

Весна Ристић Вакањац*, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департман за хидрогеологију, Београд
Зоран Никић, Универзитет у Београду, Шумарски факултет, Одсек за заштиту земљишних и водних ресурса, Београд
Борис Вакањац, Универзитет Сингидунум, Факултет за Примењену екологију Футура, Београд
Дарко Рашић, Универзитет у Београду, Рударско-геолошки факултет, Департман за хидрогеологију, Београд

Vesna Ristic Vakanjac, Belgrade University, Mining and Geology Faculty, Hydrology Department, Belgrade
Zoran Nikic, Belgrade University, Forestry Faculty, Protection of Land and Water Resources Department, Belgrade
Boris Vakanjac, Singidunum University, Faculty of Applied Ecology Futura, Belgrade
Darko Rasic, Belgrade University, Mining and Geology Faculty, Hydrology Department, Belgrade

АНАЛИЗА РЕЖИМА И БИЛАНС ВОДА ДОЈКИНАЧКЕ РЕКЕ

ANALYSIS OF THE REGIME AND WATER BALANCE DOJKINACKA RIVER

Сажетак: Дојкиначка река је једна од ретких малих сливова у Републици Србији на којима се врше редовна осматрања водостаја и протицаја. Републички хидрометеоролошки завод Србије је на овој реци у профилу водомерне станице Височка Ржана, на свега 205 м узводно од њеног ушћа у реку Височицу, успоставио редовна осматрања режима овог тока још 1981. године. Са овим осматрањима се није прекинуло до данашњег дана, тако да се

* vesna_ristic2002@yahoo.com

располаже са низом података дужине око 35 година, што овај слив сврстава у хидролошки изучене сливове. Међутим, проблем малих сливова је тај што углавном немају добру покривеност метеоролошким станицама. Са друге стране, ако је сливна површина у већој мери изграђена од карбонатних стена, не сме се користити хидролошки слив оконтурен топографском (површинском) вододелницом, већ се мора пажљиво дефинисати реалан слив, односно потребно је дефинисати хидрогеолошко сливно подручје и хидрогеолошку вододелницу. У раду је, на примеру слива Дојкиначке реке, дата анализа грешака које могу настати уколико се у прорачун билансних параметара уђе са погрешно одређеном површином слива или погрешно прихваћеним метеоролошким параметрима (на првом месту падавинама).

Abstract: *Dojkinacka River is one of the rare small river basins in the Republic of Serbia where regular measurements of water levels and flows are made. Republic Hydrometeorology Department of Serbia has been carrying out regular measurements of the water and flow regime since 1981, using the water measurement station Visocka Rzana which is 205m upstream from the river's flowing into the river Visocica. These measurements are still applied today and therefore there are data for the last 35 years which classifies this basin as hydrologically researched and followed-up basin. However, the problem of small basins is that they are usually not well covered by meteorology stations. On the other side, if the basin area is mostly made of carbonate rocks, hydrological basin contoured by monographic (surface) watershed cannot be used, but real basin must be carefully defined i.e. it is necessary to define hydro-geological basin area and hydro-geological watershed. This study, in the example of Dojkinacka River, gives the analysis of mistakes that could happen in case wrong areas of the basin or wrongly accepted metrological parameters (firstly, it relates to the rainfall) are taken for the estimation of balance parameters.*

Кључне речи: *режим, биланс, топографска површина слива, хидрогеолошко сливно подручје, Дојкиначка река*

Key words: *regime, balance, monographic basin area, hydro-geological basin area, Dojkinacka River*

1. УВОД

Подручје слива Дојкиначке реке налази се у источном делу Србије. Ова река, чија укупна дужина износи 26 километара, представља један од најлепших речних токова у Србији. Формирајући свој ток на рачун вода извора Три кладенца, тече од севера према југоистоку, прелазећи преко каскада, формирајући више прелепих водопада. Дојкиначка река, односно цео њен слив припада делу Старе планине познат под називом Висок. Заједно са њеном главном притоком, Јеловичком реком, улива се код Височке Ржане у Височицу и припада сливу Темштице, односно Нишаве и тиме Црноморском сливу.

Сливно подручје је повезано саобраћајницом преко Рсоваца и Планинарског дома на Видличу (мини скијалиште) са Пиротом на западу, као и локалним путем ка истоку који је делом макадамски, преко села Браћевци, Славиња, Изатовци, Доњи Криводол, затим преко планине Видлич, смиловског поља и насеља Смиловци, села Радеина и низ брдо Козарица, пут се спушта у Димитровград.

Сливно подручје Височице веома ретко је насељено. Место ушћа Дојкиначке реке у Височицу је у селу Височка Ржана, насељу које је, по попису из 2011. имало свега 23 стална становника ([https://sr.wikipedia.org/wiki/Височка Ржана](https://sr.wikipedia.org/wiki/Височка_Ржана) Посећено 17.06.2015.). Идући од ушћа узводно овом реком, долази се до познатог излетишта „Врело”, које се налази на ушћу Јеловичке реке у Дојкиначку реку. Пратећи даље ток Дојкиначке реке, након 10-ак километара, налази се село Брлог (59 становника), а затим након још неколико километара село Дојкинци, највеће насељено место у сливу Дојкиначке реке, које је смештено да левој долиној страни. По попису из 2011. ово село је имало 174 становника (<http://media.popis2011.stat.rs/2011/prvi-rezultati.pdf> Посећено 17.06.2015.). Поред поменутих села треба поменути и насеље Јеловицу (88 становника), село које се налази у сливу Јеловичке реке.

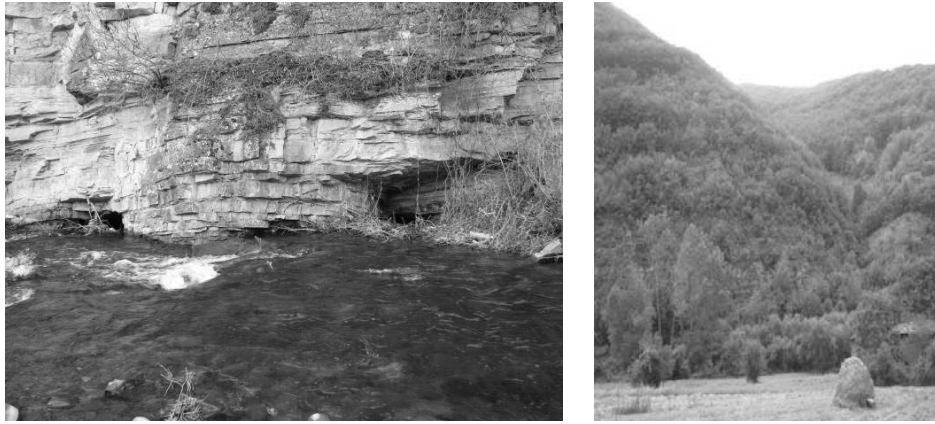
У геотектонском смислу истраживано подручје припада Карпато-балканидима. Највиши део терена сливног подручја Дојкиначке реке налази се у њеној изворишној зони, на коти око 1 860 м н.м., док се најнижи део терена налази у зони ушћа Дојкиначке реке у Височицу, на око 690 м н.м. Највише коте слива налазе се на билу Старе планине са врховима Вражја глава (1934 м н.м.) и Три чуке (1933 м н.м.).

На сливном подручју заступљени су флувијални, карстни, пролувијални и падински геоморфолошки процеси. Сваки од њих представљен је типичним ерозионим и акумулационим облицима. Карактеристичан карстни геоморфолошки процес заступљен је у тријаским кречњацима, који се уздижу са леве и са десне долинојске

стране Дојкиначке реке. У централном делу слива имамо формирану алувијону равну релативно мале дебљине. Од карстних облика јављају се типични подземни и површински облици: понори, вртаче, каверне и пећине. Најзначајнији понори везани су за корито Дојкиначке реке где се јавља понорска зона непосредно низводно од села Дојкинци (слика 1а). Ова река је предиспонирана дојкиначким раседом, тачније корито Дојкиначке реке прати правац пружања истоименог тектонског дисконтинуитета. Након напуштања доњотријаских седимената река тече преко средњотријаских карбонатних стена. Поменута понорска зона је везана за сам контакт доњег и средњег тријаса, а предиспонирана је још и раседном структуром управном на дојкиначки расед (слика 1б). Током летњих месеци након ове понорске зоне често корито Дојкиначке реке остаје суво, пуно облутака дециметарских размера. Ово потврђује чињеницу да током великих вода ова река има бујични карактер и огромну кинетичку енергију (Nikić, Radošević i Ristić, 2003).

Од пећина треба споменути пећину код Три кладенца и Јеловичког врела. Пећина код Јеловичког врела смештена је на левој долиној страни Јеловичке реке, притоке Дојкиначке реке, на 752 м н.м., односно 8 м изнад корита. Укупне је дужине 132 м. Ово је разграната пећина са сплетом кратких, међусобно повезаних канала. Пећина је без хидрогеолошке функције. Настала је ерозијом подземног тока, који се касније спустио у ниже пукотине и данас истиче на врелу испод пећине (слика 2).

Од других геоморфолошких облика који су интересантни за сливно подручје Дојкиначке реке јесу водопади, којих има више на истражном простору а од којих свакако треба споменути водопад Арбиње и водопад Тупавица (слика 3).



Слика 1 Место понирања Дојкиначке реке: а – понорска зона, б – раседна структура изнад понорске зоне Дојкиначке реке
 Picture 1 The place of Dojkinacka River sinkhole: a- sinkhole zone, b- fissure structure above the sinkhole zone of Dojkinacka River



Слика 2 Јеловичко врело
 Picture 2 Jelovicko spring



Слика 3 Водопад Тупавица
 Picture 3 Tupavica Waterfalls

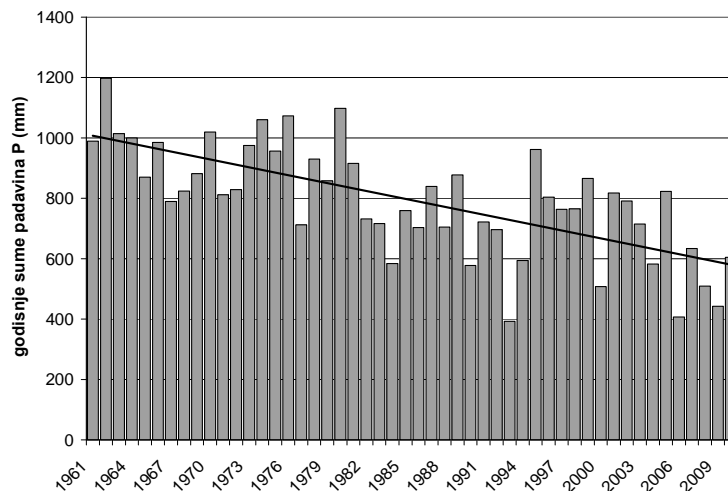
2. ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ СЛИВА ДОЈКИНАЧКЕ РЕКЕ

2.1 Падавински режим

Анализа режима падавина извршена је на основу 50-годишњег низа падавина регистрованих на кишомерној станици Дојкинци (1961-2010). Просечна вредност годишњих сума падавина за разматрани период износи 793 мм. Максимална годишња вредност у износу од 1196.9 мм забележена је 1962. године, док је минимална регистрована 1993. године у износу од 393.2 мм. На слици 4 дате су

вредности годишњих сума падавина на падавинској станици Дојкинци за осматрачки период на коме се јасно види да тренд падавина регистрованих на овој станици је изузетно негативан (Ристић Вакањац, Миловановић, Вакањац и Чокорило Илић, 2014).

Што се тиче средње месечних падавина у осматраном периоду, варирају од 0.3 (јули 2007. године) па до 232.9 мм регистрованих такође јула месеца али 1976. године. У просеку максималне падавине везане су за мај и јуни, док је октобар месец са најнижим падавинама. Када се посматра вегетациони и ванвегетациони период, током вегетационог периода падне око 55% укупних годишњих падавина (449.1 мм), док током ванвегетационог периода падне око 344.5 мм или око 45%. Ова прерасподела падавина одговара пољопривреди и сточарству којом се бави постојеће становништво. Треба нагласити да иако током ванвегетационог периода падне у просеку 344.5 мм, део ових падавина сигурно се у виду снежног покривача задржава током зимских месеци, а отапа се током марта и априла, што повећава количину воде која учествује у билансу током вегетационог периода. Може се са великом сигурношћу рећи да током вегетационог периода у просеку више од 55% укупних падавина учествује у формирању отицаја. Нажалост, подаци о висини снежног покривача не постоје на овом сливном подручју.



Слика 4 Годишње суме падавина регистроване на падавинској станици Дојкинци у периоду 1961-2010. године

Picture 4 Annual levels of rainfall registered at the rainfall station Dojkinци for the period 1961-2010.

2.2 Хидролошке карактеристике

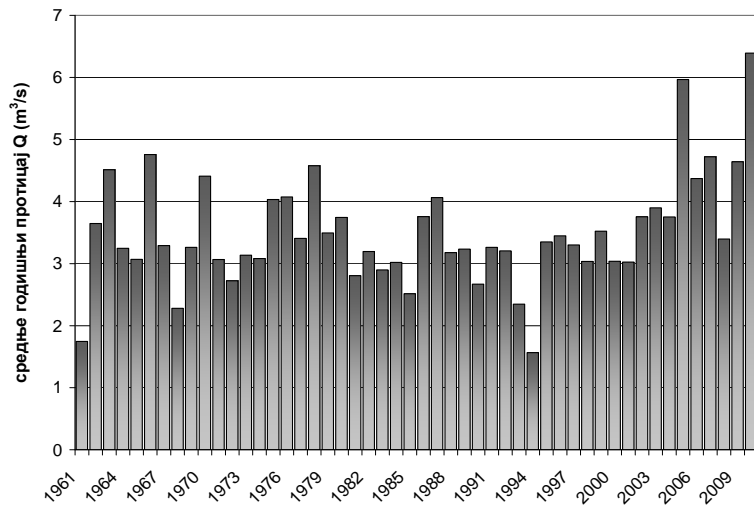
За потребе анализе хидролошких карактеристика Дојкиначке реке коришћени су подаци Републичког хидрометеоролошког завода Србије са њихове хидролошке станице постављене на Дојкиначкој реци у профилу Височка Ржана, а која се налази на око 0.3 км од њеног ушћа у реку Височицу. Овај профил је успостављен још 1981. године и ради без прекида до данас. Како је тема рада „Режим и биланс вода Дојкиначке реке“, неопходно је било да осматрачки периоди метеоролошких и хидролошких параметара буду идентични. Из тог разлога и за Дојкиначку реку коришћен је рачунски период од 1961. до 2010. године, с тим да се за период када није било осматрања (1961-1980), извршило попуњавање коришћењем модела ВНЦ (вишеструка нелинеарна корелација) који је развијен у Институту за водопривреду „Јарослав Черни“ (Prohaska, Petković i Simonović, 1977). На овај начин добијени средње месечни протицаји као и вредности које су осмотрене приказане су у табели бр. 1, на слици 5 дате су средње годишње вредности протицаја, а на слици 6 дата је унутаргодишња расподела протицаја.

Табела 1 Средње максимални и минимални месечни протицаји Дојкиначке реке регистрованих у в.с. Височка Ржана за осматрачки период 1961-2010.

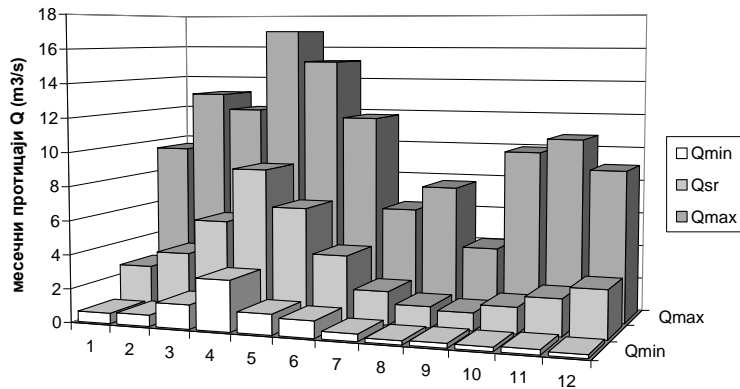
Table 1 Average maximal and minimal monthly flows of Dojkinacka River registered in the village of Visocka Rzana for the period 1961-2010.

	Јан	Феб	Март	Апр	Мај	Јун	Јул	Авг	Сеп	Окт	Нов	Дец	Qсп
Qсп	2.642	3.560	5.624	8.826	6.617	3.934	1.971	1.246	1.043	1.526	2.162	2.822	3.498
Qмах	9.522	13.04	12.1	17	15.14	11.71	6.18	7.61	4.038	9.884	10.7	8.94	6.393
Qмин	0.618	0.67	1.426	2.989	1.21	1	0.435	0.235	0.27	0.25	0.297	0.212	1.566

На основу приказаног у табели 1, може се констатовати да средњи вишегодишњи проток Дојкиначке реке у профилу в.с. Височка Ржана износи 3.498 м³/с. Година када је регистрован максимални отицај била је 2010. када је забележен средње годишњи проток у износу од 6.393 м³/с, док је најсушнија година, односно година са најмањим протоком била 1966. (1.566 м³/с). Месец који је био најсиромашнији са водом је био децембар 2002. године када је протекло у просеку 0.212 м³/с, док је месец са највећим количинама вода забележен априла 2000. године и то у износу од 17 м³/с.



Слика 5 Средње годишњи протицаји Дојкиначке реке у профилу в.с. Височка Ржана
 Picture 5 Average annual flows of Dojkinacka River in the profile of Visocka Rzana village



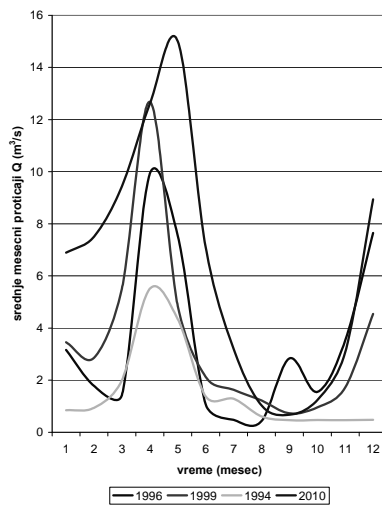
Слика 6 Унутаргодишња расподела Мин, Мах и Ср месечних протицаја Дојкиначке реке у профилу в.с. Височка Ржана
 Picture 6 Annual distribution of average, minimal and maximal monthly flows of Dojkinacka River in the profile of Visocka Rzana village.

Унутаргодишња расподела указује да је генерално април месец са највећим протицајима. Ово иде у прилог коментару датом за унутаргодишњу расподелу падавина. Дакле, чињеница је да су максималне месечне падавине везане за мај и јуни па сходно томе требало би очекивати да се максимални протоци такође јављају током ова два месеца. Међутим, падавине у виду снега и формирање снежног покривача током зимских месеци и његово отапање са порастом температура ваздуха (март, април, мај) утиче на унутаргодишњу расподелу Дојкиначке реке у тој мери да су максимални протоци ове реке везани за април и мај.

3. РЕЖИМ ВОДА ДОЈКИНАЧКЕ РЕКЕ

Са гледишта хидролошке изучености Дојкиначка река припада категорији хидролошки изучених сливова, јер на њеном сливу постоји хидролошка станица са дугогодишњим осматрањима водостаја и мерењима протицаја. Иако овај ток припада малим сливовима, прва осматрања водостаја започета су још 1981. године у профилу Височка Ржана. Мерно место је на 205м удаљености узводно од ушћа у реку Височицу. Од тада се врше систематска осматрања водостаја као и хидрометријска мерења у циљу дефинисања криве протока, односно у циљу одређивања протицаја у овом профилу. Од самог почетка осматрања, на поменутом профилу је поред водомерне летве постављен и лимниграф за потребе континуалног осматрања водостаја.

За анализу режима ове реке одабране су три карактеристичне године, једна изузетно сушна година (1994.), једна влажна (2010.) и две чије су средње годишње вредности приближно једнаке средње вишегодишњој вредности протицаја (3.522 м³/с – 1999. година и 3.448 м³/с – 1996. година). У табели 2 дате су средње месечне и годишње вредности протицаја Дојкиначке реке за одабране године, а на слици 7 њихов графички приказ.



Слика 7 Унутаргодишња расподела протицаја Дојкиначке реке регистрованих у профилу Височка Ржана за одабране године
 Picture 7 Annual distribution of the flows of Dojkinacka River registered in the profile of Visocka Rzana village for the elected years.

Табела 2 Приказ просечних вишегодишњих вредности средње месечних и годишњих протицаја Дојкиначке реке у профилу в.с. Височка Ржана
 Table 2 Presentation of average values of monthly and annual flows of Dojkinacka River in the profile of Visocka Rzana village through years

Год.	месеци												год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
1994	0.847	0.943	1.997	5.511	4.338	1.382	1.289	0.61	0.462	0.473	0.465	0.478	1.566
1996	3.161	1.778	1.426	9.921	7.538	1.085	0.476	0.43	2.838	1.549	3.531	7.648	3.448
1999	3.45	2.856	5.511	12.68	4.838	2.134	1.629	1.222	0.726	0.956	1.728	4.542	3.523
2010	6.89	7.51	9.43	12.6	15	7.12	3.2	1.03	0.677	1.24	3.08	8.94	6.393

На основу слике 7 и табеле 2 може се закључити да унутаргодишње расподеле протицаја Дојкиначке реке су углавном сагласне. Код скоро свих година је забележен април месец као највлажнији, а август односно септембар као најсушнији. Има изузетака, али они су лако објашњиви уколико се изврши упоредна анализа протицаја ове реке и падавина, односно температуре ваздуха.

Први изузетак односно одступање од поменуте унутаргодишње расподеле је 1996. година (црна пуна линија на слици 7) код које је приметан секундарни максимум у септембру месецу. Ово је последица падавина које су забележене током овог

месеца у износу од 225.3 мм, што спада у максималне месечне падавине забележене на падавинској станици Дојкинци.

Други изузетак је 2010. година код које је максимална месечна вредност померена и јавила се у мају (црна испрекидана линија). Ово се може објаснити чињеницом да је током новембра 2009 – марта 2010. године пало у виду снега нешто више од 200 мм, а што се највероватније задржало у виду снежног покривача до априла због присутних негативних температура. Након тога је дошло до отапања снега током априла, али и до натпросечних падавина током овог и наредног месеца (55 мм у априлу и мају 109 мм) што је узроковало појаву максимума током 2010. године у мају, а не у априлу.

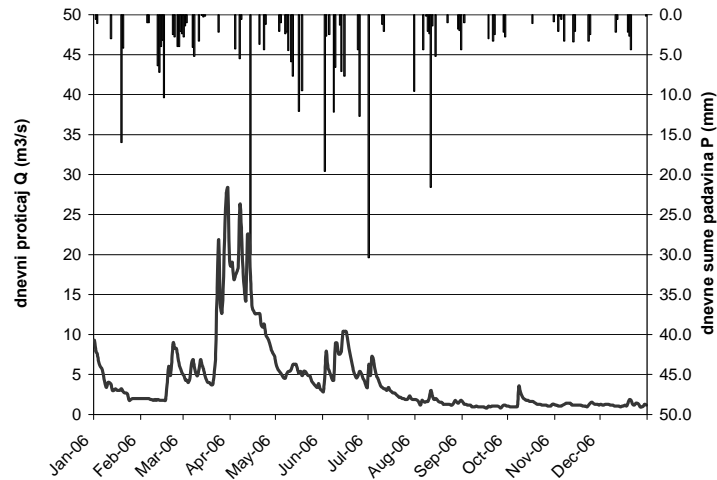
У циљу анализе дневних промена режима протицаја Дојкиначке реке одабране су 2006, 2010. и 2011. година. За ове потребе на сликама 8, 9 и 10 дати су хидрограми протока Дојкиначке реке регистровани у профилу Височке Ржане за одабране године. Реалан закључак је да су хидрограми великих вода стрми, било да се ради о делу хидрограма у порасту или делу хидрограма који се односи на његов пад. Рекција слива на падавине је брза, односно пропација падавина је брза, тако да скоро у току истог дана након киша јаким интензитета се на разматраном профилу региструје пораст водостаја/протицаја. Разлог овоме је терен изворишног дела сливног подручја који је изграђен од стенских маса са пукотинским типом порозности, где не постоји значајна инфилтрација падавина, већ највећи део падавина повременим или сталним токовима доспева до Дојкиначке реке. Како су у овом делу слива велики градијенти, велике су и брзине кретања вода у водотоковима. Овде треба напоменути да се један мањи део падавина враћа евапотранспирацијом у атмосферу.

За потребе анализа малих и великих вода урађене су криве трајања и учесталости. Резултати прорачуна кривих трајања дневних протицаја разматраних година (слика 8, 9 и 10) на профилу хидролошке станице Височка Ржана у сливу Дојкиначке реке, приказани су графички по годинама на слици 11, а криве учесталости на слици 12.

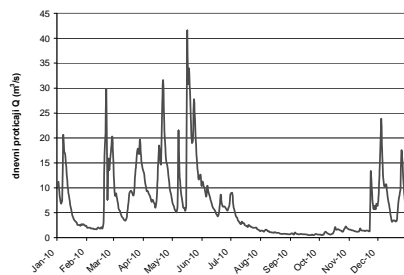
Мале воде у конкретном случају карактеришу вредности Q_{\min} - апсолутно минимални протицај у низу од 35 година, као и $Q(95)$ – протицај са криве трајања дневних протицаја који одговара 95%-ној обезбеђености. Прикази ових величина по одабраним годинама дати су у табели бр. 3.

Велике воде, такође, карактеришу регистровани екстремни у расположивим серијама дневних протицаја. У конкретном случају то је Q_{\max} – апсолутно максимални дневни протицај у низ од 35 година, као и $Q(5)$ – протицај са криве трајања дневних протицаја

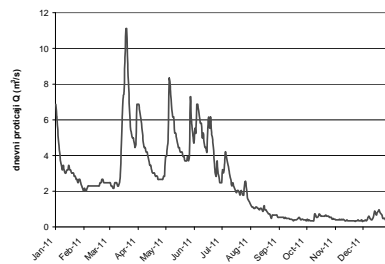
који одговара 5%-ној обезбеђености. Приказ ових величина за одабране године разматране хидролошке станице у сливу Дојкиначке реке је дат у табели бр. 3.



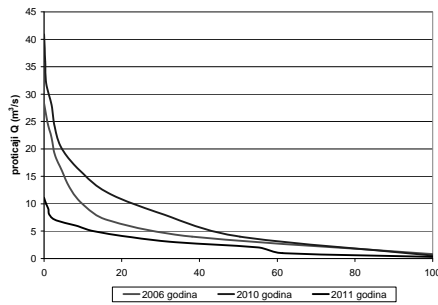
Слика 8 Хидрограм протицаја Дојкиначке реке и хистограм дневних сума падавина регистрованих на пад. станици Дојкинци за 2006. годину
Picture 8 Hydrograph of Dojkinacka River flows and histogram of daily amount of rainfall registered in the rainfall station of Dojkincki village for the year of 2006.



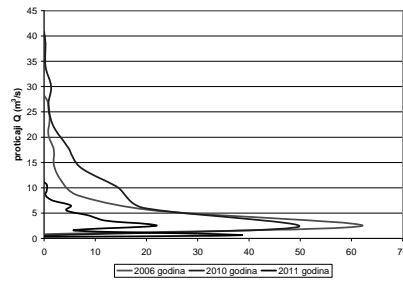
Слика 9 Хидрограм протицаја Дојкиначке реке за 2010. годину
Picture 9 Hydrograph of Dojkinacka River flows for the year of 2010.



Слика 10 Хидрограм протицаја Дојкиначке реке за 2011. годину
Picture 10 Hydrograph of Dojkinacka River flows for the year of 2011.



Слика 11 Крива трајања Дојкиначке реке у профилу в.с. Височка Ржана за одабране године
Picture 11 Curve of Dojkinacka River flows in the profile of Visocka Rzana village for the elected years



Слика 12 Крива учесталости Дојкиначке реке у профилу в.с. Височка Ржана за одабране године
Picture 12 Curve of Dojkinacka River frequency in the profile of Visocka Rzana village for the elected years

Генерално, може се извести закључак да су режими регистрованих екстремних протицаја (минималних и максималних) временски релативно променљиви и да се њихови односи Q_{\max}/Q_{\min} крећу за одабране године у дијапазону од 34.5 до 75.2. Нешто умеренији односи, са истом тенденцијом, односе се и за одабране карактеристичне вредности великих и малих вода, тј. $Q(5)/Q(95)$, где се ови односи крећу у интервалу од 12.5 до 21.6.

Табела 3 Приказ апсолутно минималних и максималних дневних протицаја Дојкиначке реке у разматраном профилу
Table 3 Presentation of minimal and maximal daily flows of Dojkinacka River in the elected profile.

Година	Мале воде		Велике воде		односи	
	Q_{\min}	$Q(95)$	Q_{\max}	$Q(5)$	Q_{\max}/Q_{\min}	$Q(5)/Q(95)$
2006	0.82	1.2	28.3	15.0	34.5	12.5
2010	0.544	0.95	40.9	19.7	75.2	20.7
2011	0.304	0.31	11.1	6.7	36.5	21.6

4. БИЛАНС ВОДА ДОЈКИНАЧКЕ РЕКЕ

Биланс вода слива Дојкиначке реке рађен је за цео слив. На бази свих приказаних података у овом раду формиран је збирни табеларни преглед основних елемената водног биланса за цео слив

Дојкиначке реке. Ови резултати су приказани у табели бр. 4, с тим да треба нагласити да се за прорачуне користила површинска (топографска) вододелница преузета из базе података Републичког хидрометеоролошког завода Србије. У табели 4 су приказане и изведене променљиве, као што су:

$$\text{Просечна вишегодишња запремина расположиве воде у сливу} \\ W = \bar{Q} \cdot 31.536 \quad (10^6 \text{ м}^3)$$

$$\text{Просечна вишегодишња вредност слоја отицаја} \\ h = \frac{1000 \cdot W}{F} \quad (\text{мм})$$

$$\text{Испаравање} \\ E = P - h$$

$$\text{Специфични отицај} \\ q = \frac{Q}{F} \quad (\text{л/с/км}^2)$$

$$\text{Просечни вишегодишњи коефицијент отицаја} \\ \varphi = \frac{h}{P}$$

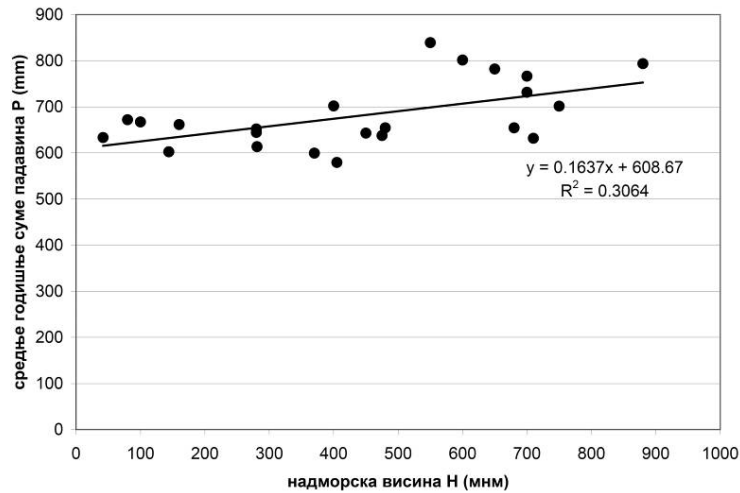
Табела 4 Збирни преглед елемената водног биланса слива Дојкиначке реке – варијанта 1

Table 4 Cumulative presentation of water balance elements of Dojkinacka River basin – version 1

F (км ²)	P (мм)	E (мм)	Q (м ³ /с)	q (л/с/км ²)	W (10 ⁶ м ³)	h (мм)	φ
139	793.6	0	3.498	25.1	110.3	793.6	100

На основу приказаних резултата може се закључити да применом података који су приказани и обрађени у овом раду, није могуће срачунати поуздано основне компоненте билансне једначине. Тачније, добија се да је коефицијент отицаја 100%, а да евапотранспирације уопште нема, што је немогуће. Разлог овоме је чињеница да годишње сумарне падавине које су осмотрене на падавинској станици Дојкинци нису реперне за улазак у прорачун осталих параметара билансне једначине. Надморска висина ове падавинске станице је 880 м н.м., па иако је уједно и станица која је

на највишој надморској висини на Старој планини, ипак надморске висине горњег дела слива Дојкиначке реке се налазе изнад 1500 м, што је значајно више од коте на којој се налази разматрана станица. Уколико се узме постојећа зависност средње годишњих сума падавина у функцији надморске висине за Стару планину (слика 13), коришћењем приказане зависности за надморску висину од 1500 м добија се 854 мм падавина, па су за ову вредност падавина параметри билансне једначине приказани у табели 5.



Слика 13 Зависност средње годишњих падавина у функцији надморске висине за Стару планину (Ристић Вакањац, Миловановић, Вакањац и Чокорило Илић, 2014)

Picture 13 Dependence of average annual rainfall on the altitude for Old Mountain (Ristic, Vakanjac, Milovanovic, Vakanjac, Cokorilo Ilic, 2014)

Табела 5 Збирни преглед елемената водног биланса слива Дојкиначке реке – варијанта 2

Table 5 Cumulative presentation of water balance elements of Dojkinacka River basin – version 2

F (км ²)	P (мм)	E (мм)	Q (м ³ /с)	q (л/с/км ²)	W (10 ⁶ м ³)	h (мм)	φ
139	854.3	60	3.498	25.1	110.3	793.6	0.93

Добијени резултати приказани у табели 5 и даље дају проблематичне резултате, тако да је неопходно применити методу изохијета за прорачун средње вишегодишњих падавина за слив

Дојкиначке реке. На слици 14 дата је карта изохијета средње вишегодишњих падавина, урађена на основу периода 1949-2006. На основу овог приказа, дефинисане су површине које припадају одговарајућим сумама падавина (табела 6).

Табела 6 Прорачун средње вишегодишњих падавина за слив Дојкиначке реке коришћењем методе изохијета

Table 6 Calculation of average rainfall for the Dojkinacka River basin including the period for more years, using the method of isolines

интервал P (мм)		P _{sr} интервала	припадајућа површина f _i (км ²)	производ P _{sr} x f _i
од	до			
750	800	775	6.404	4963.1
800	850	825	14.262	11766.15
850	900	875	26.253	22971.38
900	950	925	40.108	37099.9
950	1000	975	24.056	23454.6
1000	1050	1025	27.917	28614.93
СУМА			139	128870.1

На основу добијених вредности срачунате су меродавне средње вишегодишње падавине за слив Дојкиначке реке, коришћењем следеће једначине:

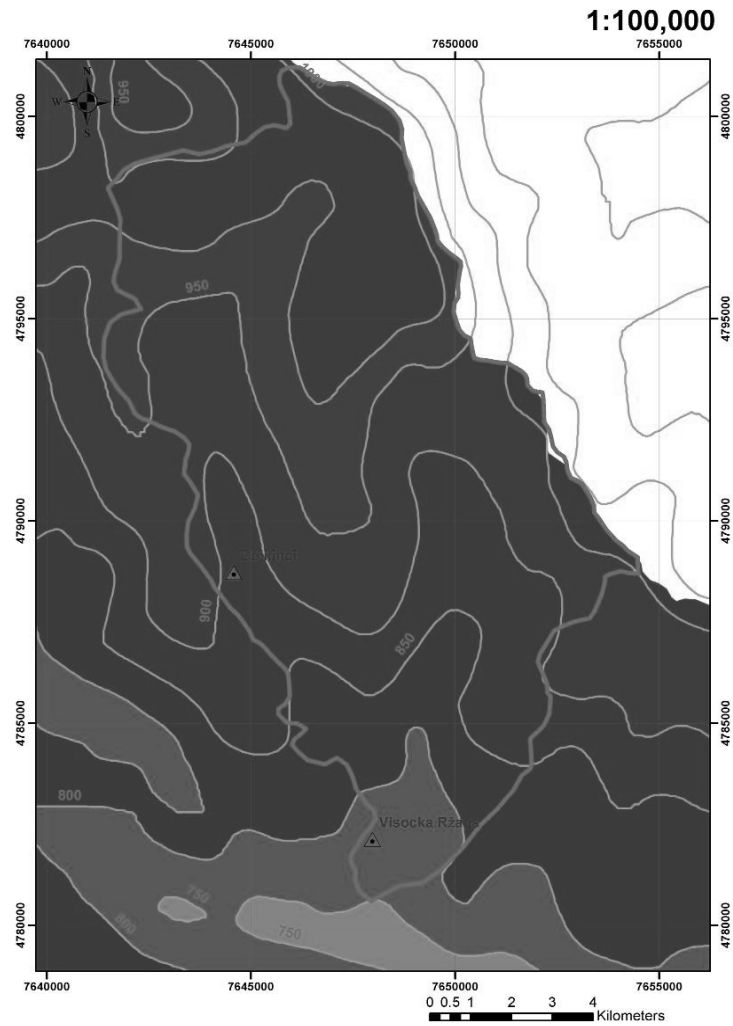
$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \cdot P_i}{F} = \frac{128870.1}{139} = 927.1 \text{ мм}$$

Ако се сада уђе у прорачун са овим срачунатим средње вишегодишњим падавинама, параметри билансне једначине ће изгледати на следећи начин (табела 7):

Табела 7 Збирни преглед елемената водног биланса слива Дојкиначке реке – варијанта 3

Table 7 Cumulative presentation of water balance elements of Dojkinacka River basin – version 3

F (км ²)	P (мм)	E (мм)	Q (м ³ /с)	q (л/с/км ²)	W (10 ⁶ м ³)	h (мм)	φ
139	927.1	134	3.498	25.1	110.3	793.6	0.85



Слика 14 Карта изохијета слива Дојкиначке реке
за период од 1949. до 2006. године
Picture 14 Map of isolines of Dojkinacka River basin
for the period of 1949-2006.

ЗАКЉУЧАК

Велики проблем приликом одређивања параметара биланса било је непостојање података о одређеним метеоролошким параметрима, или, уколико они постоје, непоузданост постојећих

података. За потребе билансирања вода у сливу Дојкиначке реке као улаз коришћене су падавине регистроване на падавинској станици Дојкинци која се налази на надморској висини од 880 м н.м. Изузетно негативан тренд годишњих сума падавина, који на осталим станицама ширег региона Старе планине (Ристић Вакањац, Миловановић, Вакањац и Чокорило Илић, 2014) није забележен, указује на могућност да подаци о падавинама који су се користили за израду овог рада нису у потпуности поуздани. Са друге стране, поред осматрања падавина, у ближој околини истражног простора није било осматрања ни једног другог параметра. Имајући у виду надморске висине сливног подручја Дојкиначке реке, подаци о снежном покривачу и евапотранспирацији би умногоме помогли да се параметри билансне једначине што прецизније одреде. Анализа температура ваздуха, изузетно битна за прорачун отапања снежног покривача, могла је бити урађена једино на основу података регистрованих на мет. станици Пирот. Ово није урађено јер надморска висина мет. станице Пирот је 370 м н.м., док се надморска висина на сливу Дојкиначке реке креће од 680 м н.м. (место ушћа ове реке у реку Височицу) па до преко 1900 м н.м. (надморска висина врхова преко којих прелази вододелница). Ово указује да је температура ваздуха на сливном подручју знатно нижа током целе године у односу на забележене температуре у Пиротској котлини. Међутим, примена методе изохијета за прорачун средњих падавина за цео слив умногоме даје боље резултате.

Поред наведеног, за Дојкиначку реку веома је проблематична њена стварна површина слива. У прорачун билансних параметара се ушло са сливном површином која је оконтурена топографском вододелницом. Како је средњи и доњи део тока Дојкиначке реке изграђен од карбонатних стена, у оквиру овог дела слива неопходно је било утврдити хидрогеолошку вододелницу. У прилог овоме говоре и понорске зоне Дојкиначке реке регистроване у кориту реке након њеног уласка на карбонатне стене као и карстна врела – извори који се јављају у оквиру самог корита неколико километара низводније од понорске зоне. При томе ова река током летњих периода углавном пресушује у делу низводно од понорске зоне, све до карстног врела „код рибњака“ у кориту Дојкиначке реке, одакле се формира стални ток. Сливу Дојкиначке реке, као што је претходно назначено, припада и Јеловичко врело које је највеће издашности у сливу реке Височице и чија хидрогеолошка вододелница је много већа од топографске. На основу детаљних хидрогеолошких рекогносцирања слива Јеловичког врела утврђено је да хидрогеолошка површина слива Дојкиначке реке укупно износи око 201.5 км² (Никић, 2003).

Ако се уђе са хидрогеолошком површином слива у прорачун параметара билансне једначине, добијају се знатно реалније њихове вредности (табела 8):

Табела 8 Збирни преглед елемената водног биланса слива Дојкиначке реке – варијанта 4

Table 8 Cumulative presentation of water balance elements of Dojkinacka River basin – version 4

F (км ²)	P (мм)	E (мм)	Q (м ³ /с)	q (л/с/км ²)	W (10 ⁶ м ³)	h (мм)	φ
201.5	927.1	379.8	3.498	17.35	110.3	547.3	0.59

За потребе одређивања што прецизнијих параметара билансне једначине за Дојкиначку реку, неопходно је погустити метеоролошку мрежу осматрачких станица, постављање једног лизиметра, и због веома сложених геолошких односа и хидрогеолошких услова на сливном подручју, прецизно дефинисање хидрогеолошког, а не топографског сливног подручја.

ЛИТЕРАТУРА

- Никић, З. (2003). *Хидрогеолошка анализа формирања и регионализација малих вода*, Београд, Задужбина Андрејевић.
- Nikić, Z., Radošević, B., Ristić, R. (2003). Characteristics of extreme Visočica river flow rate-influence of hydrological conditions. *Conference: 50 years University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“*. Part I (pp. 267-270). Sofia, University of Mining and Geology „St. Ivan Rilski“.
- Prohaska, S., Petković, T., Simonović, S. (1977). Application of multiple nonlinear standardized correlation in calculating correlations relation. *Proceedings of Institute for the Development of Water Resources*, 58, 25-34.
- Ристић Вакањац, В., Миловановић, Б., Вакањац, Б., Чокорило Илић, М. (2014). Климатске карактеристике и трендови климатских параметара на територији Старе планине. *Пиротски зборник*, 39, 21-38. https://sr.wikipedia.org/wiki/Височка_Ржана Посећено 17.06.2015. <http://media.popis2011.stat.rs/2011/prvi-rezultati.pdf> Посећено 17.06.2015.

Примљено/ Received on 17.06.2015.

Прихваћено/ Accepted on 12.08.2015.