

# Hydrographic and hydrological characterization of the Vodenička and Rosomačka rivers; Хидрографске и хидролошке карактеристике Воденичке и Росомачке реке

Vesna Ristić Vakanjac, Marina Čokorilo Ilić, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Jelena Ratković



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Hydrographic and hydrological characterization of the Vodenička and Rosomačka rivers; Хидрографске и хидролошке карактеристике Воденичке и Росомачке реке | Vesna Ristić Vakanjac, Marina Čokorilo Ilić, Dušan Polomčić, Dragoljub Bajić, Jelena Ratković | Pirotski zbornik | 2017 | |

10.5937/pirotzbor1742001R

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0002923>

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)

**Vesna Ristić Vakanjac\***, **Marina Čokorilo Ilić**, **Dušan Polomčić**,  
**Dragoljub Bajić**, **Jelena Ratković**, University of Belgrade, Faculty of  
Mining and Geology, Department of Hydrogeology, Belgrade

## HYDROGRAPHIC AND HYDROLOGICAL CHARACTERIZATION OF THE VODENIČKA AND ROSOMAČKA RIVERS

**Abstract:** *The Visočica River rises in Bulgaria, on the Berovo Mountain. Its course in Bulgaria is 16.7 km long. It enters Serbia near the village of Donji Krivodol. Up to the village of Pakleštica, or the beginning of Lake Zavoj, its right-bank tributaries are the Krivodolštica, the Vodenička, the Rosomačka and the Dojkinačka. There are no left-bank tributaries. Among the tributaries, water levels and discharges are gauged only on the Dojkinačka River. The Vodenička had also been gauged but only up to 1978. Originally, there were four river gauging stations on the Visočica. However, three of them have been decommissioned: at Pakleštica, Visočka Ržana and Izatovac. The only remaining station is at Braćeveci. For their own needs, Pirot HPP activated the station at Pakleštica in 1990 and at Visočka Ržana in 2011. Based on available data, the paper presents a preliminary assessment of annual and monthly discharges of the Rosomačka and the Vodenička. Topographic water divides were used for the analyses.*

**Key words:** *hydrographic characteristics, river discharge, the Vodenička River, the Kamenička River*

---

\* vesna\_ristic2002@yahoo.com

## INTRODUCTION

The catchments of the Rosomačka and the Vodenička are located in southeastern Serbia, within the southern part of Mt. Stara Planina, between latitudes  $43^{\circ} 07' 16''$  and  $43^{\circ} 13' 41''$  N and longitudes  $22^{\circ} 51' 0''$  and  $23^{\circ} 0' 43''$  E. There are two villages each in the two catchments: Rosomač and Slavinja in the catchment of the Rosomačka, and Senokos and Kamenica in the catchment of the Vodenička. After World War II, the population of these villages declined. According to Wikipedia, based on the 1948 census, the population of Slavinja was 403, of Rosomač 606, of Senokos 568 and of Kamenica 365. However, the 2002 census revealed a considerable population shrinkage, with only 60 residents in Rosomač and less than 50 in the other villages (Fig. 1). The average age is above 60, ranging from 61.4 in Slavinja to 67.7 in Senokos (<https://sr.wikipedia.org/sr/>). Since the data was recorded in 2002, the average age according to the 2011 census is probably greater than 70 in some of the villages and the number of residents smaller. The study areas are connected by a paved road (221), which links the cities of Dimitrovgrad and Pirot via Radejna, Smilovci, Izatovci, Braćeveci, Slavinja, Visočka Ržana and Rsovac. Local roads are used to reach Kamenica, Senokos and Rosomač.

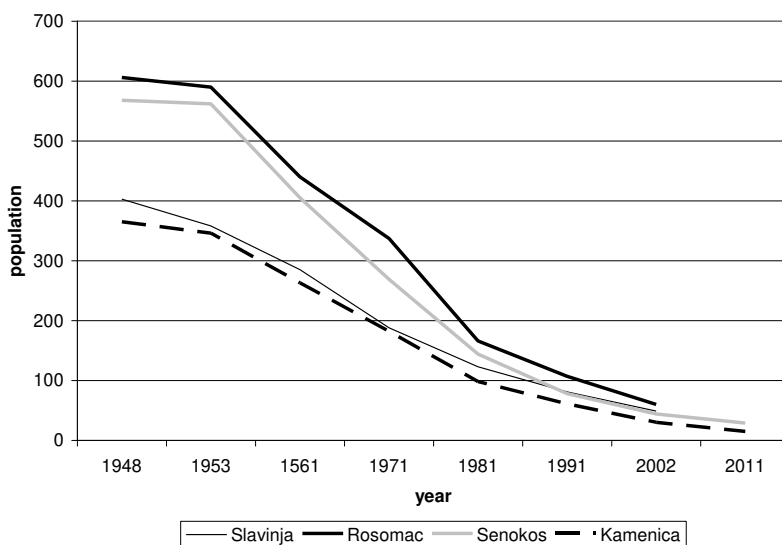


Figure 1 Population of Slavinja, Rosomač, Senokos and Kamenica (source <https://sr.wikipedia.org/sr/>)

Слика 1 Број становника у Славињи, Росомачу, Сенокосу и Каменици (подаци преузети са сајта <https://sr.wikipedia.org/sr/>)

## HYDROGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE STUDIED RIVERS

The Rosomačka River originates at an elevation of 1068 m above sea level (m.a.s.l.), at the junction of the Caričin Creek and the Zanoška River. It empties into the Visočica River at 724 m.a.s.l., near the village of Slavinja. The general flow direction is north-to-south and the catchment is between the watersheds of the Jelovica River, which is the main right-bank tributary of the Dojkinačka (west) and the Vodenička (east). They are separated from the Dojkinačka and the immediate catchment of the Visočica by a water divide which runs, from the south to the east, over the following mountain peaks: Radulovo Guvno (955 m.a.s.l.), Rosomački Vrh (1236 m.a.s.l.), Igin Vrtop (1276 m.a.s.l.), Čuka (1310 m.a.s.l.), Tupanac (1602 m.a.s.l.), and over Štavljak to the border between Serbia and Bulgaria at the summit of Dobro Jutro. The water divide then follows the state border to Begova Kula (1658 m.a.s.l.), where it leaves the border and runs generally to the south, separating the catchment of the Rosomačka from that of the Vodenička, via the mountain peaks of Crnak (1592 m.a.s.l.), Meškov Rid (1351 m.a.s.l.), Senokoška Čuka (1328 m.a.s.l.), Ljiljak (1326 m.a.s.l.) and Gradište (1191 m.a.s.l.), all the way to Slavinja, where the Rosomačka joins the Visočica.

The catchment has an elongated shape, except that its lower part is very narrow, with no tributaries. The catchment area of the Rosomačka is 22.9 km<sup>2</sup>.

On the way from its mouth to the source at the village of Rosomač (the last 2.4 km), the Rosomačka has no tributaries. It is only at the village of Rosomač that it receives its first left-bank tributary – the Šiparka, whose total length is 3.039 km. Further north, up to an elevation of 1068 m.a.s.l. (junction of its constituent streams), the Rosomačka receives several right-bank and left-bank tributaries, mostly ephemeral streamlets. The length of the Rosomačka, from its mouth to elevation 1068 m.a.s.l. (junction of its constituent streams), is 8.085 km.

The left constituent stream, the Zanoška, is 3.237 km long and rises at an elevation of 1560 m. The source is located immediately below the summit of Begova Kula. On its way to the union with the Caričin Creek it receives four ephemeral streamlets from the left, and from the right, about 500 m upstream from the union, its most significant and only right-bank tributary – 2.794 m long Šurljina Bara. This streamlet also rises below Begova Kula.

The right constituent stream, the Caričin Creek, is 2.057 km long. This stream is formed by a group of springs at elevations 1440 and 1430 m.a.s.l., located southwest of the Tupanac summit. On its way to the union with the Zanoška, it receives only one streamlet, which is generally

dry during the year. The hydrographic network of the Rosomačka is shown in Fig. 2.

Figure 3 shows longitudinal sections of the Rosomačka and its constituent stream. The mean smoothed gradients are:

- The Rosomačka, from its mouth to the union of the Zanoška and the Caričin Creek: 37‰;
- The Zanoška: 138‰;
- The Caričin Creek: 168 ‰;
- The Rosomačka, from the source of the Zanoška to the mouth (junction with the Visočica): 47‰.

The Vodenička River rises at an elevation of 1384 m.a.s.l., at the union of the Jelov Dol and the Studena Bara. It empties into the Visočica between the villages of Izatovac and Bračevci, at 755 m.a.s.l. The general flow direction is north-to-south and the catchment is between those of the Rosomačka (west) and the Krivodolštica (east). A water divide separates it from the Rosomačka and the immediate catchment of the Visočica, which runs (south to north) along the edge of Obraž and then east of Ponor via Vučja Glava (1282 and 1326 m.a.s.l.), where it divides the Vodenička from the immediate catchment of the Visočica. It then runs over Senokoška Čuka (1328 m.a.s.l.), Meškov Rid (1351 m.a.s.l.), Crnak (1592 m.a.s.l.), and Rovnica, after which it reaches the Bulgarian border at Begova Kula. There it divides the Vodenička from the Rosomačka. It then runs east and southeast along the border, from Begova Kula (1668 m.a.s.l.), Mučibaba (1719 m.a.s.l.), Golemo Guvno (1580 m.a.s.l.), Adžijina Korija (1716 m.a.s.l.), and then over summits at 1622, 1613, 1609 and 1423 m.a.s.l. to a summit at 1368 m.a.s.l. at Ravnište, where it leaves the border. It then runs over the summits of Momcelija (1352 m.a.s.l.), Raskršće (1278 m.a.s.l.), the Boljevski peaks (1236, 1223 and 1234 m.a.s.l.), Bil (1002 m.a.s.l.) and Pljoska (826 m.a.s.l.) to the mouth of the Vodenička. Here the water divide separates the catchment of the Vodenička from the Krivodolštica and the immediate catchment of the Visočica.

The catchment of the Vodenička is fan-like, but as in the case of the Rosomačka its lower part is very narrow and receives no tributaries. The catchment area of the Vodenička is 66.4 km<sup>2</sup>.

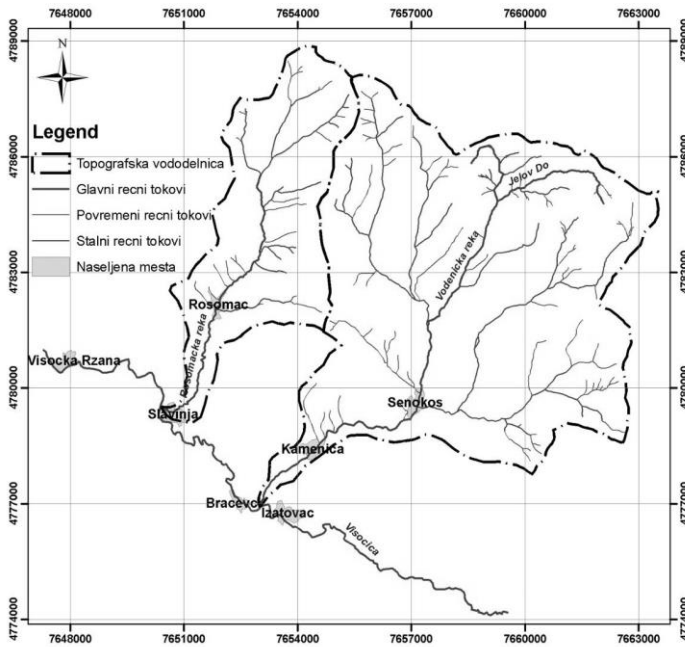


Figure 2 Hydrographic network of the Rosomačka and the Vodeńska  
Слика 2 Хидрографска мрежа слива Росомачке и Воденичке реке

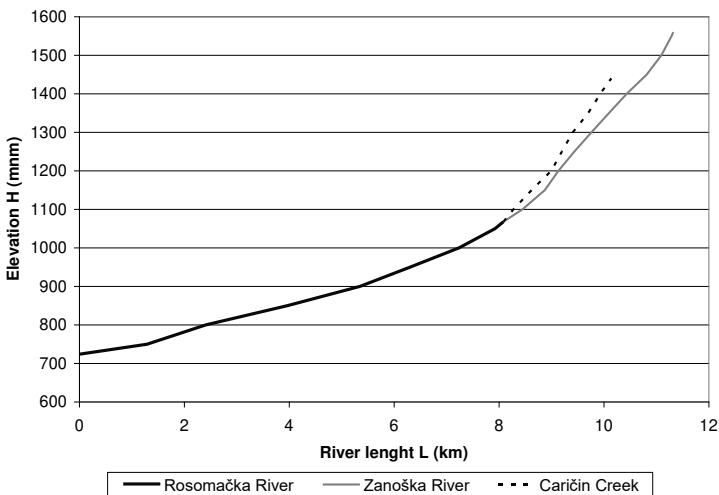


Figure 3 Longitudinal section of the Rosomačka River and its constituent streams  
Слика 3 Подужни профили Росомачке реке и њених саставница

The left constituent stream of the Vodenička – the Jelov Dol – rises below Crni Vrh, at 1780 m.a.s.l., and forms its course south of Adžijina Koriya. Its length is 3.809 km. On its way to the junction with the Studena Bara it receives two tributaries on each side. One of the left-bank tributaries is permanent and the other ephemeral. Both right-bank tributaries are ephemeral.

The right constituent stream of the Vodenička – the Studena Bara – originates from several streams at elevations from 1590 to 1600 m.a.s.l., which drain the Prelesje area (below Golemo Gumno). Its length to the union with the Jelov Dol is 2.436 km. It has two left-bank and three right-bank tributaries. All five are nameless streamlets.

The union of the Jelov Dol and the Studena Bara at 1384 m.a.s.l. results in the formation of the Vodenička River. The length of its course is 11.971 km. After only one kilometer, at Ivkov Vir, it receives a nameless ephemeral stream from the right side. After another kilometer it is joined by a nameless streamlet from the left. The first relatively significant tributary – the Sićelća Bara – empties into the Vodenička after 2.5 km. Another significant tributary is the Vrla Bara, which joins the Vodenička from the right side at 956 m.a.s.l. Further downstream, at the beginning of the village of Senokos, the Vodenička receives a nameless right-bank tributary and in the middle of the village its most important tributary, the Gradeščica, from the left. After the village of Senokos (and the mouth of the Gradeščica), the Vodenička flows south and along about 6 km there are five short nameless tributaries (ephemeral streamlets) and no left-bank tributaries.

The Vrla Bara River rises below Begova Kula. Its length is 7.332 km. It has two relatively significant tributaries: the Grgurićeva Bara from the right and the Svinovska River (4.888 km long) from the left. There is a third, less significant tributary – the Javorov Creek, which is an ephemeral stream.

The most important tributary is certainly the Gradeščica. It originates at the union of the Crnovrška Bara and the Srebrnska Bara at 1293 m.a.s.l. The right constituent stream, the Crnovrška Bara, rises west of Crni Vrh and its length to the union with the Srebrnska Bara is 2.15 km. The left constituent stream rises east of Crni Vrh and its length is slightly less than 4 km.

The length of the Gradeščica, from origin to mouth, is 5.65 km. It receives only one tributary, the Karibanjski Creek, 1.16 upstream from its mouth. The total length of the Karibanjski Creek is 5.3 km. It rises southeast of Karibanjsko Brdo at 1500 m.a.s.l.

Figure 4 shows longitudinal sections of the Vodenička, its constituent streams and its main tributary, the Gradeščica. The mean smoothed gradients are:

- The Vodenička River, from mouth to origin (union of the Jelov Dol and the Studena Bara): 33%,
- The Jelov Dol: 83%,
- The Studena Bara: 79%,
- The Vodenička River, from the source of the Jelov Dol to the confluence with the Visočica: 42%.

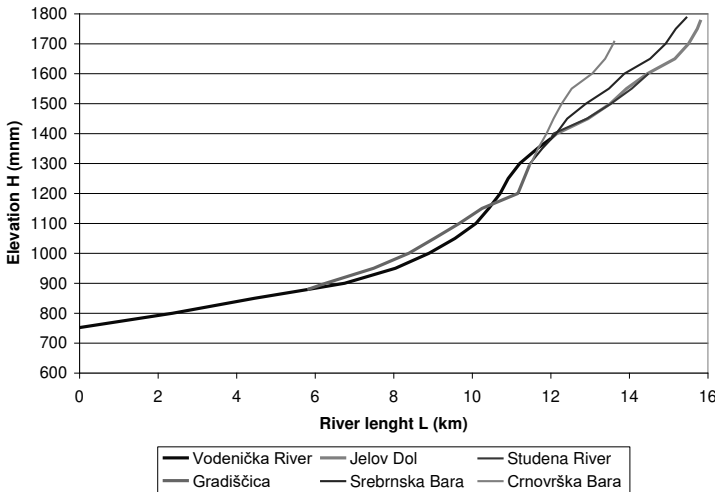


Figure 4 Longitudinal section of the Vodenička River and its constituent streams

Слика 4 Подужни профили Воденичке реке и њених саставница

## HYDROLOGIC CHARACTERISTICS OF THE ROSOMAČKA AND THE VODENIČKA

### History of gauging in the catchment of the Visočica River

The Visočica River originates on the Berovo Mountain in Bulgaria, where its course is 16.7 km long. It enters the territory of Serbia at the village of Donji Krivodol. Up to Pakleštica (the beginning of Lake Zavoj), it has several right-bank tributaries – the Krivodolštica, the Vodenička, the Rosomačka and the Dojkinačka. There are no left-bank tributaries.

Water levels and discharges of the Visočica are currently monitored at only one official gauging station, at Braćeveci. This station



has been in service since 1963 and is managed by the National Hydrometeorological Service of Serbia (RHMZ).

In the Visočica catchment, a gauging station was established at Visočka Ržana in 1981 on the Dojkinačka, only 250 m upstream from its mouth. Water levels are monitored on a daily basis and occasional hydrometric measurements are made to establish rating curves (stage vs discharge).

In addition to the above two stations, RHMZ had set up three gauging stations on the Visočica: at Pakleštica (which was in service from 1959 to 1990), at Visočka Ržana (from 1958 to 2005), and at Izatovac (from 1963 to 1992). There was another gauging station on the Vodenička, at Kamenica, which was used to monitor water levels and discharges, but it was unfortunately decommissioned back in 1978.




Lake Zavoj (a reservoir) was charged in 1990 for the purposes of the Pirot hydroelectric power plant. Pirot HPP reactivated the gauging station at Pakleštica, for their own needs, as soon as it was decommissioned by RHMZ. They also reinstated the gauging station at Visočka Ržana on the Visočica, but much later – in 2011.

Table 1 Summary of past and present gauging stations  
([http://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm\\_sliv\\_id=6](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm_sliv_id=6))

Табела 1 Подаци о хидролошким станицама које су тренутно и које су биле у функцији

	Station	River	Year of commissioning	Year of decommissioning	“0” elevation (m.a.s.l.)	Distance from river mouth (km)	Catch-ment area (km <sup>2</sup> )
1	Bračevci	Visočica	1963	In service	747.07	43.4	227
2	Visočka Ržana	Dojkinačka	1981	In service	690.65	0.25	139
3	Pakleštica	Visočica	1959	1990	610.46	21	458
4	Visočka Ržana	Visočica	1958	2005	684.9	33.8	403
5	Izatovac*	Visočica	1963	1992	753.11	38.6	156
6	Kamenica	Kamenička /Vodenička	1963	1978	800	1.9	68

#### Legend:

-  - Stations at which RHMZ monitors water levels and discharges
-  - Stations at which Pirot HPP monitors water levels and discharges
-  - Decommissioned stations
- \* - The village have name Izatovci but the station have name Izatovac

The locations of the above stations are shown in Fig. 5.

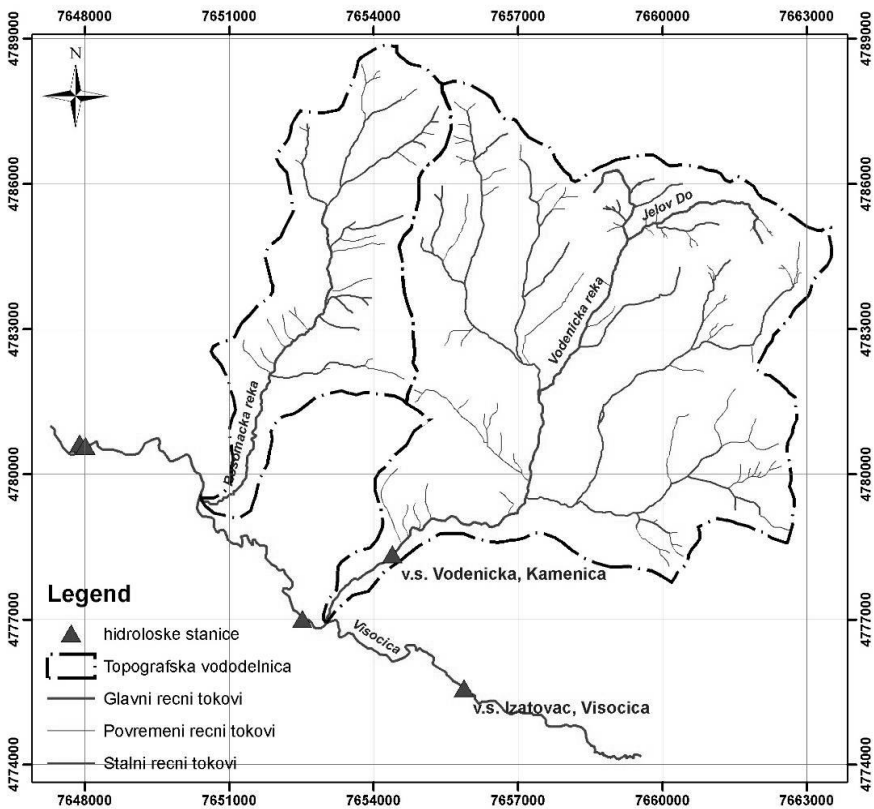


Figure 5 Locations of past and present gauging stations in the Visočica catchment

Слика 5 Просторни положај хидролошких станица у сливу Височице које су биле у функцији или су још увек у функцији

### Hydrologic characteristics of the studied rivers

A comparative analysis of discharges at five gauging stations was conducted to assess the hydrologic characteristics of the studied catchments. Among the five gauging stations, four were on the Visočica: at Izatovci, Braćevci, Visočka Ržana and Pakleštica. The fifth was on the Dojkinačka, at Visočka Ržana. The studied period was 40 years long, from 1961 to 2000. Table 2 shows mean monthly discharges, averaged over the studied period.

For insight into the monthly discharge distributions, Fig. 6 shows mean monthly discharges at all of the above-mentioned stations. It is apparent that the highest monthly discharges occur in spring (April in all cases). The lowest average monthly discharges are associated with the end of summer (August and September), when monthly precipitation totals are also the lowest. The ratio of mean monthly minimum to maximum discharges is from 1:9 (the Dojkinačka at Visočica Ržana) to 1:18 (the Visočica at Braćeveci), as shown in Table 2.

Table 2 Mean monthly discharges at the studied gauging stations (1961-2000) (Ristić, 2007)

Табела 2 Средње месечни протицаји разматраних профила (1961-2000) (Ristić, 2007)

	The Visočica at Izatovac	The Visočica at V. Ržana	The Visočica at Braćeveci	The Visočica at Pakleštica	The Dojkinačka at V. Ržana
1	0.86	4.18	1.18	4.88	2.43
2	1.35	6.02	1.9	6.89	3.46
3	1.91	9.19	2.69	10.47	5.12
4	2.55	14.73	4.47	16.79	8.44
5	2.04	11.44	3.46	13.24	6.65
6	1.13	6.29	1.72	7.18	3.77
7	0.53	3.07	0.73	3.42	1.81
8	0.18	1.37	0.25	1.55	0.93
9	0.21	1.45	0.32	1.8	0.95
10	0.34	2.07	0.55	2.47	1.25
11	0.6	3.02	0.8	3.54	1.86
12	0.91	4.26	1.23	5.1	2.49
Qav	1.05	5.59	1.61	6.45	3.26
Qmin	0.18	1.37	0.25	1.55	0.93
Qmax	2.55	14.73	4.47	16.79	8.44
Qmax /Qmin	14.17	10.75	17.88	10.83	9.08

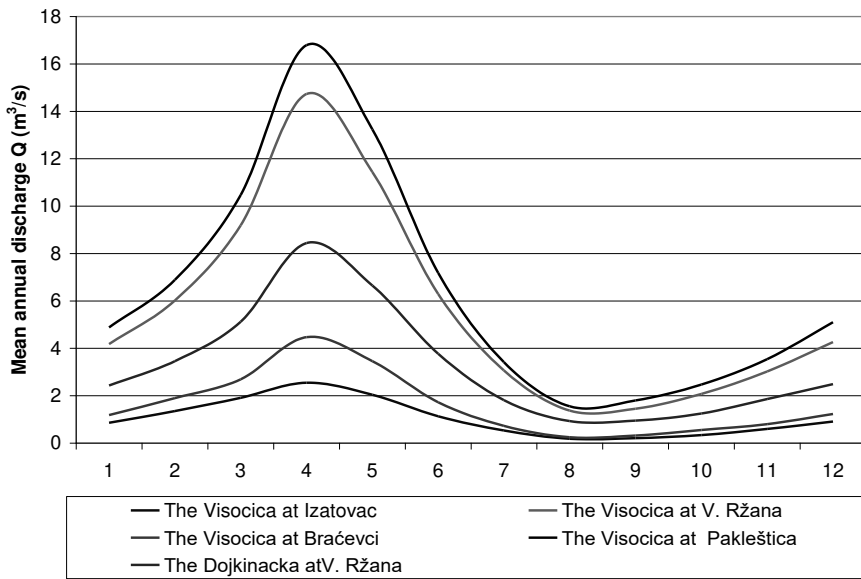


Figure 6 Monthly discharge distributions at the studied gauging stations  
Слика 6 Унутаргодишње расподеле протицаја разматраних профила

The most upstream gauging station on the Visočica is at Izatovac, which covers a catchment area of  $156 \text{ km}^2$ . The average discharge of the Visočica at this station is  $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$ . The most downstream station is at Pakleštica and it covers a catchment area about three times larger than that at Izatovac ( $458 \text{ km}^2$ ). The average discharge of the Visočica at Pakleštica is more than six times greater than at Izatovac –  $6.45 \text{ m}^3/\text{s}$ .

As previously mentioned, on its way through Serbia, from Izatovac to Visočka Ržana, the Visočica receives its three main right-bank tributaries: the Vodenička, the Rosomačka and the Dojkinačka. There are no left-bank tributaries along this reach. The Vodenička was gauged from 1963 to 1978, but the authors could not gain access to the data. The water levels and discharges of the Dojkinačka have been monitored since 1981; the average discharge at Visočka Ržana is  $3.26 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Between Izatovac and Visočka Ržana, the Visočica receives  $4.54 \text{ m}^3/\text{s}$  of water on average. Given that the average discharge of the Dojkinačka is  $3.23 \text{ m}^3/\text{s}$ , about  $1.3 \text{ m}^3/\text{s}$  comes from the Vodenička, the Rosomačka and the immediate catchment of the Visočica.

In view of the fact that the Vodenička joins the Visočica between the gauging stations of Izatovac and Bračevci, the assumption is that the difference in mean annual discharge of the Visočica between these two

gauging stations is in essence the discharge of the Vodenička, which amounts to  $0.56 \text{ m}^3/\text{s}$ . Expressed in terms of catchment size:

- the gauging station at Izatovac covers a catchment area of  $156 \text{ km}^2$ ,

- the gauging station at Braćevci covers a catchment area of  $227 \text{ km}^2$ , and

- the immediate catchment area between these two stations and the catchment area of the Vodenička amount to  $71 \text{ km}^2$ .

Since the catchment area of the Vodenička is  $66.4 \text{ km}^2$ , it follows that only  $4.6 \text{ km}^2$  constitutes the immediate catchment between the two above-mentioned gauging stations, which represents 6.5% of the total of  $71 \text{ km}^2$ , such that it is safe to say that the perennial average discharge of the Vodenička is slightly less than  $0.56 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Further downstream from Braćevci, before the next gauging station at Visočka Ržana, there are two tributaries of the Visočica: the Rosomačka (catchment area  $22.9 \text{ km}^2$ ) and the Dojkinačka ( $139 \text{ km}^2$ ). The mean annual discharge of the Dojkinačka is  $3.26 \text{ m}^3/\text{s}$ . The difference between the catchment areas covered by these two stations (Braćevci and Visočka Ržana on the Visočica) is  $403 \text{ km}^2 - 227 \text{ km}^2 = 176 \text{ km}^2$ . This area includes the catchments of the Dojkinačka and the Rosomačka, such that the immediate catchment of the Visočica itself is  $176 - 139 - 22.9 = 14.1 \text{ km}^2$ . Along the subject reach the Visočica receives the discharges of the said tributaries and from the immediate catchment in the amount of  $3.98 \text{ m}^3/\text{s}$ , of which  $3.26 \text{ m}^3/\text{s}$  comes from the Dojkinačka. Therefore, the Rosomačka and the immediate catchment of the Visočica deliver the remaining  $0.72 \text{ m}^3/\text{s}$ . Given that the catchment area of the Rosomačka is  $22.9 \text{ km}^2$  and the immediate catchment area of the Visočica  $14.1 \text{ km}^2$ , the 1.625:1 ratio needs to be applied to redistribute the total inflow ( $0.72 \text{ m}^3/\text{s}$ ) along this reach. It follows that the Rosomačka delivers  $0.435 \text{ m}^3/\text{s}$  and that  $0.275 \text{ m}^3/\text{s}$  comes from the immediate catchment of the Visočica.

## CONCLUSION

The main objective of the research was to identify the basic hydrographic characteristics of the Rosomačka and the Vodenička rivers, and to assess their discharges. The Rosomačka has not been gauged so far, whereas the Vodenička was, but only from 1963 to 1978. However, the data were not available to the authors so there was no indication of the regimes of these two rivers. The data that was available concerned mean monthly discharges of the Visočica recorded at the gauging stations of Izatovac, Braćevac, Visočka Ržana and Pakleštica, as well as the gauging station at Visočka Ržana on the Dojkinačka River. According to

the results of the analysis, the perennial average discharge of the Kamenička is 0.56 m<sup>3</sup>/s and of the Rosomačka 0.435 m<sup>3</sup>/s. The same principle could be applied to arrive at the mean annual discharges of the two rivers. In fact, the following equation was used to calculate the mean annual discharges of the Rosomačka:

$$Q_{Rosomacka} = Q_{Bracevci} - Q_{Izatovac} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

where:

- $Q_{Rosomacka}$  - mean annual discharge of the Rosomačka;
- $Q_{Bracevci}$  - mean annual discharge of the Visočica at Braćevci; and
- $Q_{Izatovac}$  - mean annual discharge of the Visočica at Izatovac;

and of the Vodenička:

$$Q_{Vodenička} = (Q_{V.Rzana,Visočica} - Q_{Bracevci} - Q_{Dojkinačka,V.Rzana}) \cdot 0.619$$

- $Q_{Vodenička}$  - mean annual discharge of the Vodenička;
- $Q_{V.Rzana,Visočica}$  - mean annual discharge of the Visočica at Visočka Ržana;
- $Q_{Bracevci}$  - mean annual discharge of the Visočica at Braćevci;
- $Q_{Dojkinačka,V.Rzana}$  - mean annual discharge of the Dojkinačka at Visočka Ržana;

0.619 - correction factor from the ratio  $\frac{1.625}{2.625}$ .

Figure 7 is a graphical representation of the calculated mean annual discharges of the Rosomačka and the Vodenička, while Fig. 8 shows their monthly distributions.

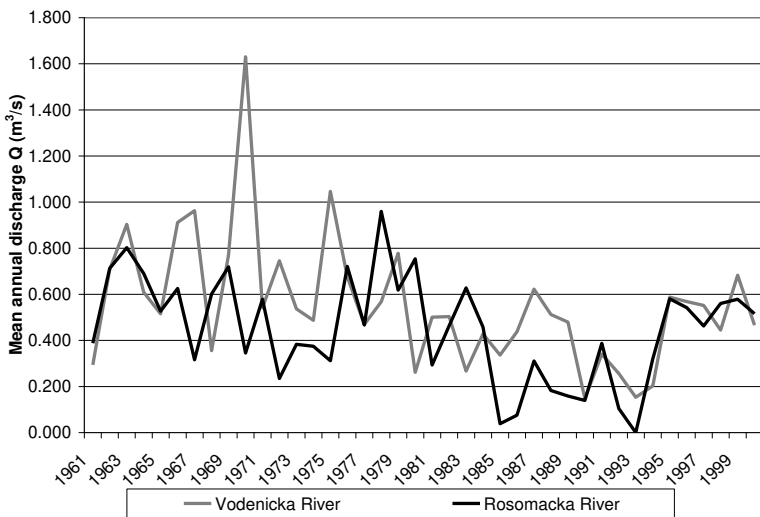


Figure 7 Calculated mean annual discharges of the Vodenicka and Rosomacka rivers  
 Слика 7 Срачунате средње годишње вредности протицаја Воденичке и Росомачке реке

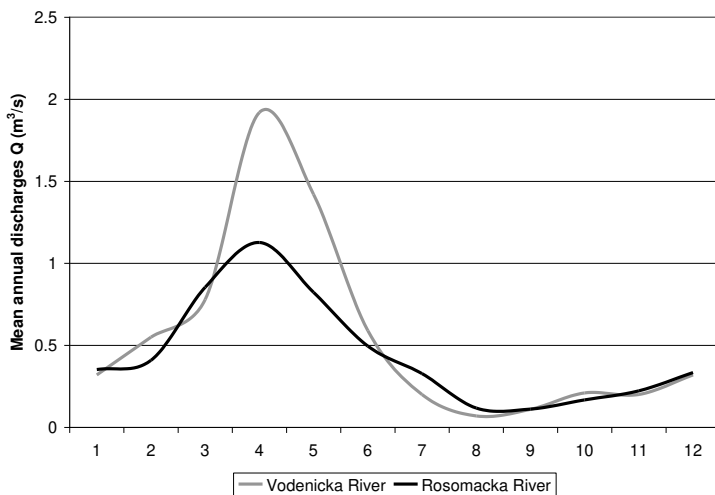


Figure 8 Monthly distributions of calculated discharges of the Rosomacka and Vodenicka rivers  
 Слика 8 Унутаргодишња расподела срачунатих протицаја Росомачке и Воденичке реке

The paper contains only a preliminary assessment of the discharges of the studied rivers. A more precise definition of the regimes of the Vоденичка and the Rosоmaчка requires: (i) setting up of gauging stations on both rivers, and (ii) detailed hydrogeological investigations to define the hydrogeological divide and thus arrive at real catchment sizes.

## REFERENCES

Ristić, V. (2007). *Razvoj simulacionog modela za proračun dnevnih isticanja iz karstnih vrela*. Doktorska disertacija. Београд, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет.

<https://sr.wikipedia.org/sr/Славиња>, August, 31st 2017

<https://sr.wikipedia.org/sr/Росомач>, August 31st 2017

[https://sr.wikipedia.org/sr/Сенокос\\_\(Димитровград\)](https://sr.wikipedia.org/sr/Сенокос_(Димитровград)), August, 31st 2017

[https://sr.wikipedia.org/sr/Каменица\\_\(Димитровград\)](https://sr.wikipedia.org/sr/Каменица_(Димитровград)), August, 31st 2017

[http://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm\\_sliv\\_id=6](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm_sliv_id=6), August, 31st 2017

**Весна Ристић Вакањац, Марина Чокорило Илић, Душан Поломчић, Драгољуб Бајић, Јелена Ратковић**, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департаман за хидрогеологију, Београд

## ХИДРОГРАФСКЕ И ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ВОДЕНИЧКЕ И РОСОМАЧКЕ РЕКЕ<sup>1</sup>

**Сажетак:** Река Височица настаје на територији Републике Бугарске у области Беровских планина, где формира ток дужине око 16.7 км. На територију Републике Србије улази код села Доњи Криводол и до Паклеитице, односно до почетка формирања

<sup>1</sup> У тексту рада на српском језику нису поново приказиване табеле и слике. Читалац их може видети у предњем делу рада. Називи табела и слика се увек дају двојезично.



*Завојског језера, са десне стране прихвата воде Криводолиштице, затим Воденичке, Росомачке и Дојкиначке реке, док са леве стране нема притока. Од поменутих притока, осматрања водостаја и мерења протицаја тренутно се врше само на Дојкиначкој реци, а вршила су се и на Воденичкој реци, али су још 1978. прекинута. На реци Височици постојала су укупно 4 водомерна профила од којих су три угашена: в.с. Паклештица, в.с. Височка Ржана и в.с. Изатовац, док вод. ст. Браћевици још увек је у функцији. Од стране ХЕ Пирота, за сопствене потребе су вод. профил Паклештица активирали 1990. а 2011. године и профил Височка Ржана. На основу свих постојећих и доступних података, у раду је дата прелиминарна оцена средње годишњих и месечних протицаја Росомачке и Воденичке реке. За све прорачуне у раду коришћене су топографске вододелнице.*

**Кључне речи:** *хидрографске карактеристике, протицај, Воденичка река, Каменичка река*

## УВОД

Сливна подручја Росомачке и Воденичке реке налазе се у југоисточном делу Србије у оквиру подручја јужног дела Старе планине између  $43^{\circ} 07' 16''$  и  $43^{\circ} 13' 41''$  северне географске ширине и између  $22^{\circ} 51' 0''$  и  $23^{\circ} 0' 43''$  географске дужине. У оквиру оба сливна подручја постоје по два насељена места и то у оквиру сливног подручја Росомачке реке су Росомач и Славиња, а у оквиру слива Воденичке реке су Сенокос и Каменица. И у овој области је након Другог светског рата приметан пад броја становника у поменутих насељима. По подацима преузетим са сајта википедије, по попису из 1948. године у Славињи је живело 403, а у Росомачу 606, у Сенокосу 568 и у Каменици 365 становника, док по попису из 2002. године овај број је више пута умањен, односно само у Росомачу је по попису из ове године живело 60, а у осталим насељима чак испод 50 становника (слика 1). Просек година становника у свим местима је преко 60 година, а креће се од 61.4 за Славињу, па до 67.7 година за становнике Сенокоса (<https://sr.wikipedia.org/sr/>). Како се ови подаци односе на 2002. годину, може се рећи да највероватније по последњем попису из 2011. године просечна старост становника у појединим насељима прелази и 70 година, а број становника је знатно мањи од броја становника из 2002. године. Истражна подручја су повезана асфалтним путем 221 који спаја Димитровград са Пиротом преко Радејне, Смиловаца, Изатоваца, Браћеваца, Славиње, Височке Ржане

и Росоваца. До Каменице и Сенокоса као и до Росомача се долази локалним путевима.

## ХИДРОГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗМАТРАНИХ РЕКА

Росомачка река настаје на коти 1068 м спајањем, односно уливањем Царичиног потока у Заношку реку, а улива се код села Славиња у реку Височицу на коти 724 м. Генерални правац течења јој је од севера ка југу, а њено сливно подручје налази се између сливова реке Јеловице, која је главна лева притока Дојкиначке реке (запад), и Воденичке реке (исток). Од Дојкиначке реке и непосредног слива реке Височице одваја их вододелница која идући од југа ка северу иде преко следећих врхова: Радуловог гувна (955 м н. в.), Росомачког врха (1236 м н. в.), Игиног вртопа (1276 м н. в.), Чуке (1310 м н. в.), Тупанца (1602 м н. в.), а затим преко Штављака излази на државну границу између Србије и Бугарске код врха Добро јутро. Вододелница даље прати државну границу до Бегове куле (1658 м н. в.). Код врха Бегова кула напушта државну границу идући генералним правцем на југ одвајајући слив Росомачке реке од Воденичке и то преко врха Црناق (1592 м н. в.), затим Мешковог рида (1351 м н. в.), Сенокоске чуке (1328 м н. в.), Љиљка (1326 м н. в.), Градишта (1191 м н. в.) па све до Славиње, где је и ушће Росомачке реке у реку Височицу.

Облик слива је издуженог карактера с тим да је у доњем делу слива изузетно сужен и у овом делу нема ни једне притоке. Укупна површина слива Росомачке реке је 22.9 км<sup>2</sup>.

На свом путу од ушћа ка извору све до села Росомач, односно на последња 2.4 км тока Росомачке реке, ова река не прима воде ни једне притоке. Тек у селу Росомач прихвата воде своје прве леве притоке – реке Шишарке, чија укупна дужина износи 3.039 км. Идући даље на север до коте 1068 м односно до спајања њених саставница, Росомачка река прима и са леве и са десне стране неколико мање значајних, углавном повремених, токова. Укупна дужина Росомачке реке од ушћа па до коте 1068 м, односно до споја њених саставница је 8.085 км.

Лева саставница, Заношка река је укупне дужине 3.237 км, извире на коти 1560 м, а сам извор се налази одмах испод врха Бегова кула. На свом путу од извора ка споју са Царичиним потоком са леве стране прима 4 мање значајна повремена тока, док са десне стране на 500 м пре споја са Царичиним потоком прихвата воде своје најзначајније и једине десне притоке, воде Шурљине баре, чија дужина износи 2.794 м. Извор овог тока се такође налази испод Бегове куле.

Десна саставница, Царичин поток има укупну дужину тока 2.057 м. Овај ток се формира спајањем вода групе извора који се налазе на котама 1440 м и 1430 м а смештени су југозападно од врха Тупанац. На свом путу до споја са Заношком реком овај поток има само једну мањег значаја притоку која је током године углавном сува. Хидрографска мрежа Росомачке реке дата је на слици 2.

За потребе анализе средње уравнатих падова поменутих токова на слици 3 дати су подужни профили Росомачке реке и њених саставница. Срачунати средње уравнати падови износе:

- Росомачке реке од њеног ушћа па до споја Заношке реке и Царичиног потока износи 37 %;
- Заношке реке износи 138 %;
- Царичиног потока 168 %;
- Росомачке реке од извора Заношке реке па до њеног ушћа у Височицу износи 47 %.

Воденичка река (након села Каменица овај ток се зове још и Каменичка река) настаје на коти 1384 м спајањем Јеловог дола и Студене баре и улива се у реку Височицу између села Изатовци и Браћевци на коти 755 м. Генерални правац течења јој је од севера ка југу, а њено сливно подручје налази се између сливова Росомачке реке (запад) и Криводолштице (исток). Од Росомачке реке и непосредног слива реке Височице одваја их вододелница која идући од југа ка северу иде ободом Обрежа, пролази источно од Понора преко Вучје главе (1282 м н. в. и 1326 м н. в.) и у овом делу одваја Воденичку реку од непосредног слива реке Височице. Даље иде преко Сенокоске чуке (1328 м н. в.), Мешковог рида (1351 м н. в.), Црнака (1592 м н. в.), а затим преко Ровнице излази на државну границу са Републиком Бугарском код Бегове куле. У овом делу одваја Воденичку реку од Росомачке реке. Идући даље државном границом и то од Бегове куле (1668 м н. в.) на исток и југоисток преко Мучибабе (1719 м н. в.), Големог гувна (1580 м н. в.), Ацијине корије (1716 м н. в.), затим преко врхова са котама 1622 м н. в., 1613 м н. в., 1609 м н. в., 1423 м н. в., до врха са котом 1368 м н. в. код Равништа, где напушта државну границу. Након напуштања државне границе иде врхом Момцелија (1352 м н. в.), Раскршћа (1278 м н. в.), Бољевских врхова (1236, 1223 и 1234 м н. в.), па преко Била (1002 м н. в.) и Пљоске (826 м н. в.) све до ушћа Воденичке реке у Височицу. У овом делу вододелница одваја слив Воденичке реке од Криводолштице и непосредног слива реке Височице.

Слив Воденичке реке је лепезастог облика, с тим да је у доњем делу, као и код Росомачке реке, изузетно сужен и такође у овом делу не прима воде ни једног тока, односно нема притока. Укупна површина слива Воденичке реке је 66.4 км<sup>2</sup>.

Лева саставница Воденичке реке, Јелов до извире испод Црног врха на коти 1780 м н. в. и формира свој ток јужно од Ацијине корије и укупне дужине је 3.809 км. На свом путу до споја са Студеном баром прима четири тока, два са леве стране, од којих је један стални ток а један повремени, и два повремена са десне стране.

Студена бара, која је десна саставница Воденичке реке, формира свој ток на рачун више извора који се јављају на котама од 1590 до 1600 м а који дренирају област Прелесје (испод Големог гувна). До спајања са Јеловим долом формира свој ток укупне дужине 2.436 км. На свом путу прихвата воде своје две леве и три десне притоке. Свих пет водотока је безимено и мањег су значаја.

Дакле, спајањем Јеловог дола и Студене баре на коти 1384 м настаје Воденичка река која до свог ушћа формира ток укупне дужине 11.971 км. На свом путу од настанка па до ушћа, након само једног километра, код Ивковог вира, прима воде своје десне притоке, повремениог Безименог потока. Низводно, након још једног километра прихвата воде са леве стране такође Безименог потока мањег значаја. Прва значајнија притока је лева притока Сићелћа бара, а чије воде се уливају на 2.5 км од настанка Воденичке реке. Следећа притока је такође значајна за ток Воденичке реке, а то је десна притока Врла бара, која се улива на коти 956 м у ток Воденичке реке. Идући даље низводно, на уласку у село Сенокос, Воденичка река прихвата воде своје десне притоке, Безименог потока, а у центру овог села прима своју најзначајнију притоку Градешчицу са леве стране. Након Сенокоса, односно након уливања Градешчице, Воденичка река тече на југ формирајући ток дужине нешто мање од 6 км и у овом делу нема ни једне леве притоке, а са десне стране прихвата воде 5 мање значајних кратких повремених токова без имена.

Река Врла бара извире испод Бегове куле формирајући свој ток укупне дужине 7.332 км. На свом путу прихвата воде своје две значајније притоке: десне притоке Гргурићеве баре, и леве притоке Свиновске реке, која има формиран ток укупне дужине 4.888 км, а извире испод Мучибабе. Трећа мање значајна притока је Јаворов поток и представља повремени ток.

Најзначајнија притока је свакако река Градешчица. Овај ток настаје спајањем Црновршке баре и Сребрне баре на коти 1293 м. Десна саставница, Црновршка бара извире западно од Црног врха и тече од извора до споја са Сребрном баром током дужине 2.15 км. Лева саставница извире источно од Црног врха и формира свој ток укупне дужине нешто мање од 4 км.

Ток Градешчице од њеног настанка па до ушћа има укупну дужину 5.65 км и на свом путу прихвата воде само једне своје

притоке, Карибањског потока, и то на 1.16 км од свог ушћа у Воденичку реку. Укупна дужина Карибањског потока је 5.3 км, а извире југоисточно од Карибањског брда на коти 1500 м н. в.

На слици 4 дати су подужни профили Воденичке реке и њених саставница као и њене главне притоке, Градешчице. Срачунати средње уравни падови износе:

- Воденичке реке од ушћа до њеног настанка, односно до спајања Јеловог дола са Студеном баром износи 33 ‰,
- Јеловог дола 83 ‰,
- Студене баре 79 ‰,
- Воденичке реке од извора Јеловог дола па до њеног ушћа у Височицу 42 ‰.

## ХИДРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РОСОМАЧКЕ И ВОДЕНИЧКЕ РЕКЕ

Историјат постојећих хидролошких осматрања у сливу реке Височице

Река Височица настаје на територији Републике Бугарске у области Беровских планина, где формира ток дужине око 16.7 км. На територију Републике Србије улази код села Доњи Криводол и до Паклештице, односно до почетка формирања Завојског језера, са десне стране прихвата воде Криводолшнице, затим Воденичке, Росомачке и Дојкиначке реке, док са леве стране нема притока.

Тренутно се на реци Височици читава водостај и мери протицај само у једном официјелном хидролошком профилу, вод. ст. Браћевци. Ова станица је отпочела са радом 1963. године, а од тада до данас осматрања и мерења вршила је и врши служба Републичког хидрометеоролошког завода Србије.

У сливу реке Височице, тачније на Дојкиначкој реци, на свега 250 м пре њеног уливања у реку Височицу, 1981. године успостављен је водомерни профил Височка Ржана у оквиру кога се до данашњег дана врше свакодневна осматрања водостаја и повремена хидрометријска мерења у циљу успостављања криве протицаја, односно зависности протицаја у функцији водостаја.

Поред поменуте две станице, на реци Височици РХМЗ је успоставио још три хидролошке станице: хид. станица Паклештица, која је отпочела са радом 1959. године, а са осматрањима у овом профилу се прекинуло 1990. године; хид. станица Височка Ржана, на којој су осматрања и мерења отпочела 1958. године, а до њеног

укидања је дошло 2005. године, и хид. станица Изатовац (село се зове Изатовци, али је хидролошка станица названа Изатовац), која је отпочела са радом 1963. године, а до прекида са осматрањима је дошло 1992. године. У сливу Воденичке реке је такође била успостављена хидролошка станица Каменица за потребе праћења режима водостаја и протицаја. Нажалост до њеног укидања је дошло још 1978. године.

Током 1990. године долази до пуњења Завојског језера и пуштања у рад ХЕ Пирот. За сопствене потребе, ХЕ Пирот преузима вод. ст. Паклештицу и активира њен рад одмах након њеног укидања од стране РХМЗ-а. Такође активира и вод. ст. Височка Ржана на Височици, али знатно касније, тачније 2011. године.

Просторни положај поменутих станица налази се на слици 5.

### Хидролошке карактеристике разматраних река

За потребе анализе хидролошких карактеристика разматраних сливова извршена је упоредна анализа података о протицајима осмотреним на 5 хидролошких профила од којих су четири на реци Височици и то: 1 - в.с. Изатовац, 2 - в.с. Браћевци, 3 - в.с. Височка Ржана, 4 - в.с. Паклештица, а један је на Дојкиначкој реци, в.с. Височка Ржана. Анализа је извршена за четрдесетогодишњи период, односно за период од 1961. до 2000. године. У табели 2 дате су средње месечне вредности протицаја осредњене за разматрани период.

Ради анализе унутаргодишње расподеле протицаја на слици 6 дат је дијаграм средње месечних протицаја за све поменуте вод. станице. Са слике се може запазити да су максимални месечни протицаји везани за пролеће, односно код свих случајева за месец април. Минимални средње месечни протицаји су карактеристични за крај лета (август и септембар), односно за периоде када се јављају најмање месечне суме падавина. Однос средње месечних минималних према максималним протицајима креће се у дијапазону од 1 : 9 (Дојкиначка река, вод. ст. Височка Ржана), па до 1 : 18 (река Височица вод. ст. Браћевци) - табела 2.

Најузводнија хидролошка станица на реци Височици је Изатовац, која контролише сливну површину од  $156 \text{ km}^2$ , а просечни протицај реке Височице у овом профилу износи  $1.05 \text{ m}^3/\text{s}$ . Најнизоводнији водомерни профил на реци Височици је Паклештица. Овај профил контролише сливну површину око 3 пута већу од површине коју контролише вод. ст. Изатовац, односно контролише  $458 \text{ km}^2$ , а средње годишњи протицај у овом профилу је више од 6 пута већи него у Изатовцу, односно износи  $6.45 \text{ m}^3/\text{s}$ .

На свом путу кроз Србију од Изатоваца па до Височке Ржане, као што је речено, Височица прихвата три главне своје десне притоке: Воденичку реку, Росомачку реку и Дојкиначку реку, левих притока на овом потезу нема. Осматрања су се вршила на Воденичкој реци у периоду од 1963. до 1978. године, међутим ауторима током израде овог рада ови подаци нису били доступни. На Дојкиначкој реци се врше осматрања и мерења водостаја и протицаја од 1981. године и трају до данас и просечни протицај ове реке у профилу Височка Ржана износи  $3.26 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Дакле, од Изатоваца па до Височке Ржане река Височица добија у просеку  $4.54 \text{ м}^3/\text{с}$ . Како просечни протицај Дојкиначке реке износи  $3.23 \text{ м}^3/\text{с}$ , добија се да се путем Воденичке и Росомачке реке као и из непосредног слива реке Височице у овом делу улије у реку Височицу око  $1.3 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Како се Воденичка река улива у Височицу између водомерног профила Изатовац и Браћевци, може се прихватити да је разлика у средње годишњим протицајима Височице измерена у ова два водомерна профила у суштини протицај Воденичке реке, односно да износи око  $0.56 \text{ м}^3/\text{с}$ . Ако све ово изразимо кроз површине сливова добијамо следеће:

- вод. профил Изатовац контролише сливну површину у износу  $156 \text{ км}^2$

- вод. профил Браћевци контролише сливну површину у износу  $227 \text{ км}^2$

- непосредни слив између ова два профила заједно са сливом Воденичке реке је  $71 \text{ км}^2$

Како је већ речено да површина слива Воденичке реке износи  $66.4 \text{ км}^2$ , добија се да је свега  $4.6 \text{ км}^2$  непосредног слива између ова два разматрана профила, што представља око  $6.5 \%$  у односу на укупних  $71 \text{ км}^2$ , тако да можемо да кажемо да средње вишегодишњи протицај Воденичке реке износи нешто мало мање од  $0.56 \text{ м}^3/\text{с}$ .

Идући даље низводно од Браћеваца, пре следећег водомерног профила, односно до Височке Ржане, имамо две притоке реке Височице: Росомачку реку (сливна површина  $22.9 \text{ км}^2$ ) и Дојкиначку реку ( $139 \text{ км}^2$ ) с тим да је средње годишњи проток Дојкиначке реке  $3.26 \text{ м}^3/\text{с}$ . Разлика у површинама слива коју контролишу ова два водомерна профила (Браћевци и Височка Ржана на Височици) су:  $403 \text{ км}^2 - 227 \text{ км}^2 = 176 \text{ км}^2$ . Ова површина обухвата слив Дојкиначке и Росомачке реке, и непосредни слив саме Височице који у конкретном случају износи:  $176 - 139 - 22.9 = 14.1 \text{ км}^2$ . Што се тиче протицаја, у овом делу река Височица прихвата воде поменутих притока и непосредног слива у износу од  $3.98 \text{ м}^3/\text{с}$ . Од тога  $3.26 \text{ м}^3/\text{с}$  Височица добија на рачун вода Дојкиначке реке, тако да Росомачка река заједно са непосредним сливом реке Височице

даје остатак што износи  $0.72 \text{ м}^3/\text{с}$ . Како је површина слива Росомачке реке  $22.9 \text{ км}^2$ , а површина непосредног дела слива реке Височице  $14.1 \text{ км}^2$ , потребно је искористити њихов однос у износу од  $1.625:1$  за прерасподелу укупног прилива вода на овом потезу ( $0.72 \text{ м}^3/\text{с}$ ). На овај начин добија се да Росомачком реком дотиче  $0.435 \text{ м}^3/\text{с}$ , а да на рачун непосредног дела слива реке Височице ова река добија  $0.275 \text{ м}^3/\text{с}$ .

## ЗАКЉУЧАК

Главни циљ рада био је да се дају основне хидрографске карактеристике слива Росомачке и Воденичке реке као и да се да оцена протицаја. На Росомачкој реци до сада се нису вршила осматрања и мерења водостаја и протицаја, док су на Воденичкој реци вршена у периоду од 1963. до 1978. године. Ови подаци ауторима нису били доступни, тако да се током израде овог рада није располагало било којим податком који указује на сам режим разматраних токова. За потребе израде располагало се са подацима о средње месечним протицајима реке Височице осмотреним у профилима в.с. Изатовац, в.с. Браћевци, в.с. Височка Ржана и в.с. Паклештица, као и Дојкиначке реке - в.с. Височка Ржана. На основу спроведених прорачуна добијено је да средње вишегодишњи протицај Каменичке реке износи око  $0.56 \text{ м}^3/\text{с}$  а Росомачке реке  $0.435 \text{ м}^3/\text{с}$ . По истом принципу могу се срачунати и средње годишњи протицаји за оба водотока, односно за потребе срачунавања средње годишњих протицаја Росомачке реке коришћена је једначина:

$$Q_{Rosomacka} = Q_{Bracevci} - Q_{Izatovac} \quad (\text{м}^3/\text{с})$$

где су:

- $Q_{Rosomacka}$  - средње годишњи протицај Росомачке реке,
- $Q_{Bracevci}$  - средње годишњи протицај Височице, в.с. Браћевци,
- $Q_{Izatovac}$  - средње годишњи протицај Височице, в.с. Изатовац,

а средње годишњих протицаја Воденичке реке

$$Q_{Vodenicka} = (Q_{V.Rzana,Visocica} - Q_{Bracevci} - Q_{Dojkinacka,V.Rzana}) \cdot 0.619$$

- $Q_{Vodenicka}$  - средње годишњи протицај Воденичке реке
- $Q_{V.Rzana,Visocica}$  - средње годишњи протицај Височице, в.с. Височка Ржана
- $Q_{Bracevci}$  - средње годишњи протицај Височице, в.с. Браћевци



$Q_{Dojkinac}$ , V. Ržana - средње годишњи протицај Дојкиначке реке, в.с. Височка Ржана,

0.619 - корекциони фактор који се добија као однос  $\frac{1.625}{2.625}$ .

На слици 7 дат је графички приказ срачунатих средње годишњих протицаја Росомачке и Воденичке реке, а на слици 8 дат је приказ њихове унутаргодишње расподеле.

У овом раду је дата само прелиминарна оцена протицаја разматраних река. За прецизније дефинисање режима Воденичке и Росомачке реке неопходно је на првом месту успоставити водомерне профиле на оба водотока, а такође извршити детаљна хидрогеолошка истраживања којим би се дефинисала хидрогеолошка вододелница и тиме добила реална површина слива.

## ЛИТЕРАТУРА

Ristić, V. (2007). *Razvoj simulacionog modela za proračun dnevnih isticanja iz karstnih vrela*. Doktorska disertacija. Београд, Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet.

<https://sr.wikipedia.org/sr/Славиња>, August, 31st 2017

<https://sr.wikipedia.org/sr/Росомач>, August 31st 2017

[https://sr.wikipedia.org/sr/Сенокос\\_\(Димитровград\)](https://sr.wikipedia.org/sr/Сенокос_(Димитровград)), August, 31st 2017

[https://sr.wikipedia.org/sr/Каменица\\_\(Димитровград\)](https://sr.wikipedia.org/sr/Каменица_(Димитровград)), August, 31st 2017

[http://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm\\_sliv\\_id=6](http://www.hidmet.gov.rs/ciril/hidrologija/povrsinske/sliv.php?hm_sliv_id=6), August, 31st 2017

Примљено/ Received on 02.09.2017.

Прихваћено/ Accepted on 04.10.2017.