

ХАРАКТЕРИСТИКА НА БАЗИСНИЯ ОТТОК ПРЕЗ МАЛОВОДИЕТО ВЪВ ВИСОКОПЛАНИНСКАТА ЧАСТ НА РЕЧНИЯ БАСЕЙН НА РЕКА МАРИЦА

Иво Величков¹

Базисният отток на реките определя гарантираните водни запаси в отделните речни басейни и територии и неговото изучаване е основна съставна част при анализите на ниските речни води. Настоящият доклад изследва времевите параметри на оттока, формиран изцяло от подземни води в басейна на р. Марица – кота 1400 (вторият по средна надморска височина речен басейн в страната). Анализът се основава на ежедневни водни количества за 33-годишен период, Hydrograph Separation Program и стандартни статистически методи и процедури. Базисният отток за изследвания период е $1,01 \text{ m}^3/\text{s}$ и варира в граници от $0 \text{ m}^3/\text{s}$ до $16,30 \text{ m}^3/\text{s}$. Той формира изцяло речните води за непрекъснати периоди с продължителност от 5 до 207 дни. Най-често времетраенето на базисния отток е между 8 и 14 дена или две седмици. Базисен отток, 100% от речния, се регистрира през всички месеци, с изключение на май, юни и юли. Той е едно от свидетелствата, че хидроложката година във високопланинските речни басейни се диференцира на два сезона. Характеристиките за базисния отток на р. Марица – кота 1400, могат да бъдат използвани за аналог в неизучени речни басейни с надморска височина над 2000 m.

Ключови думи: базисен отток, р. Марица

CHARACTERISTIC OF BASE FLOW DURING LOW WATER PERIOD IN ALPINE PART OF THE MARITSA RIVER BASIN

Ivo Belichkov

Abstract: The base flow of the rivers, determine the guaranteed water supply in individual river basins and territories, and its study is a key component in the analysis of the low river water. This report explores the temporal parameters of the flow

¹ СУ „Св. Климент Охридски“, Геолого-Географски факултет
ivo_velichkov_@abv.bg

formed entirely from groundwater in the basin of Maritsa River- elevation 1,400 (the second average altitude river basin in the country). The analysis is based on daily discharges for 33 years, Hydrograph Separation Program and standard statistical methods, and procedures. The base flow of the study period is 1,01 m³/s and varies from 0 m³/s to 16,30 m³/s. It forms entirely quantity of river water for uninterrupted periods continuing from five to 207 days. Most frequently the duration of the base flow is between 8 and 14 days, or two weeks. The base flow forms 100% of the river flow in all months except May, June and July. It is one of the evidence that the hydrological year in the high altitude river basins, differentiate two seasons. The characteristics of basic flow of Maritsa River - elevation 1,400 can be used as analog in unexplored river basins with an altitude above 2000 m.

Keywords: base flow, Maritsa River

УВОД

Базисният отток, или оттокът в речните течения, формиран изцяло от подземни води, е основа за определянето на гарантираните водни ресурси в речните водосбори. Неговият относителен дял в отточната структура за територията на страната е изследван от Пенчев (1970), за отделни райони и поречия – от Бецински (1982), Бецински и др. (1974), Зяпков и др. (1966, 1976, 1989), Стойчев (1977), Калинова (1977), Калинова и др. (1992), Йорданова (1974, 2002), Пенчев 1970а, 1970б), Пенчев и др. (1984). Изучаването му представлява интерес и в теоретичен и в практикоприложен аспект и най-вече за екологична оценка на водните течения.

Целта на настоящото изследване е да анализира количествените (вероятностните) и времевите характеристики на базисния отток през маловодните периоди в речния басейн на р. Марица – кота 1400.

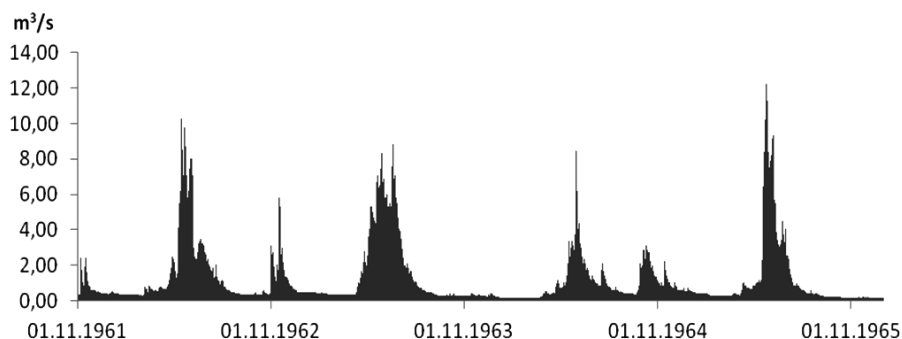
ОБЕКТ И МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

ОБЕКТ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

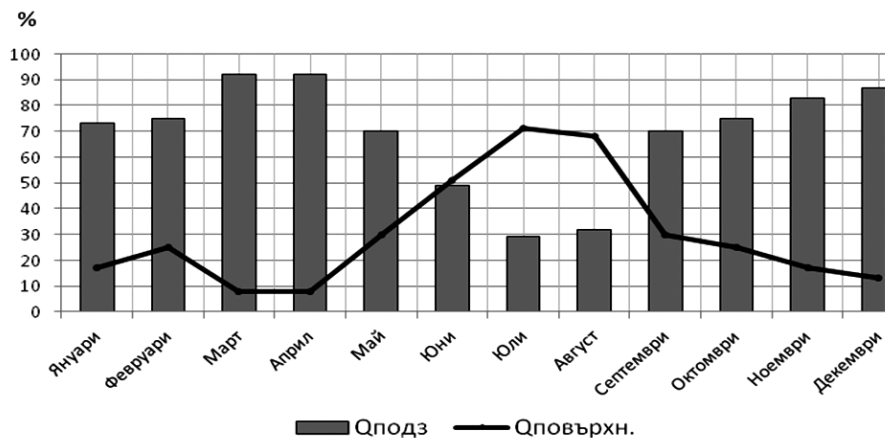
Речният басейн на р. Марица – кота 1400, обхваща изворната област на реката. Той е развит изцяло в границите на Рила, има площ 40,0 km² и надморска височина 2227 m (Хидрологичен справочник...,1957). В неговите граници р. Марица тече през ледникова долина с много голям наклон в посока североизток, ориентира се на север при кота 1900 и след преминаването през теснината западно от вр. Червените скали завършва течението си в границите на изследвания водосбор. Приема по течението си малки планински потоци, с които образува переста в план речна система. Климатът в изследването поречие е с отрицателни средни температури от м. януари до май/юни и ноември–декември, голям дял (80%) на снеговалежите от годишната валежна сума, малки валежи през летните и есенните месеци – между 47 mm (м. септември) и 80 mm, продължителен период на снегозадържане. Речният басейн е изгра-

ден преобладаващо от гранити и подземното подхранване на речните течения е с пукнатинни води.

В хидроложки аспект разглежданият речен басейн се отличава с голям отточен модул – $26,1 \text{ l/s/km}^2$, и малка вариабилност на годишния отток – C_v е $0,023$. В условията на голямо овлажнение и малко изпарение средният многогодишен отток на р. Марица – кота 1400, за периода 1961–1998 г. е $1,04 \text{ m}^3/\text{s}$, минималният – $0,52 \text{ m}^3/\text{s}$, а максималният – $1,66 \text{ m}^3/\text{s}$. Според среднофиктивното вътрешногодишно разпределение се отнася към реките с високопланински тип режим (Христова 2004, 2012), а в границите на воднобалансовата година в хидрографа се очертават пълноводна фаза от м. април до м. юли и маловодие през август–март (Христова, 2008). Отточните фази са отчетливо изразени (фиг. 1).



Фиг. 1. Хидрограф на р. Марица – кота 1400, за 1960/1961–1964/1965 г.



Фиг. 2. Относителен дял на подземния и повърхностния отток в годишния воден обем на р. Марица – кота 1400 (по данни на Стойчев, 1977)

Месечното разпределение на оттока е с коефициент на устойчивост 0,28, а сезонното – с доминиране на пролетния отток – W_3/W_n е 0,19 (Панайотов, 1972). В него според изследванията на Стойчев (1977), с изключение на месеците май и юни, в изследвания речен басейн доминира подземното подхранване. Относителният му дял варира от 29% през м. май до 92% през м. януари при средногодишна стойност 51 % (фиг. 2).

МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Базисният отток се установява чрез разчленяването на хидрографи с ежедневни водни количества и се определя лесно за периодите без повърхностен отток. В настоящото изследване е използван софтуерният продукт Hydrograph Separation Program. Програмата свързва най-ниските точки от хидрографа на пълноводните периоди и завишава в определена степен подземния отток, постъпващ в речните течения през пълноводието (по указания на упътването към самия софтуер). Затова резултатите от нейното прилагане са използвани само за периодите, през които няма повърхностно подхранване. Базисният отток е изчислен чрез програмата Hydro Office по локалния метод.

Вариационните редици от количествени и времеви характеристики на базисния отток са анализирани чрез статистически методи. Кривата на обезпеченост е определена по формулата $p = (m-0,3)/(n+0,4)$, в която m е поредният номер в редица, подредена в низходящ ред, n – броят на членовете в редицата. При тестване на формулата $p = m/(n+1)$ се получават резултати, сходни с тези, получени по горния израз, поради което в публикацията е представена само емпиричната крива на обезпеченост, изчислена по първата формула. Началните и крайните дати на периодите с базисен отток са определяни в границите на хидроложката година.

Исходна информация. Изследването се основава на ежедневните данни за речния отток от откриването на хидрометричната станция Марица – кота 1400 през 1950 г. до 1983 г. Изчислителният период е 33 години и включва години с различна водност. В проучването не е включена хидрометричната станция при кота 1900 m поради големия брой липсващи данни и ранното и закриване.

РЕЗУЛТАТИ

Базисният отток ($Q_{\text{баз.}}$) в речния басейн на р. Марица – кота 1400, е $0,73 \text{ m}^3/\text{s}$ за целия изследван период и варира между 0,2 и $7,5 \text{ m}^3/\text{s}$. Неговата средна многогодишна стойност за периодите без повърхностен отток е $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$ и се колебае в границите от 0,15 до $0,40 \text{ m}^3/\text{s}$, при малка изменчивост – C_v е 0,27 (табл. 1). С по-големи вариации са редиците от максимални и минимални стойности на базисния отток за периодите без валежи.

Т а б л и ц а 1

Количествени характеристики на базисния отток през маловодието

Показател		$Q_{\text{баз.ср.}}$	$Q_{\text{баз.мин.}}$	$Q_{\text{баз.ср.макс.}}$
Стойност	Ср. многогодишна	0,25	0,22	0,33
	Максимална	0,40	0,36	0,97
	Минимална	0,15	0,15	0,17
C_v		0,27	0,25	0,47

Средният отточен обем през периодите с изцяло подземно подхранване е 7,9.106 m³ и съставлява 24,3 % от целия речен отток и 34,2 % от базисния отток. Той е между 85 и 95 % от оттока през маловодието.

Базисният отток формира изцяло водите на р. Марица в изворната област от началото на хидроложката година до м. март, рядко април, и през последните месеци от нея (фиг. 3). Той е равен на речния отток през януари, февруари и март за целия изследван период или през времето с трайна снежна покривка за всички години.

Година	Хидроложки сезони												Година	Хидроложки сезони											
	зимен				пролетен				лятно-есенен					зимен				пролетен				лятно-есенен			
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
1950/51													1967/68												
1951/52													1968/69												
1952/53													1969/70												
1953/54													1970/71												
1954/55													1971/72												
1955/56													1972/73												
1956/57													1973/74												
1957/58													1974/75												
1958/59													1975/76												
1959/60													1976/77												
1960/61													1977/78												
1961/62													1978/79												
1962/63													1979/80												
1963/64													1980/81												
1964/65													1981/82												
1965/66													1982/83												
1966/67													1982/84												

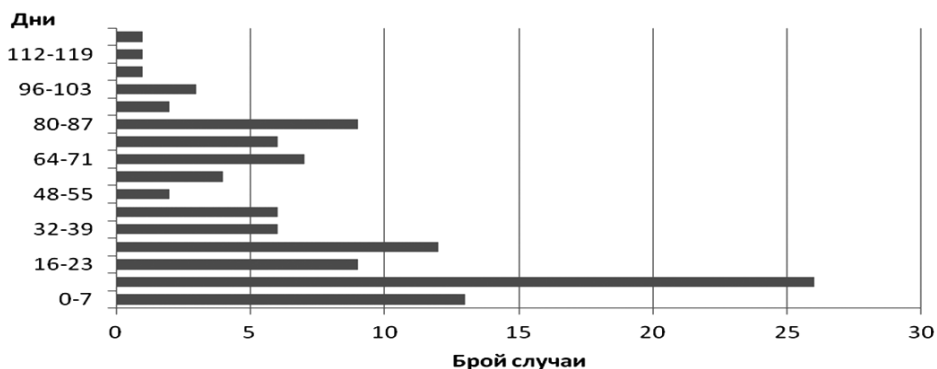
Фиг. 3. Месеци с базисен отток в речния басейн на Марица – кота 1400

Средногодишно в басейна на р. Марица – кота 1400, се регистрират три периода със случаи на изцяло базисен отток. За периода януари–март по-типичен е един до два случая, а след м. септември случаите варират от един до четири-пет. Броят дни с базисен отток през годините варира от 52 (1978 г.) до

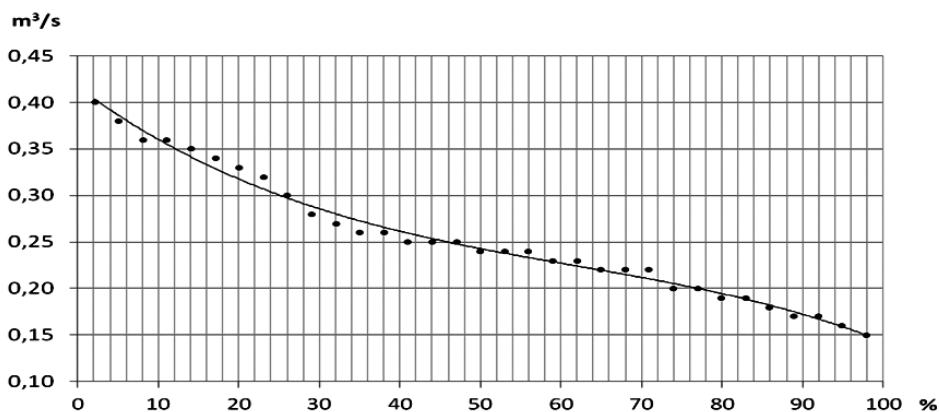
224 (1956 г.) при средна стойност за изчислителния период 131 дена. Той е най-голям през сухи години и години с продължителна трайна снежна покривка.

Началните и крайните дати на периодите с изцяло подземен отток в речното легло са 15.01.–16.03. и 23.10.–20.11. Анализът показва голяма устойчивост на началните дати през януари и октомври и на крайните – през м. март. Резултатите от изследваното явление дават основание есенно-зимният да се определи като типичен период с изцяло подземно подхранване. Особено типични са годините 1963/1964, 1967/1968, 1969/1970, 1970/1971 и 1973/1974 г., през които се регистрира непрекъснато подземно подхранване от м. септември/октомври до м. март.

Продължителността на периодите с базисен отток е между пет и 121 дена (фиг. 4). Най-типичен е случаят с времетраене от осем до 14 дена (24 % от всички случаи). С голям относителен дял са още периодите с изцяло подземно подхранване, които траят една, три и четири седмици. Най-продължителен е периодът през 1965 г. – 121 дена: от 1 септември до 31 декември). С голямо времетраене са двата периода с изцяло подземно подхранване през сухата 1963 г., които траят съответно 100 и 119 дена.



Фиг. 4. Честота (%) на периоди с различна продължителност на базисен отток



Фиг. 5. Емпирична крива на обезпеченост на годишния базисен отток на р. Марица – кота 1400

Вероятностният анализ чрез емпиричната крива на обезпеченост доказва малката повтораемост на годишния базисен отток над $0,35 \text{ m}^3/\text{s}$ и голямата – на този със стойности под $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$ (фиг. 5). Той потвърждава резултатите от непараметричния подход за определяне на честотата на базисния отток с определена стойност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Базисният отток в речния басейн на р. Марица – кота 1400, е $23,0.106 \text{ m}^3$, от които $7,9.106 \text{ m}^3$ формират маловодието. Анализът потвърждава извода на Бецински и др. (1974), че най-малки стойности на подземното подхранване са през сушеви години, а най-големи – през влажните. Подземното подхранване формира изцяло оттока през зимния хидроложки сезон, когато във високотланския басейн се задържа трайна снежна покривка. По-разпокъсани маловодни периоди се регистрират през есенните месеци. Случаите с базисен отток, равен на речния, варират от един до пет през годината и продължават от пет дена до четири месеца. Анализът на хидрографите и периодите с изцяло подземно подхранване дава основание хидроложката година в басейн на р. Марица – кота 1400, да бъде разделена на два сезона – есенно-зимен и пролетно-летен. Първият е от м. септември до м. март, а вторият – от м. април до м. август.

ЛИТЕРАТУРА

- Бецински, П.** 1982. Коефициенти на подземния отток в Югозападна България. – *Хидрология и метеорология*, 4, 10–17./Betsinski, P. 1982. Coefficients of groundwater flow in Southwestern Bulgaria. – *Hydrology and Meteorology*, 4, p. 10–17.
- Бецински, П., К. Ботева, Л. Василева.** 1974. Изследване и установяване на подземния отток в поречието на р. Искър до с. Курило. – *Изв. ИХМ*, XXIII, 81–104./Betsinski, P., K. Boteva, L. Vasileva. 1984 Researching and identifying groundwater flow in the river valley. Iskar near. Kourilo. – *Izv. Institute of Hydrology and Meteorology*, XXIII, 81–104.
- Зяпков, Л., И. Вапцаров, Х. Тишков.** 1976. Генезис и режим на оттока на р. Владайска – горно течение. – *Проблеми на географията*, 4, 35–47./Zyapkov, L., I. Vaptsarov V. Tishkov. 1976 Genesis and runoff regime of the river Vladayska – upper stream. – *Problems of Geography*, 4, 35–47.
- Зяпков, Л., П. Пенчев, М. Калинова.** 1989. Генетична структура на речните води. – В: *Природният и икономическият потенциал на планините в България*. С., БАН, 178–185./Zyapkov, L., P. Penchev M. Kalinova. 1989 Genetic structure of river water. – In: *Natural and economic potential of the mountains in Bulgaria*. Sofia, *Bulgarian Academy of Sciences*, 178–185.
- Зяпков, Л., Р. Русев.** 1966. Изследвания върху генезиса и режима на речния отток в Западните Родопи. – *Изв. ГИ БАН*, 10, 127–150. / **Zyapkov, L., R. Roussev.** 1966 Studies on the genesis and river flow regime in the Western Rhodopes. – *Izv. of Institute of Geography at the Bulgarian Academy of Sciences*, 10, 127–150.

- Йорданова, М.** 1974. Минималният отток в поречието на р. Арда – анализ на някои негови генетични фактори. – Изв. ГИ БАН, XXI, 55–73./Yordanova, M. 1974. Minimum flow in the river valley. Arda – an analysis of some of its genetic factors. – *Izv. of Institute of Geography at the Bulgarian Academy of Sciences*, XXI, 55–73.
- Йорданова, М.** 2002. Подхранване на речния отток. – В: География на България, С., ФорКом, 192–194./ Yordanova, M. 2002. Feeding river flow. – In: *Geography of Bulgaria*, Sofia, *ForKom*, 192–194.
- Калинова, М.** 1977. Характерни особености на генезиса и режима на речния отток в Западни Родопи с оглед използването на водните ресурси. – Год СУ, ГГФ, 2, 68, 57–73. / Kalinova, M. 1977, Characteristics and genesis of the river flow regime in the Western Rhodopes for use of water resources. – *Yearbook. Sofia University, “St. Kliment Ohridski”*, Faculty of Geology and geography, 2, 68, 57–73.
- Калинова, М., П. Петров.** 1992. Генетична структура на оттока на реките в Краищенска област. – Год СУ, ГГФ, 2, 83, 103–116./ Kalinova, M., P. Petrov. 1992 Genetic structure of the flow of the rivers in Kraishtenska area. – *Yearbook. Sofia University, „St. Kliment Ohridski“ Faculty of Geology and geography*, 2, 83, 103–116.
- Панайотов, Т.** 1972. Изменчивост на вътрешногодишното разпределение на оттока, фази и хидроложки сезони. – Изв. ИХМ, XX, 59–80./Panayotov, T. 1972. Variability of annual internal distribution of flow, phases and hydrological seasons. – *Izv. IHM*, XX, 59–80.
- Пенчев, П.** 1970 (а). Някои особености на генезиса и режима на речния отток в областта със средиземноморско климатично влияние в България. – Изв. БГД, VI (XVI), 63–82./Penchev, P. 1970 (a). Some features of the genesis and the regime of river flow in the area with Mediterranean climatic influence in Bulgaria. – *Izv. BGD*, VI (XVI), 63–82.
- Пенчев, П.** 1970 (б). Основни генетични съставки на оттока в България. – Изв. ГИ БАН, 14, 195–212. / Penchev, P. 1970 (b). Major genetic components of runoff in Bulgaria. – *Izv. of Institute of Geography at the Bulgarian Academy of Sciences*, 14, 195–212.
- Хидрологичен справочник на реките в България, 1957. т. I, под ред. на Ив. Маринов, С., Наука и изкуство./Hydrological reference book of the rivers in Bulgaria, 1957. t. I, redaction I. Marinov, M., Science and art.
- Стойчев, К.** 1977. Генезис и сезонно разпределение на речния отток в Рила планина. – Год. СУ, ГГФ, 2, 70, 89–135./ Stoytchev, K. 1977. Genesis and seasonal distribution of river runoff in the Rila Mountains. – *Yearbook. Sofia University, “St. Kliment Ohridski” Faculty of Geology and geography*, 2, 70, 89–135.