

ХИДРОХИМИЧЕН РЕЖИМ НА КАРСТОВИТЕ ИЗВОРИ В СУВА ПЛАНИНА, ИЗТОЧНА СЪРБИЯ

Д. Стоядинович

Институт за развитие на водните ресурси
"Ярослав Черни"
П.К. 33-54
11000 Белград

Д. Исакович

Федерална агенция за развитие
на вътрешните водни пътища
Франкуска 9
11000 Белград

РЕЗЮМЕ

Докладът представя резултатите от изследванията на физико-химичните свойства на подземните води от карстов водоносен хоризонт формирани сред карбонатни скални комплекси в масива на Сува планина. Подземните води в този водоносен хоризонт са дренирани през мощни карстови извори, които се появяват на склоновете на масива. Що се отнася до геологията, изучената област се отличава със сложна геоложка структура и сложни тектонски връзки, които предопределят съответните хидрогеоложки свойства на терена.

ВЪВЕДЕНИЕ

Сува Планина принадлежи към планинския район на южна Сърбия. С височина над 1800 m над морското равнище, тя е една от най-високите планини в този район. Характеризира се с изключително релеф, отличаващ се с ерозионни процеси, които са обусловени от геоложките

особености на района. Заобиколена е от Запланенските и Коритничко-Бавушничките депресии, по които текат Коритница и Личница. Височините на тези депресии варират между 400 и 500 m над морското равнище. Освен това са прокарани трудно и няколко локални пътища в Сува Планина.



Фигура 1. Пейзаж от Сува планина

Основни геолошко-тектонски свойства на терена

Районът на Сува планина се отличава със сложна геоложка структура и сложни тектонски връзки. Скалните комплекси от Палеозоя се определят като най-старата литостратиграфска единица. Тя е представена от серия шисти, конгломерати, пясъчници, диабази, алевролити и

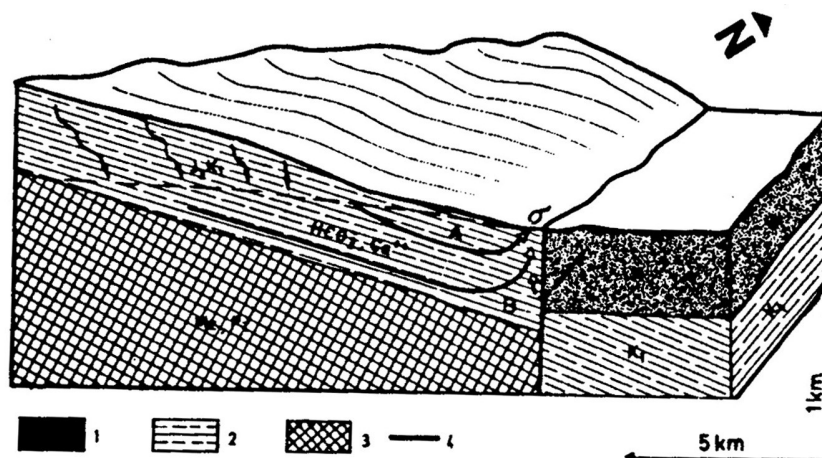
шисти. Скалният комплекс от Мезозоя е представен от Триас, Юра и Креда. Най-преобладаващи са Кредните седименти. Те се състоят от скални комплекси, изградени от варовици и доломити, а също и от флиш редица, изградена от конгломерати, пясъчници и алевролити. Юрските седименти са малко по-широко разпространени

от Триаските, особено в района на двата антиклинала на Сува планина. Те са представени от хетерогенни кlastични седименти и карбонатни седименти. Триаските седименти заемат малко пространство и са открити само като крила на антиклиналите на планината. Те са представени от конгломерати, пясъчници и варовици. Склоновете на масива са изградени от Неогенски пластове като Палеоценски, Миоценски и Плиоценски седименти. Заплатиеската и Корито-Бабушинската депресии са изградени от тези комплекси, които съдържат пясъци, глини, чакъли, мергели, конгломерати и пясъчници. По отношение на тектониката, масивът се отличава с сложни тектонски взаимовръзки, които се характеризират с множество огъвания в различни посоки на пласта. Доминиращата структурна форма е антиклиналата, която се променя от североизток на югоизток. Дължината ѝ по оста е 30 km. Тя е най-дългата антиклинала в източна Сърбия. Нейната кора е изградена от формации от Палеозой до Средна Юра, докато крилата ѝ са изградени от формации от Горна Юра и Долна Кредата. Според геотектониката, районът на Сува планина принадлежи главно към Карпато-Балканската редица и частично към Родоп, т.е. Сръбско-Македонския масив, изграден от глинести шисти.

Хидрогеоложки свойства на района

Основния скален комплекс на Сува Планина е изграден от карбонатен комплекс с Юрска и Кредна възраст, който е главно технологично увреден. От гледна точка на дренране

и акумулиране на подземните води той е доста важен комплекс. Той е обхванат от дълбоки процеси на карстификация, които се отразяват на разтваряне на пукнатинната порозност, формирана в тях. Такава интензивно развита система на порозност позволява формирането на една мощна карстова водоносен хоризонт със значително количество подземни води. Запасите на тези води са функция от хидроложките условия, които влияят на техния режим на изтичане. Според данните от близката метрологична станция средните утаявания за среден период за този район са около 850 mm. Валежите се просмукват през цялата повърхност на масива, който представлява една хидрогеоложка структура, осигуряваща добри условия за воден обмен. По този начин се формират динамични запаси, чиято интензивност на оттичане най-голяма през пролетта и есента. Появата на изворите се свързва с най-ниските ерозионни части на терена и те излизат в контакта между водопропускливия карст и водонепропускливите некарсови скални комплекси. В този случай, той се отнася към флиш комплексът от Палеозой и Неоген, където са предопределени от съответните структурни елементи, първо от пукнатини, по които се извършва оттичането на подземните води (фиг.2). Дренажът на карстовия масив Сува планина създава изворите Мокра, Дивляна и Люберадя. Техния средногодишен среден дебит е около 0.4-0.9 m³/s. Според вида на изтичане те са от отливников тип. Когато се решава проблемът с градското водоснабдяване тези извори са от съществено значение.



Фигура 2. Хидрогеоложки модел на района

Физикохимични свойства на водите от карстовите извори и техния режим

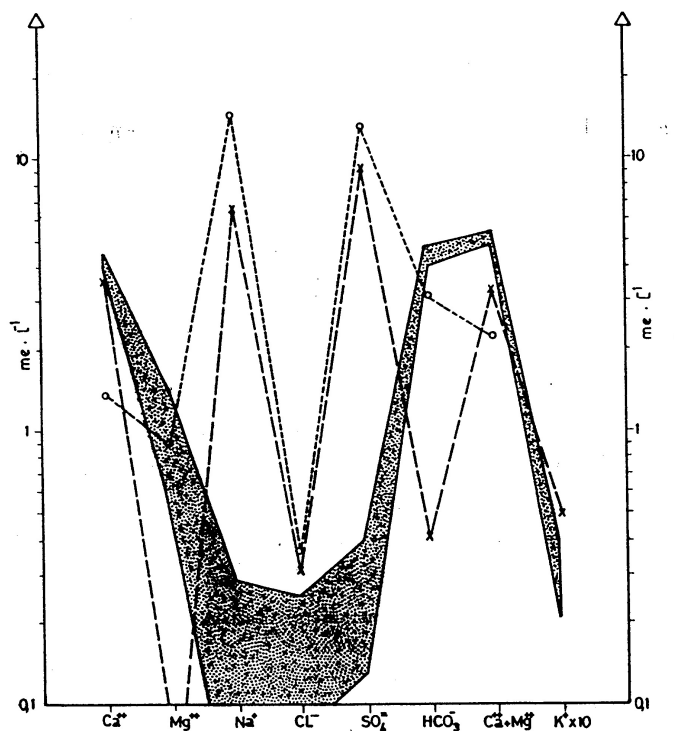
Изследванията на физикохимичните свойства на водите от карстовите извори са направени за изворите Мокра, Дивляна и Люберадя. Сумарните резултати за една хидрогеоложка година са показани на полулогаритмичната диаграма (фиг.3). Според съдържанието на аниони и катиони (табл.1), анализираниите води от тези извори принадлежат към водния тип HCO₃Ca, който отговаря на вече направения извод, че те се формират в карбонатен скален комплекс (фиг.4) Температурният им режим е нестабилен и се дължи на сезонните промени. Средната годишна температура на водата е около 11,4-15,2°C при температура на въздуха 11-17,5°C. Тези температурни стойности показват наличието на по-дълбоки повърхностни водоносни слоеве във водоносния

хоризонт в границите на по-бързия или по-бавен водообмен.

Според съдържанието на Рн йони, който са 7,3-7,4, водите от анализираниите извори имат неутрален характер. Измерените Е.С. са 385-404 s/cm, докато Eh е 452-487 mV. Съдържанието на разтворен O₂ е 8,4-1,2 mg/l. Според степента на твърдост, която е 12,6-15 dN, те принадлежат към много твърдите води (според Клут). Относно другите елементи, тежките метали са проследени, но са открити само Cu и Zn. Съдържанието на органичните съставки е регистрирано като незначителни концентрации, което е характерно за много бедните води. Направените анализи и проследения химичен режим на споменатите извори ясно показва, че водите от тези карстови извори могат да бъдат използвани за водоснабдяване на населението в селищата

от този район. Те могат също да бъдат бутилирани като
натурални каменни води. Тяхната еколожка среда доказва

това твърдение.



Фигура 3. Полу-логаритмична схема на хидрохимичните анализи на карстовите извори Мокра, Дивляна и Люберадя

Таблица 1. Съдържание на анионите и катйоните в карстовите извори (mg/l)

Spring	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	K	Na
Mokra	335.3	5.2	10.7	90.5	7.0	0.7	3.2
Divljana	291.0	3.5	8.4	85.0	5.3	0.7	1.2
Ljuberadja	337.3	5.3	12.8	91.4	8.3	0.7	5.2



Фигура 4. Скалният комплекс Сува Планина

ИЗВОДИ

Карстовият водоносен хоризонт от масива Сува планина представлява акумулатор на подпочвените води, чиито запаси интензивно се променят. Той се изпразва чрез извори и кладенци, които са от долната част на масива. Едногодишното проучване на качеството на водите от избраните извори доказва, че качеството на техните води е много подходящо за използване от хората, което се дължи на екологически безопасната среда.

ЛИТЕРАТУРА

- Milojevic, N. 1967. Geological – hydrogeological properties of the karst springs in eastern Serbia. - Excursion guide, VIII Congress KBGB, Belgrade.
- Vujisic, T., Navala M., Kalenic M., Andjelkovic U., Krstic B., Rakic B.: 1980. Basic geologic chart interpreter. - Magazine Bela Palanka, Belgrade.
- Stojadinovic, D., J. P. Faillat: 1991. An contribution to the study of geologic-hydrogeologic features of aquifers in eastern Serbia. Geologic annals of Balkan peninsula. Belgrade.
- Institute for the development of water resources "Jaroslav Cern"* – Documentation fund material, Belgrade 2003.

Препоръчана за публикуване от
катедра "Хидрогеология и инженерна геология", ГПФ

HYDRO CHEMICAL REGIME OF THE KARST SPRINGS ON THE MOUNT SUVA PLANINA IN EAST SERBIA

D. Stojadinovic

Institut for the Development of Water Resources
"Jaroslav Cerni"
P.O.Box 33-54
11000 Beograd

D. Isakovic

Federal Agency for Maintenance
and Development of Inland Waterways
Francuska 9
11000 Beograd

ABSTRACT

The paper presents the results of the research of physical-chemical properties of groundwater from karst aquifer formed within the carbonate rock complex of the massif Suva Planina. Groundwater from this aquifer is drained through powerful karst springs that appear on the hillsides of the massif. With regard to geology, researched area distinguishes with compound geological fabric and compound tectonic relations that predisposed certain hydrogeological properties of the terrain.

Key words: massif, karst, aquifer, chemism

INTRODUCTION

Suva Planina belongs to mountainous area of southern Serbia. With the altitude over 1800 m.a.s.l., it is one of the highest mountains in this area. It is characterized with indented relief, distinguished erosion processes that are conditioned by geological feature of the terrain. It is surrounded by Zaplanje's and Koritnicko-Babusnica's depressions along which flow the Koritnica and the Luznica. The altitudes of these depressions range between 400 and 500 m.a.s.l. Apart from some local roads Suva Planina is hardly passable (figure 1).



Figure 1. The landscape of Suva Planina

Basic Geologic-Tectonic Properties of the Terrain

The area of Suva Planina distinguishes with compound geological fabric and compound tectonic relations. Rock complex from Paleozoic distinguishes as the oldest litho-stratigraphic unit. It is represented by the series of schists, conglomerate, sandstone, diabase, sillstone, and chales. Rock complex from Mesozoic is represented by Triassic, Jurassic, and Cretaceous. The most prevailing are

Cretaceous sediments. They consist of rock complex made of limestone, and dolomite as well as of flysch series made of conglomerate, sandstone, and sillstone. Jurassic sediments are much more spread than Triassic ones, especially in the region of both anticlines of Suva Planina. They are represented by heterogeneous clastics sediments and carbonate sediments. Triassic sediments occupy little space and are discovered only on the wings of anticlines of the

mountain. They are represented by conglomerate, sandstone and limestone. Hillsides of the massif are made of Neogenic strata such as Paleocene, Miocene and Pliocene sediments. Zaplanje's and Korito-Babusnica's depressions are made of this complex, which consists of sand, clay, pebble, marl, conglomerate and sandstone. With regard to the tectonics, the massif distinguishes with compound tectonic relationships that are characterized with numerous faults of different directions of ranging. The dominant structural form is the anticline that ranges from northeast towards southeast. Its length along the axis amounts 30 km. All the same, it is one of the longest anticlines in eastern Serbia. Its core is made of formations from Paleozoic of middle Jurassic, while its wings are made of formations from upper Jurassic and lower Cretaceous. Overall, it is deformed by longitudinal and lateral faults. Regarding geotectonics, the area of Suva Planina belongs mostly to Carpathian-Balkan range and partly to Rodop i.e. Serbian-Macedonian mass made of crystal schist.

Hydrogeological Properties of the Terrain

Basic rock complex of Suva Planina is made of carbonate complex of Jurassic and Cretaceous ages, which is mostly tectonically damaged. All the same, from the aspect of drainage and accumulation of groundwaters, it is the most significant complex. It is taken by deep processes of karstification resulting in the dissolution fracture porosity formed within. Such intensively developed system of porosity enables forming of one powerful karst aquifer with significant amounts of groundwaters. The resources of these waters are in function of hydrological agency, which affects the regime of their effluence. According to the data from the nearest meteorological station, middle term average precipitation for this area amounts 850 mm. Precipitations infiltrate over the whole surface of the massif, which represents one open hydrogeological structure providing good conditions for water exchange. In this way are formed dynamic reserves whose intensities of effluence are the greatest in spring and autumn. The occurrences of springs are bound to the lowest erosion parts of the terrain and they appear on the contact of water permeable karst and water impermeable nonkarst rock complexes. In this case, it applies to flisch complex from Paleozoic or Neogene that are predisposed by certain structural elements, first by faults along which appeared effluence of the ground flow (figure 2). The strongest drainage of the karst massif of Suva Planina generates through the springs Mokra, Divljana and Ljuberadja. Their middle term average discharge amounts 0.4 – 0.9 m³/s. With regard to the way of emerging, they are of spillway type. When solving the problem of municipal water supply these springs are of extraordinary significance.

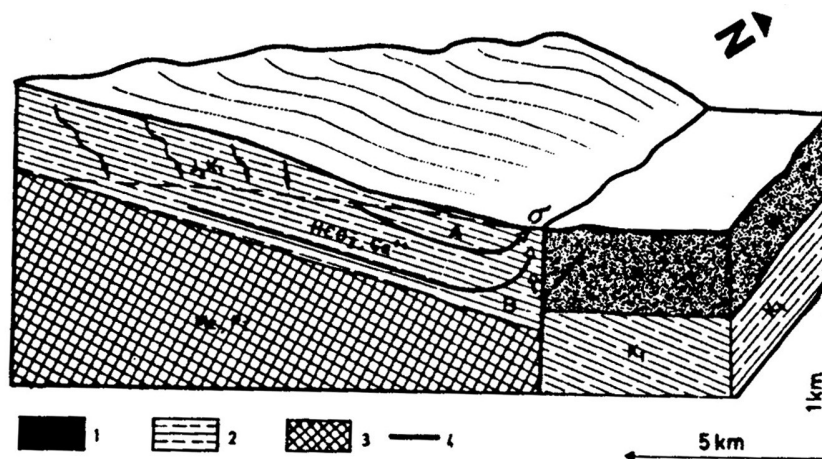


Figure 2. Hydrogeological model of the area

Physical – Chemical Properties of the Waters from Karst Springs and Their Regime

Researches of physical- chemical properties of the waters from karst springs were carried out at the springs Mokra, Divljana and Ljuberađa. Their sum results during one hydrogeological year are shown in semi-logarithm diagram (figure 3). According to the content of anions and cations (table 1), analyzed waters from these springs belong to $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ type of water which refers to already presented conclusion that they are formed in carbonate rock complex (figure 4). Their temperature regime is unstable and is liable to seasonal changes. Average annual temperature of the water amounts $11.4 - 15.2^\circ\text{C}$ at the air temperature of $11 - 17.5^\circ\text{C}$. Such a temperature ratio points out the existence of deeper shallow waterbearing layers of the aquifer within the frames of faster and weaker water exchange.

According to the content of Ph ions which amounts $7.3 - 7.4$, the waters from analyzed springs are of neutral character. Evaluated E.C. is $385 - 404$ s/cm, while Eh is $452 - 487$ mV. The content of dissolved O_2 is $8.4 - 10.2$ mg/l. According to the degree of hardness, which amounts $12.6 - 15$ dH, these waters belong to very hard waters (after Klut). As for other chemical elements, heavy metals were followed and only Cu and Zn were registered in traces. The content of organic ingredients was registered in negligible concentration, which characterizes very pure waters. Carried out analyzes and followed chemical regime of mentioned springs clearly point out that waters from these karst springs can be utilized for municipal water supply of population and settlements that gravitate in this area. All the same, they can be bottled as natural stone waters. Their ecological environment proved such a statement.

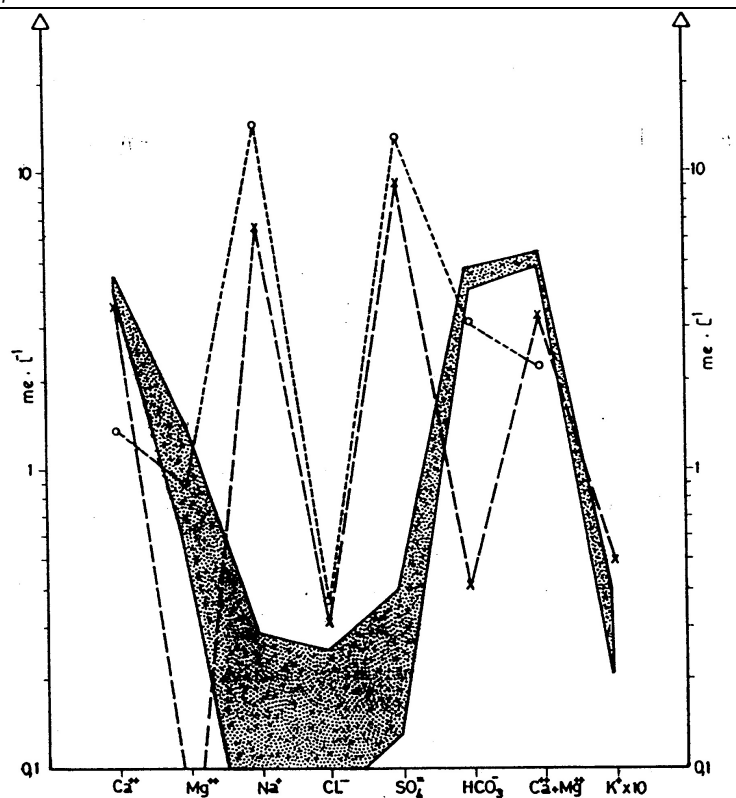


Figure 3. Semi-logarithmic diagram of hydrochemical analyses of karst springs: Mokra, Divljana and Ljubradja

Table 1. The content of the anions and cations in karst springs (mg/l)

Spring	HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	K	Na
Mokra	335.3	5.2	10.7	90.5	7.0	0.7	3.2
Divljana	291.0	3.5	8.4	85.0	5.3	0.7	1.2
Ljubradja	337.3	5.3	12.8	91.4	8.3	0.7	5.2



Figure 4. The rock complex of Suva Planina

CONCLUSION

Karst aquifers of the massif Suva Planina represent an accumulation of groundwaters whose reserves incessantly recharge. It empties through springs and wells that exist at the bottom of the Massif. One-year research of the quality of chosen springs proved that the quality of their waters was very suitable for human's utilization, which is contributed by ecologically saved environment.

REFERENCES

- Milojevic N.: Geological – hydrogeological properties of the karst springs in eastern Serbia, Excursion guide, VIII Congress KBGB, Belgrade 1967
- Vujisic T., Navala M., Kalenic M., Andjelkovic U., Krstic B., Rakic B.: Basic gaologic chart interpreter, Magazine Bela Palanka, Belgrade 1980
- Stojadinovic D., J. P. Faillat: An contribution to the study of geologic-hydrogeologic features of aquifers in eastern Serbia, Geologic annals of Balkan peninsula, Belgrade 1991
- Institute for the development of water resources "Jaroslav Cerni" – Documentation fund material, Belgrade 2003

*Recommended for publication by Department
of Hydrogeology and Engineering Geology, Faculty of Geology and Prospecting*