



Assessment of the hydrological characteristics of the dams in Yantra watershed

Elena Bojilova*

*National Institute of Meteorology and Hydrology,
Tsarigradsko shose 66, 1784 Sofia, Bulgaria)*

Abstract: The hydrological characteristics (inflow) from the own catchment of the dams in Yantra river basin, included in Annex 1 to the Water Law, were evaluated. Two databases were formed: with average multi-annual river runoff and minimum average monthly water quantities. The reference period 1981-2019 was selected.

A major task in hydrological research is the transfer of information from monitored river sections to unmonitored ones. There is often missing or partial and, in most cases, unrepresentative information about water bodies, both within the watersheds and when transferring water between them.

Data from the hydrological data base were processed. Average multi-annual water discharges; monthly minimum average water flows (with 95% probability). A regionalization approach was applied, using registered observations in the hydrometric stations from the monitoring observation network located in NIMH. Hydrological analyzes and justifications have been carried out, and regionalization has been made to assess the hydrological characteristics (inflow) from the dams' own watershed: "Al. Stamboliyski", "Yovkovtsi", "Yastrebinov" and "Hr. Smirnenki" from the watershed of the Yantra River (from Appendix 1 to the Water Law).

The determined water quantities reflect the actually formed outflow to the respective bodies in the presence of various types of anthropogenic impacts, reflected in the measurements in the existing hydrometric stations. The results obtained in the study correspond to the state of the outflow forming complex for the reference period.

Keywords: hydrology, river runoff, water quantity, catchment

* elena.bojilova@meteo.bg

Елена Божилова

Оценка на хидроложките характеристики на язовирите в поречие Янтра

Елена Божилова

*Национален институт по метеорология и хидрология,
Цариградско шосе, 66, 1784 София*

Резюме: Оценени са хидроложките характеристики (приток) от собствен водосбор на язовири в поречие Янтра включени в Приложение 1 към Закона за водите. Формирани са две бази данни: със средно многогодишен речен отток и минимални средномесечни водни количества. Избран е референтен период 1981-2019 г.

Една от основните задачи при хидроложките изследвания е прехвърляне на информация от наблюдавани речни участъци към ненаблюдавани такива. Често липсва или се разполага с частична и в повечето случаи непредставителна информация за водните обекти, както в рамките на водосборите, така и при трансфер на води между тях.

Обработени са данните от информационната хидроложка база. Анализирани са средно многогодишни водни количества и при наличие данни за минимално средно месечно водно количество (с 95% обезпеченост). Приложен е регионализационен подход като са използвани регистрирани наблюдения в хидрометричните станции от мониторинговата наблюдателната мрежа на НИМХ. Извършени са хидроложки анализи и обосновки като е направена регионализация за оценка на хидроложките характеристики (приток) от собствен водосбор на язовирите: „Ал. Стамболийски“, „Йовковци“, „Ястребино“ и „Хр. Смирненски“ във водосбора на р. Янтра (от Приложение 1 към Закона за водите).

Определените водни количества отразяват реално формирания отток към съответните створове при наличие на различни видове антропогенни въздействия, отразени при измерванията в съществуващите хидрометрични станции. Получените в изследването резултати, съответстват на състоянието на оттокоформиращия комплекс за референтния период.

Ключови думи: хидрология, речен отток, водно количество, водосбор.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Важна и основна задача при хидроложките изследвания е прехвърляне на информация от наблюдавани речни участъци към ненаблюдавани такива. В практиката сравнително често липсва или се разполага с частична и в повечето случаи непредставителна информация за водните обекти, в рамките на водосборите, при трансфер на води между тях и др.

Използван е метод на хидроложка регионализация. Този метод се използва широко в практиката. Нинов и Божилова (2021) го прилагат при определяне на високи води при ненаблюдавани речни участъци. Златунова (2021) прилага метода за водосбора на р. Нишава. Илчева и др. (2023) изследват особеностите при определяне на екологичния отток след значими язовири.

Информационната хидроложка база данни е за референтен период 1981-2019 г. Анализирани са: средно многогодишни водни количества и при наличие минимално средно месечно водно количество с 95% обезпеченост. Приложен е регионализационен подход като са използвани регистрирани наблюдения в хидрометричните станции от мониторинговата наблюдателната мрежа на Националния институт по метеорология и хидрология (НИМХ), които във водосбора на р. Янтра са 13 на брой. След хидроложки анализ е направена регионализация за оценка на хидроложките характеристики (приток) от собствен водосбор на четири язовира от поречие Янтра. Това са язовири: „Ал. Стамболийски“, „Йовковци“, „Ястребино“ и „Хр. Смирненски“ (Фигура 1) съобразно Приложение 1 към Закона за водите.

Изследването цели определяне на реално формирания отток към съответните створове като са отчетени различни видове антропогенни въздействия, отразени при измерванията в съществуващите мониторингови хидрометрични станции. Получените резултатите се отнасят за състоянието на оттокоформиращия комплекс за референтния период 1981-2019 г.

2. ПОРЕЧИЕ ЯНТРА

Поречието на р. Янтра е част от Дунавския район за басейново управление. По размер на водосборната площ поречието е второ по големина в Дунавския район след това на р. Искър (Vojilova 2019, 2023).

Водосборната област на р. Янтра и нейните притоци граничи на запад с поречието на р. Осъм, на изток с това на р. Русенски Лом и на р. Камчия, на север с р. Дунав, а на юг със Стара планина. Балканът се явява вододел с поречията на реките Марица и Тунджа. В тези граници водосборната площ възлиза на 7 862 km². Река Янтра има тридесет притока с дължина над 10 km.

Василева (2016) дава оценка на пространственото разпределение на действителната евапотранспирация за водосбора на р. Лефеджа (Стара река), един от основните притоци на р. Янтра, с приложение на моделите на Turc и Turc-Pike. Оряхова и др. (2023) характеризират подземния приток и подземните води във водосбора на р. Янтра като правят опит за разчленяване на речния отток в басейна.

Информация за отточния режим дава процентното разпределение на сезонния отток и отношението между зимния и пролетния отток определени от Панайотов (1972). Христова (2004 и 2011) доказва умерено-континенталния тип режим на речния отток в поречието. Според Панайотов (1967) поречие Янтра се включва в

Централен Северобългарски район и район на реките от Лудогорието по честотата на годишните максимални водни количества.

Обект на настоящото изследване са по-крупните язовири във водосбора. Най-значим от тях е яз. "Александър Стамболийски". По-малки като обем и значимост са язовирите: „Христо Смирненски“, „Ястребино“, „Йовковци“ и др. Язовирите са обособени като самостоятелни водни тела (BG1YN400L---- предоставени от МОСВ). В зависимост от тяхното местоположение в речната система те могат да имат собствен приток; да са с допълнителна приточност или да има прехвърляне на води от съседни поречия. За р. Янтра като поречие, са присъщи комплексност, неравномерно разпределение по време и място, добро водостопанско усвояване и хидротехническо изграждане (Янчева и Няголов, 2003).

Релефът в горното течение на поречието е планински и изобилства от високопланински ридове и върхове. В средната част има множество хълмисти възвишения, а долното течение, което пресича Дунавската равнина, се характеризира с плавно заоблени хълмове, които край р. Дунав преминават в ниски тераси.

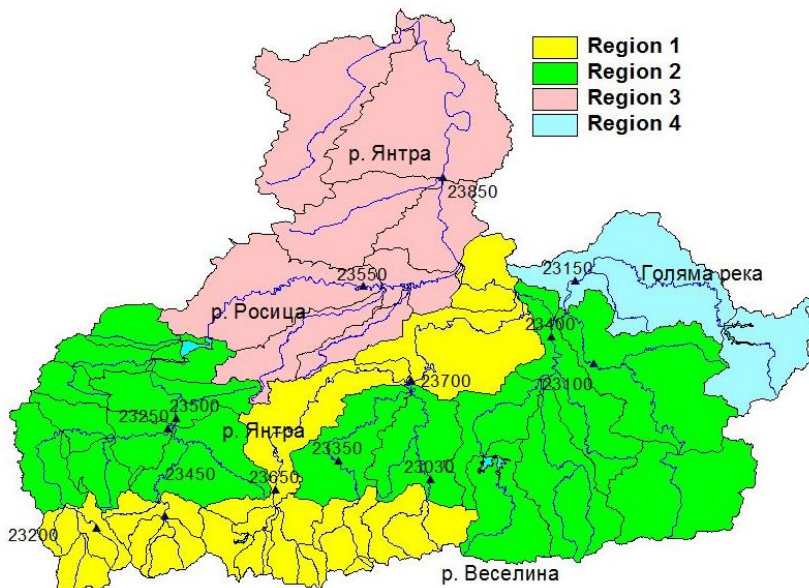
Вътрешно годишното разпределение на оттока в поречието е обусловено от сезонните изменения на оттокообразуващите фактори, характерни за умерено-континенталния климатичен райони, в който попада водосборния басейн на р. Янтра. Типичното за този тип климат е устойчива снежна покривка в планинските части през зимните месеци и валежи през пролетта, началото на лятото и отчасти през есента. Лятото се характеризира с рядко наблюдаващи се краткотрайни интензивни валежи и преобладаващо изразено засушаване и максимални годишни температури.

Мониторинговата мрежа на НИМХ във водосбора на р. Янтра към момента, наброява 13 броя хидрометрични станции (ХМС). Три от станциите са по главната река (№23650 р. Янтра при гр. Габрово, №23700 р. Янтра при гр. Велико Търново и №23850 р. Янтра при с. Каранци), а останалите са по притоците. На три станции има монтирани лимниграфи – номера 23700, 23850 и 23400 р. Джулюница при с. Джулюница. По отношение на площите станциите обхващат целия водосбор, като гъстотата им в горната и средна част на водосбора е по-голяма от тази в долната равнинна част.

При определянето на регионалните регресионни зависимости е работено с избран референтен период на наблюдение 1981-2019 г. Използвани са редове със средно многогодишни водни количества; както и такива с минимални средномесечни водни количества за всички хидрометрични станции в поречието. Формираните вариационни редове са с 39 елемента. Определени са стойностите на минималните средномесечни водни количества при 95 % обезпеченост. Използван е методът на хидроложко регионализиране. Методът е статистически с прилагане на регресионен анализ. С негова помощ се определят регионални регресионни уравнения. Освен метода на регионализация, поради спецификата на

оттока са използвани метода на аналогията и трансфер на модула на оттока от станция.

Карта с обособените региони за средно многогодишни водни количества е представена на Фигура 1. Обособените четири региони в поречието на р. Янтра са представени в Таблица 1. Получените регресионни уравнения имат висок коефициент на корелация (от 0,984 до 0,998).



Фиг. 1. Обособени региони в поречието на р. Янтра за средно многогодишните водни количества

Fig.1. Regions in Yantra watershed for annual average discharges

Таблица 1. Обособени региони в поречието на р. Янтра за средно многогодишни водни количества (период 1981-2019 г.)

Table 1. Regions in Yantra watershed for annual average discharges (reference period 1981-2019)

Региони	Водосбор
Регион 1	Високопланински притоци и р. Янтра до вливането на р. Росица
Регион 2	Средно течение – леви и десни притоци
Регион 3	Равнинни притоци
Регион 4	Голяма река

Карта с обособените региони в поречието на р. Янтра за оценени минимални средно месечни водни количества при 95% обезпеченост е представена на фиг. 2. Получените регионални регресионни уравнения (Таблица 2) имат висок коефициент на корелация като изключение прави само кривата за р. Видима.



Фиг. 2. Обособени региони в поречие Янтра за оценени минимални средно месечни водни количества при 95% обезпеченост

Fig. 2. Regions in Yantra watershed for minimum monthly discharges with 95 per cent probability

Таблица 2. Обособени региони в поречие Янтра за минимални средно месечни водни количества при 95% обезпеченост (период 1981-2019 г.)

Table 2. Regions in Yantra watershed for minimum monthly discharges with 95 per cent probability (reference period 1981-2019)

Регион	Водосбор
Регион 1	р. Росица (горно течение)-Дряновска-Белица-Джулйоница
Регион 2	Река Видима
Регион 3	Река Янтра
Регион 4	Река Росица от гр. Севлиево до вливането в Янтра
Регион 5	Реките Лefeldжа и Голяма река
Регион 6	Река Елийска

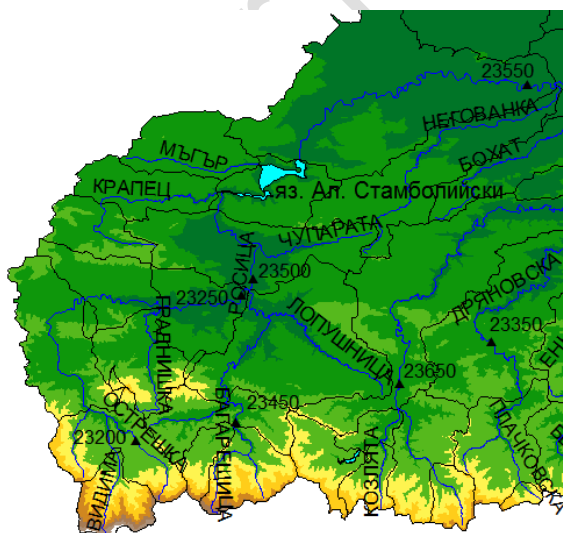
В Таблица 3 е поместена информация за язовирите от Приложение 1 в Закона за водите, за които са определени стойностите за средно многогодишно водно количество и минимално средно месечно водно количество при 95% обезпеченост.

Таблица 3. Язовири в поречието на р. Янтра включени в Приложение № 1
Table 3. Dams in Yantra watershed according to Appendix 1

Номер по Приложение № 1	Язовир име	Река
1	яз. „Александър Стамболийски“	р. Росица
20	яз. „Йовковци“	р. Веселина
47	яз. „Христо Смирненски“	р. Паничарка
52	яз. „Ястребино“	Голяма река

2.1. Река Росица

В поречието на р. Росица са най-големите нарушения на естествения отток (Стр. Герасимов, 1977). До станцията на р. Росица при гр. Севлиево нарушенията са предимно от микроязовири по периферните притоци, водохващания и помпени станции за местно напояване на речната долина. След станция ХМС №23500 по дължина на реката следва яз. „Ал. Стамболийски“ (със застроен обем от $222 \times 10^6 \text{m}^3$). Той е най-значим водостопански обект в поречието. На Фигура 3 е представена графично водосборната област на яз. „Ал. Стамболийски“, предназначен е за напояване и енергодобив.



Фиг. 3. Язовир „Александър Стамболийски“ – р. Росица
Fig. 3. Aleksander Stamboliiski dam – Rositsa river

Река Росица е с дължина 164 km и има водосборна площ от $2\,265 \text{ km}^2$. Язовир „Александър Стамболийски“ е изграден в средното течение на реката. В чашата на язовира допълнителна приточност се получава от р. Крапец (яз. Крапец) с водосборна площ (140.06 km^2) и р. Мъгър (яз. „Крамолин“) (89.089 km^2). Язовир

„Ал. Стамболийски“ е завирен 1952 г. Речният отток наблюдаван при с. Водолей (ХМС № 23550) е силно нарушен. При хидрометричната станция в с. Водолей след 1956 г. се мерят изпуснатите води от язовира.

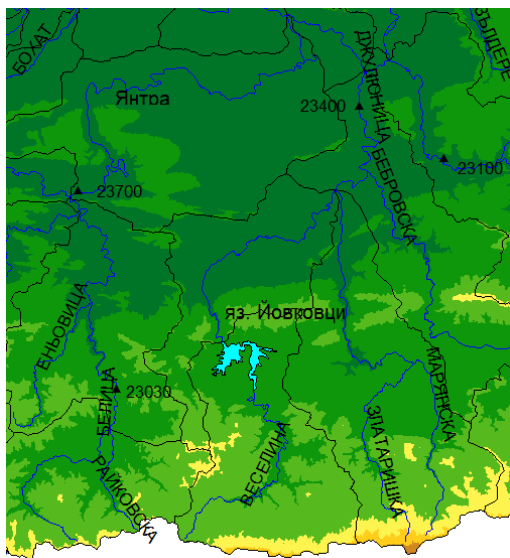
Средно многогодишното водно количество към стената на яз. „Ал. Стамболийски“ е изчислено по кривата на *Регион 2*: Средно течение – леви и десни притоци (Фигура 1 и Таблица 1). Минималното средно месечно водно количество при 95% обезпеченост към стената на яз. Ал. Стамболийски е изчислено по кривата на *Регион 4*: Река Росица от гр. Севлиево до вливането в р. Янтра (Фигура 2 и Таблица 2).

2.2. Река Лефеджа

Най-големи нарушители на естествения отток са големите язовири – „Ястребино“ ($62,8 \times 10^6 \text{ m}^3$) на р. Голяма до с. Ястребино и „Йовковци“ (Елена) на р. Веселина до гр. Елена (Герасимов 1977). В долната част на трите поречия има изградени много микроязовири и водохранилища за местни напоявания, така че при трите хидрометрични станции (№23150 Голяма река при с. Стражица; №23100 р. Лефеджа при с. Сливовица и №23400 р. Джулюница при с. Джулюница) се измерва нарушен отток (Фигури 4 и 5).

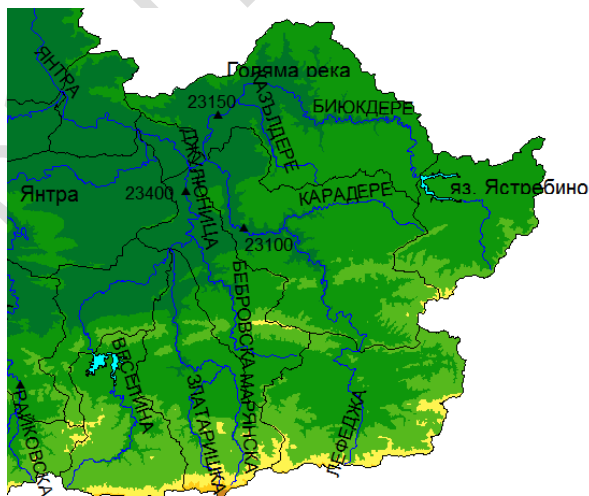
Яз. „Йовковци“ е изграден в средното течение на р. Веселина. Водосборната площ към язовирната стена е приблизително 217.29 km^2 . Средна височина на водосборната област на р. Веселина до района на язовира е приблизително 630 m. Река Веселина, р. Златаришка и р. Бебровска се обединяват в р. Джулюница (обща дължина 85 km и площ 892 km^2).

Средно многогодишното водно количество към стената на яз. Йовковци е изчислено по кривата на *Регион 2*: Средно течение – леви и десни притоци. Минималното средно месечно водно количество при 95% обезпеченост към стената на яз. Йовковци е изчислено по кривата на *Регион 1*: р. Росица (горно течение-Дрянуска-Белица-Джулюница). На Фигура 4 е представена графично водосборната област на яз. Йовковци.



Фиг. 4. Яз. Йовковци - р. Веселина
Fig. 4. Dam Yovkovtsi – Veselina river

Яз. „Ястребино“. Язовирът е изграден в горното течение на Голяма река (р. Биюкдере). Над него е разположен яз. „Омуртаг“. Водосборната площ към язовирната стена е приблизително 225.55 km². На Фигура 5 графично е представена водосборната област на яз. „Ястребино“.



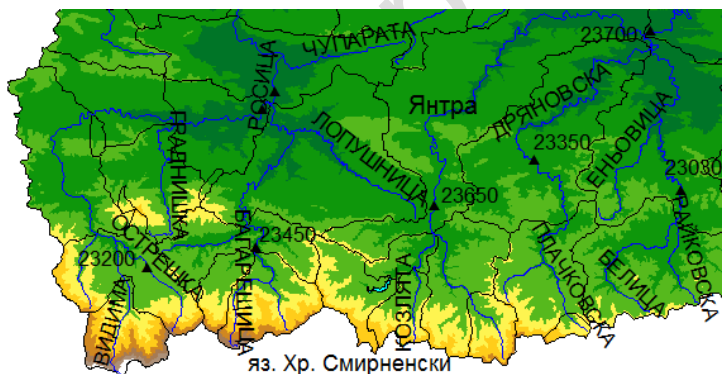
Фиг. 5. Яз. Ястребино – Голяма река
Fig. 5. Yastrebin Dam

Средно многогодишното водно количество към стената на яз. Ястребино е изчислено по кривата на *Регион 4*: Голяма река, а минималното средно месечно водно количество при 95% обезпеченост към стената на яз. Ястребино е изчислено по кривата на *Регион 5*: Реките Лефеджа и Голяма река.

2.3. Река Янтра - главно течение

Най-значим нарушител на естествения отток по р. Янтра до гр. Габрово е яз. „Христо Смирненски“, който е предназначен за водоснабдяване на града. Язовир „Хр. Смирненски“ е изграден по поречието на р. Паничарка в горното течение на р. Янтра. Водосборната площ към стената на язовира е приблизително 53.46 km².

Средно многогодишното водно количество към стената на яз. „Хр. Смирненски“ е изчислено по кривата на *Регион 1*: Високопланински притоци и р. Янтра до вливането на р. Росица. За справка виж Фигура 1 и Таблица 1. Минималното средно месечно водно количество при 95% обезпеченост към стената на яз. „Христо Смирненски“ е изчислено по кривата на *Регион 3*: Река Янтра (виж Фигура 2 и Таблица 2). Графично водосборната област на язовира е представена на Фигура 6.



Фиг. 6. Яз. Христо Смирненски р. Паничарка (р. Янтра)

Fig. 6. Dam Hristo Smirnenski (Yantra river)

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приложен е регионализационен подход като са използвани регистрирани наблюдения в хидрометричните станции от мониторинговата наблюдателна мрежа на НИМХ. Извършени са хидроложки анализи и обобщения като е направена регионализация за оценка на притока от собствен водосбор на четирите по-значими язовира от водосбора на р. Янтра: „Ал. Стамболийски“, „Йовковци“, „Ястребино“ и „Хр. Смирненски“ съобразно Приложение 1 към Закона за водите.

Определените водни количества отразяват реално формирания отток към съответните створове при наличие на различни видове антропогенни

въздействия, отразени при измерванията в съществуващите хидрометрични станции. Получените резултати, съответстват на състоянието на оттокоформиращия комплекс за референтния период 1981-2019 г.

БЛАГОДАРНОСТИ

Това изследване е осъществено в рамките на проект „Оценка на хидроложките характеристики от собствен водосбор на язовирите от Приложение 1 към Закона на водите - средномногогодишно водно количество и при наличие на данни на минимално средно месечно водно количество с обезпеченост 95%“, финансиран от МОСВ по чл. 171 от ЗВ.

ЛИТЕРАТУРА

- Bojilova, E. (2019) Average annual river discharge assessment, Yantra river, North Bulgaria, E-book with full paper from XXVIII Conference of The Danubian Countries, pp 67-72, doi: 10.13140/RG.2.2.32050.02248
- Bojilova, E. (2023) Statistical analysis of Yantra river flow. Proc. International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM'2023. 167-174.
- Ninov P. & E. Bojilova. (2021). High flows determination at ungauged river stretches using regionalization approach (example Mesta watershed). – GeoConference SGEM, Section Hydrology & Water Resources, 16-22 August 2021, ISBN 978-619-7603-24-8 ISBN 978-619-7603-25-5 (DVD) ISSN 1314-2704, 107-114.
- Icheva, I., Yordanova, A., Ninov, Pl., Ljubenova Kr., Krumova, K. (2023) Specifics in determination and provision of ecological flow in the riverbeds after complex and significant dams in Bulgaria. – SGEM2023. 159-166. DOI: 10.5593/sgem2023/3.1/s12.19, Scopus
- Orehova, T., Toteva, A., Gerginov, P. (2023) Assessment of baseflow and groundwater flow in the Yantra River catchment area. – Climate, atmosphere and water resources in the face of climate change, ISSN: 2683-0558, 59–66.
- Zlatunova, D. (2021) Application of the maximum runoff regionalization method for the Nishava catchment. – GeoConference SGEM, Section Hydrology & Water Resources, 16-22 August 2021. ISBN 978-619-7603-24-8 ISBN 978-619-7603-25-5 (DVD) ISSN 1314-2704.
- Василева, Т. (2016) Оценка на действителната евапотранспирация и общия отток за водосбора на р. Лефеджа (Стара река) с използване модели на Турс и Турс-Pike. – Инженерна Геология и хидрогеология, 30, 31-47.
- Герасимов, С. (1977) Обосновка на опорната мрежа от хидрометрични станции за реките в НР България. – Научно-технически отчет.
- Панайотов, Т. (1967) Определяне сезоните в хидроложката година за реките в България. – Хидрология и метеорология, 6.
- Панайотов, Т. (1972) Изменчивост на вътрешногодишното разпределение на оттока, хидроложки фази и хидроложки сезони. – Изв. ИХМ, XX, 59–80.
- Христова, Н., Радева К. (2011) Географски анализ на минималния месечен отток в България. – Год. СУ, ГГФ, 2, 104.
- Христова, Н. (2004) Типизация на отточния режим в България. – Год. СУ, ГГФ, 2, 96, 129–153.

Елена Божилова

Янчева, Ст., Няголов, И. (2003) Водостопански баланси в басейна на р. Янтра. – *Списание на Българската академия на науките*, 39-46.

Accepted for publication