

ЗАПИСНИЦИ СРПСКОГ ГЕОЛОШКОГ ДРУШТВА за 2013. годину

COMPTE RENDUS DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ SERBE DE GÉOLOGIE
pour les années 2013

REPORTS OF THE SERBIAN GEOLOGICAL SOCIETY
for the year 2013

Beograd, 2014.

Марина Чокорило Илић¹, Весна Ристић Вакањац¹, Борис Вакањац², Душан Полочич¹,
Драгољуб Бајић¹

Marina Čokorilo Ilić¹, Vesna Ristić Vakanjac¹, Boris Vakanjac², Dušan Polomčić¹, Dragoljub
Bajić¹

ОХРИДСКО И ПРЕСПАНСКО - ЈЕЗЕРА НА ТРОМЕЊИ

TRIPOINT LAKES OHRID AND PRESPA

(ЗБОР СЕКЦИЈЕ ЗА ХИДРОГЕОЛОГИЈУ, 29.11.2013)

ПРЕТХОДНО САОПШТЕЊЕ, СТРУЧНИ РАД - RAPPORT - REPORT

Апстракт. Охридско и Преспанско језеро спадају у гранична међудржавна језера и налазе се на територији југоисточне Европе. Охридско језеро територијално припада два државама – Бившој Југословенској Републици Македонији (у даљем тексту Македонија) и Албанији, док је Преспанско језеро смештено на тромеђи, односно деле га три државе – Македонија, Албанија и Грчка. У овом раду ће бити приказане основне геолошке и хидрогеолошке карактеристике овог подручја, услови прихрањивања, циркулације и дренажа подземних вода. Такође ће бити приказана постојећа утврђена веза вода Преспанског и Охридског језера, односно на који начин воде Преспанског језера дренажују се највећим делом преко понора Завир, путем бројних подземних канала доспевају до Охридског језера где се јављају у виду многобројних извора од којих су најзначајнији Св. Наум, Тушемишт и Биљанини извори.

Кључне речи: карст, подземне воде, Охридско језеро, Преспанско језеро.

Abstract. Lake Ohrid and Lake Prespa are transboundary, tripoint lakes in South-East Europe. Lake Ohrid is shared by two countries—Former Yugoslav Republic of Macedonia (hereafter: Macedonia) and Albania, while Lake Prespa is shared by three countries—Macedonia, Albania and Greece. The main geological and hydrogeological characteristics of the lake area and the groundwater recharge, circulation and drainage conditions are presented in the paper. The confirmed contact between Lake Prespa and Lake Ohrid is discussed in detail, showing how the water drained from Lake Prespa, mostly via the Zavir Ponor and numerous underground conduits, reaches Lake Ohrid where it emerges at many springs, the most important being St. Naum, Tushemisht and Biljana's Springs.

¹ Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департман за хидрогеологију, Бушина 7, 11000 Београд; University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Department of Hydrogeology, Đjusina 7, 11000 Belgrade

² Универзитет Сингидунум, - Факултет за примењену екологију „Футура“, Пожешка 83а, 11000 Београд Singidunum University - Faculty of Applied Ecology "Futura", Požeška 83a, 11000 Belgrade
контакт e-mail: marinacokorilo@gmail.com

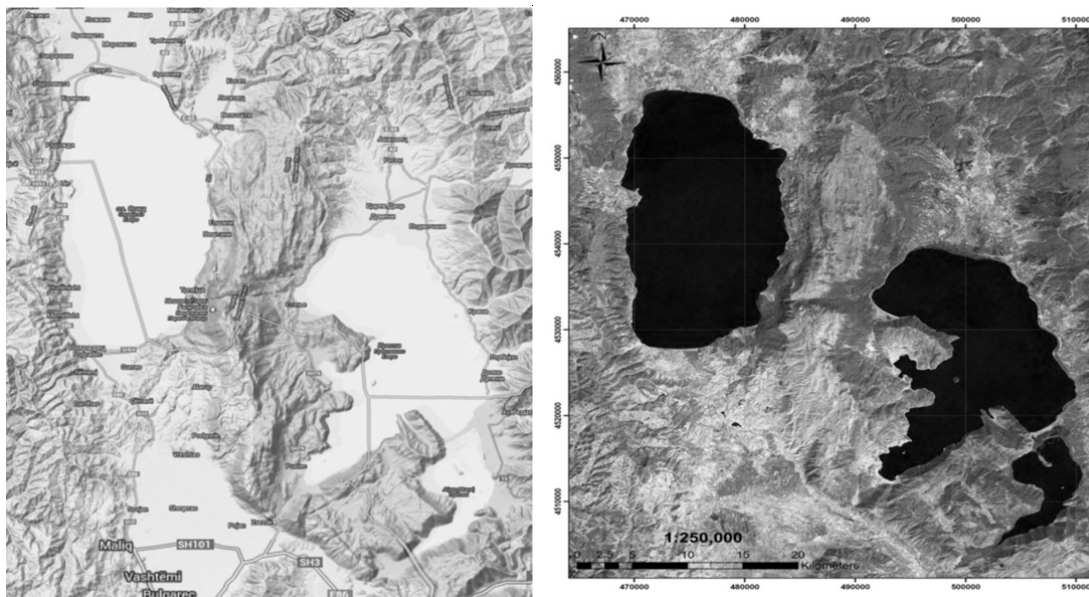
Key words: karst, groundwater, Lake Ohrid, Lake Prespa.

УВОД

Охридско и Преспанско језеро су два велика тектонска језера смештена у југоисточном делу Европе. Воде Охридског језера деле две државе: Бивша Југословенска Република Македонија и Албанија док воде Преспанског језера припадају трима државама: Бивша Југословенска Република Македонија, Албанија и Грчка.

Охридско језеро се налази на 693 метара надморске висине и захвата површину од 350 km². Укупна дужина обале овог језера износи 96 km од чега 60 km припада територији Бивше Југословенске Републике Македоније а осталих 36 km припада територији Албаније. Дужина језера је 30 km, док је његова ширина до 15 km. Најдубља измерена тачка у Охридском језеру има вредност од 294 метра.

Када се говори о Преспанском језеру, поред Великог Преспанског језера треба поменути и Мало Преспанско језеро које територијално припада само Грчкој. Мало Преспанско језеро захвата површину од 47.35 km² и најдубља тачка у језеру је 8 метара. По својим геолошким и хидрогеолошким карактеристикама далеко занимљивије и важније је Велико Преспанско језеро. Укупна површина овог језера износи 274 km², од чега 186,3 km² припада територији Македоније (68%), 49,3 km² Албанији (18%) 38,4 km² или 14% укупне водене површине припада Грчкој. Језеро се налази на надморској висини од 853 метара са највећом регистрованом дубином у износу од 55 метара.



Сл. 1. Географски положај Охридског, Великог и Малог Преспанског језера

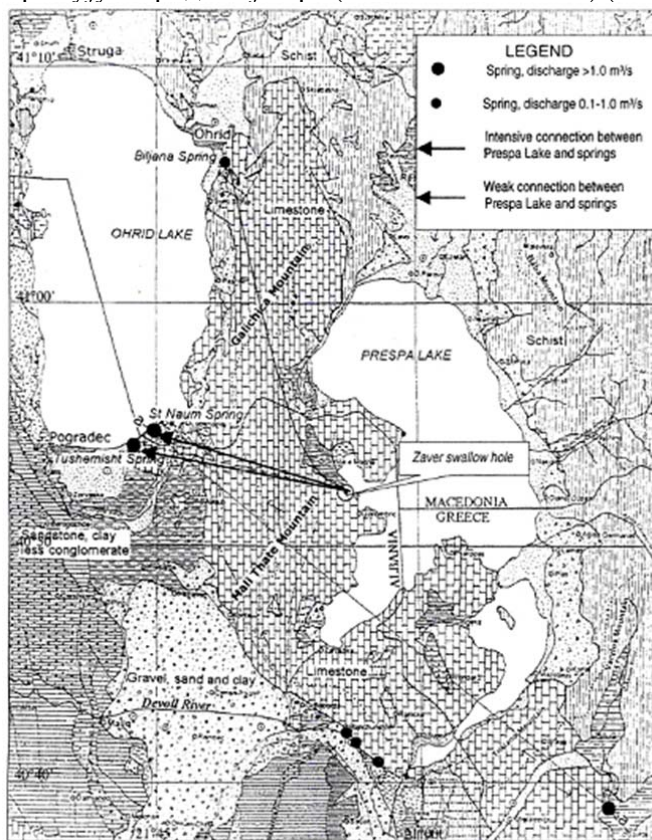
Fig. 1. Geographical locations of Lake Ohrid, the Great Prespa Lake and the Small Prespa Lake

ХИДРОГЕОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ШИРЕФ ПОДРУЧЈА

Охридско језеро спада у ред већих европских језера, док је на југу Европе свакако једно од највећих, а истовремено и најдубљих језера. Смештено је у дубокој и затвореној котлини. Са свих страна а посебно са западне и источне окружују га високе планине. На истоку је планина Галичица (2255 мнв) а на западу Мокра планина и Јабланица (1945 мнв). Хидролошки посматрано сливу Охридског језера припада 40 река, од којих 23 се налази на албанској страни а 17 на Македонској територији.

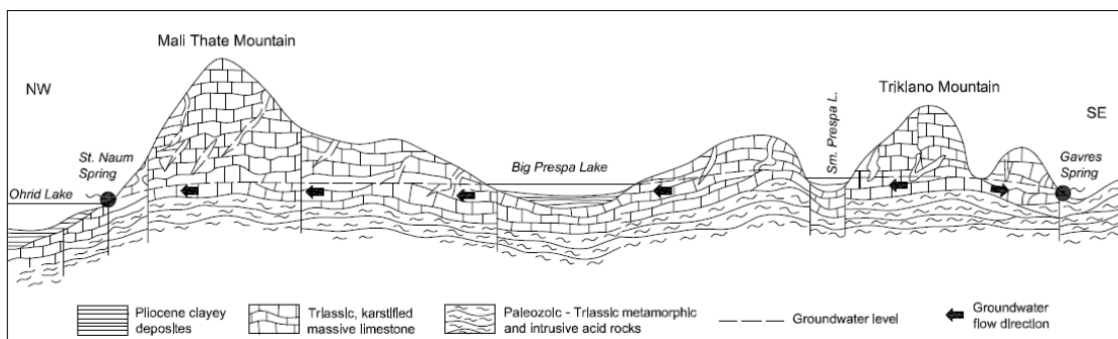
На 160 m хипсометријски вишој koti а на свега 10 km удаљености у правцу југоистока налази се Преспанско језеро смештено на јужној страни Преспанске котлине између планина Галичице и Бабе. На самом језеру налазе се два ненасељена острва: Голем град или Змијско острво на македонској страни и Мал Град на албанској страни језера. Језеро добија воду на рачун бројних извора и неколико мањих токова који се уливају у језеро. Са Македонске стране то су Голема, Брајчинска, Кранска, Источка, Болнска и Преторска река. Са Грчке то је Стара река.

Ова два језера раздвајају два интензивно карстификована кречњачка масива, тријаске и јурске старости, Мали Тате (2287 m) на југу који територијално припада Албанији и Галичица (2262 m) на северу која се налази на територији Македоније (сл. 2). Воде Преспанског језера повезано је са Охридским језером бројним подземним каналима који су формирани у поменутом карстним масивима. Преспанско језеро се највећим делом дренира преко великог понора Завир и ове воде се касније појављују на изворима који прихрањују Охридско језеро (ANOVSKI *et al.* 1991) (сл. 2 и сл. 3).



Сл. 2. Шематска хидрогеолошка карта шире околине Охридског и Преспанског језера (АМАТАЈ *et al.* 2005)

Fig. 2. Hydrogeological schematic map of the extended area of Lake Ohrid and Lake Prespa (АМАТАЈ *et al.* 2005)



Сл. 3. Хидрогеолошки профил а-а` (АМАТАЈ *et al.* 2005)

Fig. 3. Hydrogeological cross-section a-a` (АМАТАЈ *et al.* 2005)

Једна од првих истраживања на овом терену вршио је још ЈОВАН ЦВИЈИЋ (1906) са циљем доказивања везе између вода Преспанског и Охридског језера. Овим истраживањима је утврдио да се Охридско језеро прихрањује једним делом на рачун вода Преспанског језера тако што воде Преспе пониру у понору Завир и касније се јављају дуж обале Охридског језера у виду мањих или већих извора (врело Свети Наум, Тушемишт, Биљанини извори) или вруља. Исте године Цвијић је доказао да Охридско језеро добија у просеку око $7-10 \text{ m}^3/\text{s}$ воде из Преспанског језера.

Од већих извора значајно је поменути врело Свети Наум које се јавља код истоименог Манастира по коме је и добио име – (слика 4 - Македонска територија, и врело Тушемишт Албанска територија – слика 5). Налазе се на самој граници Македоније са Албанијом на међусобном растојању од око 2 km, и оба су разбијеног типа. Оба врела формирају своје кратке токове и након свега неколико 10-тина метара уливају се у Охридско језеро.



Сл. 4. Изворишни део врела Свети Наум
Fig. 4. Discharge point of St. Naum Spring.



Сл. 5. Изворишни део врела Тушемишт
Fig. 5. Discharge point of Tushemisht Spring

Процењено је да укупна количина вода којима ова два извора прихрањују Охридско језеро износи $255 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ или у просеку око $8 \text{ m}^3/\text{s}$. Поред ова два извора доказана је и веза понора Завир са трећим извором у Охридском језеру односно Биљаниним изворима (сл. 8), које се налази 22 km северно од Св. Наума, али за разлику од поменута претходна два извора овде не постоји интензивно прихрањивање. Просечно истицање овог извора износи $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.



Сл. 6. Формирани ток врела Свети Наум
непостедно пре уливања у Охридско језеро
Fig. 6. Stream formed by St. Naum Spring,
immediately before it empties into Lake Ohrid



Сл. 7. Формирани ток врела Тушемишт
непостедно пре уливања у Охридско језеро
Fig. 7. Stream formed by Tushemisht Spring,
immediately before it empties into Lake Ohrid.

Опитима бојења и изотопским анализама новијег датума утврђено је да 42% од укупног порекла вода врела Св. Наум потиче из Преспе док код врела Тушемишт иде чак и до 54% (АМАТАЈ *et al.* 2005). Овим опитом је утврђено да у поменутом карстном масиву постоји јако добро развијен систем карстних канала који су смештени на релативно малом растојању.

Врело Свети Наум (Сл. 6) заједно са врелом Тушемишт (сл. 7) сматрају се извориштем Црног Дрима. Након уливања вода врела у језеро, воде Црног Дрима теку правцем југоисток – северозапад да би у месту Струга формирале опет свој ток и наставиле да теку до свог спајања са Белим Дримом у Албанији, формирајући Дрим који се улива касније у Јадранско море (сл. 9). У периодима када нема ветра, може се јасно видети из авиона или са виших кота планине Галичице правац кретања вода Црног Дрима кроз Охридско језеро. Вода Охридског језера је изузетно чиста и мерењима је доказано да видљивост иде и до 22 m дубине. Подручје шире околине Охридског језера 1980. године је заштићено од стране UNESCO-а.



Сл. 8. Биљанини извори
Fig. 8. Biljana's Springs



Сл. 9. Формирање тока Црног Дрима у Струги
Fig. 9. Formation of the Black Drim River at Struga

TRIPPOINT LAKES OHRID AND PRESPA

INTRODUCTION

Lake Ohrid and Lake Prespa are two large tectonic lakes situated in South-East Europe. Lake Ohrid is shared by two countries: the Former Yugoslav Republic of Macedonia (hereafter: Macedonia) and Albania, and Lake Prespa by three countries: Macedonia, Albania and Greece.

Lake Ohrid is located at an altitude of 693 meters above sea level and has a surface area of 350 km². The total length of the lakeshore is 96 km, of which 60 km is in Macedonia and the remaining 36 km in Albania. The lake is 30 km long and 15 km wide. The deepest registered point of Lake Ohrid is at 294 meters.

With regard to Lake Prespa, it should be noted that there are the Great Prespa Lake and the Small Prespa Lake. Territorially, Small Prespa Lake belongs only to Greece. The Small Prespa Lake has a surface area of 47.35 km² and its deepest point is at 8 meters. However, the geological and hydrogeological characteristics of the Great Prespa Lake are far more interesting and more significant. The total surface area of this lake is 274 km², of which 186.3 km² (68%) belongs to Macedonia, 49.3 km² (18%) to Albania and 38.4 km² (14%) to Greece. The lake is situated at an altitude of 853 meters and its deepest registered point is at 55 meters.

HYDROGEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE GENERAL AREA

Lake Ohrid is one of Europe's major lakes, and certainly one of the largest and deepest in South-East Europe. It is situated in a deep and closed gorge, surrounded by high mountains on all sides, especially in the east and west: Mt. Galičica (alt. 2255 m) to the east and Mts. Mokra Planina and Jablanica (alt. 1945 m) to the west. In hydrologic terms, more than 40 rivers belong to the Lake Ohrid Basin, of which 23 are in Albania and 17 in Macedonia.

Lake Prespa is situated at a 160 m hypsometrically higher altitude, at a distance of only 10 km from Lake Ohrid, on the southern side of the Prespa Gorge, between Mt. Galičica and Mt. Baba. There are two uninhabited islands on this lake: Golem Grad (or Zmijsko Ostrvo) on the Macedonian side and Mal Grad on the Albanian side of the lake. The lake receives water from numerous springs and several small streams—the Golema, Brajčinska, Kranska, Istočka, Bolnska and Pretorska in Macedonia and the Stara in Greece.

The lakes are separated by two intensely karstified limestone massifs, Triassic and Jurassic: Mali Thate (2287 m) in the south, on Albanian territory, and Galičica (2262 m) in the north, in Macedonia (Fig. 2). The waters of Lake Prespa and Lake Ohrid are connected via numerous underground conduits formed in the karst massifs. Lake Prespa is largely drained via the large Zavir Ponor; the water later emerges at the springs that recharge Lake Ohrid (Fig. 2 and Fig. 3).

One of the first research projects in this area was undertaken by Jovan Cvijić back in 1906, to prove that there was a link between Lake Prespa and Lake Ohrid. This research showed that Lake Ohrid was partly recharged from Lake Prespa; the water of Lake Prespa sinks at the Zavir Ponor and later emerges along the shore of Lake Ohrid, at a number of lakeside springs of various sizes (the major being St. Naum, Tushemisht and Biljana's Springs) or vrulja (sublake) springs. That same year Cvijić proved that Lake Ohrid receives 7-10 m³/s of water, on average, from Lake Prespa.

Among large springs, the most significant are St. Naum, located near a monastery in Macedonia after which it was named (Fig. 4), and Tushemisht in Albania (Fig. 5). They are

situated on the very border between Macedonia and Albania and the distance between them is only 2 km. Both are comprised of clusters of springs and both form short streams that empty into Lake Ohrid after only several tens of meters.

The total rate at which these two springs recharge Lake Ohrid has been estimated at $255 \cdot 10^6 \text{ m}^3$, or some $8 \text{ m}^3/\text{s}$ on average. Additionally, a link has been confirmed between the Zavir Ponor and the third major spring at Lake Ohrid—Biljana's Springs (Fig. 8), located 22 km north of St. Naum. Unlike to the other two springs, the rate of recharge of this spring is not high, amounting to $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ on average.

Recent tracer tests and isotopic analyses have revealed that 42% of the water contributed by St. Naum and as much 54% of that delivered by Tushemisht originate from Lake Prespa (AMATAJ *et al.*, 2005). The tests also showed that the karst formation features a well-developed system of karst conduits over a relatively small distance.

St. Naum Spring (Fig. 6) and Tushemisht Spring (Fig. 7) are considered to be the discharge point (area) of the Crni Drim River, which in the SE-NW direction flows through Lake Ohrid, and at the end in Town of Struga, river flow is formed. It runs to the confluence with the Beli Drim in Albania, creating the Drim River which later empties into the Adriatic Sea (Fig. 9). When there is no wind, the direction of the flow of the Black Drim through Lake Ohrid can be clearly seen from an aircraft or from high elevations of Mt. Galičica. The water of Lake Ohrid is extremely clean and clear; tests have indicated a water transparency up to a depth of as much as 22 m. The extended area of Lake Ohrid became a UNESCO protected area in 1980.

ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- AMATAJ S., ANOVSKI T., BENISCHKE R., *et al.* (2005): *Tracer methods used to verify the hypothesis of Cvijić about the underground connection between Prespa and Ohrid Lake*, In: Water Resources and Environmental problems in Karst (Stevanovic Z, Milanovic P, eds.), pp.385-390, Belgrade
- ANOVSKI T., ANDENOVSKI B., MINCEVA B., (1991): *Study of the hydrologic relationship between Ohrid and Prespa lakes*, Proceedings of an IAEA International Symposium, IAEA-SM-319/62p., Vienna
- CVIJIĆ J. (1906): *Osnove za geografiju i geologiju Makedonije i Stare Srbije*, Beograd
<http://www.panacomp.net/>
<http://www.znanje.org/>