

Хидрогеолошки потенцијал карстних масива Озрена и Девике

Саша Стојадиновић, Михаило Шевић, Јаков Андријашевић



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Хидрогеолошки потенцијал карстних масива Озрена и Девике | Саша Стојадиновић, Михаило Шевић, Јаков Андријашевић | XVII Конгрес геолога Србије (Зборник радова XVII српског геолошког конгреса), Врњачка Бања, 17-20.05.2018. | 2018 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007230>

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

17. Конгрес геолога Србије 17 th Serbian Geological Congress	Књига апстраката Book of Abstracts	595-598	Врњачка Бања, 17-20. мај 2018. Vrnjačka Banja, May 17-20, 2018.
--	---------------------------------------	---------	--

ХИДРОГЕОЛОШКИ ПОТЕНЦИЈАЛ КАРСТНИХ МАСИВА ОЗРЕНА И ДЕВИЦЕ

Саша Стојадиновић¹, Михаило Шевић¹, Јаков Андријашевић¹

¹ Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департман за хидрогеологију, e-mail: sasa.stojadinovic@rgf.rs

Кључне речи: карстни масив, карстна издан, биланс подземних вода, резерве подземних вода.

УВОД

За развој неког подручја, од суштинске важности је познавање њеног водног потенцијала, у том смислу и подземних вода. У циљу његовог одрживог коришћења потребно је пре свега познавати распрострањење, режим и резерве подземних вода, али и услове њихове заштите.

Једно од подручја у коме су захваљујући својој геолошкој грађи и хидрогеолошким карактеристикама, формиране значајне резерве подземних вода, је карстни масив Озрена и Девице, део планинског лука Карпато-балканида. Налази се у источној Србији, где највећим делом захвата територију општина Сокобања и Алексинац, а мањим делом Сврљиг и Књажевац.

Захваљујући значајном распрострањењу добро карстификованих карбонатних стена, у овом подручју формирана је карстна издан која се дренира по ободу масива, на контакту са водо-непропусним најчешће неогеним творевинама. Дренирање издани врши се преко карстних врела (Моравица, Озрен, Ресник, Липовац, Горњокрупачко и др.), али и преко термоминералних извора у Сокобањи.

Поред знатног распрострањења на површини, карстификовани кречњаци имају распрострањење испод неогених седимената сокобањске котлине, алексиначког и сврљишког неогеног басена, што је на појединим локалитетима доказано истражним бушењем и рударским радовима.

У циљу дефинисања укупних резерви подземних вода у оквиру карстне издани Озрена и Девице, прикупљени су и анализирани доступни подаци (падавине, геолошка грађа, издашност врела и др.), а након тога изведен одговарајући биланс.

МЕТОДОЛОШКИ ПОСТУПАК

Услед повољних геолошких и хидрогеолошких карактеристика масива Озрена и Девице створени су услови за формирање карстне издани са значајним резервама подземних вода. Како би се исте и доказале урађен је прорачун њиховог биланса и резерви.

За прорачун биланса подземних вода карстне издани масива Озрена и Девице коришћена је модификована билансна једначина, коју је за исто подручје применио З. Стевановић (1991). Поменути аутор је при том ово подручје дефинисао као „лежиште изданских вода Озрен са Девицом“. Модификација билансне једначине изведена је занемаривањем подземног дотицаја у карстну издан, као и испаравања са нивоа издани уз претпоставку да у дужем низу узастопних хидролошких циклуса не долази до промене динамичких резерви:

$$P = Q_{vr} + G$$

P – атмосферске падавине; *Q_{vr}* – истицање преко врела; *G* – губици.

Процена динамичких резерви подземних вода извршена је на основу сумарне средње издашности карстних врела по ободу масива Озрена и Девице. Оне одговарају запремини подзем-

них вода у односу на референтну раван изнад коте истицања из карстне издани. Испод ове равни, односно испод коте истицања, налазе се статичке резерве.

За статичке резерве подземних вода узет је производ запремине карстне издани и ефективне порозности. З. Стевановић (1991) наводи да се вредност коефицијента ефективне порозности у карстним теренима источне Србије креће од 0,01 до 0,02, тако да је за прорачун статичких резерви коришћена осредњена вредност, односно 0,015. Запремина карстне издани одређена је као производ површине распрострањења издани и средње дубине изданске зоне (растојање од коте истицања до претпостављене базе карстификације). Обзиром на релативно мали број података о положају базе карстификације, процењено је да се иста налази на дубини од око 250 m. Површина карстне издани одређена је на основу границе распрострањења карстификованих стена на површини терена на основу истраживања М. Зеремског (2002).

РЕЗУЛТАТИ ИЗВЕДЕНИХ ИСТРАЖИВАЊА

Сливна површина карстне издани Озрена и Девице износи 294 km^2 , од чега 241 km^2 представља површину откривеног карста, а 53 km^2 површину некарстних терена. На ову површину се током године излучи просечно 808 mm падавина (Павловић и др., 2011), односно $237,5 * 10^6 \text{ m}^3$.

Истицање преко карстних врела износи $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$, односно $30,6 * 10^6 \text{ m}^3$ (динамичке резерве), што је 12,9% од средњих падавина у сливу. Укупне статичке резерве подземних вода износе $90,4 * 10^7 \text{ m}^3$.

Прорачуном биланса подземних вода утврђене су ниже вредности динамичких и статичких резерви, док је учешће падавина које се јаве на врелима за 2,9% веће од вредности до које је дошао З. Стевановић (1991). Разлог неслагања података може бити употреба различитих улазних података, пре свега величине падавина, издашност врела и др.

Губици представљени површинским и подземним отицајем и евапотранспирацијом су изузетно високи и износе $206,9 * 10^6 \text{ m}^3$ годишње, односно 87,1 %. У овом тренутку, а без допунских истраживања тешко је говорити о стварним узроцима високих губитака. Међу могуће узроке треба навести недовољну хидрогеолошку истраженост масива Озрена и Девице, а пре свега недостатак режимских осматрања протицаја карстних врела по ободу масива. Не треба занемарити ни значајне количине карстних вода које истичу у рударске радове рудника „Соко“ код Сокобање и који прелазе 30 l/s , као ни количине вода које узлазно истичу у кориту реке Моравице. С друге стране, остала је недефинисана и веза врела у долини Сврљишког Тимока са карстном издани Озрена и Девице.

ЗАКЉУЧАК

Карстни масив Озрена и Девице налази се у источној Србији. Изграђују га добро карстификоване мезозојске карбонатне творевине (различите врсте кречњака и доломита), у којима су формиране значајне резерве квалитетних подземних вода. О доброј водоносности карстне издани, говоре резултати билансних испитивања. Тако динамичке резерве износе $0,97 \text{ m}^3/\text{s}$, а укупне статичке $90,4 * 10^7 \text{ m}^3$. Израдом биланса подземних вода добијени су резултати који указују на изузетно високе губитке (87,1%) и који се не могу потврдити без додатних истраживања.

Ограничавајући фактор коришћења подземних вода из карстне издани је њихова велика рањивост на целокупној површини карстне издани. Ово из разлога што су откривене карбонатне стене интензивно карстификоване о чему сведочи велики број вртача на карстној површи Озрена и Девице. Имајући у виду резерве квалитетних подземних вода и њихов значај за становништво по ободу масива, неопходно је предузети одговарајуће мере заштите истих. У циљу дефинисања зона заштите и предузимања мера у оквиру издвојених зона, неопходна је израда карата рањивости и хазарда карстног масива Озрена и Девице.

HYDROGEOLOGICAL POTENTIAL OF KARST MASSIFS OF OZREN AND DEVICA

Sasa Stojadinovic¹, Mihailo Sevic¹, Jakov Andrijasevic¹

¹ University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Department of Hydrogeology, e-mail: sasa.stojadinovic@rgf.rs

Key words: karst massif, karst aquifer, groundwater budget, reserves of groundwater.

INTRODUCTION

For the development of a region, it is essential to clearly define the water potential, therefore groundwater potential. For the purpose of its sustainable use it is necessary, first of all, not only to know the distribution, regime and reserves of groundwater, but the conditions for their protection as well.

One of the areas in which, due to its geological composition and hydrogeological characteristics, significant reserves of groundwater have been formed, is the karst massif of Ozren and Devica, part of the Carpatho-Balkanides mountain arch. It is located in eastern Serbia, where the largest part involves the territory of the municipalities Sokobanja and Aleksinac, and to a lesser extent Svrlijig and Knjazevac.

In this area, due to the significant distribution of well-karstified carbonate rocks, karstic aquifer is formed, which is drained along the ridgeline of the massif, in contact with the impermeable most commonly Neogene sediments. Groundwater drainage is through the karst springs (Moravica, Ozren, Resnik, Lipovac Gornjokrupacko and others), but also through thermomineral springs in Sokobanja Spa.

In addition to significant spread on the surface, karstified limestone has a distribution below the sediments of the Sokobanja basin, the Aleksinac and Svrlijig Neogene basins, which has been proved in some locations by exploration drilling and mining operations.

In order to define the total reserves of groundwater within the karst aquifer of Ozren and Devica, the available data were collected and analyzed (precipitation, geological composition, yield of springs, etc.), and then a corresponding budget was presented.

METHODOLOGICAL PROCEDURE

Due to the favorable geological and hydrogeological characteristics of the Ozren and Devica massif, conditions for the formation of the karst groundwater body have been created, and that with significant reserves. In order to support this, the calculation of their budget and reserves has been made.

The budget equation, which was applied for the same area by Z. Stevanovic (1991), was used to calculate groundwater budget for the karst aquifer of Ozren and Devica massif. Mentioned author described the area as "the groundwater body of Ozren with Devica". The modified budget equation in relation to the general budget equation neglects the underground inflow in the groundwater body and evaporation from the groundwater table, with the assumption that in the long series of consecutive hydrological cycles there is no change in dynamic reserves:

$$P = Q_{vr} + G$$

P - atmospheric precipitation; *Q_{vr}* - drainage through the springs; *G* - losses.

The estimation of dynamic reserves is identified by the summarized medium spring yields along the ridgeline of Ozren and Devica, which correspond to the volume of the groundwater, above the reference plane above to the point of outflow on the surface. Below this level are static reserves.

Static reserves of underground waters are calculated as the product of the groundwater bodies volume and the effective porosity. Stevanovic (1991) states that the value of the karstification coefficient in the karstic terrains of eastern Serbia ranges from 0.01 to 0.02, and the centralized value was used to calculate static reserves, i.e. 0.015. The volume of the groundwater body is determined as the product of the surface of the groundwater body and the medium depth of the aquifer zone (the distance from the outflow point on the surface to the base of karstification). Considering the relatively small

number of data about the position of the base of karstification, it is estimated that it is at a depth of about 250 m. The delineating of the surface area of the groundwater body was based on the boundaries stated by Zeremski (2002).

RESULTS OF EXPERIENCED RESEARCH

The catchment area of the karst groundwater body Ozren and Devica amounts to 294 km², out of which 241 km² is represented by autogenic karst, and 53 km² are non-karst (allogenic) terrain. The amount of atmospheric precipitation, which is excreted in the research area for one year, is 808 mm (Pavlovic et al., 2011), i.e. $237.5 * 10^6 \text{ m}^3$.

Outflow through the karst is 0.97 m³/s, i.e. $30.6 * 10^6 \text{ m}^3$ (dynamic reserves), which is 12.9% of the average precipitation in the catchment area. Total static reserves of groundwater are $90.4 * 10^7 \text{ m}^3$.

By calculating the groundwater budget considerably less values of dynamic and static reserves were obtained while the amount of precipitation that appears in springs is 2.9% higher than the value given by Z. Stevanovic (1991). The reason for the disagreement of data can be the use of different input data, primarily the amount of precipitation, the yield of the springs, etc.

Losses presented by surface and subsurface runoff and by evapotranspiration are extremely high $206.9 * 10^6 \text{ m}^3$ per year, i.e. 87.1%. At this moment, and without additional research, it is difficult to talk about the real causes of high losses. One of the possible causes is the insufficient hydrogeological research works of the massif Ozren and Devica and above all the lack of regime observations of the flow of karst springs along the foothill of the massif. The significant amount of karst waters also outflow in the underground mining works of the Soko Mine near Sokobanja and exceed 30 l/s, as well as the amount of water that outflow upstream in the Moravica riverbed. On the other hand, the connection of the spring in the valley of Svrlijski Timok with the karst groundwater body Ozren and Devica remained undefined.

CONCLUSION

Karst massif Ozren and Devica is located in eastern Serbia. It is built by karstified Mesozoic carbonates (different types of limestone and dolomite), in which significant reserves of groundwater have been formed. The amount of water in this karst groundwater body is calculated through the budget equation. Thus the dynamic reserves are 0.97 m³/s, and the total static is $90.4 * 10^7 \text{ m}^3$. Through the groundwater budget calculation, results have been obtained, which indicate extremely high losses (87.1%) and which cannot be confirmed without additional research.

The limiting factor for the use of groundwater from the karst is their great vulnerability on the entire surface of the karst groundwater body. This is because the carbonates on the surface are intensively karstified, evidence of which is large number of dolines on the karst area of Ozren and Devica. Bearing in mind the reserves of good-quality groundwater and their importance for the population along the ridgeline of the massif, it is necessary to take appropriate measures to protect the very groundwater. In order to define the protection zone and take measures within the selected zones, it is necessary to create maps of vulnerability and hazard of the karst massif of Ozren and Devica.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Pavlovic, M., Radivojevic, A., Dimitrijevic Lj., 2011. Climate of Sokobanja basin and its influence on the development of agriculture, *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijic"*, Serbian Academy of Sciences and Arts, 11–27.
- Stevanovic, Z., 1991. The Hydrogeology of Karst Aquifer of Carpatho-Balkanides of Eastern Serbia and Water Supply Possibilities, *Faculty of Mining and Geology, University of Belgrade*, 1–245.
- Zeremski, M., 2002. Karst of Ozren and Devica, *Proceeding and committees for karst and speleology, Serbian Academy of Sciences and Arts*, 1–27.