

Оханес Сантурджиян – проф. дн инж.  
Ваня Йончева – доц. д-р инж.  
Национален институт по метеорология и хидрология – БАН  
E-mail: santurdjian@yahoo.com; vania\_ioncheva@dir.bg

## ЯЗОВИРИТЕ КАТО ИНСТРУМЕНТ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА РИСКА ОТ НАВОДНЕНИЯТА В БЪЛГАРИЯ

### THE RESERVOIRS AS TOOLS FOR FLOOD RISK REDUCTION IN BULGARIA

*Eng. Ohanes Santurdjian – Prof. DSc., Eng., Vania Ioncheva – Assoc. Prof., PhD.  
National Institute of Meteorology and Hydrology (NIMH),  
Bulgarian Academy of Sciences (BAS)*

**Summary:** Great number of floods with big damages and victims happened during the last 10 years in Bulgaria. The big reservoirs spilling and the small ones destruction after overtopping of their dams often caused substantial increase of the discharge in the flooding rivers. An appropriate management of the reservoirs markedly including implementation of retention function in their operation regime can considerably reduce and even avoid their spilling during heavy rains and high waters in the rivers. Description of the necessary assessments for dimensioning of permanently empty volumes in the large reservoirs, aiming at full or partly retention of flood waves with assumed return periods, is made in the paper. The condition for such an assumption is these volumes to be proved as not necessary for the reservoirs to meet the current users demands with high reliability.

Marked are also the necessary assessments for evaluation of the treat of the small reservoir dams to be flown over the crests and consequently destroyed.

#### 1. Увод

Наводненията през 2005 г. бяха шокиращи по своя размер за неподготвеното съзнание на голямата част от населението и управляващите органи на България. Това стана въпреки картината на изключителните по мащаби и разпространение наводнения в много страни на Европа през 2002 г. и след това. Наводненията оттогава досега и особено през последните 2 години и месеци за пореден път показваха, че Бог не е българин, както много си мислеха и страната ни не прави изключение от общите климатични тенденции. В настоящия момент обилните и чести валежи и причинените от тях наводнения са най-съществения воден проблем на страната. Явно е засега, че те ще ни спогождат все по-често. Това бедствие

има трагични последици за много хора и държавата е длъжна да направи всичко, което е по силите ѝ, за да намали максимално възможно размерите на тази опасност.

Непосредствено след големите наводнения през 2005 г. ИВП, УАСГ и НИМХ съвместно отправиха Меморандум до правителството на тройната коалиция, в който се посочваше, че случилите се тогава големи наводнения няма да са изолирани събития, а все по-често явление и се изтъкваше необходимостта от извършване на списък от дейности за оценка и намаляване на риска от тях. Естествено никой не обърна внимание на обръщението. Скоро след това беше изработена Европейската Директива за наводненията, предвиждаща аналогични дейности. Оттогава у нас се изпълниха

много нейни изисквания, оценки, карти, изписаха се много планове и документи, но практическата полза от тях не е много осезаема. Изготвиха се карти на заплахата от наводнения, показващи залятите площи, съответстващи на максимален отток с различни вероятности на превишение (обезпечености), отчетени на базата на данните, измерени в последните 30-40 години. Доколко са надеждни тези карти по отношение на обезпеченостите на различните степени на заливане може да се прецени от следните съображения. Недостатъчната гъстота на хидрометричната мрежа на страната едва ли позволява надеждна оценка на максималния отток, с малки вероятности, в много пунктове в страната без ХМ станции. Климатичните промени водят до промяна на генезиса на формирането на максималния отток и оттам до промяна на честотното му разпределение спрямо данните от цитирания минал период. Така, че в действителност обезпеченостите на показаните на картите различни степени на заливане на площи са вероятно доста по-високи.

Целта на Директивата за наводненията на ЕС в крайна сметка е разработване на програма от мерки за намаляване на риска от тях чрез ограничаване на залетите площи, както и чрез предохранителни и други действия за намаляване на щетите и човешките жертви. Тя, доколкото знаем у нас, още не е изготвена. Предпазването от наводнения е многостранен проблем с различни решения, които не са лесни и евтини за изпълнение. Строителните дейности, които биха могли да ограничат наводненията при приливни вълни с икономически обоснована честота на повторение, могат да бъдат надграждане на диги, изграждане на ретензионни обеми, разширяване на коригирани легла и т.н. Всички те изискват значителни капиталовложения, поради което у нас скоро едва ли ще се реализират, даже и програмата да е налице. Затова трябва да се търсят начини за намаляване на риска от наводнения, които не изискват много средства и се основават на по-рационално впрягане

на човешкия фактор в управлението на този риск.

## 2. Причини за наводненията

Причина за наводненията са както действията на човека, така и природните фактори. Значението на последните в коментарите по медиите и в общественото съзнание някак остава подценено. Затова е уместно да се направи една, макар и много ориентируваща преценка за тяхната величина и необичайност.

**Природният фактор са големите и чести дъждове и причиненият от тях отток, определено дължащи се на промените в климата.** Повишението на глобалната температура увеличава изпарението от океаните, води до интензификация на атмосферните процеси, съответно на валежите, бурите и температурните аномалии. Би трябвало НИМХ, като компетентна по въпроса и разполагаща с данните държавна институция в страната, да се опита да направи необходимите вероятностни оценки, за да се види каква е средната честота (обезпечеността) на годишния максимум на дъжда, паднал върху големи площи и причинил наводнения през 10 годишния период от 2005 досега.

По съвсем приблизителна преценка спрямо данните, публикувани в "Методично ръководство за определяне на максималния отток на реките в България" на НИМХ от 1988 г., максимален денонощен дъжд от порядъка на 100 l/m<sup>2</sup> (имаше валежи доста по-големи), каквито често се споменаваха в метеороложките бюлетини, трябва да се случва средно веднъж на 100 години, т.е. това са екстремни валежи. Освен това характерно за случилите се напоследък валежи от такъв порядък е тяхната повтораемост през кратки интервали в рамките на годината. Това води до повишаване на отточния коефициент поради мокрите терени и невъзможност да се изпразнят свободните обеми на язовирите, ако има такива. Формира се голям повърхностен отток и язовирите преливат, на което сме свидетели. Климатичните промени правят тези дъждове в действителност не толкова редки.

Реалната им честота вече е доста нараснала спрямо тази, оценена по отношение на данните за дъждовете до 2005 г., което ясно се вижда от валежните събития през последните 10 години. Това показва голямата роля на природния фактор и възможността нещата да стават все по-критични, ако продължава затоплянето на климата. Добре ще бъде тези неща да се изяснят и да се предупреди обществото какво евентуално ни чака в бъдеще. Много диги, отвори на мостове, коригирани речни легла и други елементи на водната инфраструктура могат да се окажат вече неадекватно оразмерени и неосигуряващи с нормативно изискваната обезпеченост. Изсичането на горите има значение в някаква степен за по-големия отток, но това се отнася за някои ограничени площи в страната и надали може да се изтъкне като фактор с основно значение.

### **3. Мерки за намаление на риска от наводнения**

Мерките за намаление на риска от наводнения, които не изискват много средства и могат да се реализират в разумни срокове по наша преценка са следните.

#### **3.1. Прочистване на речната мрежа.**

*Един от много важните фактори е поддържането на речната мрежа в състояние на годност да проведе възможните за естествените речни легла и наклони максимални водни количества. Това е първостепенно задължение на съветните общински и държавни органи в борбата с наводненията. Въпреки досегашният толкова горчив опит учудващо е, че все още на много места това не се прави. Очевидно все още се вярва, че наводненията няма да се повторят. Ясна е необходимостта от налагане на много сериозни санкции, а може би и отделяне на повече средства, за превръщането на прочистването и поддържането на речната мрежа и дигите в много важна и перманентна грижа и дейност.*

#### **3.2. Осигуряване на значителни ретензионни обеми в язовирите.**

*Преливането на много от големите язовири по време на пълноводие съще-*

ствено допринася за увеличение на водното количество в реките, които преграждат. Затова в населението остава убеждението, че причина за наводненията са язовирите. В действителност, даже и когато преливат язовирите, благодарение на голямата площ на басейните си, ретензират приливната вълна и максималното преляло водно количество е доста по-малко от максималното такова, навлизащо в язовира. Това, обаче, не се отчита, а се очаква с езерото си язовирът да спира притока над него.

Примерите за съществен принос на преливането на язовирите за увеличаване на пълноводието и наводненията, въпреки контрола на МОСВ, са много и не е необходимо да бъдат описани тук. Ще споменем само преливането на яз. Жребчево със значителни (до 150 m<sup>3</sup>/s) водни количества по време на наводненията по р. Тунджа през миналата година, което е можело да се избегне, ако язовирът е бил частично източен в предишните месеци. Друг типичен пример за неадекватно управление е яз. "Тича" през лятото на 2005 г., когато неговото преливане допринесе за наводнение с големи щети на около 15 km след вливането на р. Врана в Г. Камчия при с. Бряг. Въпреки дъждовната година и десетократно намаленото напояване язовирът безсмислено се поддържал пълен и преливал в началото на август на 2005 г. Този язовир прелива по същия начин и през миналата година. В миналото, преди 2005 г., наводненията бяха спорадичен проблем и язовирите се поддържаха по правило възможно по-пълни, преливаха рядко и това се считаше за нормално явление. Сега, обаче, тяхното преливане в повечето случаи внася тревога и причинява наводнения.

Затова при сегашните условия язовирите трябва по възможност да не преливат по време на пълноводие. За голяма част от тях, особено за тези с цел напояване, е напълно възможно да поддържат постоянно свободни обеми, в които да се задържа цялата или голямата част от приливната висока вълна. Още в съставения през 2006 г. в

ИВП по поръчка на МОСВ водно-стопански баланс на поречието на р. Тунджа и на р. Камчия беше доказано, че язовирите “Копринка”, “Жребчево” и “Малко Шарково” могат да осигурят потреблението с доста под 80 % от полезния си обем. Беше препоръчано винаги в тях да бъдат налице значителни празни обеми (30 млн. m<sup>3</sup> при “Копринка”, 80 млн. m<sup>3</sup> при “Жребчево” и 10 млн. m<sup>3</sup> при “Малко Шарково”). Също язовирите “Тича”, “Камчия” и “Цонево” могат да запазват над 20 % от полезните си обеми празни за поемане на висока вълна, без това да доведе до неизпълнение на тяхното предназначение. Очевидно тези препоръки не са взети под внимание, защото тези язовири преливат по време на пълноводие.

Казаното по-горе означава, че една от основните цели на язовирите е задържането на високите води, т.е. да изпълняват значителна ретензионна функция. Логиката на тази възможност е много елементарна, но среща съпротивата на вълпленото схващане, че язовирите се строят за да се ползва водата им и колкото те са по-пълни, толкова по-обезпечено е водоползването. Не се отчита, обаче, че понастоящем при голяма част от язовирите в България водоползването е намалало толкова, че то може да бъде обезпечено само с част от полезните им обеми, като другата част може да се запази постоянно свободна за поемане на приливна вълна. Такива преди всичко са язовирите с основна цел напояване с малки изключения, като яз. Тополница например. Водоползването за напояване в цялата страна е паднало до 10-20 % от размера, осигуряващ се от полезния обем на язовирите.

Язовирите, при които за да се задоволи водоползването е необходим целият полезен обем и не могат да поддържат постоянно свободни обеми, могат в голяма част от годината (есенно-зимните месеци), в рамките на сезонното колебание на притока, да освобождават обеми с ретензионна цел. За целта трябва да се определят чрез водно-стопански баланси зависещите от месеца ограничителни нива,

до които язовирът може да се източи за освобождаване на обем.

Предвид на казаното по-горе очевидно е, че за да се използват големите язовири за намаление на риска от наводнения, МОСВ трябва така да управлява напълването и контролира източването им, че те да не допринасят за увеличаване на пълноводието в реките след тях, а обратно т.е. максимално възможно да изпълняват ретензионни функции. От месечните графици на МОСВ за ползване на водите на язовирите от Списъка към Приложение No1 от ЗВ личи, че се предписва запазване или освобождаване на обеми с цел ретензия. Как са определени тези обеми и доколко и как те се поддържат постоянно празни от графици не става ясно. Преливането на голяма част от тези язовири по време на пълноводията през миналата и началото на тази година показва, че предписаните свободни обеми са или недостатъчни или не се изпразват своевременно, за да поемат новия приток. Затова вероятно има значение и честотата на големите валежи.

Подобряването на ретензионната функция на значителна част от тези язовири може да стане като се определят необходимите или възможните свободни обеми (СО) и те се поддържат постоянно празни. Тези язовири трябва да се утвърждават като частично ретензионни и водоползването да се обслужва само с част от техния полезен обем. Основна грижа на експлоатацията на язовира трябва да бъде максимално бързото, но безвредно за течението след язовира, изпразване на СО, ако той се запълни при голям приток.

*За да се постигне това трябва размерът на СО да се определи с оглед на поемане на висока вълна (ВВ) с обезпеченост поне 1% като се провери чрез водобалансови оценки възможността това да стане при почти 100 % обезпеченост на всички видове актуално водоползване от язовира. Размерът на СО се определя от тази възможност. При по-малък СО от необходимия се задържа само част от оразмерителната ВВ или се*

приема необходимият такъв за сметка на по-ниска обезпеченост на водоползването.

За язовирите, при които водоползването не позволява постоянен свободен обем, трябва да се определят ограничителните нива, до които в голяма част от месеците могат да се освобождават обемите. За язовирите с постоянен СО към него се добавят и тези месечни обеми, с които ще се увеличи тяхната ретензионна способност в много месеци на годината. За нашите климатични условия това са есенно-зимните месеци.

На **фиг. 1** са показани какви обеми могат да бъдат свободни през месеците на годината за яз. “Тополница”, получени след описаните по-горе

оценки. СО от близо 15 млн.м<sup>3</sup>, равен на разликата между НВРВН (кота ръб преливник) и Макс ПО, трябва да бъде винаги свободен, освен след ВВ. Освен това всеки месец могат да се освобождават значителни допълнителни обеми, равни на разликата между Макс ПО и ОМН (зона 1). Линиите ОМН и ММН са така наречените “криви на управление” (Rule Curves). Те определят начина на източване на язовира, в зависимост от обема на водата в него. Когато той е над линията ОМН следва източване за СО. Когато е между ОМН и ММН се подава планираната вода за ползване. Когато е под ММН има опасност от воден дефицит и следват ограничения (hedging) във водоподаването [1].



Фиг. 1

Тези оценки се основават на историческите данни за притока, измерен в язовира през многогодишния период на експлоатацията му, обработен по методите на математическата статистика и теорията на вероятностите. Те имат вероятностен характер и са приблизителни предвид изменчивостта на притока. Но това е най-доброто, което може да се направи за водностопанската оценка на язовира с цел да се внесе сигурност и убеденост в правилността на действията на управлението му. Определянето на “кривите на управление” може да се основава на различни критерии, като например максимална печалба, минимален недостиг на водоподаване и др., което се постига с различни оптимизационни методи. В световната литерату-

ра има доста публикации на тази тема. Не се знае доколко тези методи се прилагат на практика. У нас критерият трябва да се основава на удовлетворяването на приоритетите на различните видове водоползване, съгласно ЗВ. Определените чрез този критерий криви на управление на язовира трябва да гарантират спазването на обезпеченостите на последните, като се въвеждат ограничения за водоползвателите с по-нисък приоритет при налични обеми в язовира, индикиращи възможен дефицит в бъдещите месеци, съгласно основаната на измерените данни от минал многогодишен период хидроложка прогноза.

Най-напред тези оценки трябва да се извършат за язовирите с основна

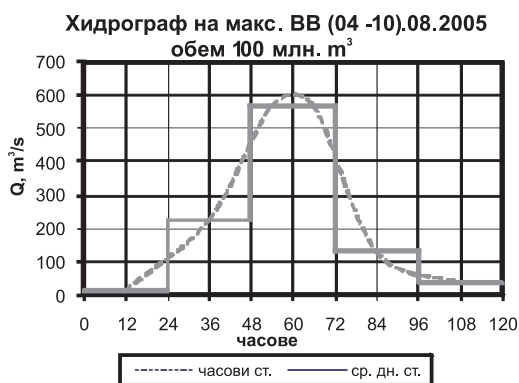
цел напояване. Характерно за тях е, че те трябва да задържат големи обеми вода, която да подават основно 2-3 месеца в годината. При чувствително намаляване на нуждите за напояване има възможност да се освободи голяма част от полезния обем на язовира, която да се поддържа празна. При някои язовири с цел водоснабдяване също може да се окаже, че поради намаляване на нуждите част от обема им може да се използва за ретензия. При такава промяна на режима на работа на язовира единствената загуба ще бъде за подязовирната ВЕЦ, тъй като максималното работно водно ниво в езерото ще слезе и ще се намали водния напор. Това няма да е много съществено, защото в горната си част езерата имат голяма площ и малка промяна на нивото обуславя голяма промяна на обема. Освен това водите, които иначе ще преливат, ще произвеждат енергия. При тези язовири енергопроизводството не е основна цел и е на подчинен режим и известна част от него ще трябва да се жертва за намаляване на риска от наводнения. Доколкото и как това ще стане трябва да се реши за всеки конкретен случай с участието на стопаните на язовира.

Трябва да се подчертае, че при нарастване на водоползването може да се намали или премахне изцяло постоянния свободен обем. От списъка на оценяваните язовири по различни съображения е уместно да се изключат енергийните каскади и язовири.

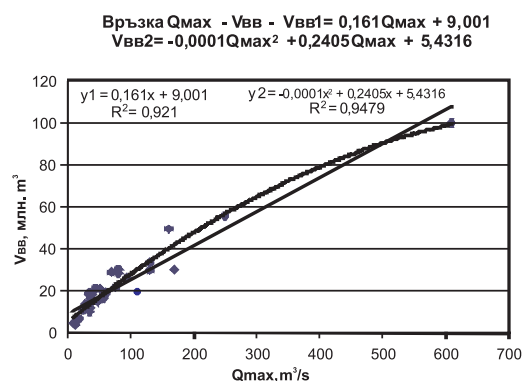
Най-важното при тези оценки е, че поради дългите срокове на експло-

атация от балансите между притока и разхода на тези язовири може да се набави цялата хидроложка информация, необходима за изчисленията и не е необходимо тя да се търси от друго място. През 2012 г. по поръчка на МОСВ в НИМХ беше разработена подробна методика за оценка на необходимия и допустимия с оглед на водоползването размер на постоянните свободни обеми на язовирите, както и на ограничителните условия за месечните лимити за изпускане и източване [2]. Тя е приета от Висшия консултативен съвет по водите за национална методика без възражения от БД и МОСВ. Оттогава досега по тази методика или по друга такава, доколкото знаем не е определен свободен обем на нито един язовир. Въпреки, че тази поръчка беше продиктувана от нуждата да се реши този въпрос, томовете с подробни описания, софтуер и решени примери с реални язовири като Искър и Тополница лежат в МОСВ неизползвани.

В методиката подробно е описан начинът на извличане на множеството от годишни максимални ВВ от данните за дневния приток в язовира. Върхът  $Q_{max}$  на ВВ се получава чрез интерполиране на среднодневните водни количества, а формата и времетраенето – чрез регресионен анализ [3]. Доказано е, че точността на метода е достатъчна за целите на оценката. На **Фиг. 2** е показана една максимална годишна ВВ за яз. Тополница, а на **Фиг. 3** – връзката между  $Q_{max}$  и обема на ВВ, получена чрез регресионен анализ.



Фиг. 2



Фиг. 3

Подробно са описани и методите за водностопански оценки за определяне на кривите за управление на водите на язовира при един или повече независими водоползватели със спазване на реда на приоритетите, съгласно ЗВ и изискваните обезпечености за всеки от тях.

### **3.3. Отстраняване на опасността от разрушение на малките язовири при преливане през короната.**

Страната е осеяна с голям брой малки язовири. Поради малките им дънни изпускатели при условия на голям повърхностен отток те се напълват бързо и преливат. Ако преливниците им са недобре оразмерени или повредени те преливат през короната на стената, което води до тяхното разрушение и създаване на внезапна, висока и много опасна приливна вълна. За последните години много са случаите на разрушение на стените на тези язовири при преливане поради недостатъчен капацитет или негодност на преливниците. Последствията са катастрофални. Примерите са много и са широко известни.

Потенциална опасност от разрушение на стените на тези язовири безспорно са недоброто им състояние, наличието на разрушения и дефекти по телата и съоръженията им. Те се констатира лесно с обстоен оглед. Не може, обаче, да се констатира лесно рискът от преливане през короната на стената и разрушението ѝ при нахлуване в язовира на високи вълни с честота веднаж на 100 или повече години. Опасения за наличието на такъв риск идва от неувереността от надеждното определяне на високата вълна и съответно размерите на преливника при масовото проектиране и изграждане (предимно по типови проекти) на голяма част от тези стени преди десетилетия. Затова трябва инженерно да се оцени рискът от разрушение на стените на малките язовири (МЯ) при преливане. Това може постепенно да се направи в приемлив срок за тези, които могат да причинят опасни наводнения след тях.

Всички стени на потенциално опасните МЯ, трябва да бъдат проверени срещу преливане при ВВ с 1 % или 0,1 % при пълн до кота НВРВН язовир

и затворен изпускател. Ако тази проверка показва повишаване на нивото на езерото при ВВ до кота по-висока от 0,5 m под короната, това означава, че има опасност от преливане. Комплексът от съображения, включващ оценката на риска да прелеят през короната, техническото им състояние и важността на нуждите, които задоволяват, трябва да определи тяхното разрушение или евентуално ремонтване. Може също да се прецени целесъобразността язовирът да се преустрои в ретензионен обем, като му се постави дънен отвор с необходимите размери.

В рамките на същата, спомената по-горе разработка по поръчка на МОСВ е описана и практически приложена опростена методика за оценка на сигурността на малките язовири при екстремни валежи, както и възможностите за управление на обемите им с оглед на предпазване от катастрофално преливане [4]. Методът се основава на много опростен модел «валеж – отток» за определяне на ВВ с желаната честота на повторение, предизвикана от годишен максимален денонощен дъжд (МДД) със същата честота [5]. Използва се наличието на статистически обработени данни за многогодишен минал период за МДД за 20 района с 8 надморски височини, обхващащи цялата страна. За всеки от тези райони и котви са изчислени средномногогодишната стойност в mm/m<sup>2</sup> на МДД и коефициентите на привеждане към такъв с 9 обезпечености - от 63 % до 0,01 %. Параметрите на ВВ, приети във вид на триъгълник, се получават от модела на оттичане на избрания МДД. За целта е необходимо да се знае големината и средната надморска височина на водосбора, дължината, средния наклон и коефициента на грапавината на пътя на изтичане (реката) на водата, характера на покритието - съответно коефициента на оттичане. Точността и възможните отклонения от реалните стойности са изследвани и описани в [6].

Тези данни са необходими в различна степен на подробност за всички модели валеж-отток. За разлика от повечето от тях цитираният модел, който е известен

като формула за  $Q_{\max}$  на Алексеев, е максимално опростен и няма нужда от калибриране върху реален водосбор. Приема се, че във времето до достигане на върха на ВВ дъждът вали равномерно по цялата площ, скоростта на оттичане от скатовете към реката и на изтичане по нея е постоянна по време и дължина. Водното количество в язовира достига своя максимум  $Q_p$ , когато стеклата се вода в руслото в крайната (най-отдалечената) точка на руслото, дотича до опашката на язовира. Методиката е описана подробно с примери в [4, 5, 6]. Изчислението е програмирано в Excel и е много просто за приложение при подбрани данни за водосбора. За определяне на ВВ има много други по-точни хидроложки модели, но пътя на тяхното използване е сложен, изисква много данни и предлага много повече трудности. Предвид големия брой МЯ, които трябва да се оценят, както и квалификацията на хората, които трябва да извършат тази дейност, надали е практически възможно тяхното широко прилагане в случая.

За оценка на високата вълна, формирана при дъжд, са необходими много данни за водосборния басейн, представляващи основната трудност на методиката. Затова в Департамента по управление и използване на водите към НИМХ-БАН се изготвя ГИС за малките язовири в страната, съдържаща споменатите данни за водосборите им. Тя много ще улесни приложението на методиката.

#### 4. Заключение

Вследствие на климатичните промени честотата на екстремните валежи се е увеличила, което ще доведе до зачестяване на големи наводнения в много райони на страната. Мерките за тяхното ограничение и намаление на риска от наводненията са разностранни и голяма част от тях изискват големи капиталовложения. Тези от тях, които са лесно реализуеми и не се нуждаят от влагане на много средства са поддържане на речната мрежа в състояние на максимална

проводимост, използване на част от обема на големите язовири за задържане на голям приток по време на пълноводие и елиминиране на опасните малки язовири след оценка на сигурността на стените им срещу разрушение, вследствие на преливане през короната и на конструктивни повреди. Приложението на последните две мерки са свързани с доста теоретични оценки, изискващи време и изпълнители с добра професионална подготовка и опит, което за жалост у нас липсва все повече. Все пак тези оценки и основаните на тях инженерни решения се улесняват от наличието на официално призната, ясна и добре обяснена методика.

#### Литература

1. Сантурджиян О., В. Йончева, О. Ничева, Д. Шопова, Управление на язовирите в България с цел намаляване на риска от наводнения и задоволяване на водоползването, Шести Българо-Австрийски семинар «Практика и научни изследвания в областта на Управление на риска от наводнения» УАСГ, 7 ноември 2013, София.
2. Сантурджиян О. и кол., Методика за определяне на обеми в язовирите по приложение 1 от Закона за водите за поемане на очакван приток. МОСВ, 2012.
3. Йончева В., О. Сантурджиян, О. Ничева, Оценка на максималния приток на язовирите в България, Сп. «Метеорология@хидрология», кн. 3/4, 2013, НИМХ-БАН, София.
4. Сантурджиян О. и кол., 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.
5. Герасимов Стр., Методично ръководство за определяне на максималния приток на реките в България. ИХМ, БАН 1988.
6. Йончева В., О. Сантурджиян, Оценка на заплахата от наводнения причинени от малките язовири, сп. «Водно дело», кн.5/6, 2013 г., стр. 9-17.