

Хидроложки методи за определяне на екологичния отток за малки планински реки

Гл. ас. д-р Калина Росенова Радева
СУ „Св. Климент Охридски“, ГГФ, КХГ
e-mail: kalinad@abv.bg

Абстракт: В настоящето изследване са описани начините за определяне на екологичния отток, базиращи се на използването на хидроложките методи на Тенант и Тесман, както и стандартни статистически методи. Изчисленията са направени за речния басейн на река Лебница. Данните са предоставени от Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“ (БДЗБР) и включват информация за средномесечните водни количества. Резултатите от изчисленията показват различия между стойностите на екологичния и речния отток и позволяват да се направи извода, че определения екологичен отток, приема стойности значително над нивото на абсолютния минимален отток.

Ключови думи: екологичен отток, абсолютен минимален отток, водни ресурси

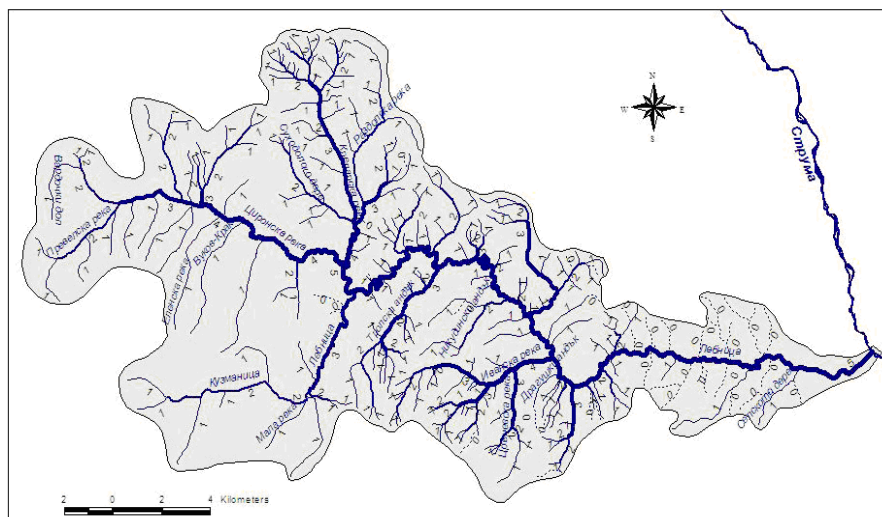
УВОД

България е разположена в югоизточната част на европейския континент, на границата между умерената и средиземноморската климатична област. Както географското местоположение, така и климатичните условия влияят върху формирането на водните ресурси на страната. В зависимост от влажността през дадена година, се формират между 9 и 24 млрд. m³ вода (без тук да се включват водите на р. Дунав). Пространственото разпределение на водните ресурси е в значителна степен диференцирано, което се дължи на голямото разнообразие от биотични и абиотични фактори на природната среда, които в значителна степен определят хидроложкия цикъл. Освен това местните различия във формирането на елементите на водния баланс: валежи, изпарение и речен отток, са резултат от различията в климата, характеристиките на земното покритие, геоложка структура и пр. Следователно, формирането на водните ресурси в планинските речни басейни, ще се различава съществено от това в равнинните речни басейни. В съответствие с принципите на устойчиво развитие, управлението на водите трябва да се реализира така, че да се отговори на нуждите на човека и икономиката, като същевременно се предприемат мерки за опазването на количествените и качествените характеристики на водната среда и влажните зони (РДВ, 2001). Това означава, че консумацията на вода не може да се извършва над определена гранична стойност на оттока, която ще предизвика необратими промени в екологичното състояние на водните екосистеми. Достъпните за използване водни ресурси (Qd) - количеството вода, което може да бъде иззето, за да се посрещнат човешките и икономическите потребности, се определя като разлика между наличния речен отток (Q) и т.нар. минимално допустим отток (Q_{min}), който се определя като минималното необходимо водно количество за поддържане на водната екосистема и подхранване на подземните води. Основният проблем свързан с Q_{min} е, че се отнася до обема на оттока само в речното легло, като се пренебрегват нуждите на съседните влажни зони. Те представляват важна част от хидрографската мрежа със значително въздействие върху процесите на водния кръговрат. Отточното количество, необходимо за удовлетворение на нуждите от вода на водните екосистеми и на привързаните влажни зони се нарича екологичен отток (ang. environmental flow – EF). EF се определя като тази част от естествения отток, която трябва да остане в реката и в заливните зони, за да се поддържа доброто качество на водните екосистеми и на влажните зони, според изискванията за опазване на околната среда (Tharme, 2003).

В момента в света се използват повече от 200 метода за определяне на екологичния отток. Те могат да се разделят на следните групи: хидроложки, хидравлични, симулация на местообитанията и холистични. От гледна точка на лекотата на използване, най-често за определяне на EF се използват хидроложките методи, където величината му зависи от характерните отточни количества (Korsgraad, 2006). Като се има предвид липсата на по-широко разпознаване на явлението EF на територията на страната, както и изпълнението на принципите на РДВ по отношение на устойчивото управление на водите (удовлетворяване на нуждите от вода на човека, икономиката, водните екосистеми и влажните зони), целта на настоящето проучване е сравнителен анализ на методите за определяне на EF в избран планински речен басейн.

МЕТОДИ НА ИЗСЛЕДВАНЕ

Сравнителният анализ на методите за определяне на EF е направен на примера на р. Лебница към ХМС - Лебница (дължина – 50.0 km, водосборна площ – 316.0 km² (122 km² на територията на Р Македония) (фиг. 1). Изборът на репрезентативен речен басейн се базираше на условието, че EF се определя за реки, характеризиращи се със сравнително ненарушен отточен режим (Smakhti, Shilpakar, and Hughes, 2006) Стойностите на EF са определени въз основа на средномесечните водни количества (Q) за период 1974-1995 г. Данните са предоставени от Басейнова дирекция „Западнобеломорски район“ (БДЗБР).



Фиг. 1. Хидрографска схема на р. Лебница (Ivanova, Baltakov, Milevski, 2009).
Fig. 1. Map of the river Lebnica basin

За определяне на EF са използвани методи от т. нар. хидроложката група - Тенант, Тесман и Q_{95} . Методът на Тенант е сред най-често използваните за определяне на EF. Стойностите на EF при този метод са зависими от величината на средногодишния отток, сезона (зимен или летен), от водните условия на екосистемите и от типа води, за които се определя (Табл.1). Модификация на метода на Тенант е този на Тесман, при него годината се разделя на месечни периоди. Стойностите на EF са в зависимост от средногодишното водно количество (MAF) и средномесечните водни количества (MMF) (Табл. 2). В настоящето изследване EF е определен също така и като отток с обезпеченост 95%, отчетен от емпиричната крива на обезпечеността.

Табл.1. Препоръчителни стойности на EF по отношение на средногодишния отток според Тенант (Tennant, 1976)
Tabl.1. Recommended values of environmental flow in relation to MAF by Tennant (Tennant,1976).

Отточни условия	Препоръчван отток (% от средногодишния отток)	
	октомври-март	април-септември
Прииждане	200%	200%
Оптимални	60 – 100%	60 – 100%
Отлични	40%	60%
Много добри	30%	50%
Добри	20%	40%
Поносими	10%	30%
Минимални	10%	10%
Сериозно увреждане	Под 10%	Под 10%

Таблица. 2. Препоръчителни стойности на EF според метода на Тесман (Tessman, 1980)
Table 2. Recommended values of environmental Tessman (Tessman, 1980)

Категория	Препоръчителен минимален месечен отток (m^3/s)
MMF < 0,4 MAF	MAF
MMF > 0,4 MAF и 0,4 MMF < 0,4 MAF	0,4 MAF
0,4 MMF > 0,4 MAF	0,4 MAF

В допълнение към настоящото изследване са определени достъпните средногодишните водни ресурси, при ограниченията заложили от необходимостта да се поддържа минимален отток, определен по методите на Тенант, Тесман и Q_{95} .

РЕЗУЛТАТИ

Методът на Тенант позволява да се определят стойностите на EF за два периода: октомври – март и април – септември. През месеците от октомври до март EF е със стойност $0.37 m^3/s$ и е два пъти по-висок, отколкото е абсолютния минимален отток ($0.14 m^3/s$). EF през периода от април до септември е $0.73 m^3/s$ и тази стойност е повече от

три пъти по-висока от абсолютния минимален отток. При определяне на EF по метода на Тесман, годината се разделя на дванайсет периода и за всеки от тях се определя съответната стойност на EF. Средната стойност изчислена по този метод е $0.85 \text{ m}^3/\text{s}$, като най-ниските му стойности са през м. октомври – $0.45 \text{ m}^3/\text{s}$, а най-високите са през м. април – $1.41 \text{ m}^3/\text{s}$. Разликата между минималните и максималните стойности на EF, определен по метода на Тесман е близо 70% (Табл.3, фиг.2). През целия разглеждан период EF изчислен по метода на Тесман не приема стойности по-ниски от абсолютния минимален отток.

Табл. 3. Екологичен отток изчислен по избрани хидроложки методи
Table 3. Environmental flows calculated using hydrological methods

Метод/Месец	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Метод на Тенант	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.37
Метод на Тесман	0.73	0.88	0.73	1.20	1.29	1.31	1.04	0.73	0.72	0.52	0.45	0.57
Q _{95%}	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66	0.66
Абсолютен минимален отток	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14

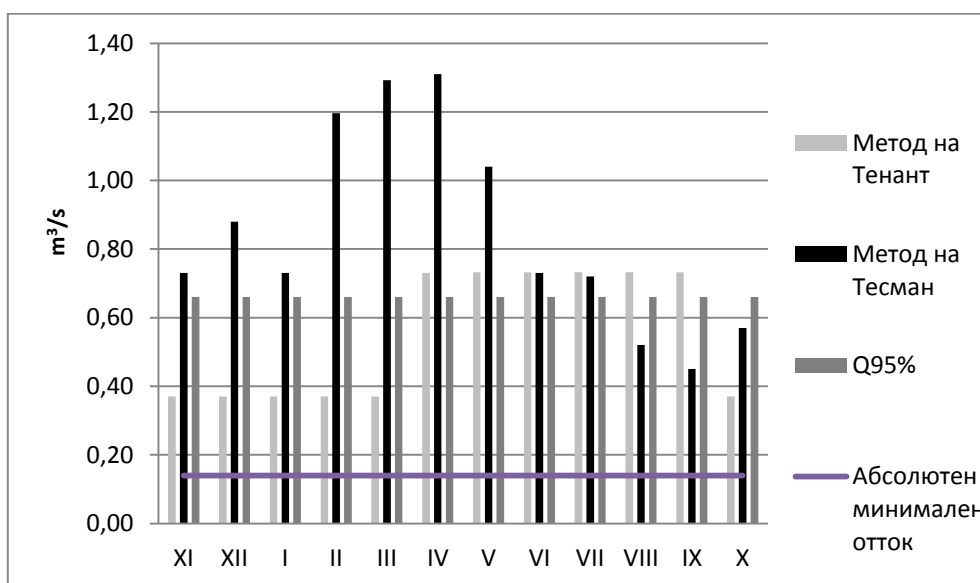


Fig. 2. Comparison of the environmental flows for the Lebnica catchment in cross-section Lebnica

В допълнение EF в настоящето изследване е определен и като отток с 95 % обесеченост. За разглеждания период Q_{95%} е $0.66 \text{ m}^3/\text{s}$ и е повече от четири пъти по-висок от абсолютния минимален отток.

Един от основните проблеми, свързани с ефективното управление на водите е определянето на такива стойности на минималния допустим отток и EF, водовземането над които ще доведе до необратими промени в околната среда. Не трябва да се пренебрегва и факта, че приемането на прекалено високи стойности на EF може да доведе до значително намаляване на наличните водни ресурси, което от своя страна може да затрудни социалното и икономическото развитие на региона (Witowski и др. 2008). Поради този факт, в настоящето изследване са определени и достъпните за използване водни ресурси при ограниченията приети от изчислените стойности на екологичния отток по методите на Тенант (QTennant), Тесман (QTesson) и Q_{95%} (Табл.4). Направените изчисления показват, че най-високи нива на водовземане се гарантират при приемане на стойност на EF определен по метода на Тенант и Q_{95%}, а най-ниските при ограничаване на водовземането от средната стойност на EF определен по метода на Тесман. При определянето на минимално допустимия отток и EF, трябва да се вземе предвид, че тези водни количества трябва да осигуряват необходимите абиотични условия, отговарящи на потребностите на водните организми. Съгласно разпоредбите на Закона за водите за поддържане на количеството и необходимото качество на водите, минимално допустимия отток в реките се определя на 10 на сто от средномногогодишното количество, но не по-малко от минималното средномесечно водно количество с обесеченост 95 на сто към точката на всяко съоръжение за регулиране на оттока или за водовземане. Изчислените в настоящето изследване стойности на EF за р. Лебница при ХМС Лебница са по-високи от минималния средномесечен отток, следователно поддържането на EF в реката, ще гарантира запазването на качеството на водните екосистеми.

Таблица 4. Средногодишен достъпен за използване воден ресурс за р. Лебница към ХМС – Лебница.
Table 3. Average disposable resources for a Lebnica in Lebnica cross-section, determined by Q_{Tennant}, Q_{Tessman} and Q_{95%}

МЕТОД	Q _d (m ³ /s)
Тенант	1.28
Тесман	0.98
Q95	1.17

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въз основа на извършения сравнителен анализ на хидроложките методи за определяне на екологичния отток на примера на р. Лебница към ХМС - Лебница могат да се направят следните изводи:

- Най-висока стойност има екологичния отток определен по метода на Тесман за периода февруари-май, а през летните месеци най-високи стойности са тези отчетени по метода на Тенант. Най-ниски стойности на EF дава метода на Тенант за периода октомври-март. Тези разлики произтичат от необходимостта да се гарантира по-голям отток в реката през летните месеци, съобразен с изискванията на водните екосистеми и привързаните влажни зони.
- Анализът показва, че е възможно да се приложат анализирания методи за определяне на екологичния отток за речния басейн на р. Лебница, както и за речни басейни с подобни характеристики. Доказателство за това е липсата на значима разлика между стойностите на Q_d, получен чрез прилагането на хидроложки методи за определяне на минималния отток и EF, приемащи стойности значително над абсолютния минимален отток. Това ще гарантира необходимите отточни количества за запазване на водната екосистема на р. Лебница.

Литература

- Ivanova, E., G. Baltakov, I. Milevski. 2009. Hydrographic and Morphogenetic Researches of Valley of Lebnitsa River on the territory of Bulgaria and Macedonia.- Географски разгледи, 43, Скопје, 41-52.
- Korsgaard, L. (2006) Environmental flows in integrated water resources management: linking flows, services and values, Ph.D. Thesis. Institute of Environment and Resources, Technical University of Denmark.
- Tennant, D.L. (1976) Instream flow regimens for fish, wildlife, recreation and related environmental resources, [In:] J.F. Orsborn and C.H. Allman. (Eds.) Proceedings of the symposium and specialty conference on instream flow needs, American Fisheries Society, Bethesda. pp 359–373.
- Tessman, S.A. (1980) Environmental Assessment. Technical Appendix E. Environmental Use Sector Reconnaissance Elements of the Western Dakotas Region of South Dakota Study, Water Resources Research Institute, South Dakota State University, Brookings. SD.
- Tharme, R.E. (2003) A Global Perspective on Environmental Flow Assessment: Emerging Trends in the Development and Application of Environmental Flow Methodologies for Rivers, River Research and Applications, 19. pp.397–441.
- Smakhtin, V.U. and R.L. Shilpakar, D.A. Hughes (2006) Hydrology-based assessment of environmental flows: an example from Nepal, Hydrological Sciences Journal, 51(2), pp. 207–222.
- Witowski, K. and A. Filipkowski (2008) Obliczanie przepływu nienaruszalnego: poradnik, IMGW, Warszawa.
- Стратегия за развитие и управление на водоснабдяването и канализацията в Република България за периода 2014-2023 г.