

## Prilog poznavanju režima voda reke Visočice

Vesna Ristić Vakanjac, Jovan Nikolić, Marina Čokorilo Ilić, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Bojan Hajdin, Jelena Ratković



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Prilog poznavanju režima voda reke Visočice | Vesna Ristić Vakanjac, Jovan Nikolić, Marina Čokorilo Ilić, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Bojan Hajdin, Jelena Ratković | 17. Kongres geologa Srbije, Vrnjačka Banja, 17-20.05.2018. | 2018 ||

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0006088>

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](http://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](http://www.dr.rgf.bg.ac.rs)

|  |                                       |         |  |
|--|---------------------------------------|---------|--|
| 17. Конгрес геолога Србије<br>17 <sup>th</sup> Serbian Geological Congress | Књига апстраката<br>Book of Abstracts | 505-510 | Врњачка Бања, 17-20. мај 2018.<br>Vrnjačka Banja, May 17-20, 2018. |
|--|---------------------------------------|---------|--|

## ПРИЛОГ ПОЗНАВАЊУ РЕЖИМА ВОДА РЕКЕ ВИСОЧИЦЕ

Весна Ристић Вакањац<sup>1</sup>, Југослав Николић<sup>2</sup>, Марина Чокорило Илић<sup>1</sup>, Душан Поломчић<sup>1</sup>, Драгољуб Бајић<sup>1</sup>, Бојан Хајдин<sup>1</sup>, Јелена Ратковић<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Универзитет у Београду, Рударско геолошки факултет, Бушина 7,  
e-mail: vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Републички хидрометеоролошки завод Србије, Кнеза Вишеслава 66, Београд

Кључне речи: режим, специфични отицај, Височица.

### УВОД

Специфични геолошки и хидрогеолошки услови у области слива реке Височице, а пре свега широко распрострањење карбонатног средње тријаског комплекса стена, као и доњо тријаске шарене серије (алевролити, пешчари, конгломерати) имали су за последицу формирање специфичног типа дренажне мреже као и специфичног режима отицаја реке Височице и њених значајнијих притока. У конкретном случају, у горњим деловима слива ове реке као и њених главних притока, у оквиру доњо тријаских седимената развијен је дендритичан тип хидрографске мреже, док преласком на средње тријаске кречњаке, формирани речни токови губе воду концентрично или сукцесивно дуж понорских зона. У овом делу речна корита немају притока и углавном остају без воде током летњих дужих сушних периода.

### МЕТОДЕ

#### Хидрографске карактеристике слива реке Височице

Слив реке Височице је типичан асиметричан слив, лева долинска страна скоро да је у потпуности одсутна, док је десна долинска развијена. Свој ток формира у Бугарској у области Беровских планина на коти 1640 mпм. На свом путу кроз Бугарску прима воде неколико мањих токова: Куратска река, Криви поток, Губешка река и Реновштица. Након 16.7 km свог тока који је формирала на територији Бугарске, код села Доњи Криводол прелази на територију Србије где прихвата воде прве значајније притоке Криводолштице. Даље текући на запад прихвата воде своје друге по реду значајне притоке Каменичке реке, након тога прихвата Росомачку реку и на крају код Височке Ржане прихвата и Дојкиначку реку, своју најзначајнију притоку. Све поменуте притоке су десне притоке. Након Височке Ржане, Височица на свом путу до Паклештице прихвата искључиво мање повремене токове. Од Паклештице река Височица формира Завојско језеро. Након бране Завојског језера ток Височице у свом кориту има само биолошки минимум до свог спајања код Мртвачког моста са Топлодолском реком формирајући ток Темштице. Дакле, река Височица свој природни ток има до Паклештице и у овом раду ће бити приказана анализа природног режима овог тока и њених притока са посебним освртом на мале воде.

#### Хидролошке карактеристике слива реке Височице

Специфични геолошки и хидрогеолошки услови а пре свега распрострањење карбонатног комплекса стена, имају за последицу најчешће формирање карстног режима и огромне разлике између величина максималних и минималних протицаја а у појединим деловима и до пресушивања тока. Са друге стране присуство пукотинске издани на хипсометријски вишим kotaма сливних

подручја притока реке Височице па и саме Височице утичу на брзе пропагације падавина што још више повећава разлику између максималних и минималних протока формираних водотока. Имајући у виду надморске висине изворишних делова сливова које често достижу па и прелазе 2000 мм, пролећне обимне кише и нагла отапања снега могу изазвати нагле и брзе порасте водостаја/протицаја, односно могу условити формирање поплавних таласа (Ристић Вакањац и др., 2015). Генерално, максимални протицаји се јављају најчешће почетком пролећа након отапања снега и тада долази до прихрањивања издани и повећања њеног нивоа, као и прихрањивања површинских токова, при чему долази до пораста њихових водостаја. Други максимум се обично јавља крајем пролећа и почетком лета, мада се често ова два максимума преклапају, односно јављају у истом периоду (Ристић, 2007). Период ниских вода, везан је за јесењи период (август – септембар), када нема прихрањивања издани, односно у овом периоду долази до пада нивоа подземних вода и самим тим то се одражава и на ниво површинских вода (слика 1Б). Током периода ниских вода често долази и до пресушивања присутних речних токова. Ради анализе режима површинских вода слива реке Височице преузети су подаци о дневним протицајима забележеним на 6 хидролошких станица. То су на реци Височици: вод. ст. Изатовац, вод. ст. Браћевци, вод. ст. Височка Ржана и вод. ст. Паклештица, и на притокама: Дојкиначкој реци вод. ст. Височка Ржана и на Каменичкој реци, вод. ст. Каменица. На жалост на већини станица се престало са осматрањима водостаја и мерењима протицаја (слика 1А). У табели 1 дати су основни подаци везани за разматране станице.

Табела 1. Списак хидролошких станица које се налазе у сливу реке Височице.  
Table 1. Gauging stations in the catchment of the Visočica River.

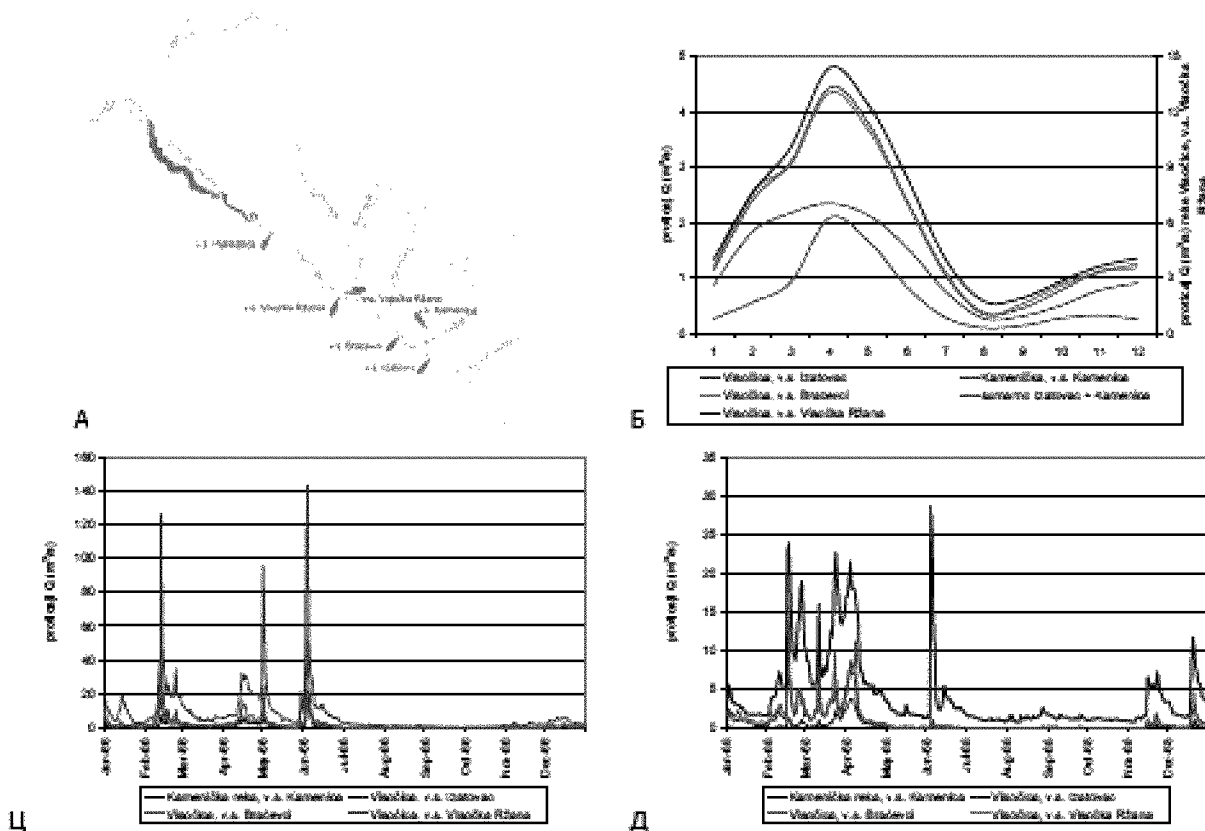
| РБ | река       | вод. станица  | површина слива | удаљење од ушћа | година одривања | година завршетка са радом |
|----|------------|---------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| 1  | Височица   | Изатовац      | 156            | 38.6            | 1963            | 1992                      |
| 2  | Височица   | Браћевци      | 227            | 43.4            | 1963            | -                         |
| 3  | Височица   | Височка Ржана | 403            | 22.8            | 1958            | 2005*                     |
| 4  | Височица   | Паклештица    | 458            | 21.0            | 1959            | 1990*                     |
| 5  | Дојкиначка | Височка Ржана | 139            | 0.25            | 1981            | -                         |
| 6  | Каменица   | Каменица      | 68             | 1.9             | 1963            | 1978                      |

Напомена: \*Осматрања на Височици у профилу Паклештица 1990. године, као и у профилу Височка Ржана 2011. године су преузета од стране ХЕ "Пирот" и трају до данас.

Note: \*Visočica monitoring data collected at Pakleštica in 1990 and Visočka Ržana in 2011 were obtained from the Pirot thermal power plant. Monitoring at these stations is ongoing.

## РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Подаци неопходни за израду овог рада су преузети из базе података Републичког хидрометеоролошког завода Србије за укупни период када су на појединим станицама вршена мерења. У раду је су све обраде извршене за период 1964–1978. година из разлога што су на свим разматраним станицама вршена осматрања у овом периоду, изузев на Дојкиначкој реци на којој се са осматрањима отпочело тек 1981. године. У табели 2 дате су вредности средњемесечних и годишњих протицаја за разматрани период, као и специфичних отицаја за сваки разматрани профил. На основу резултата приказаних у табели 2 може се закључити да специфични отицај пратећи сам ток реке Височице расте, односно у профилу в.с. Изатовац износи  $7.73 \text{ l/s/km}^2$ , затим у профилу Браћевци износи незнатно више, односно  $9.53 \text{ l/s/km}^2$  а затим нагло скаче и износи чак  $15.55 \text{ l/s/km}^2$  у профилу в.с. Височка Ржана. Специфични отицај Каменичке реке има вредност сличну као и Височица (в.с. Изатовац и в.с. Браћевци) и износи  $8.24 \text{ l/s/km}^2$ . Непосредни слив реке Височице у износу од  $176 \text{ km}^2$  који се односи на део између в.с. Браћевци и в.с. Височке Ржане и који обухвата слив Росомачке и Дојкиначке реке има специфични отицај чак  $21.16 \text{ l/s/km}^2$ . По истом принципу срачунати су специфични отицаји и за сваку појединачну годину. У раду ће бити



Слика 1. А - Просторни распоред разматраних водомерних профила у сливу реке Височице, Б - Унутаргодишња расподела реке Височице и Каменичке реке, Ц - Хидрограм отицаја реке Височице за 1966. годину (сушна година), Д - Хидрограм отицаја реке Височице за 1968. годину (кишна година)  
 Figure 1. А – Spatial distribution of the considered gauging stations in the Visočica catchment, B – Monthly distributions of the Visočica and the Kamenička, C – Runoff hydrograph of the Visočica in 1966 (dry year), and D – Runoff hydrograph of the Visočica in 1968 (wet year).

Табела 2. Средње месечни и годишњи протичаји и специфични отицај забележени у разматраним профилима осредњени за период 1964-1978. година.  
 Table 2. Mean monthly and annual discharges and surface runoff at the considered gauging stations (1964-1978 averages).

| профил | Јан  | Феб  | Мар   | Апр   | Мај   | Јун  | Јул  | Авг  | Сеп  | Окт  | Нов  | Дец  | Оср<br>m <sup>3</sup> /s | q<br>l/s/km <sup>2</sup> |
|--------|------|------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------|--------------------------|
| 1      | 4.01 | 7.63 | 10.13 | 14.38 | 12.38 | 8.45 | 4.04 | 1.76 | 1.94 | 2.82 | 3.61 | 4.07 | 6.27                     | 15.55                    |
| 2      | 0.88 | 1.84 | 2.17  | 2.34  | 2.13  | 1.54 | 0.77 | 0.27 | 0.31 | 0.51 | 0.78 | 0.91 | 1.21                     | 7.73                     |
| 3      | 0.27 | 0.57 | 0.94  | 2.09  | 1.67  | 0.84 | 0.29 | 0.10 | 0.15 | 0.27 | 0.33 | 0.26 | 0.65                     | 9.53                     |
| 4      | 1.21 | 2.56 | 3.06  | 4.34  | 3.68  | 2.38 | 1.10 | 0.35 | 0.54 | 0.87 | 1.10 | 1.25 | 1.87                     | 8.24                     |
| 5=2+3  | 1.14 | 2.41 | 3.11  | 4.43  | 3.80  | 2.38 | 1.06 | 0.38 | 0.46 | 0.78 | 1.11 | 1.17 | 1.85                     | 6.28                     |
| 6=1-4  | 2.80 | 5.07 | 7.07  | 10.04 | 8.70  | 6.07 | 2.93 | 1.42 | 1.40 | 1.94 | 2.51 | 2.82 | 3.72                     | 21.16                    |

Напомена: 1 - Височица, в.с. Височка Ржана, 2 - Височица, в.с. Изатовач, 3 - Височица, в.с. Браћевци, 4 - Каменичка, в.с. Каменица, 5 - сумарни протоци забележени у в.с. Изатовцима и у в.с. Каменици, 6 - разлика у протоцима забележеним у Височној Ржани и у Браћевцима.

Note: 1 – the Visočica, gauging station at Visočka Ržana, 2 – the Visočica, gs at Izatovac, 3 – the Visočica, gs at Bračevci, 4 – the Kamenička, gs at Kamenica, 5 – Summary discharges recorded at Izatovac and Kamenica, 6 – Difference between discharges recorded at Visočka Ržana and Bračevci.

приказани резултати везани за екстремне године, 1966. годину као представник сушне године и 1968. година као репрезент кишне године. На слици 1Ц и 1Д дати су упоредни хидрограми Височице и Каменичке реке за одабране године. Коefицијенти корелација између протицаја забележених у разматраним профилима се крећу у износу од 0.5-0.7 за сушне године а за кишне године од 0.8 па до преко 0.95 што указује на добру сагласност протицаја Височице осматрене у разматраним профилима. Што се тиче специфичног отицаја (табела 3), њихове вредности су знатно веће за влажну у односу на сушну годину. И овде као и на нивоу средње вишегодишњих вредности, за приближно исте вредности се добијају за Височицу у профилима Изатовац и Браћевци и за Каменичку реку, док за Височицу, в.с. Височка Ржана добијају се знатно веће вредности, и то скоро два пута веће са влажну годину, а 2.5 пута већу за сушну годину. Што се тиче непосредног слива реке Височице (потез Браћевци - Височка Ржана) специфични отицај за кишну годину износи чак 32.07 l/s/km<sup>2</sup>, док за сушну годину износи 18.42 l/s/km<sup>2</sup> (табела 3).

Табела 3. Специфичан отицај Височице и Каменичке реке за одабрану сушне и кишну годину (l/s/km<sup>2</sup>)  
Table 3. Surface runoff of the Visočica and the Kamenička in the selected dry and wet years (l/s/km<sup>2</sup>)

| година        | Каменичка<br>в.с. Каменица | Височица<br>в.с. Изатовац | Височица<br>в.с. Браћевци | Височица<br>в.с. В. Ржана | Височица* | Височица** |
|---------------|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------|------------|
| 1966 - влажна | 12.71                      | 9.07                      | 10.37                     | 19.85                     | 10.17     | 32.07      |
| 1968 - сушна  | 4.70                       | 4.53                      | 4.31                      | 10.47                     | 4.58      | 18.42      |

Напомена: \* - сумарни протоци Каменичке реке и Височице, в.с. Изатовац, \*\* - Непосредни слив реке Височице добијен као разлика в.с. Височка Ржана и в.с. Браћевци

Note: \* Summary discharges of the Kamenička and the Visočica at Izatovac, \*\* Immediate catchment of the Visočica, reflecting the difference between the gauging stations at Visočka Ržana and Bračevci

## ЗАКЉУЧАК

Као закључак се може изнети да изузетно велике вредности специфичног отицаја добијене за непосредни слив реке Височице на потезу Браћевци - Височка Ржана су последица понирања вода реке Височице на потезу узводно од Браћевца, а да се део ових вода највероватније враћа у корито саме реке Височице након Браћевца што би требало опитима бојења и доказати. Део ових вода се можда појављује и на Јеловичком врелу чиме би део површине слива која топографски припада Росомачкој реци, Каменичкој реци или Височици, хидрогеолошки би требало да припада Јеловичкој, односно посредно Дојкиначкој реци (Ристић Вакањац и др, 2016). Дакле, само детаљним хидрогеолошким истраживањима би се прецизније могле дефинисати прерасподеле вода у сливу реке Височице, па самим тим би се прецизније дефинисале и реалне површине слива што би свакако имало утицаја на добијање реалнијих вредности параметара билансне једначине као и специфичног отицаја.

## A CONTRIBUTION TO THE UNDERSTANDING OF THE WATER REGIME OF THE VIŠOČICA RIVER

Vesna Ristić Vakanjac<sup>1</sup>, Jugoslav Nikolić<sup>2</sup>, Marina Čokorilo Ilić<sup>1</sup>, Dušan Polomčić<sup>1</sup>,  
Dragoljub Bajić<sup>1</sup>, Bojan Handin<sup>1</sup>, Jelena Ratković<sup>1</sup>

<sup>1</sup> University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Dušina 7, Belgrade, Serbia, e-mail: vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs

<sup>2</sup> Republic Hydrometeorological Service of Serbia, Kneza Višeslava bb, Belgrade, Serbia

Key words: regime, surface runoff, the Visočica.

## INTRODUCTION

Specific geological and hydrogeological conditions in the Visočica River catchment, and particularly a widespread Middle Triassic carbonate rock complex and an Early Triassic so-called Colorful Series

(siltstones, sandstones, conglomerates), have resulted in the creation of a specific drainage network and a special runoff regime of the Visočica River and its major tributaries. Namely, in the upper catchment of this river and its main tributaries there is a dendritic river network in the Early Triassic sediments, whereas in the Middle Triassic limestones the streams lose water concentrically or consecutively along ponor zones. There the river channels have no tributaries and generally dry out during extended periods of summer drought.

## METHOD

### Hydrographic characteristics of the Visočica river basin

The catchment of the Visočica is typically asymmetrical; there is virtually no valley along its left bank and a developed valley along the right bank. The Visočica originates in Bulgaria, in the Berovo Mountain, at an elevation of 1640 m above sea level. On its way through Bulgaria, the Visočica receives several minor tributaries: the Kuratska, the Krivi Potok, the Gubeshka and the Renovshtitsa. After 16.7 km of its course through Bulgaria, the Visočica enters Serbia near the village of Donji Krivodol, where it receives its first major tributary – the Krivodolštica. Going west, the next and second largest tributary is the Kamenička River, then the Rosomačka and ultimately the Dojkinačka, its most significant tributary, which joins the Visočica near the village of Visočka Ržana. All of these rivers are right-bank tributaries. Downstream from Visočka Ržana and on its way to the village of Pakleštica, the Visočica receives solely minor ephemeral streams. Downstream from Pakleštica there is a reservoir named Lake Zavoj. After the Lake Zavoj dam, the discharge of the Visočica is its environmental flow, all the way to the confluence with the Toplodolska River near Mrtvački Most, where the two rivers joint to form the Temštica River. Therefore, the flow of the Visočica is natural up to the village of Pakleštica and the present paper provides an assessment of the natural regime of this river and its tributaries, focusing on low flows.

### Hydrological characteristics of the Visočica river basin

The specific geological and hydrogeological conditions, and above all the widespread carbonate rock complex, have resulted in a largely karst regime and vast differences between high and low flows. In some parts the river occasionally dries out. On the other hand, the presence of a fractured aquifer at higher elevations of the catchments of the tributaries, and that of the Visočica as well, causes rapid propagation of precipitation and increases the difference between maximum and minimum discharges. Given the altitudes of the river sources, often above 2000 m asl, heavy spring rainfall and sudden snowmelt tend to result in sudden and rapid increases in water levels/discharges and can give rise to flood waves (Ristić Vakanjac et al., 2015). In general, maximum discharges occur in spring, after snowmelt, at which time the aquifer and the surface streams are recharged, such that both groundwater levels and surface water levels rise. The second peak is usually seen at the end of spring/beginning of summer, although the two peaks often coincide (Ristić, 2007). Low flows are associated with late summer/early autumn (August-September), during which time there is no aquifer recharge and groundwater levels drop. This affects surface water levels as well (Fig. 1B). The above mentioned streams also often run dry. For the present assessment of the surface water regime in the Visočica catchment, daily discharge data was obtained from six gauging stations: on the Visočica at Izatovac, Bračevci, Visočka Ržana and Pakleštica, and on the tributaries: the Dojkinačka at Visočka Ržana and on the Kamenička at Kamenica. Unfortunately, water level and discharge monitoring at most of these stations has ceased (Fig. 1A). Table 1 shows the main parameters.

## RESULTS AND DISCUSSION

The other data needed for the assessment came from the database of the National Hydrometeorological Service of Serbia, to reflect the time period during which gauging was conducted. The study period was 1964–1978, in view of the fact that the gauging stations were active in that time, except the

station on the Dojkinačka, where monitoring began in 1981. Table 2 shows mean monthly and annual discharges, along with surface runoff at each station. It is apparent that surface runoff increases along the flow of the Visočica: 7.73 l/s/km<sup>2</sup> at Izatovac, slightly more (9.53 l/s/km<sup>2</sup>) at Bračevci, and as much as 15.55 l/s/km<sup>2</sup> at Visočka Ržana. The surface runoff of the Kamenička is similar to that of the Visočica (at Izatovac and Bračevci), and amounts to 8.24 l/s/km<sup>2</sup>. The immediate catchment of the Visočica (176 km<sup>2</sup>), between Bračevci and Visočka Ržana, which includes the catchment of the Rosomačka and Dojkinačka, has a surface runoff of as much as 21.16 l/s/km<sup>2</sup>. Surface runoff by year was calculated applying the same principle. The paper shows the results associated with extreme years: 1966 representing a dry year and 1968 a wet year. Figures 1C and 1D contain comparative hydrographs of the Visočica and the Kamenička. The coefficients of correlation among the discharges recorded at the considered stations are 0.5-0.7 (dry years) and from 0.8 to more than 0.95 (wet years), which is a good fit of the Visočica's discharges at the various stations. Surface runoff (Table 3) is much higher in the wet than the dry year. As in the case of the perennial average, here, too, the values for the Visočica at Izatovac and Bračevci and for the Kamenička are nearly the same, whereas for the Visočica at Visočka Ržana they are much higher: nearly double for the wet year and 2.5 greater for the dry year. In the immediate catchment of the Visočica (from Bračevci to Visočka Ržana), surface runoff in the wet year is as high as 32.07 l/s/km<sup>2</sup>, and in the dry year it is 18.42 l/s/km<sup>2</sup> (Table 3).

## CONCLUSION

The conclusions were that the extremely high surface runoff in the immediate catchment of the Visočica between Bračevci and Visočka Ržana is a result of sinking of the Visočica's water upstream from Bračevci and that a part of that water likely returns to the Visočica's channel downstream from Bračevci, which should be corroborated by tracing tests. Some of the water might emerge at a spring called Jelovičko Vrelo, in which case a part of the catchment which topographically belongs to the Rosomačka, the Kamenička or the Visočica, should hydrogeologically be assigned to the Jelovička and indirectly to the Dojkinačka River (Ristić Vakanjac et al., 2016). Consequently, only detailed hydrogeological investigations will define the water distribution in the Visočica's catchment and thus identify more accurately the real catchment areas. This would certainly help derive more realistic values of surface runoff and water balance equation components.

## LITERATURA / REFERENCES

- Ristić, V., 2007. Razvoj simulacionog modela za proračun dnevnih isticanja iz karstnih vrela, Doktorska disertacija, Rudarsko-geološki fakultet u Beogradu.
- Ristić Vakanjac, V., Marinović, V., Nikić, Z., Čokorilo Ilić, M., Polomčić, D., Bajić, D., 2016. Verification of catchment size using the water balance equation, III Congress of geologist of Republic Macedonia with international participant, (ed Sonja Lepitkova and Blažo Boev), Macedonia, Struga, pp. 191–198.
- Ristić Vakanjac, V., Nikić, Z., Vakanjac, B., Rašić, D., 2015. Analiza režima i bilans voda Dojkinačke reke, Časopis Pirotski zbornik br. 40 (Goran Nikolić Ed.), str. 183-201, izdavač: Narodna biblioteka Pirot.