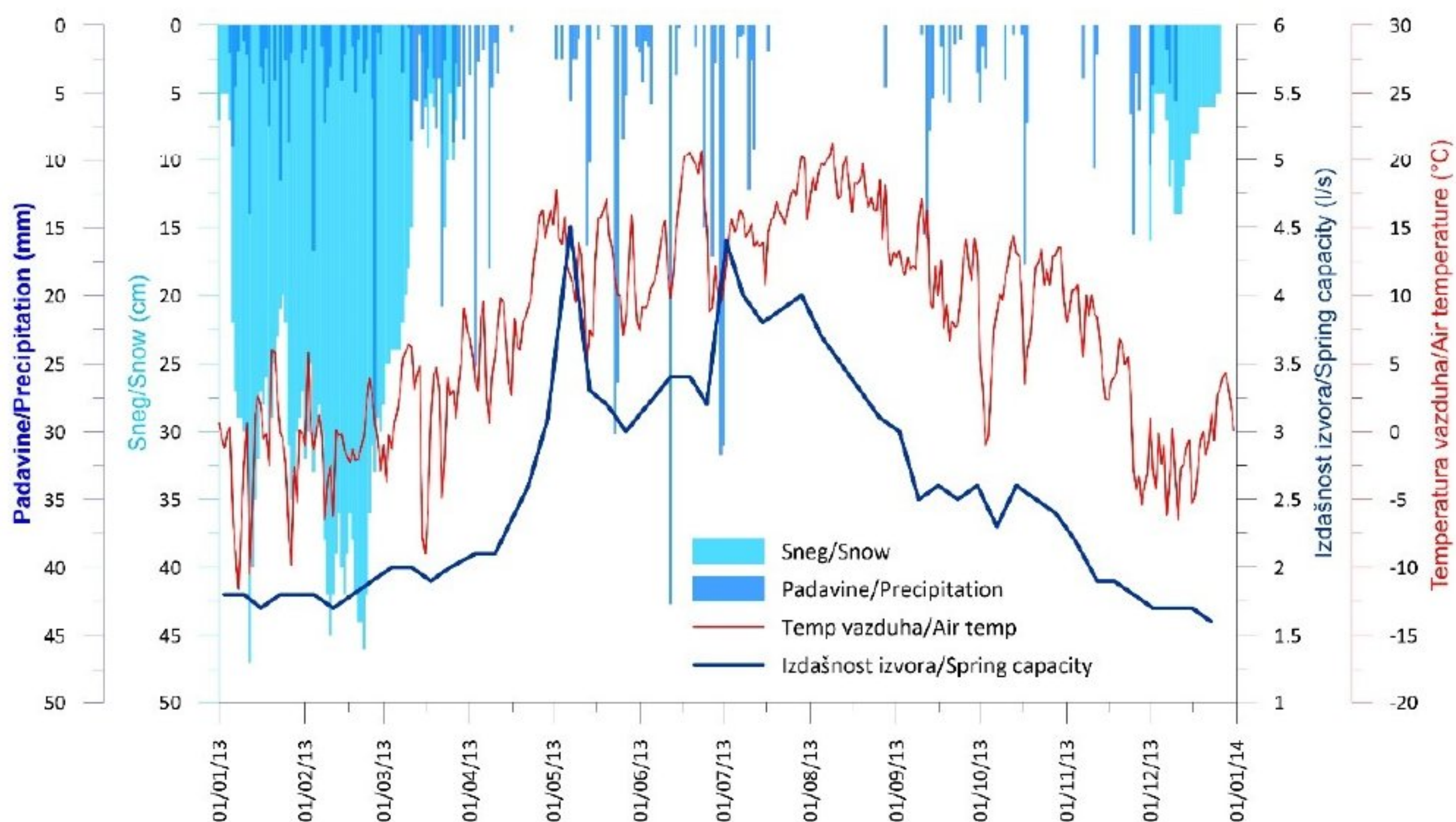
Пре почетка израде каптажа, на оба извора су вршена обимна хидрогеолошка истраживања са циљем доказивања резерви и квалитета изворских вода. Резерве су овераване у два наврата, 2014. године и 2020. године. Истраживања су обухватила хидрогеолошко картирање терена, успостављање и мониторинг издашности и температуре извора, мониторинг климатских параметара, квартално узорковање и израду физичко-хемијских и микробиолошких анализа вода, обраду података и израду одговарајућих елабората.

Након што је донета одлука о изградњи каптажних објеката и цевовода дужине 3600 m, извршено је пројектовање свих објеката. Каптаже су пројектоване тако да омогуће слободно истицање и сакупљање изворских вода. Пројектоване су као затворени системи са циљем спречавања спољашњег утицаја и очување квалитета подземних вода. У каптажним објектима су уграђене цеви за санитацију чиме су омогућени повремена дезинфекција и одржавање микробиолошке исправности воде. Око каптажа је пројектована непосредна зона санитарне заштите уз примену посебних мера у циљу спречавања инфилтрације површинских вода.

Током израде каптажних објеката код свих битнијих активности били су анагажовани стручњаци Департмана за хидрогеологију Рударско-геолошког факултета који су вршили надзор над: ископавањем и чишћењем локација извора, дефинисањем нулте коте истицања изворских вода, привременом дренарању локације извора, постављањем бетонске конструкције саме каптаже, постављањем глиновите облоге око каптажа, уградњом дренажних цеви и кварцног гранулата, затварањем коморе, постављањем глинене покривке и водонепропусне мембране у заштитној зони извора, постављањем опреме за мониторинг захваћених количина и количина воде која се испушта за биолошки минимум, и планирањем и постављањем заштитне ограде око прве зоне санитарне заштите.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Хидрогеолошка истраживања на простору извора 15 и 16 се изводе од 2013. године (Живановић и Атанацковић, 2014). Почетна истраживања су обухватила мониторинг протицаја и температура изворских вода, као и праћење промена квалитета вода. У периоду од 01.01.2013. до 31.12.2013. године издашност извора 15 је варирала у интервалу 1,7 – 4,0 l/s (слика 4) док је средња издашност за целу годину износила 2,6 l/s. Средње годишња издашност извора број 16 у истом периоду је износила 2,7 l/s, док су минимална средње месечна и максимална средње месечна вредност износиле 1,8 l/s и 4,4 l/s.

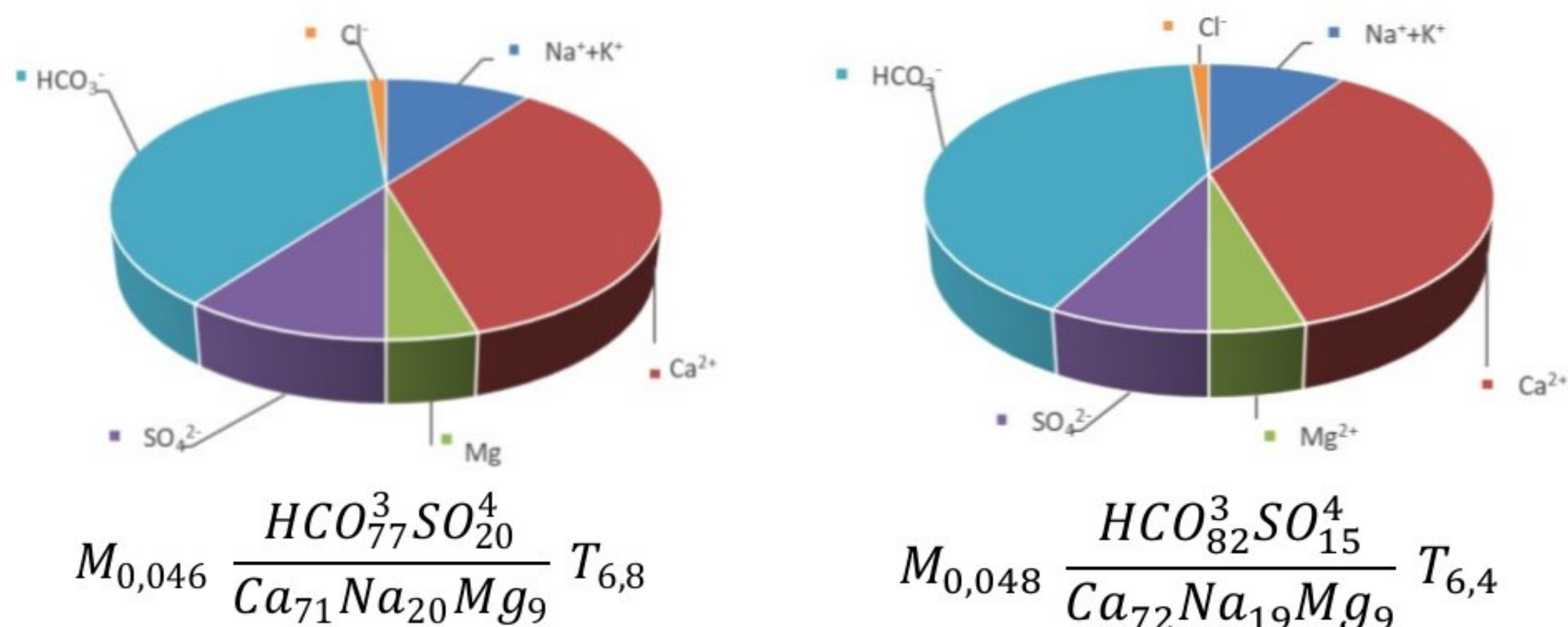


Слика 4. Резултати режимских осматрања извора 15 у току 2013. године

Figure 4. Monitoring results of spring 15 during 2013

У периоду осматрања предметних извора може се закључити да је период повећања издашности извора везан за период топљења снега на Власини (март – април), када се капацитет извора повећа и до три пута. Повећање издашности се манифестује тек након два месеца од почетка наглог топљења снега након чега долази до почетка периода рецесије. У периоду од 13.06.2019 до 07.09.2020. године такође је вршен мониторинг ових извора (Магазиновић & Андријашевић, 2020). Просечна издашност извора 15 износила је 2,4 l/s, а за извор 16 била је 3,7 l/s.

Паралелно са праћењем протикања извора вршен је мониторинг квалитета изворских вода кроз израду анализа „В“ обима. Резултати анализа показали су да воде извора 15 и 16 припадају хидрокарбонатно-калцијумском типу са изузетно ниском минерализацијом од око 50 mg/l (слика 5). Поред тога, констатован је изузетно стабилан квалитет изворских вода уз минималну осцилацију анализираних параметара.



Слика 5. Приказ основног хемијског састава вода са извора 15 (лево) и 16 (десно)

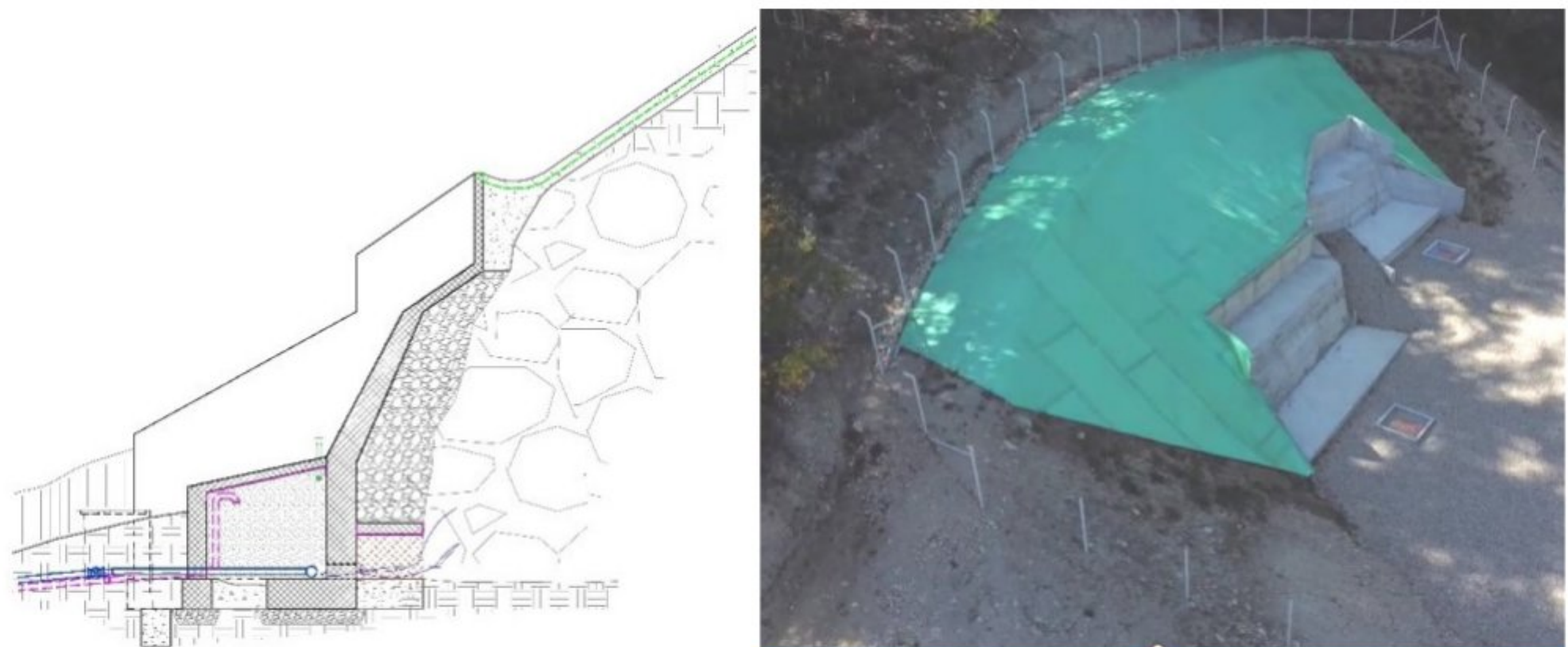
Figure 5. Chemical composition of springs 15 (left) and 16 (right)

Први корак пре израде каптажа обухватио је иницијално чишћење и ископавање терена како би се што боље дефинисале зоне истицања, просторни распоред и величине каптажа. Узимајући у обзир број места и ширина зоне истицања, одлучено је да се израде две каптаже на извору 15 (каптаже 15а и 15б) и три каптаже на извору 16 (16а, 16б и 16ц) Ископавање је настављено како би се терен очистио до саме матичне стене, односно до пукотина из којих је вода директно избијала на површину терена (слика 6 лево). Следећи корак био је постављање подлоге каптаже и преградног зида ка зони истицања са отворима у дну како би вода слободним путем могла да отиче у сабирну комору. У дну коморе постављене су прохромске дренажне цеви за сакупљање и одвод воде, а при врху коморе цеви за санитацију каптаже (слика 6 десно). Изворишна зона као и комора су затим запуњене кварцним гранулатом и покривене армирано бетонском плочом како би се зона истицања у потпуности изоловала од спољашњих утицаја (слика 7 лево). Непосредна зона извора, 5-10 m изнад зоне истицања, комплетно је изолована уградњом глиненог тампона и полиестерске заштитне фолије чиме је у потпуности спречена инфилтрација површинских вода и могућа контаминација (слика 7 десно). Око извора је постављена заштитна ограда чиме је успостављена непосредна зона санитарне заштите.



Слика 6. Припрема терена (лево) и израда каптажа (десно)

Figure 6. Site excavation in the area of the spring (left) and building of tapping structure (right)



Слика 7. Коначна конструкција (лево) и изглед каптаже извора 15 (десно)

Figure 7. Final construction design (left) and appearance of spring 15 tapping structure (right)

Квалитет урађених каптажа и примењених мера заштите изворишта је потврђен кроз мониторинг програм који је уследио након израде свих објеката и цевовода до пунионице воде. У периоду од два месеца свакодневно је вршен мониторинг квалитета вода у свакој каптажи посебно, у сабирној комори и на крају цевовода код саме фабрике. Поред тога, вршено је праћење капацитета извора и основних климатских параметара. Мониторинг је показао веома стабилан хемијски квалитет изворских вода. Повремене осцилације у микробиолошком налазу су такође нестале након што су имплементирани све заштитне мере око извора и након извршене санитације каптажа. Од посебне важности је препознато присуство хидрогеолошког надзора који је допринео квалитетном захватању изворских вода и примени санитарних мера за заштиту изворишта подземних вода.

ЗАКЉУЧАК

Извориште подземних вода „Власинка“ у Топлом долу на Власини обухвата више каптажа изворских вода којима се захвата вода која се флашира и пласира на тржиште под брендом „Роса“. За потребе захватања додатних количина воде са извора 15 и 16 извршена су детаљна хидрогеолошка истраживања којима је потврђен добар и стабилан квалитет изворских вода, са сумарном просечном годишњом количином од око 6 l/s.

Изведени каптажни објекти на изворишту пројектовани су тако да се захвати целокупна количина воде која истиче уз примену заштитних мера које у потпуности спречавају утицај спољашњих фактора, пре свега падавина и топљење снега, на промену квалитета изворских вода. Водосабирне коморе, као и изворишна зона су комплетно покривене кварцним гранулатом и бетонском покривком, док је у подлози и боковима каптаже уграђен глинени тампон како би се спречило губљење воде. Непосредна зона изнад каптаже је такође изолована уградњом глиненог тампона и полиестерске заштите.

Добар квалитет изворских вода након израде каптаже, посебно у периоду после већих падавина и топљења снега је потврда добром концепту захватања и квалитетној изради објеката уз сталан хидрогеолошки надзор.

Захвалница

Овај рад је подржала компанија Соса-Солa НВС, а делимично и Министарство за науку, технолошки развој и иновације Републике Србије.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- BABOVIĆ M., CVETKOVIĆ D., ROGLIĆ Č., i dr., (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000 i Tumač za list „Trgovište sa Radomirom“ K 34-57. Zavod za geološka i geofizička istraživanja, Beograd.
- DIMITRIJEVIĆ M.D., (1995): Srpsko-makedonska masa. U: Geologija Jugoslavije. Posebna izdanja Geoinstituta, 115-128, Beograd.

- DRAGIŠIĆ V., (1997): Geološko-hidrogeološke karakteristike sliva Vlasinskog jezera. U: Vlasinsko jezero-hidrobiološka studija (Urednik Jelena Blaženčić), Biološki fakultet Univerziteta u Beogradu, 25-35, Beograd.
- EUROPEAN UNION (2009): Directive 2009/54/EC of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on the exploitation and marketing of natural mineral waters, Official Journal of the European Communities. L 164/45, Luxembourg.
- MAGAZINOVIĆ S. & ANDRIJAŠEVIĆ J., (2020): Drugi Elaborat o rezervama izvorskih voda izvorišta „Vlasinka“ na prostoru Toplog Dola na Vlasini (izvori 15 i 16). Departman za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta iz Beograda.
- MARINKOVIĆ G., (2008): Elaborat o rezervama prirodnih mineralnih voda izvora (br. 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10 i 11) u eksploatacionom polju broj 396 (E-7) na Vlasini - „B“ kategorije, Geološki institut Srbije, Beograd
- SLUŽBENI LIST SCG 53/2005, Službeni glasnik RS 43/2013: Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za prirodnu mineralnu vodu, prirodnu izvorsku vodu i stonu vodu.
- ŽIVANOVIĆ V. & ATANACKOVIĆ N., (2014): Elaborat o rezervama izvorišta „Vlasinka“ na prostoru Toplog Dola na Vlasini (izvori 15 i 16). Departman za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta iz Beograda.
- ŽIVANOVIĆ V. & MAGAZINOVIĆ S., (2023): Elaborat o zonama sanitarne zaštite izvorišta „Vlasinka“ u Toplom Dolu na Vlasini (izvori 15 i 16). Departman za hidrogeologiju Rudarsko-geološkog fakulteta iz Beograda.

SPECIFIC TAPPING STRUCTURES FOR BOTTLING SPRING WATER ON VLASINA MOUNTAIN

INTRODUCTION

Capturing and bottling of spring and natural mineral waters in Serbia is carried out following the “Regulations on quality and other requirements for natural mineral water, natural spring water and table water” (Official Gazette SCG 53/2005, Official Gazette RS 43/2013). The stated rulebook is harmonized mainly with the European directive on exploiting and selling natural mineral waters 2009/54/EC (EU, 2009). To a significant extent, the mentioned regulations require preserving the quality of water bottled at the source with strict conditions of protection against contamination. Particular emphasis is placed on the microbiological integrity of the groundwater at the water intake, as well as the use of materials in the construction of the water intake that prevents any physical-chemical changes in the quality parameters of the tapped water.

Such strict conditions for groundwater exploitation for bottling require specific engineering solutions in the design, construction, and subsequent use of water-tapping structures. When exploitation is carried out through wells, the wells are usually entirely made of stainless steel. Special care is taken with a well to isolate the upper part of the terrain to preserve the groundwater quality maximally. Groundwater from springs is not often used in the bottling process, and therefore, the tapping structures used for these purposes are also much less common.

The paper describes the process of research and exploitation of groundwater from springs 15 and 16 in Vlasina in southeastern Serbia, which will be included in the

production of the „Rosa” bottled water brand. Many years of experience capturing and bottling water from springs at the Vlasina Complex have justified the current approach to exploiting this resource while maintaining good groundwater quality.

MATERIALS AND METHODS

General settings of the investigation area

The research area is located in southeastern Serbia in the locality of Topli Do in the Vrla river basin, which administratively belongs to the municipality of Surdulica. Springs 15 and 16 are located in the headwaters of the Turska Dolina stream, on the slopes of Veliki (1875 m) and Mali Strešer (1757 m) within the Vardenik mountain massif.

The research area comprises crystalline rocks, the so-called Božica and Lisina series, which belong to the upper Vlasina complex. These are different types of schists, calcschists, marbles, hybrid gabbroid and amphibolite composition rocks, metamorphosed gabbro, hydrothermal quartzites, and granitoids of Paleozoic age. The crystalline rocks of Božica and Lisina are pierced by dacites and quartzlatites of the Tertiary age (Figure 1). According to superposition relations, the rocks of the Božička series overlay the Lisinska series (Babović et al., 1977; Dimitrijević, 1995).

Springs 15 and 16 drain a fractured aquifer formed in the granites and crystalline schists. In relation to the degree and character of fracturing, within the granitoid, a weathering zone above the level of the erosional base can be distinguished, the so-called granite grus, and the parent rock below the erosion base (Figure 2). An intergranular aquifer is formed in the granite grus, which is in direct contact with the fractured aquifer, and together they form a unique aquifer where groundwater is accumulated and drained through the analysed springs (Dragišić, 1997). Recharge is carried out by infiltration of water from atmospheric precipitations, also confirmed by isotopic analyses (Marinković, 2008).

Spring 15 (picture 3, left) is a fractured type spring that emerges in the form of two smaller springs (15a and 15b) at an altitude (1505 masl). The spring drains the aquifer formed in the granites and crystalline schists of the Šiljegarnik and Veliki Strešer hills (1876 masl). Spring 16 is located about 80 m southeast of spring 15, in the basin of a nameless stream. The water flows out at an altitude of 1500 masl. Similar to spring 15, the spring drains an aquifer formed in the schists and granites of the Mali Strešer hill. The spring is diffuse and appears as three larger springs (16a, 16b, and 16c) in the streambed or on its valley sides, immediately next to the streambed (picture 3, right).

The two springs share the recharge zone, with an area of about 0.6 km². The occurrence of both springs is related to intensively fractured and decomposed granitoid rocks.

Research methodology

Before the start of the construction of tapping structures, extensive hydrogeological research was carried out on both springs to prove the quantity and

quality of the spring waters. The groundwater reserves were verified twice, in 2014 and 2020. The research included hydrogeological mapping of the terrain, establishment, and monitoring of yield and temperature of springs, monitoring of climatic parameters, quarterly sampling and testing of the physico-chemical and microbiological parameters of water, data processing, and preparation of relevant studies.

Following the decision to construct tapping objects and pipelines in a length of 3600 m, a technical design of all objects was conducted. Tapping structures are designed to allow free flow and collection of spring water. They are designed as closed systems to prevent external influence and preserve the groundwater quality. Sanitation pipes are installed in the spring's structures, which enables periodic cleaning and maintenance of the microbiological integrity of the water. A first sanitary protection zone has been designed around the objects with the application of special measures to prevent surface water infiltration.

During the construction of springs tapping structures, all important activities involved the engagement of the experts from the Department of Hydrogeology of the Faculty of Mining and Geology, who supervised: the excavation and cleaning of springs locations, defining the zero level of spring water discharge, temporary draining of the groundwater source location, installation of the concrete structure of the tapping structures, installation clay lining around the catchment, installing drainage pipes and quartz filter pack, closing the chamber, installing a clay cover and waterproof membrane in the protective zone of the groundwater source, installation of equipment for monitoring the spring's capacities and the quantities of water that is discharged as biological minimum, and planning and installing a protective fence around the first sanitary protection zone.

RESULTS AND DISCUSSION

Hydrogeological research in the area of springs 15 and 16 has been carried out since 2013 (Živanović and Atanacković, 2014). Initial research included monitoring the flow and temperature of spring water and groundwater quality regime. From January 1st, 2013, until 31st December 2013, the yield of spring 15 varied in the range of 1.7 - 4.0 l/s (Figure 4), while the average annual discharge rate was 2.6 l/s. The average annual yield of spring 16 in the same period was 2.7 l/s, while the average minimum and maximum monthly values were 1.8 l/s and 4.4 l/s respectively.

During the groundwater source monitoring period, it can be concluded that an increase in the yield of the source is related to the period of snow melting in Vlasina (March - April) when the discharge rate of the source increases up to three times. The increase in discharge rate is manifested two months after the beginning of the sudden snow melting, after which the recession period begins. The springs monitoring was also performed from 13th Jun 2019 to 7th September 2020 (Magazinović & Andrijašević, 2020). The average yield of the springs 15 and 16 was 2.4 l/s and 3.7 l/s.

In parallel with monitoring the spring's flow, the quality of the spring water was studied through the preparation of "V" scale analyses. The results of the analyses showed that the water of springs 15 and 16 belongs to the hydrocarbon-calcium type with extremely low mineralization of about 50 mg/l (Figure 5). In addition, the

extremely stable quality of the spring water with minimal oscillation of the analysed parameters was noted.

The first step before constructing the groundwater tapping structure included the initial cleaning and excavation of the terrain to better define the individual discharge zones, the spatial arrangement, and the size of the tapping structures. Considering the number of places and the width of the discharge zones, it was decided to make two tapping structures at spring 15 (catchments 15a and 15b) and three at spring 16 (16a, 16b, and 16c). Excavation continued until the weathered cover was removed and fractured bedrock from which the groundwater flow was reached (picture 6 left). The next step was to install the structure's base and wall towards the discharge zone with openings in the bottom so that the water could flow freely into the collection chamber. At the bottom of the chamber, stainless steel drainage pipes are placed for collecting and draining water, and at the top of the chamber, pipes for sanitation (picture 6 on the right). The spring zone and the chamber were then filled with quartz granulate and covered with a reinforced concrete cover to completely isolate the discharge zone from external influences (Figure 7 left). The immediate zone of the source, 5-10 m above the discharge zone, is completely isolated by installing a clay cover and polyester lining, which completely prevents surface water infiltration and possible contamination (picture 7 right). A protective fence was placed around the source, establishing the first sanitary protection zone.

The quality of the groundwater source and the applied measures to protect the source were confirmed through the monitoring program that followed the construction of all objects and pipelines to the water plant. In two months, water quality was monitored daily in each tapping structure separately, in the collection chamber and at the end of the pipeline near the plant. In addition, monitoring of source capacity and basic climate parameters was carried out. The monitoring showed a very stable chemical quality of spring water. Occasional oscillations in the microbiological parameters decreased after all the protective measures around the source were implemented and after the sanitation of the structures was carried out. Hydrogeological supervision was particularly important, contributing to the high-quality tapping of spring water and the application of sanitary measures for the protection of groundwater sources.

CONCLUSION

The groundwater source "Vlasinka" in Topli Do in Vlasina includes several spring waters tapping structures that collect the water that is bottled under the "Rosa" brand. For the purpose of tapping additional springs 15 and 16, detailed hydrogeological research was carried out, which confirmed the excellent and stable quality of spring water with a total average annual flow rate of about 6 l/s.

The constructed tapping objects at the springs are designed to collect the entire amount of water that flows out, along with the application of protective measures that entirely prevent the influence of external factors, primarily precipitation and snowmelt, on the change in spring water quality. The water collection chambers, and the immediate discharge zone are completely covered with a quartz filter pack and a concrete cover, while a clay buffer is installed in the base and sides of the structure to

prevent water loss. The immediate area above the catchment is also isolated by installing a clay cover and polyester lining.

The good spring water quality after the construction of the tapping structures, especially after heavy rainfall and snow melting, confirms a good groundwater source tapping concept and appropriate construction of objects with comprehensive hydrogeological supervision.

Acknowledgements

This work was supported by Coca-Cola HBC company and partially supported by the Ministry of Science, Technological Development, and Innovation of the Republic of Serbia.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

061:55(497.11)

**ЗАПИСНИЦИ Српског геолошког друштва за
2023 годину** = Comptes rendus des séances de la Société
Serbe de géologie pour l' année 2023 = Reports of the
Serbian Geological Society for the year 2023 / главни
уредник Владимир Симић. - 1891- Београд : Српско
геолошко друштво, 1892- (Београд : River print). - 24 cm

Годишње. - ISSN 0372-9966 = Записници Српског
геолошког друштва
COBISS.SR-ID 70169095