

## Prilog poznavanju režima i bilansa voda reke Resave

Marina Mitrašinović, Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Dušan Polomčić



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Prilog poznavanju režima i bilansa voda reke Resave | Marina Mitrašinović, Vesna Ristić Vakanjac, Saša Milanović, Ljiljana Vasić, Dušan Polomčić | Zbornik radova XVI Srpski hidrogeološki simpozijum sa međunarodnim učešćem, Zlatibor, 2022. | 2022 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0007295>

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)

# PRILOG POZNAVANJU REŽIMA I BILANSA VODA REKE RESAVE

## CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF THE REGIME AND WATER BALANCE OF THE RESAVA RIVER

Marina Mitrašinović<sup>1</sup>, Vesna Ristić Vakanjac<sup>1</sup>, Saša Milanović<sup>1</sup>, Ljiljana Vasić<sup>1</sup>, Dušan Polomčić<sup>1</sup>,

1 Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, kontakt osoba, student OAS, e-mail: [g41-17@rgf.bg.ac.rs](mailto:g41-17@rgf.bg.ac.rs)

2 Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, e-mail: [vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs](mailto:vesna.ristic@rgf.bg.ac.rs)

3 Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, e-mail: [sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs](mailto:sasa.milanovic@rgf.bg.ac.rs)

4 Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, e-mail: [ljiljana.vasic@rgf.bg.ac.rs](mailto:ljiljana.vasic@rgf.bg.ac.rs)

5 Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Đušina 7, 11000 Beograd, e-mail: [dusan.polomcic@rgf.bg.ac.rs](mailto:dusan.polomcic@rgf.bg.ac.rs)

**APSTRAKT:** *Sliv Resave zauzima područje između reke Velike Morave i obronaka Kučajsko-beljaničkih planina. Sliv i režim ove reke kontroliše se dvema hidrološkim stanicama: Manastir Manasija (slivno područje u iznosu od 388 km<sup>2</sup>) i Svilajnac (681 km<sup>2</sup>). Za potrebe analize režima voda reke Resave i uticaja padavina na formiranje oticaja sa njenog sliva preuzeti su podaci o padavinama sa meteorološke stanice Crni Vrh (1037 m nm) koji odslikava režim gornjeg dela sliva ove reke, i meteorološke stanice Smederevska Palanka (121 m nm) koji daje prikaz pluviografskog režima donjeg dela sliva. Sprovedena analiza obuhvata period od 1982. do 2020. što ovaj rečni tok svrstava u hidrološki izučene slivove. Sprovedena analiza režima proticaja pokazala je da: 1. padavine koje su zabeležene tokom prolećnih i rano letnjih meseci utiču na porast hidrograma proticaja, 2. padavine tokom druge polovine godine (recesioni period) uglavnom ne utiču na porast hidrograma, 3. porast hidrograma tokom zimskih meseci ili u periodu ranog proleća može biti uzrokovan i otapanjem snega. Dakle, imamo generalni porast hidrograma tokom prolećnih meseci koji je uzrokovan otapanjem snežnog pokrivača i prolećnim padavinama, a sa druge strane imamo prisutan dug recesioni period tokom druge polovine godine. Primenom bilansne jednačine sračunati su parametri koji ukazuju da se formiranje oticaja reke Resave odvija u gornjem delu sliva i to uglavnom na račun karstnih izdanskih voda.*

**Ključne reči:** *Hidrogeološke karakteristike, hidrološke karakteristike, režim voda bilans voda, rijeka Resava*

**ABSTRACT:** *The Resava basin occupies the area between the Velika Morava river and the slopes of the Kučajsko-beljanički mountains. The regime of this river is controlled by two hydrological stations: Manasija Monastery (catchment area 388 km<sup>2</sup>) and Svilajnac (681 km<sup>2</sup>). For analysis of the water regime of the river Resava and the influence of precipitation on the formation of runoff of the river Resava, data on precipitation were taken from the meteorological station Crni Vrh (1037 m above sea level) which reflects the regime of the upper part of the river basin, and meteorological station Smederevska Palanka which gives an overview of the pluviographic regime of the lower part of the basin. The conducted analysis covers the period from 1982 to 2020, which classifies this river flow into hydrologically studied basins. The analysis of the flow regime showed that: 1. precipitation recorded during the spring and early summer months affects the increase of flow hydrographs, 2. precipitation during the second half of the year (recession period) generally does not affect the increase of hydrographs, 3. increase of hydrographs during winter months or in the period of early spring can also be caused by melting snow. So, we have a general increase in hydrographs during the spring months, which is caused by melting snow cover and spring precipitation, and on the other hand, we have a long recession period during the second half of the year. By applying the balance equation, parameters were calculated which indicate that the formation of the runoff of the river Resava takes place in the upper part of the basin, mainly at the expense of karst source waters.*

**Key words:** *Hydrogeological characteristics, hydrological characteristics, water balance water regime, Resava river*

## UVOD

Sliv Resave se nalazi u severnom delu istočne Srbije, između reke Velike Morave i obronaka Kučajsko-beljaničkih planina. Resava postaje od Zlotske reke i Karapandžinog potoka, koji se sastaju na 668 metara nadmorske visine u erozivnom proširenju Resava. Jedna je od većih desnih pritoka Velike Morave. Ukupna dužina Resave je 65.5 km, dok njen sliv obuhvata površinu od oko 681 km<sup>2</sup> (prema podacima RHMZ-a). Teče u generalnom pravcu jugoistok – severozapad sve do ušća u blizini Svilajнца na 93 m nadmorske visine. Gornji deo sliva Resave predstavlja kompozitnu dolinu sastavljenu od kotlina, klisura i kanjona, dok kod Despotovca ulazi u Velikomoravski basen. Neposredno je okružena slivom Mlave na severu i slivom Zlotske reke na istoku. Resavski kraj se deli na Donju Resavu gde je središte opština Svilajnac i Gornju Resavu sa središtem u Despotovcu. Gornja Resava zahvata prostor od Strmostena na zapadu do Treste na istoku, odnosno prostor jugozapadne Beljanice (1339 m) i severnoistočnog dela Kučajskih planina (1284 m). Klisura Resave od 1955. godine je pod

zaštitom države, u okviru režima regionalog parka prirode „Gornja Resava“. Na pomenutom prostoru nalazi se i nekoliko zaštićenih dobara sa statusom spomenika prirode: Vintovača (rezervat prirode), Lisine (Veliko vrelo, Veliki buk – hidrološki spomenik prirode), Radoševa pećina, Resavska pećina, Bašan kamen i jama Vrtačelje (Avramović, 2005.).

## HIDROGEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽNOG PROSTORA

Na osnovu prisutnih litostratigrafskih jedinica kao i prisutnog strukturnog tipa poroznosti na istražnom prostoru izdvojeni su sledeći tipovi izdani:

1. **Zbijeni tip izdani** koji zauzima centralni i zapadni dio istražnog terena i formiran je u okviru stena kvartarne i neogene starosti. Zbijeni tip izdani vezan je za aluvijalne naslage, zatim jezerske, terasne, deluvijalne, siparske i bigrovite sedimente. Debljina aluvijalnih naslaga varira od jednog do maksimalnih 8 m (Stevanović, 1991.). Prihranjivanje izdani vrši se na račun infiltracije voda rečnih tokova, zatim infiltracijom atmosferskih taloga i delom podzemnim isticanjem iz karstne izdani. Dreniranje se vrši direktno u rečni tok tokom perioda kada je kota nivoa podzemnih voda hispometrijski viša od kote nivoa reke (sušni period), a najvećim delom se vrši putem bunara koji se koriste za vodosnabdevanje stanovništva i industrije, kao i lokalnih, uglavnom kopanih plitkih bunara koji se koriste za potrebe navodnjavanja poljoprivrednog područja. Najveće rasprostranjenje ove izdani je u okviru sedimenata neogene starosti, odnosno panonskih i pontskih sedimenata. U odnosu na zbijeni tip izdani koji je formiran u okviru aluvijalnih naslaga, možemo ga okarakterisati kao zbijeni tip manje izdašnosti. Neogene tvorevine karakteriše često smenjivanje vodopropusnih i vodonepropusnih slojeva, što daje mogućnost formiranja zbijene izdani sa slobodnim nivoom ili pod pritiskom.
2. **Pukotinski tip izdani** ima rasprostranjenje na zapadnom obodu Beljaničkog masiva, odnosno centralnom delu istražnog terena. Vezan je za crvene permske peščare i dacite krepoljinsko-senjske zone. Osnovna hidrogeološka svojstva pukotinskog tipa izdani, bez obzira na litološki sastav različitih formacija, predstavljena su nejednakim stepenom vodopropusnosti u vertikalnom profilu. Do formiranja izdanske zone obično dolazi u površinskom, jače raspadnutom delu, na kontaktu sa tankim deluvijalnim pokrivačem i korom raspadanja koja je najčešće male debljine. Nivo izdani nalazi se plitko ispod površine terena i nije kontinualan. Povoljna svojstva filtracije vezana su za zone direktnih tektonskih kontakata sa krečnjacima. Pukotinski tip izdani formiran u okviru crvenih permskih peščara najbolja filtraciona svojstva ima u kontaktu sa urgonskim krečnjacima, na čijem direktnom kontaktu prima najveće količine voda. Prihranjivanje izdani se vrši i infiltracijom jednog dela atmosferskog taloga, ali u znatno manjoj količini. Pukotinska izdan često predstavlja barijeru za kretanje karstnih voda, na čijem kontaktu se javljaju izvori i vrela. Dreniranje se uglavnom vrši preko izvora male izdašnosti.
3. **Karstnu izdan** karakterišu veoma povoljna filtraciona svojstva, sa karakterističnom disolucionom poroznošću. Maksimalne dubine karstifikacije uglavnom odgovaraju tektonskim zonama. Filtracija izdanskog voda odvija se u razvijenim sistemima pukotina i kaverni. Režim je pretežno turbulentan, sa znatnim oscilacijama izdašnosti.

Prihranjivanje se vrši infiltracijom atmosferskih taloga, kao i poniranjem voda rečnih tokova. Infiltracija padavina u ogolićenim krečnjačkim terenima može se iznositi i do 70-75%, dok je u pošumnjenim delovima infiltracija niža i iznosi do 40-60%. Najintezivnije prihranjivanje vrši se krajem zime i tokom prolećnih meseci, kada dolazi do otapanja snežnog pokrivača. S druge strane, usled izdizanja nivoa i zasićenja nadzidske zone, izdan često nije u stanju da apsorbuje velike količine vode, pa veliki deo voda površinski otiče. Tokom letnih meseci izlučuje se manje padavina, ali česte pljuskovite kiše znatno utiču na veličinu prihranjivanja. Međutim, u ovim periodima, zbog visokih temperatura vazduha, prisutne su velike vrednosti evapotranspiracije, tako da često se dešava da, i pored prisutnih padavina značajnog inteziteta, nema zabeleženog porasta hidrograma. Sa druge strane, deo voda koji se infiltrira/ponire, dopunjuje dinamičke rezerve koje su tokom dužeg sušnog/recesionog vremenskog perioda smanjile, tako da je ovo jedan od razloga što ne dolazi do porasta hidrograma isticanja, odnosno imamo i dalje prisutan period recesije.

Kada su u pitanju kišni ekstremi, veliki dio atmosferskog taloga i rečnih tokova otekne sa strmih padina masiva, jer površina prihranjivanja (koncentrične i difuzne ponorske zone) ne uspeva da primi velike količine vode, koje zbog strmog nagiba padina oboda masiva cirkulišu prema nižim predelima (Vasić, 2017.)

Na istražnom prostoru, u oblasti kontakta karbonatnih i nekarbonatnih stena (paleozojskih škriljaca), konstantovan je niz ponora u kojima se gube značajne količine voda. Tačnije, u delu paleozojskih škriljaca formiraju se površinski tokovi koji na kontaktu sa karstnom nestaju u ponorima (vode poniru). Od većeg značaja za sliv reke Resave su ponori Rečke i Busovate. Ponor Rečke nalazi se u istoimenoj uvali na južnoj Beljanici i predstavljen je zjapećim otvorom Ivkove jame. Dužina površinskog toka je oko 4km (Stevanović, 1991.). Ponor Busovate nalazi se na Beljanici na 1020 m n.v., a prima vode riječnog toka dužine oko 2.5 km. Maksimalni kapacitet gutanja ponora je oko 50 l/s (Stevanović, 1991.). Zbog definisanja vododelnice između sliva Mlave i Resave, još J. Petrović je 1954. godine izvršio opit "bojenja" na ponoru u uvali Rečke na Beljanici. Nakon ovoga u više navrata su vršena bojenja Rečke i Busovate sa istim ciljem (Ristić, 2007). Ponor Kločanice nalazi se oko 1 km nizvodno od krečnjaka sa paleozojskim škriljcima. U omanju pećinu utiču celokupne količine istoimenog toka u periodima niskih voda. Pri visokim

vodama, jedan dio tok produžava se nizvodno, gubeći vodu u izduhama korita reke, a samo pri višim vodama tok se produžava do ušća u Resavu (Strevanović, 1991).

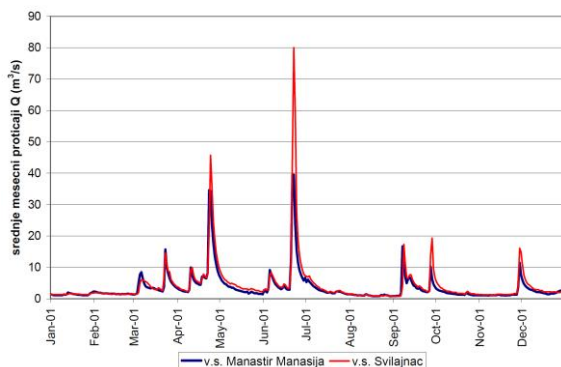
Karstna izdan prazni se isticanjem izdankih voda preko vrela, podzemnim isticanjem u okolne vodonepropusne tvorevine i elom u procesu evapotranspiracije. Karstna vrela i izvori javljaju se uglavnom na kontaktu karbonatnih i nekarbonatnih stena, a njihov položaj je predisponiran položajem rasednih struktura i pukotinskih sistema. U slivu Resave, duž severnog oboda kotlinice Lisine, pojavljuju se najinteresantnija i najperspektivnija karstna vrela Veliko i Malo vrelo.

4. Pored izdvojenih tipova izdani, na istražnom prostoru izdvojeni su i „uslovno” bezvodni delovi terena u to u okviru stena koje se odlikuju nepovoljnim hidrogeološkim svojstvima i uslovima za formiranje izdankih voda. U ove terene spadaju sericitski škriljci, metapeščari prekambrijuma, gabroidne stene i plagiograniti, filiti, argilošisti i metapeščari.

## REŽIM VODA REKE RESAVE

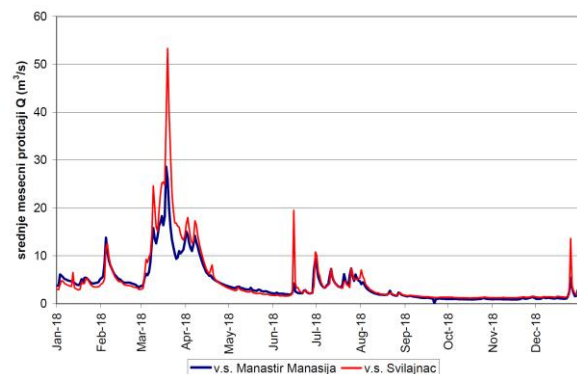
Za potrebe prikaza režima proticaja reke Resave, uzeti su primeri karakterističnih godina, odnosno po dva primera za hidrološku stanicu Manastir Manasija i za Svilajnac:

- godine kod kojih je srednje godišnji proticaj bio jednak srednjem višegodišnjem proticaju, a to su 2001. sa srednjegodišnjim proticajem od 3.48 m<sup>3</sup>/s na v.s. Manastir Manasija, odnosno 4.35 m<sup>3</sup>/s za v. s. Svilajnac i 2018. godina sa srednje godišnjim proticajem od 4.06 m<sup>3</sup>/s (v. s. Manastir Manasija), odnosno Q<sub>sr</sub>=4.65 m<sup>3</sup>/s (v.s. Svilajnac). Dati uporedni hidrogrami prikazani su na slikama 1 i 2. Ono što je karakteristični za ove hidrograme je da je odnos srednje godišnjih proticaja svega 1:1.25 (2001. godina) pa čak 1:1.15 (2018. godina), dok je odnos površina slivova koje kontrolišu razmatrane stanice 1:1.75. Ovo ukazuje na činjenicu da se najveći deo proticaja reke Resave formira u gornjem delu sliva, dok donji deo sliva skoro da i ne učestvuje u formiranju protoka reke Resave.
- kao godina sa karakterističnim minimalnim proticajem, odabrana je 1994. kada je srednji proticaj iznosio 0.58 m<sup>3</sup>/s (v.s. Manastir Mansija) i 0.33 m<sup>3</sup>/s na v. s. Svilajnac. Dat uporedni hidrogram prikazan je na 3. Odnos srednje godišnjih proticaja za ovu godinu je 1:0.57 što ukazuje na činjenicu da tokom sušnih perioda proticaji na godišnjem nivou su manji na nizvodnoj stanici u odnosu na registrovane na uzvodnoj stanici. Ovo je приметno i hidrogramima gde je tokom recesionog perioda proticaj reke Resave u profilu Manastir Manasija znatno veći u odnosu na isti zabeležen u Svilajncu. Razlog može biti različit, na prvom mestu korišćenje površinskih voda za navodnjavanje poljoprivrednih površina koje je intenzivnije tokom sušnih perioda. Takođe, intenzivnija eksploatacija podzemnih voda tokom ovih perioda utiče na obaranje nivoa podzemnih voda čime se pospešuje prihranjivanje izdani na račun voda reke Resave. Takodje, zbog malih dubina vode Resave tokom sušnih perioda a visokih temperatura dolazi i do povećanog isparavanja tako da je i ovo jedan od razloga što u uzvodnom profilu ima više vode nego u nizvodnom.
- odabrana godina sa karakterističnim maksimalnim proticajem je 1999. kada je srednje godišnji proticaj iznosio 14.64 m<sup>3</sup>/s na v. s. Manastir Manasija, a 18.9 m<sup>3</sup>/s na v. s. Svilajnac, pa je odnos srednje godišnjih proticaja je 1:1.3. Za ovu godinu kao i za 1994. karakteristična je dobra usaglašenost proticaja stim da je tokom poplavnog talasa zabeleženog početkom jula 1999. godine proticaj u profilu Manastir Manasija za oko 60 m<sup>3</sup>/s veći od proticaja u Svilajncu. Razlog je možda činjenica da u domenu velikih voda kriva proticaja nije najbolje definisana, a takodje može biti i razlog da je tokom poplavnog talasa došlo do izlivanja reke Resave nizvodno od profila Manastir Manasija i plavljenja donjeg dela sliva Resave što je fizički dovelo do toga da vodostaji u Svilajncu budu niži od realnih pa samim tim i proticaj bude niži.



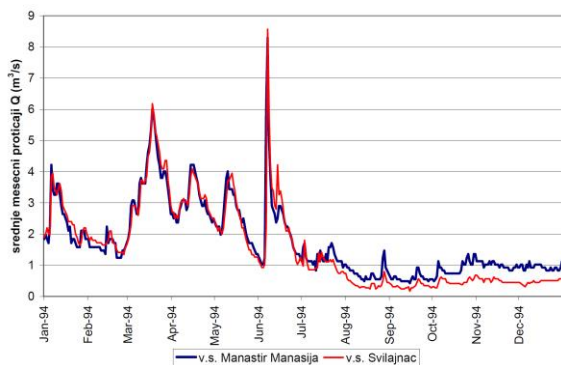
**Slika 1.** Uporedni hidrogram proticaja reke Resave za 2001. godinu

**Figure 1.** Comparative hydrogram of the Resava river flow for 2001

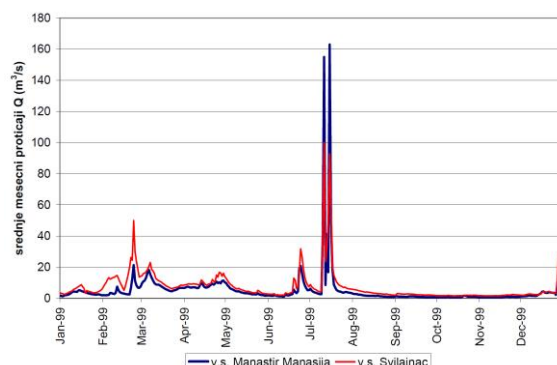


**Slika 2.** Uporedni hidrogram proticaja reke Resave za 2018. godinu

**Figure 2.** Comparative hydrogram of the Resava river flow for 2018.



**Slika 3.** Uporedni hidrogram proticaja reke Resave za 1994. godinu  
**Figure 3.** Comparative hydrogram of the Resava river flow for 1994.



**Slika 4.** Uporedni hidrogram proticaja reke Resave za 1999. godinu  
**Figure 4.** Comparative hydrogram of the Resava river flow for 1999.

## BILANS VODA REKE RESAVE

Bilans voda sliva Resave rađen je za ukupnu površinu sliva koju u suštini kontrolirše vodomjerni profil Svilajnac, kao i za površinu sliva koju kontrolirše v.s. Manastir Manasija. Takođe, urađen je proračun parametara bilanske jedančine za tipično vlažnu i kišnu godinu. Sračunate su sledeće komponente kao što su:

Prosečna višegodišnja zapremina raspoložive vode u slivu

$$W = \bar{Q} \cdot 31.536 \quad (10^6 \text{ m}^3)$$

$Q$  - srednje godišnji proticaj u  $\text{m}^3/\text{s}$

Prosečna višegodišnja vrednost sloja oticaja

$$h = \frac{1000 \cdot W}{F} \quad (\text{mm})$$

$W$  – srednje godišnja zapremina otekne vode ( $\text{m}^3$ )

$F$  – površina sliva u  $\text{m}^2$

Isparavanje

$$E = P - h \quad (\text{mm})$$

$P$  - padavine u mm

$h$  – sloj oticaja u mm

Specifični oticaj

$$q = \frac{Q}{F} \quad (\text{l/s/km}^2)$$

$Q$  – srednje godišnji proticaj u  $\text{l/s}$

$F$  – površina sliva u  $\text{km}^2$

Prosečni višegodišnji koeficijent oticaja

$$\varphi = \frac{h}{P}$$

$h$  – sloj oticaja u mm

$P$  - padavine u mm

Za osmatrački period od 1982-2020. godine srednje višegodišnji proticaj Resave iznosio je  $4.22 \text{ m}^3/\text{s}$  (v.s. Svilajnac), odnosno  $3.31 \text{ m}^3/\text{s}$  (v.s. Manastir Manasija), s' tim da se na godišnjem nivou srednje godišnji proticaji kreću u intervalu od  $1.61 \text{ m}^3/\text{s}$  (1994. godina) pa do  $10.93 \text{ m}^3/\text{s}$  (2010. godina) za stanicu Svilajnac, odnosno od  $1.52 \text{ m}^3/\text{s}$  (2011.) pa do  $5.59 \text{ m}^3/\text{s}$  (2005.). Za potrebe analize sušne i kišne godine odabrane su 1994. godina (sušna) kada je na stanici Manastir Manasija srednje godišnji proticaj je iznosio  $1.76 \text{ m}^3/\text{s}$  a u profilu Svilajnac  $1.61$ , dok za vlažnu godinu odabrana je 2010. kada su srednje godišnji proticaji iznosili  $10.93 \text{ m}^3/\text{s}$  (Svilajnac), odnosno  $4.8 \text{ m}^3/\text{s}$  (Manastir Manasija). Kao reperne padavinske stanice uzete su analizirane met. st. Crni Vrh i Smederevska Palanka. Kako su ove stanice karakteristične za najviše odnosno najniže hipsometrijske visine sliva Resave, za proračune bilansnih komponenti celog sliva uzeta je vrednost koja je aritmetička sredina karakterističnih padavina za ove dve stanice i iznosi  $707.5 \text{ mm}$ . Slično je urađeno i za odabrane karakteristične godine tako da sumarna vrednost godišnjih padavina za sliv Resave za 1994. godinu iznosila je  $570 \text{ mm}$  (sušna

godina) a za 2010. godinu 902.4 mm (vlažna godina). Sa druge strane, za sliv koji kontroliše v.s. Manastir Manasija kao repersna vrednost za višegodišnji period kao i sušnu i kišnu godinu uzete su vrednosti osmotrene na met. st. Crni Vrh.

**Tabela 1.** Zbirni pregled elemenata vodnog bilansa sliva Resave reke / višegodišnji period  
**Table 1.** Summary overview of water balance elements of the Resava river basin / multi-year period

parametar	oznaka/jedinica	Resava v.s. Manastir Manasija	Resava v.s. Svilajnac
veličina sliva	F (km <sup>2</sup> )	358	683
padavine	P (mm)	766	707.5
isparavanje	E (mm)	474.4	512.7
sr. godišnji proticaj	Q (m <sup>3</sup> /s)	3.31	4.22
specifični oticaj	q (l/s/km <sup>2</sup> )	9.246	6.179
zapremina otekle vode	W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	104.38	133.08
sloj oticaja	h (mm)	291.6	194.8
koeficijent oticaja	φ	0.381	0.275

Što se tiče bilansa za sušne (1994. godinu) i kišne (2010. godinu) u tabelama 2. i 3. dati su sračunati parametri.

**Tabela 2.** Zbirni pregled elemenata vodnog bilansa sliva Resave za sušnu, 1994. godinu  
**Table 2.** Summary overview of the elements of the water balance of the Resava basin for the drought year, 1994

parametar	oznaka/jedinica	Resava v.s. Manastir Manasija	Resava v.s. Svilajnac
veličina sliva	F (km <sup>2</sup> )	358	683
padavine	P (mm)	586.5	570
isparavanje	E (mm)	431.5	495.7
sr. godišnji proticaj	Q (m <sup>3</sup> /s)	1.76	1.61
specifični oticaj	q (l/s/km <sup>2</sup> )	4.916	2.357
zapremina otekle vode	W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	55.50	50.77
sloj oticaja	h (mm)	155.0	74.3
koeficijent oticaja	φ	0.264	0.130

**Tabela 3.** Zbirni pregled elemenata vodnog bilansa sliva Resave za kišnu, 2010. godinu  
**Table 2.** Summary overview of the elements of the water balance of the Resava basin for the wet year, 2010

parametar	oznaka/jedinica	Resava v.s. Manastir Manasija	Resava v.s. Svilajnac
veličina sliva	F (km <sup>2</sup> )	358	683
padavine	P (mm)	1024.2	902.4
isparavanje	E (mm)	601.4	397.7
sr. godišnji proticaj	Q (m <sup>3</sup> /s)	4.8	10.93
specifični oticaj	q (l/s/km <sup>2</sup> )	13.408	16.003
zapremina otekle vode	W (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	151.37	344.69
sloj oticaja	h (mm)	422.8	504.7
koeficijent oticaja	φ	0.413	0.559

## ZAKLJUČAK

Na osnovu prikazanih rezultata može se zaključiti da sliv reke Resave raspolaže sa ukupno godišnje 4.22 m<sup>3</sup>/s, odnosno oko 133 miliona metara kubnih vode. Sa gledišta vodnosti, u iznosu od 6.17 l/s/km<sup>2</sup>, nalazi se nešto malo iznad republičkog proseka, koji prema Vodoprivrednoj osnovi Srbije – Hidrometeorološke podloge dokumentacija Instituta "Jaroslav Černi" i Republičkog hidrometeorološkog Zavoda Srbije, Beograd, 2009., iznosi 5.83 l/s/km<sup>2</sup>. Što se tiče sušnih godina specifični oticaj ima znatno niže vrednosti od republičkog proseka (svega 2.357), dok kod vlažnih godina on 2.75 puta ima veću vrednost.

Dobijene vrednosti za sliv koji kontroliše v.s. Manastir Manasija ukazuju na to da gornji deo sliva reke Resave raspolaže sa ukupno godišnje 3.31 m<sup>3</sup>/s, odnosno oko 104 miliona metara kubnih vode. Sa gledišta vodnosti, u iznosu od 9.25 l/s/km<sup>2</sup>, nalazi se znatno iznad republičkog proseka. Što se tiče sušnih godina specifični oticaj ima nešto niže vrednosti od republičkog proseka (4.916 l/s/km<sup>2</sup>), dok kod vlažnih godina on 2.3 puta ima veću vrijednost.

Ako uradimo uporednu analizu specifičnog oticaja, odnosno vodnosti sliva reke Resave, generalno, gornji deo sliva ima veći specifični oticaj u odnosu na celi sliv i to za oko 50%. Razlog je to da ovaj dio sliva čini 55 % karstnih terena, dok su preostali dijelovi izgrađeni od nekarstnih. Slična situacija je i kada su sušne godine u pitanju, s tim da je ovdje specifični oticaj gornjeg dela sliva Resave za više od 2 puta veći od specifičnog oticaja koji je dobijen za istu sušnu godinu za cijeli sliv, odnosno sliv koji kontroliše v.s. Svilajnac. Međutim, kada su u

pitanju kišne godine, situacija je obrnuta, tačnije, specifični oticaj dobijen za celi sliv ima veću vrednost od gornjeg dijela sliva. Ovo možemo objasniti činjenicom da dio voda koje su tokom intenzivnih padavina dospjele na sliv, su se infiltrirale u karstni masiv i na račun karstnih dinamičkih rezervi podzemnih voda zadržale u slivu, odnosno karstnom masivu. Za razliku od pomenutog, u donjem delu sliva, nakon obilnih padavina, došlo je najverovatnije do maksimalnog zasićenja zemljišta vlagom što je izazvalo i bubrenje glinovite komponente u okviru miocenskih sedimenata tako da je došlo do formiranja površinskog sloja koji je u ovom periodu bio manje vodopropusnosti, tako da je veći deo padavina površinskim putem otekao do glavnog drena, odnosno reke Resave.

Na kraju, potrebno je naglasiti da za potrebe što tačnijeg proračuna parametara bilansne jednačine potrebno je sračunati srednje padavine merodavne za celi sliv i to korišćenjem metode izohijeta što u momentu izrade ovog rada nije bilo moguće.

## Literatura

- AVRAMOVIĆ, D., (2005): Ekonomsko-ekološki aspekti eksploatacije i gazdovanje zaštićenim prirodnim dobrima. Niš.
- RISTIĆ, V., (2007): *Razvoj simulacionog modela za proračun dnevnih isticanja iz karstnih vrela*. Beograd: Departman za hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- STEVANOVIĆ, Z., (1991): *Hidrogeologija karsta Karpatobalkanida istočne Srbije i mogućnosti vodosnabdevanja*. Beograd: Institut za Hidrogeologiju, Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta.
- VASIĆ, LJ., (2017): *Geneza i uslovi cirkulacije voda kompleksnih sistema kučajsko-Bejanničkog masiva*. Beograd: Rudarsko-geološki fakultet, Univerzitet u Beogradu.