

**MANAGEMENT OF THE BULGRIAN RESERVOIRS AIMING AT  
FLOOD RISK REDUCTION TOGETHER WITH ADEQUATE  
MEETING OF THE WATER USERS' DEMANDS**

Ohanes Santourdjian, Vania Ioncheva, Olga Nicheva, Donka Shopova  
National Institute of Meteorology and Hydrology  
[santurdjian@yahoo.com](mailto:santurdjian@yahoo.com), [vania\\_ioncheva@dir.bg](mailto:vania_ioncheva@dir.bg), [olganicheva@yahoo.com](mailto:olganicheva@yahoo.com),  
[dshopova@gmail.com](mailto:dshopova@gmail.com)

ABSTRACT

The reservoirs in Bulgaria can perform basic role in the management of the flood risk of the downstream lands. This can be achieved either by maintaining of permanently empty volumes or by operational discharge of suchs whith the purpose to retain the inflowing flood waves (FW). Simultainously the reservoirs ought to adequately meet the users demand. To fulfil these functions they must be managed appropriately, which means:

- when retention volumes are necessary and affordable they should be kept always empty;
- when such are inaffordable but the spillway waterflow must be limited depending on the season water volumes could be affortime discharged to accommodate expected high inflow.
- when the above measures are not necessary and there is a water power plant it is reasonable to maintain the reservoir level as high as possible;
- when a multipurpose reservoir is regarded the water allocation ought to be performed in accordance with the users priorities provisioned by the Water Law in order to observe the required reliability of their resource supply;
- for the basic user it should be specified storage volumes at the month beginning indicating possibility for water shortage if the current annual inflow proves to be less than the demand.

To accomplish such management of the reservoirs evaluation of their retention and inflow regulation capacities is necessary. These assessments will enable to calculate the necessary retention volume as well as the monthly storage volumes limiting the users water allocation. In 2012 NIMH prepared a national methodology for performing such assessments [1].

## **УПРАВЛЕНИЕ НА ЯЗОВИРИТЕ В БЪЛГАРИЯ С ЦЕЛ НАМАЛЯВАНЕ НА РИСКА ОТ НАВОДНЕНИЯ И ЗАДОВОЛЯВАНЕ НА ВОДОПОЛЗВАНЕТО**

Оханес Сантурджиян, Ваня Йончева, Олга Ничева, Донка Шопова  
Национален институт по метеорология и хидрология  
[santurdjian@yahoo.com](mailto:santurdjian@yahoo.com), [vania\\_ioncheva@dir.bg](mailto:vania_ioncheva@dir.bg), [olganicheva@yahoo.com](mailto:olganicheva@yahoo.com),  
[dshopova@gmail.com](mailto:dshopova@gmail.com)

### РЕЗЮМЕ

Язовирите в България могат да бъдат основно средство за управление на риска от наводнения на земите след тях. Това може да стане или чрез поддържане на постоянно свободни обеми или чрез оперативно изпразване на такива с цел ретензия на навлизащите в тях високи вълни (ВВ). Едновременно с това те трябва да покриват нуждите на водоползвателите. За да изпълняват тези функции те трябва да се управляват целесъобразно, което означава:

- когато е необходимо и възможно в тях да се поддържат свободни обеми (СО) за поемане на внезапни ВВ;
- когато такива са недопустими, но преливането им трябва да се ограничава, предварително да се изпразват обеми за поемане на очакван голям приток;
- когато горните мерки не са необходими и има подязовирна ВЕЦ в тях да се поддържат по възможност високи водни нива;

- когато са многоцелеви с водоползватели с различни приоритети, водоподаването за тях да се извършва съгласно приоритетите така, че да се осигурят предвидените за всеки от тях обезпечености;
- за основния водоползвател да се определят обемите в язовира в началото на месеца, под които за него се очаква дефицит във водоподаването, ако притокът през годината слезе под потреблението.

Такова управление на язовирите в България трябва да се основава на научно обоснована оценка на ретензионните и регулиращите им възможности при актуални данни за притока и потреблението. Чрез тях се определя необходимия и допустимия размер на СО. Определят се също месечните обеми в язовира, които ограничават водоползвателите съгласно приоритетите. През 2012 г. в НИМХ по поръчка на МОСВ беше изготвена национална методика за извършване на тези оценки за значимите язовири в България [1].

### **Увод**

Празни обеми, които могат да задържат част от високата вълна по време на голям приток наред с дигите са най-ефективното средство за борба с наводненията. В България има голям брой язовири, които биха могли да послужат за тази цел. В това отношение те могат да се разделят на две категории – редовно поддържани и управлявани и такива, чиято поддръжка е спорадична. В първата категория влизат всички значими язовири с обслужващ персонал и постоянно наблюдение. Към втората категория спадат така наречените малки язовири, голяма част от които освен, че не се поддържат и управляват компетентно, са и в неясно техническо състояние.

Ролята на малките язовири в нашата страна за намаляване на риска от наводнения е спорна. От една страна, ако се поддържат празни, те биха могли да служат за ретензионни обеми. Същевременно, тъй като не са строени с такава цел и имат основни изпускатели с малка пропускна способност, те задържат голямата част от притока и след като се напълнят могат да прелеят през короната. Това може да стане, ако преливникът не е адекватно оразмерен. При разрушението на стената изтичащото

водно количество ще надвиши значително върха на ВВ при естествени условия, с което в действителност язовирът ще изиграе негативна роля в борбата с наводненията. Следователно за да се установят възможностите на малките язовири за намаляване на риска от наводнения след тях за всеки от тях трябва да се извършат изследвания за оценка на ВВ с необходимия период на повторение и необходимите размери на преливника за отвеждането ѝ. За целта е разработена от авторите на доклада подробна методика [2].

Темата на настоящия доклад е ролята на значимите язовири при превенцията на наводненията.

Управлението на тези язовири с цел контролиране на преливането в допустими размери за избягване на наводненията след тях, при рационално използване на водите им със спазване на приоритетите на водоползвателите и без достигане до остър воден дефицит, е важна и сложна дейност. Понастоящем тя се извършва някак от стопаните на язовирите и се контролира от висшестоящите органи като МОСВ по начини, основани на опита, на аналогия с минали периоди или кратковременни прогнози за притока. След наводненията през 2005 г. МОСВ предписва за поддържане на управляваните от него язовири така наречените контролни обеми с цел ретензиране на високи вълни, без да има оценки за необходимия размер и нуждата от тези обеми. След водната криза в София в 1994 г. МОСВ определя също за тези язовири лимити за източване без ясни водностопански критерии, съобразно актуалната оценка на притока и водоползването. За да бъде управлението на язовирите целесъобразно, т.е. адекватно на нуждите и възможностите, то трябва да бъде научно обосновано. Затова през 2012 г. НИМХ по поръчка на МОСВ изготви методика за извършване на необходимите за това оценки [1]. Настоящият доклад представя резюмирано нейни основни положения.

### **1. Аспекти на целесъобразното управление на язовирите**

Значимите язовири в България, преобладаващо включени в Приложение 1 към Закона за водите (ЗВ), са проектирани с цел задоволяване на различни видове водоползване. След зачестилите наводнения след 2005 г., обаче, на голяма част от тези

---

язовири започна да се гледа като възможност за поемане и регулиране на максималния приток в тях в граници недопускащи наводнения над допустимия риск в долулежащите земи. От тях, освен задоволяване на водоползването, вече се очаква ретензиране на навлизащите в язовира високи вълни (ВВ) за да се предотврати или смекчи вредата от тези наводнения. В известна степен това те могат да правят дори и когато в момента на навлизане на ВВ са пълни до нивото на преливния ръб. Когато, обаче, се поставя въпроса преливното водно количество на ВВ с приет период на повторение да се ограничи до определен допустим размер, се налагат допълнителни мерки за ретензиране на тази ВВ. За да изпълняват успешно ретензионните и водностопанските си функции в смисъла на гореказаното язовирите трябва да се управляват целесъобразно. Това означава:

- Контролирано преливане и изпускане през основните изпускатели при наличие на ограничение на водното количество в руслото след язовира. Това най-общо означава недопускане на максимално пълнене на язовира в по-голямата част или през цялата година, съответно поддържане на постоянни или временни свободни обеми;
- При липса на ограничение на преливането поддържане по възможност на по-високи водни нива в него с оглед осигуряване на по-висок напор за ВЕЦ и по-голям регулиращ обем;
- Управление на месечното водоподаване за водоползвателите с различни приоритети при многоцелеви язовири, съобразно наличния в тях в зависимост от годишния сезон обем, с цел спазване на приоритетите им съгласно ЗВ. Това включва въвеждане на икономии или спиране на водоподаването, когато наличният обем в язовира е в зоната на възможен дефицит за съответния водоползвател.

За да се реализира такова управление на източването на язовирите трябва да се извършат редица оценки, отчитащи вероятностния характер на притока, като на тяхна основа се формулират необходимите за целта управленчески правила. За тази цел беше изготвена споменатата по-горе методика [1].

## **2. Контролирано преливане при наличие на ограничение на изпусканото водно количество след язовира**

Има много язовири, при които са наложени ограничения на размера на водното количество, което може да протече след тях с определен период на повторение. Този период (обезпеченост) се определя от оценката на риска от наводнение, който като правило се е увеличил след построяването на язовира, поради застрояване на иначе заливаеми терени и прорастване на коритото на реката.. Това се постига чрез следните мерки:

- Поддържане на постоянно свободни обеми (СО) за цялостно или частично поемане на ВВ с приета обезпеченост;
- Оперативно предварително освобождаване на обеми за поемане на очакван голям приток и преди прогноза за очаквана ВВ.

### **2.1. Оценка на необходимия и допустимия размер на постоянния СО**

Необходимият размер на СО се определя от условието сумата от преливното и отвежданото чрез изпускателите водно количество ( $Q_{\max\text{прел}} + Q_{\text{отв}}$ ) при ретензирането на ВВ с необходимата обезпеченост да не превишава допустимото  $Q_{\text{доп}}$  след язовира. За да се определи този размер е необходимо да се извършат две основни оценки:

- да се определят параметрите (обема, върха и формата) на ВВ с желаната обезпеченост по години (желания период на повторение) и
- да се изчисли максималното преливно водно количество при навлизане на ВВ в язовира.

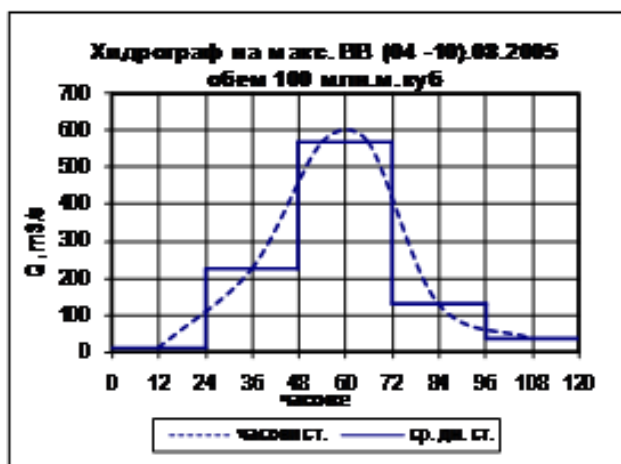
За определяне на параметрите на ВВ с желаната обезпеченост може да се използват различни методи [4]. По принцип ВВ могат да се разглеждат като вероятностни величини, функции основно на две случайни променливи – върха  $Q_{\max}$  и обема  $V_{\text{вв}}$ , които са корелативно свързани. По този начин се получават ВВ, които при една и съща обезпеченост могат да имат различни съчетания на върха и обема [5]. Тази методика е нова, сложна за приложение, съществуващите наблюдения са много

недостатъчни за оценка на реалистичността на получените чрез нея оценки на ВВ. Освен това засега в нормативните изисквания за оценка на риска от наводнение вероятността на превишение на ВВ се определя по отношение на нейния връх  $Q_{max}$ .

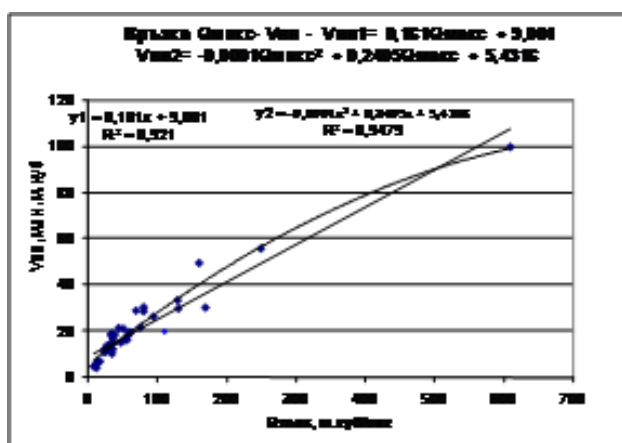
Оценката на ВВ може най-добре да бъде направена, ако са налични многогодишни множества от измерени годишни  $Q_{max}$  с присъщите им обеми  $V_{вв}$  в ХМС на притоците в близост до вливането им в язовира. Когато няма измервания в непосредствена близост до язовира могат да се използват регионални зависимости, основани на аналогията между климатичните и отточните условия на водосбора на язовира и водосборите, при които има измерени данни [3]. Когато, обаче, са налице дневни баланси между притока и разхода на язовирите, водени в продължение на десетилетия, те са пряк и по този начин най-обективния източник за информация за максималния приток в тях (Фиг.1). Това е обосновано и методично описано в [1,4].

Тези множества не са многобройни (измервания в не повече от 50-60 години) и емпиричните криви на обезпеченост на годишните  $Q_{max}$ , построени на тяхна основа при нашите реки обикновено не съдържат членове с обезпечености по-малки от 2%. Затова се налага тяхната екстраполация чрез апроксимирането им с теоретични функции на обезпеченост при използване на известни формули за разпределение на вероятностите на  $Q_{max}$ .

За определяне на СО и ретензионната способност на язовира освен  $Q_{max}$  трябва да се определи и ходографа на ВВ. Тъй като връхът и обемът на ВВ са корелативно свързани, може да се определи и регресионната зависимост  $V_{вв} = f(Q_{max})$ . Това може да стане само въз основа на измерени максимални годишни ВВ [4]. На фиг. 2 е показана такава зависимост като линейна и такава от втора степен.



Фиг. 1



Фиг. 2

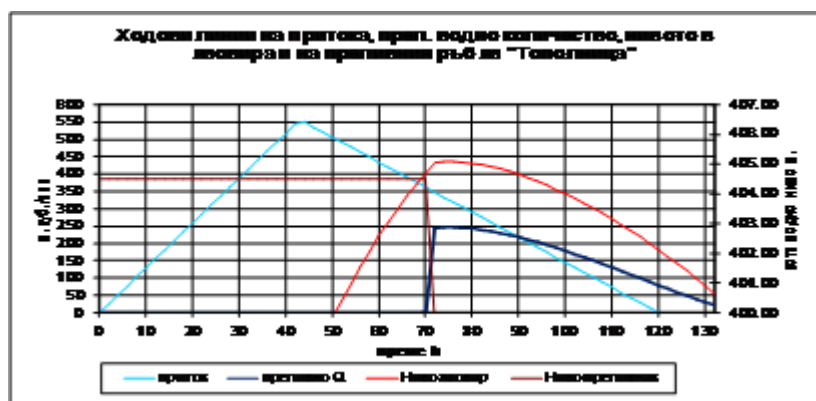
Тя е получена въз основа на наблюдаваните ВВ в периода 1971-2010 г. в яз. „Тополница”. Тази зависимост позволява за всяка стойност на Qmax от теоретичната крива да се определи Vвв. Това е особено важно за тези с обезпечености под 2-3%. Формата на ВВ може да се представи идеализирано чрез степенна или линейна функция на времетраенето с възходящ и низходящ клон. Чрез моделиране на ретенцията и изчисление на максималното преливно водно количество при навлизане на ВВ с исканата обезпеченост в язовира се определя необходимият свободен обем, при който задържайки част от обема на ВВ се достига  $Q_{\max\text{прел}} \leq Q_{\text{доп}}$ .



Поддържането на този СО през цялата година означава намаление на използваемия му обем  $V_{\text{пол}}=V_{\text{яз}}-V_{\text{мо}}$  и възможността това да стане зависи от това дали останалата част от полезния му обем може да задоволява нуждите на водоползвателите със съответстващата им обезпеченост. Трябва да се извърши проверка за наличието на такава възможност. Това може да стане като чрез водностопански баланс (ВСБ) по съответната методика [1] се определи обезпечеността на водоползвателите, която се постига след намаление на  $V_{\text{пол}}$  със СО. Може също да се определи необходимия максимален полезен обем (МПО) за постигане на желаната от тях обезпеченост.

Всички тези оценки се правят при реално оценени приток и водоползване в приет прогнозен период. Тогава възможният СО е равен на разликата между  $V_{\text{пол}}$  и необходимия за водоползването МПО. Когато този СО не е достатъчен за ретензиране на ВВ в необходимата степен може да се направи компромис за сметка на водоползването. Например оценките по описания метод при яз. „Тополница” показват, че поради голямото допустимо водно количество в руслото след язовира ( $Q_{\text{доп}}=260$  м<sup>3</sup>/сек) не е необходимо запазване на свободен обем за поемане на част от ВВ с обезпеченост 1%, която съгласно оценката има връх 294 м<sup>3</sup>/сек. След ретензията при пълен язовир този връх се трансформира на 170 м<sup>3</sup>/сек. За постигане на  $Q_{\text{махпрел}} \leq Q_{\text{доп}}$  при ВВ с обезпеченост 0,1%, обаче, е необходим СО=67 млн. м<sup>3</sup>. На фиг. 3 е показана графиката на  $Q_{\text{прел}}$  при ретензирането на такава ВВ с приета триъгълна форма. При липса на СО  $Q_{\text{мах.прел}} = 350$  м<sup>3</sup>/сек >  $Q_{\text{доп}}$ .

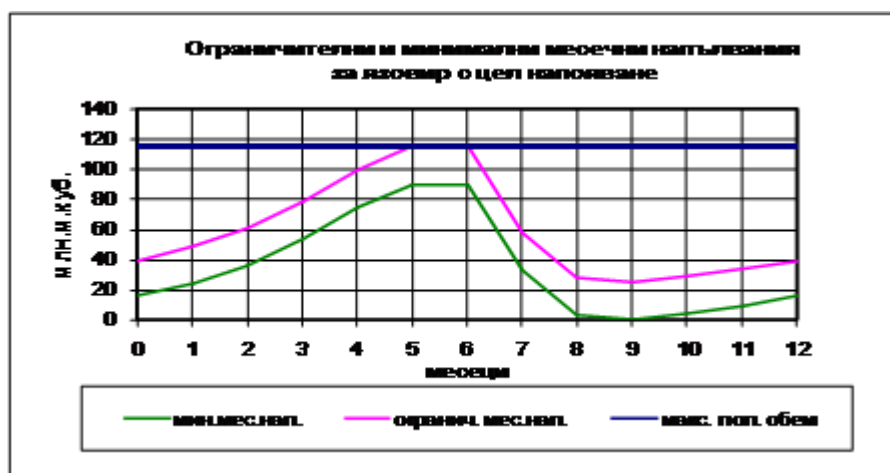
Запазването на такъв СО е неприемливо, защото язовирът трябва да регулира притока за подаване на 120 млн. м<sup>3</sup> годишно за задоволяване на нуждите на напояването, за което му трябва почти целия полезен обем.



Фиг. 3

## 2.2. Оценка на обемите за оперативно освобождаване за поемане на очакван голям приток и преди прогноза за очаквана ВВ

Когато целогодишно запазване на СО е неприемливо се разчита на оперативно освобождаване и поддържане на празни обеми в месеците, когато това е възможно и също, когато има надеждна метео-хидроложка прогноза за формиране на ВВ. Тези методи не гарантират напълно ненадвижение на  $Q_{доп}$  при преливане, но намаляват много тази вероятност. Размерът на обемите, които могат да се поддържат празни зависи от сезона и се определя чрез ВСБ. Тъй като язовирът поради сезонната неравномерност на притока има годишен цикъл на пълнене и празнене, за да регулира притока в различните месеци той трябва да има различни минимални обеми. При нашите условия през зимните месеци е нормално язовирите да имат минимални обеми, като се пълнят до средата на лятото, след което се изпразват. През юли или август в тях се достига до МПО. В останалите месеци те могат да са частично пълни.



Фиг. 4

На фиг 4 е показано пълненето на сезонен язовир с напоителна цел. Розовата линия очертава минималните напълвания, които са необходими на язовира, за да се задоволява напояването с набелязната във ВСБ безопасност през прогнозния период при приток представен от хидроложките измервания в минал период. Тези напълвания ограничават обемите, които е допустимо да се изпразнят или поддържат празни за поемане на очакван голям месечен приток. Зелената линия очертава минималните напълвания, под които се очаква дефицит във водоподаването, ако притокът през годината бъде под необходимия за напояването или има месечно разпределение различно от приетото при определянето на тези месечни напълвания.

Обемите над тези очертани от розовата линия могат да бъдат предварително изпразнени, за да поемат голям приток или ВВ. Очевидно през месеците май-юни няма да има такава възможност и изпразването ще се извършва, доколкото може само при реална прогноза за ВВ.

Необходимостта от предварително изпразване на обеми или оставяне на СО трябва да се оцени за всеки конкретен язовир. За целта трябва да се съпостави притока с необходимата безопасност в зададен период (месец или времетраенето на ВВ) с обема, който може да се източи при едновременна работа на изпускателите и водовземанията. Не е препоръчително да се източва язовирът без оценена необходимост, защото така се намалява падът на подязовирната централа и

---

възможността язовирът да компенсира непредвидени сухи периоди. Например такава оценка за яз. „Тополница” [9] показва, че месечният приток с 1% обезпеченост може да се проведе през водовземаването и изпускателите без проблем, което значи, че при този язовир не е необходимо оперативно поддържане на празни обеми. Притокът с 0,1% обезпеченост не може да се проведе изцяло само през месеците април и август, но този риск не може да се избегне, без големи неоправдани загуби за водоползването.

### **3. Управление на водоподаването на водоползвателите**

Източването на язовирите за задоволяване на нуждите на водоползвателите се планира в месечен период. При многогодишните язовири може да се планира и годишния обем.

Определянето на месечния обем за водоподаване, или така наречените лимити за източване, трябва да се извършва от управляващия орган въз основа на наличния обем в язовира в началото на месеца. Дневните и месечните прогнози за притока, дори и да са надеждни, без отчитане на наличния обем не могат да служат за тази цел. Необходимата дължина на прогнозата, въз основа на която би могло да се определят лимитите, трябва да е равна на цикъла на регулиране на притока. Ако язовирът е сезонен, т.е. регулира се в годишен период, тази прогноза трябва да е за годишен период. Ако регулирането е в многогодишен период прогнозата трябва също да е за такъв период. Засега такива реални прогнози не се правят и са ненадеждни. На тях не може да се разчита при управлението на водоподаването от язовира. Единствен индикатор за достатъчност или недостиг на вода за различните водоползватели е наличният воден обем в язовира в началото на всеки месец. Той е свързан с водностопанските оценки за регулирането на притока от язовира.

Наличният обем трябва да бъде по-голям или равен на необходимите месечни напълвания, които осигуряват водоползването със заложените в сметките обезпечености, оценени на базата на притока от минали достатъчно дълги периоди. Те се получават чрез ВСБ, извършен въз основа на този приток (който всъщност се явява като прогноза основана на статистически данни), и оценката на водоползването. Когато

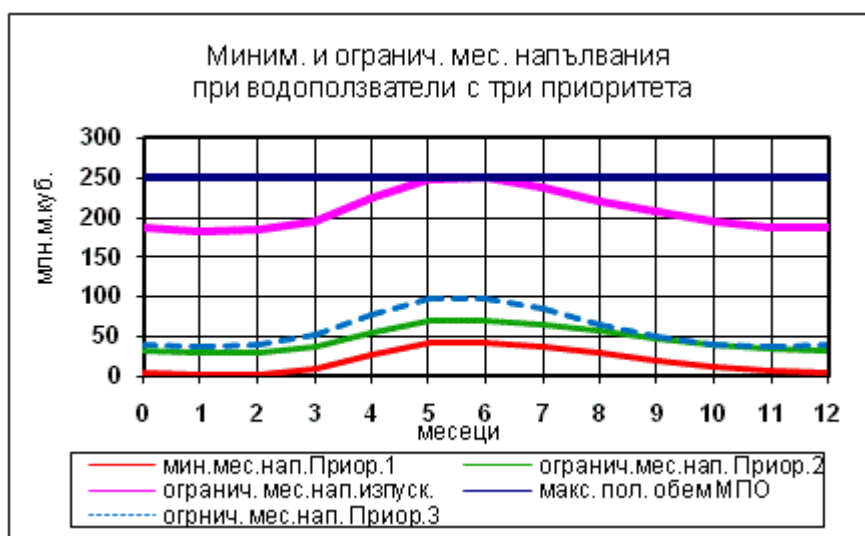
водоползвателите са с различни, съгласно Закона за водите приоритети, за всеки от тях се определят месечни напълвания, при които се ограничава водоподаването за тях. Те определят зони от полезния обем на язовира, в чийто граници може да се подава вода за водоползвателите съобразно техните приоритети. Това означава строгото им спазване и липса на оптимизация на източването. Като се има предвид вариацията на притока, очевидно е, че тези напълвания са средностатистически вероятностни величини и са дотолкова вярни, доколкото е вярна оценката на притока и планираното потребление.

Съществуват много методи за оптимизиране на източването за различните водоползватели от един язовир при наличие на недостиг. Възприемат се различни критерии за оптимизация. Такива не се използват в [1] защото са трудно приложими на практика и нямат универсален характер. Такива методи би могло да се приложат при източването на отделни язовири и водностопански системи под единно управление. Освен това трябва да се прилага ЗВ.

На фиг. 5 са показани зоните за водоподаване при многоцелеви язовир с три групи водоползватели с различни приоритети (водоснабдяване, напояване и енергодобив). Очертават се 5 характерни зони на полезния обем на язовира. Когато наличният обем в него в началото на месеца е между тъмносинята и розовата линия може да се изпуска вода за освобождаване на обеми. Когато наличният обем е между тъмносинята и светлосинята прекъсна линия може да се водоподава до размера на планираните нужди на трите потребителя. При налични обеми в зоната между светлосинята прекъсната и зелената линия източва се само за нуждите на потребителя с първи и втори приоритет. При налични обеми в зоната между червената и зелената линия се източва само за този от първи приоритет – водоснабдяването. Под червената линия, която определя минималните обеми за нормално водоподаване на ползвателя с първи приоритет (основния водоползвател), е зоната на възможен дефицит и трябва да се въведе режим на икономии.

Определянето на тези напълвания и на максималния необходим полезен обем (МПО) на язовира се извършва чрез ВСБ по методика, подробно описана в [1]. В доклада са маркирани само основните методични постановки на тези оценки.

---



Фиг. 5

### 3.1. Оценка на необходимия МПО обем или максималните регулиращи възможности на язовира при разполагаемия МПО

Когато оценката се отнася до строителството на нов язовир задачата се състои в определяне на необходимия МПО. Когато се имат предвид функциониращи язовири, на които трябва да се формулират правила за управление на източването, може да се решават два вида задачи. При обем на язовира по-голям от необходимия МПО за задоволяване на водоползването с необходимата обезпеченост, определя се необходимия МПО. Останалата част от обема на язовира може да се използва като СО (ретензионен обем), или да се включат други водоползватели. В обратния случай, при разполагаемия  $MPO = V_{яз} - V_{мо}$ , се определят максималните регулиращи възможности на язовира. Определя се обезпечеността, с която се задоволяват отделните групи водоползватели с различни приоритети с този МПО. В този случай да се остави СО е водностопански нецелесъобразно и ретензията на ВВ може да се реализира чрез оперативно освобождаване на обеми.

И в двата случая решението на задачата се провежда чрез водностопански баланс между притока и разхода от язовира в месечен интервал. Той се изчислява при прогнозния приток и разход, очаквани в бъдещия многогодишен период за оценка на обезпечеността.

В [1] е разработена подробна методика за определяне на необходимия МПО на язовира за задоволяване на водоползвателите с необходимата обезпеченост или за определяне обезпечеността на същите при разполагаемия МПО.

МПО принципно се разглежда като сума от два вида обеми – МПО1 и МПО2. Първият вид е сезонен обем, необходим за регулиране на годишен приток равен на разхода (потреблението плюс загубите) и средностатистическо месечно разпределение. Той е различен за всеки месец като при нашите климатични условия в един от летните месеци достига максималната си стойност МПО1. Вторият вид е буферен обем. При сезонните язовири той е равен на обема, необходим за компенсиране на вариацията на месечния приток, различна от средностатистическата такава. Сезонни регулатори се считат язовирите, когато годишният приток, равен на разхода, има обезпеченост равна или по-голяма от необходимата за водоползването. Когато той е с по-малка обезпеченост се налага многогодишно регулиране. Тогава към буферния обем се добавя още и обем за компенсиране на вариацията на годишния приток. Така полученият буферен обем МПО2 се добавя към месечните обеми, необходими за сезонното регулиране. Така за всеки месец се получава минималния обем, който трябва да е налице в язовира, за осигуряване на водоползването съгласно приетата при изчисленията обезпеченост. В един от летните месеци той е равен на МПО. Както се подчерта по-горе това са средностатистически величини.

За извършване на това изчисление е изготвен софтуер RESERVOIR. Той при зададени начален и МПО, представителна многогодишна редица от месечни обеми на измерения или моделиран приток в язовира, броя на годините на оценявания период, нуждите на водоползвателите за 12 месеца в годината, както и други данни, въз основа на баланса изчислява месечния обем в язовира и подадената вода за потребителите и определя обезпечеността на всеки водоползвател. Изчислява се също емпиричната вероятност на превишение на тази обезпеченост, с което се отчита вероятностният характер на притока в периода за оценка. Методиката е подробно описана и обоснована в [6,7,8]. При многоцелеви язовири с групи водоползватели с до три различни приоритета водоподаването в алгоритъма се извършва по зададени правила, при строго спазване на приоритетите. Софтуерът също може да симулира изменението на обема на

---

язовира и изчислява обезпечеността при реално управление на язовира чрез месечни лимити и реално прогнозиран месечен приток. Той е подробно описан в [1] и е на разположение на желаещите да го ползват в МОСВ или директно от авторите.

МПО на язовира се определя със софтуера RESERVOIR чрез итерация, като се задават различни негови стойности до достигане на исканите обезпечености с набелязани вероятности на превишение за различните групи водоползватели. Това изчисление се извършва на един етап когато съществените водоползватели от язовира са с един приоритет, като например водоснабдяване и оводняване на речното русло. Когато те са с два или три приоритета, например водоснабдяване, напояване и електродобив, изчислението се извършва на два или три етапа съответно. На всеки етап се определя необходимия МПО за задоволяване с исканата обезпеченост на сумата от нуждите на водоползвателите с приоритет, отчетен на този етап. Например на първия етап се определя необходимия обем за обезпечаване на водоползвателите с първи приоритет, на втория етап – за тези с първи и втори приоритет, на третия етап – за първи, втори и трети приоритет. Определените по този начин обеми в язовира оформят зони, които ограничават водоподаването за водоползвателите съобразно техните приоритети, осигурявайки съответните им обезпечености съгласно изчисленията.

Оценката на максималните регулиращи възможности на язовира се извършва по същия начин, но тук е известен МПО. При този МПО се определят вероятностно оценените обезпечености на всяка група водоползватели според приоритета им. Тук изчислението при многоцелеви язовири също е итерационно в смисъл, че МПО може да се разпредели между отделните водоползватели при различни приемания на обезпечеността им..

Оценката се прави по един и същ начин за сезонните и многогодишните резервоари. Обезпечеността се определя по обем и по време (години). Обезпечеността по години е отношението между годините с пълно задоволяване на нуждите към броя на годините в оценявания период. Тази по обем е отношението между обема на подадената вода към целия обем на нуждите в същия период. Обезпечеността по години у нас се счита като нормативен показател за различните видове водоползване, поради което тя служи за критерий при определянето на МПО.

---



Притокът се представя чрез хидроложката редица от месечните обеми в многогодишен период, получена въз основа на измервания чрез ХМС или на баланса на язовира. Тя трябва да изпълнява условието за хомогенност. Хомогенността ще бъде нарушена ако над язовира има съществени отклонения на води, нямащи систематичен характер. Това могат да бъдат големи водоземания, предимно от язовири, отклоняващи водите в друго поречие или за напояване, които са извършвани в миналото, но не се очакват в бъдеще. В такива случаи би трябвало съвместно разглеждане на схемата на водоползване и водоразпределение на поречието до язовира или по някакъв начин възстановяване на отклонените води. Това усложнява и нарушава еднозначността на оценката на притока в разглеждания язовир. Повечето от язовирите в България са построени на притоци на основните реки, без съществени водоземания над тях. Този проблем има отношение към прогнозата на притока, но не и към същността на изложената методика.

Потреблението се оценява в бъдещ период, дължината на който се определя от различни съображения, зависещи от вида на водоползването. За това има голямо значение възможността за реалистична прогноза, както на планираното потребление, така и на притока. За този период се правят всички оценки за безопасност и необходим МПО, напълвания и др., описани по-долу.

### **3.2. Оценка на ограничителните и минималните месечни напълвания (зоните) за управление на източването на язовира**

МПО трябва да е налице поне един месец в годината, когато завършва пълненето на язовира. При нашите климатични условия това са месеците юни до август. Дотогава притокът може да е по-голям от потреблението. След това язовирът започва да се изпразва. Така се получават различни месечни напълвания, които са необходими за задоволяване на потреблението с исканата безопасност. Месечната неравномерност на напълванията се обуславя от привеждането чрез регулиране с язовира на неравномерността на сезонното разпределение на притока към неравномерността на водоползването. Месечната неравномерност на притока е с голяма вариация през годините. Затова в методиката при изчислението на месечните обеми за сезонно

---

регулиране се приема средностатистическо месечно разпределение на притока, което се определя по предписан в [1] начин. Влиянието на вариацията на месечния приток спрямо него се отчита, както е описано по-горе, чрез буферния обем МПО1.

На всяка група водоползватели с различен приоритет съответстват такива месечни напълвания. На всеки описан по-горе етап освен МПО, който е налице в 1 или 2 месеца в годината, се определят и напълванията в останалите месеци. Те служат като ограничителни за спиране на водоподаването за ползвателя с по-нисък приоритет. На фиг. 5 са показани ограничителните напълвания за водоползватели с 2-ри и с 3-ти приоритет (прекъснатата синя и плътната зелена линия). Месечните напълвания, определени за сумата от нуждите на всички водоползватели (розовата линия), са минимално необходимите за обезпечаването им съгласно сметките. По-големи напълвания теоретически не са необходими на язовира и те могат да служат като ограничителни обеми, до които може да се изпускат води за поемане на голям приток. Ограничаване на водоподаването за водоползвателя с 2-ри, съответно 3-ти приоритет, както и изпускането се извършва в алгоритъма на софтуера по следното правило. За всяка група водоползватели с еднакъв приоритет се подава такъв обем вода, при който в края на месеца напълването на язовира няма да слизе под ограничителния обем за този приоритет. По същото правило се определя и изпусканият обем.

За първоприоритетния ползвател, който обикновено е основния такъв, освен ограничителните се определят и минималните месечни напълвания (червената линия на фиг. 5). Те определят границата, под която за този ползвател може да има дефицит, ако притокът през годината е под необходимия за него. Тези месечни напълвания са необходими за регулиране на годишен приток с обем равен на нуждите на групата водоползватели с първи приоритет и средностатистическо месечно разпределение. Очевидно е, че това са приблизителни средностатистически стойности, но няма друга по-добра възможност за определянето им.

### **3.3. Управление на източването на язовира**

Източването на язовира се управлява от стопаните му или от висшестоящ орган, като МОСВ за язовирите от Приложение 1 към ЗВ, чрез ежемесечно определяне на

---

*6<sup>th</sup> Bulgarian-Austrian Seminar*  
***Practice and Research in Flood Risk Management***  
*Sofia, 7 November 2013*

---

лимита за водоподаване. Те по принцип не трябва да надвишават нуждите, за които е оразмерен язовирът. Може да се определят и лимити за изпускане за поемане на голям приток. В рамките на тези лимити от язовира може да се подава вода за заявените нужди.

Целта на лимитите за водоподаване при водоползватели с различни приоритети е строгото спазване на тези приоритети в зависимост от наличния обем на язовира. Така се обезпечават по-високоприоритетните водоползватели съгласно нормативите. При язовири с водоползватели с еднакъв приоритет лимитите служат за ограничаване на източването при навлизане в зоната на дефицита. Самото водоподаване съответства на заявките, които трябва да са равни или по-малки от лимита.

Определянето на лимитите става по правилото сумата от наличния обем в началото на месеца плюс прогнозният месечен приток минус подадената вода и загубите да е равна или по-голяма от съответното ограничително напълване в края на месеца. Например ако напълването в началото на месеца е между тъмносинята и синята прекъсната линия лимитът за трите групи водоползватели се определя така, че в края на месеца обемът в язовира, съгласно прогнозата за месечния приток, да е над или равен на този определен със синята прекъсната линия.

Тъй като трудно може надеждно да се прогнозира реалния месечен приток за прогнозен приток се приема този, с който е определено съответното гранично напълване. Тогава определянето на лимитите става непосредствено чрез зоните. Например, ако напълването е в зоната между синята прекъсната и зелената линия, лимитът на потребителите с първи и втори приоритет е равен на планираните при определянето на тези зони нужди, лимитът за потребителя с трети приоритет е нула. Прогнозният приток няма съществено значение върху източването защото последното се определя всеки месец съобразно действителното напълване на язовира. Така грешките вследствие на прогнозата не се натрупват и влиянието им върху изтакането на язовира е минимално.

Лимитите за изпускане се определят по същото правило. Трябва да се направи оценка на възможностите на язовира да отвежда води и оттам на необходимостта за

предварително изпускане на обеми за поемане на голям месечен приток с малки обезпечености.

Поддържането на СО при пълноводие се извършва оперативно от обслужващия персонал на язовира. За целта най-рационално е да се използва източване през ВЕЦ.

Методиката на всички описани в т. 2 и 3 изчисления и оценки е подробно обяснена, описана и илюстрирана с примери в [1] и е на разположение на желаещите. Тя е приложена за оценка на ретензионните и регулиращите възможности и управление на източването на яз. „Искър” и яз. „Тополница”. Резултатите за яз. „Искър” са описани в друг доклад. По-долу съвсем накратко са описани тези за яз. „Тополница”.

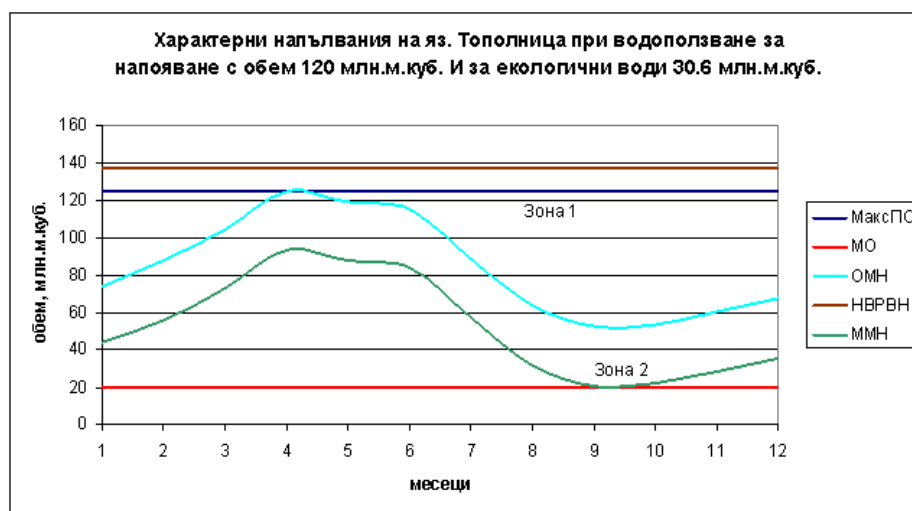
#### **4. Оценка на ретензионните и регулиращите възможности на яз. „Тополница”**

Такава оценка е направена в [9]. Тук се привеждат някои резултати от нея. Яз. Тополница е сезонен изравнител. Водосборът му е 1381 км<sup>2</sup>. Предназначен е за напояване на земеделски площи в областите на Пазарджик и Пловдив. Общият му обем е 137 млн. м<sup>3</sup> при дигнати саваци на преливника на НВРВН=405 м. След преливането на ВВ с връх около 560 м<sup>3</sup>/сек и обем около 110 млн. м<sup>3</sup> при наводненията през август 2005 г. в язовира се поддържа 120 млн.м<sup>3</sup> «контролен» обем, т.е осигурява се СО=17,5 млн. м<sup>3</sup> за поемане на ВВ. В т. 2.1 на доклада е споменато, че ретензионните възможности на язовира са достатъчни без СО да трансформират върха на ВВ с обезпеченост 1% до  $Q_{\max\text{прел}} \leq Q_{\text{доп}}$ .

През последните години от язовира се подават около 120 млн. м<sup>3</sup> за напояване. Такава е и оценката за потреблението в средна година за напояваните от него площи [9]. За оводняване се подават годишно 31 млн. м<sup>3</sup>. Над язовира няма съществени нарушения на притока и той е оценен въз основа на баланса на язовира за периода 1971-2010 г. Въз основа на получената естествена редица е генерирана моделирана редица на притока с дължина 500 години. Оценката чрез ВСБ по описаната по-горе методика с използване на програмата RESERVOIR показва, че 120 млн. м<sup>3</sup> за напояване могат да се подават от язовира през следващите 20 год. със 75% обезпеченост по години с вероятност на надвишение 80% при МПО=105 млн.м<sup>3</sup>.

---

Водите за оводняване са осигурени 100%. При  $MO=20$  млн.  $m^3$  за покриване на това водоползване са необходими 125 млн.  $m^3$  от обема на язовира. Макар, че по изчисление не е необходимо, препоръчва се да се оставят 12 млн.  $m^3$  за  $CO$ . Без него би се увеличила обезпечеността на потреблението.



Фиг. 6

На фиг. 6 са показани изчислените характерни месечни напълвания за управление на източването на язовира.  $CO$  е между НВРВН и максималния  $ПО$ . Предварително за поемане на голям приток могат да се изпускат обемите между ОМН и МПО. Оценките показват, че за отвеждането на приток с 1% обезпеченост не са необходими предварително изпразнени обеми в язовира. Месечните обеми с 0,1% обезпеченост също в повечето месеци са в рамките на възможностите на язовира за успоредно отвеждане. Тези обеми са с вероятност много по-малка от изискващата се от нормативните документи за допустимия риск от наводнения. Едва ли е оправдано заради тях да се изпразва предварително язовира. В крайна сметка оценката показва, че при яз. “Тополница” максималното работно водно ниво може да се държи на кота НВРВН=402,30 м и форсирано да се изпуска успоредно с повишения приток и реалната метеороложка прогноза за настъпващ такъв. Поддържането на високо ниво на водата в езерото има двоен полезен ефект – поддържа се по-висок пад на подязовирната ВЕЦ и

от друга страна се увеличават запасите от вода, респективно регулиращите възможности на язовира.

Когато напълването на язовира е в зона 1 и 2 подава се вода за напояване според нуждите. Когато то е под зелената линия има възможност за недостиг на вода за напояване. За оводняване, поради малкия му обем, няма нужда от запазване на обеми в язовира. То се задоволява и от минималния месечен приток, поради което оводняването не се разглежда в баланса като потребител с по-висок приоритет.

## **5. Заключение**

Управлението на ретезионните функции и на източването на водите на язовирите е отговорна дейност. Засега тя се извършва без научно обосновани методи и оценки. В доклада се обосновава, че основен критерий за управленски решения трябва да бъде наличният обем в него. Разработена е подробна методика [1], основана на теорията на регулирането на оттока, математическата статистика и вероятностите и на инженерни приемания за определяне на начините на управление на язовирите в България.

Описани са методите за извършване на оценка на необходимите постоянни свободни обеми или на оперативно освобождаване на такива за избягване на недопустимо, съгласно приетия риск от наводнения преливане на язовирите. Описани са също методи за определяне на регулиращата способност на функциониращите язовири, т.е. реалната обезпеченост на настоящето и очакваното в предвидим бъдещ период потребление. Също и за определяне на необходимия максимален полезен обем за задоволяване на това потребление с исканата обезпеченост при нови язовири или функциониращи такива с обеми, надвишаващи актуалните нужди. Определят се също характерни месечни напълвания, ограничаващи зони за водоподаване на водоползвателите с различни приоритети. Всички определени величини са с оценки на вероятността за превишение по години. Те са средство за целесъобразно управление на язовирите, което би трябвало да се внедри в нашето водно стопанство.

Л И Т Е Р А Т У Р А

- [1] „Методика за определяне на обеми в язовирите от Приложение 1 от ЗВ за поемане на очакван приток”, МОСВ, 2012
- [2] „Методика за определяне на свободни обеми в язовирите преди пълноводие и преди високи вълни и на лимити за изпускане на водите от тях”. МОСВ, 2012
- [3] Plamen Ninov. “Regionalization approach for determination of flows with different probabilities of maximum runoff using flood frequency curves and regional relationships”. Метеорология и хидрология кн. 3-4, 2013
- [4] Йончева В., О. Сантурджиян, О. Ничева, „Оценка на максималния приток в язовирите в България”, Метеорология и хидрология, кн. 3-4, 2013
- [5] D. Nijssen, A. Schumann, M. Pahlow и B. Klein, „Planning of technical flood retention measures in large river basins under consideration of imprecise probabilities of multivariate hydrological loads”. Nat. Haz. Earth Syst. Sci., 9, 1349–1363, 2009.
- [6] Santourdjian O., D. Shopova. “Probability Estimation of Water Supply Reliability Assessments”, BALWOIS, 2006, Ohrid.
- [7] Вероятностна оценка на обезпечеността на водоползването в планиран бъдещ период. Научен отчет. Инст. водни проблеми, (Научен архив, Департамент УИВ, НИМХ), БАН, 2008.
- [8] “Методика за съставяне на водностопански баланси за речни басейни”, МОСВ, 2004.
- [9] „Язовир „Тополница” - анализи на режимите на работа и водностопанска оценка на възможностите на язовира. Определяне на свободни обеми за поемане на високи води и лимити за изпускане и водоподаване за бъдещ 20 годишен период”. Отчет, МОСВ, 2012.