

ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНОСТИТЕ НА ЯЗ. „ИСКЪР“
ЗА ВОДОСНАБДЯВАНЕ НА СОФИЯ
И ГАРАНТИРАНО ЕЛЕКТРОПРОИЗВОДСТВО

Оханес Сантурджиян ¹, Ваня Йончева ², Донка Шопова ³

ASSESSMENT OF “ISKAR” RESERVOIR CAPACITY
FOR SOFIA WATER SUPPLY AND GUARANTEED
ELECTRICITY GENERATION

Ohanes Santourdjian ¹, Vania Ioncheva ², Donka Shopova ³

РЕЗЮМЕ

Извършен е анализ на функционирането на яз. „Искър“ в периода 1961-2011г. От него става ясно, че причина за водната криза в София през 1994г. е безогледното отклоняване на водни обеми за електропроизводство през 1993 и до края 1994 при явния воден недостиг. Анализът показва също, че в периода от 1995 до сега язовирът работи само за водоснабдяване на София, при което се използва половината от полезния му обем.

Направена е водностопанска оценка на регулиращите възможности на полезния обем на язовира при настоящата оценка за притока при две опции – ако той бъде използван само за водоснабдяване и ако се използва многоцелево – за водоснабдяване и гарантирано електропроизводство при спазване на приоритетите от ЗВ.

В първия случай се определя максималния годишен обем, който при равномерен месечен режим и различни начални обеми в язовира може да се подава на София с обезпеченост 100% при вероятност 95% в бъдещ 20 годишен период. Във втория случай се прави оценка на годишния обем, който може да се подава ежемесечно с обезпеченост 80% за производство на гарантирана еленергия през ВЕЦ-овете „Пасарел” и „Кокаляне” при обезпечаване със 100% на водоснабдяването на София при три реалистични опции на прогнозно за следващите 20 години водопотребление –160, 170 и 180 млн. м³. За всяка опция са определени обемите в язовира в края на всеки месец, под които се спира водоподаването за ВЕЦ като второприоритетен ползвател или се очаква воден дефицит и съответно въвеждане на ограничения във водоснабдяването. За да не прелива язовирът необходимо е поддържане на минимум 60 млн. м³ свободен обем.

¹ Оханес Сантурджиян, професор, дтн, santurdjian@yahoo.com, тел. 0896258493

Ohanes Santourdjian, Professor, DSc., santurdjian@yahoo.com tel. 0896258493

² Ваня Йончева, доцент, д-р, Нац. инст. по метеорология и хидрология, vania_ioncheva@dir.bg
Vania Ioncheva, Assoc.Prof., PhD, Nat. Inst. of Meteorology &Hydrology, vania_ioncheva@dir.bg

³ Донка Шопова, гл. ас., Нац. инст. по метеорология и хидрология, dshopova@gmail.com
Donka Shopova, Res. Assist. Nat. Inst. of Meteorology &Hydrology, dshopova@gmail.com

ABSTRACT

An analysis has been performed of the reservoir operation during the period 1961-2011. It revealed that the cause of the Sofia water supply crisis in 1994 was the unscrupulous deviation of water volumes for electricity generation in 1993 and in the whole 1994 with the evident threat for severe water supply shortage. The analysis shows as well that since 1995 the reservoir has been used only for water supply of Sofia whereupon its capacity has been half used.

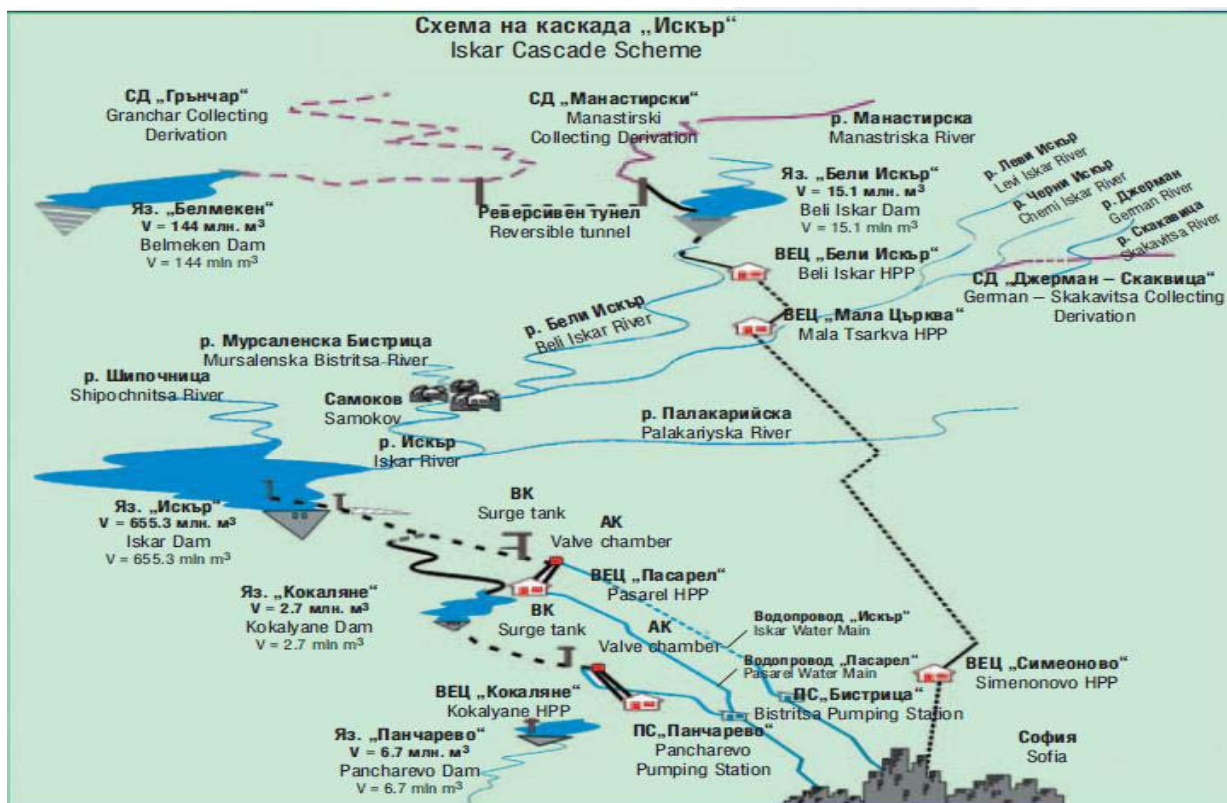
Considering the present estimation of the inflow an assessment of the reservoir regulation capacity in two options has been done – when it is used only for Sofia water supply and when it is used as multi-purpose storage both for water supply and guaranteed energy generation, observing the users priorities, provisioned in the Bulgarian Water Law.

In the first case the maximum annual water volumes, possible to be supplied with 100% reliability with 95% probability in the future 20 years, have been estimated. They depend on the reservoir water volume at the beginning of the period. In the second case an assessment has been done of the annual water volumes, which can be released regularly for energy generation by the WPPs “Passarel” and “Kokaliane” with reliability 80%. This is done under the assumption of three realistic for the next 20 years options of Sofia water demand with 100% reliability satisfaction - 160, 170 и 180 mln. m³.

With every option specified are the reservoir monthly volumes indicating limitation of the release for WPPs as secondary user. Specified are also the reservoir volume monthly levels meaning possibility for Sofia water supply shortage. To avoid the reservoir spillway overflowing the maintenance of min. 60 mln. m³ retention volume is evaluated as necessary.

1 Увод.

“Искър” е най-големият язовир в България. Максималният завирен обем е 655 млн. м³, а мъртвият обем – около 54 млн. м³. Водосборната област е 1046 км². Стената е от масивно – гравитационен тип с височина 74 м. Преливникът е с две падащи клапи 12/4, които не могат да работят в междинно положение. Неговият огромен за нашите мащаби обем, е предназначен за почти пълно изравняване на оттока на водосбора на р. Искър до язовира, чиято средногодишна стойност е около 320 млн. м³. Той е основен възел на ХТК “Искър”, обединяващ водоснабдителната система на София и енергийната каскада “Искър” (фиг.1). Това е сложен комплекс от хидротехнически съоръжения, чиято цел е както използване на енергията на водите на реката до бент “Панчарево”, така и водоснабдяването на столицата на страната.



Фиг. 1

Водите на язовира първоначално се използват за енергодобив, напояване и водоснабдяване, като в последствие енергодобивът минава на подчинен режим. Понастоящем напояването е отпаднало и сега язовирът функционира като едноцелеви с основен потребител водоснабдяването на гр. София.

Поради важността на водоснабдяването на столицата и липсата на адекватни алтернативи за тази цел, язовирът фокусира вниманието на обществеността и на специалистите, по един или друг начин отговорни за осигуряването на милионния град с питейна вода. Неговият капацитет за надеждно осигуряване на нуждите на София са предмет на внимание и редица оценки, особено след водната криза през 1994 г.

През 2012 г. по поръчка на МОСВ беше извършено обхвато изследване на яз. „Искър“ [1], включващо:

- анализ на функционирането му от 1961 до 2010 г. с особено внимание на периода 1991-2010г.;
- оценка на максималния годишен воден обем, който язовирът може да осигури за задоволяване на нуждите на София с обезпеченост 100% при 95% надеждност през следващите 20 години при настоящата оценка на притока, ако целият му полезен обем бъде използван само за водоснабдяване;
- оценка на възможностите за производство на гарантирана еленергия чрез ВЕЦ-овете „Пасарел“ и „Кокаляне“ при двуцелево използване на язовира при осигуряване на настоящите нужди за водоснабдяване на София с посочената по-горе надеждност;
- оценка на необходимия свободен обем (СО), който трябва постоянно да се поддържа, с цел язовирът да прелива по-рядко от веднаж на 1000 години;
- оценка на минималните месечни напълвания, слизането под които заплашва от поява на воден дефицит за водоснабдяването и
- определяне на месечни лимити за освобождаване на обеми за поемане на очакван голям приток и за водоподаване при едноцелево и двуцелево използване на същия.

Настоящият доклад представя в резюмиран вид най-съществените резултати от това изследване.

2 Анализ на функционирането на язовира в периода 1960-2010 г.

Анализът на баланса на язовира дава възможност за оценка на неговата използваемост и регулираща роля като многогодишен изравнител. През споменатия дълъг период се е променял характерът на потреблението. В началните години след построяването язовирът предимно е служел за енергодобив, напояване и за водоснабдяване на София. Постепенно енергодобивът е преминал на подчинен режим като тежестта е била поставена на водоснабдяването.

В периода до 1990 г. разходът от язовира не е отчитан диференцирано, поради което не може да се направи анализ на развитието на водоползването по видове. Освен това в този период то е било доста по различно от сегашното. Затова периодът е разделен на две – 1960-1990 г. и 1991-2010 г. Последният период е анализиран по-подробно.

Изменението на обема на язовира и на притока и разхода от него по години е визуализиран на фиг. 2 и 3. Те се основават на данните на прецизните баланси между притока и разхода в него за този период, любезно предоставени от ръководството на ЕАД “Язовири и каскади”.



Фиг. 2

Период 1960-1990 - В шестдесетте и седемдесетте години потреблението от язовира варира в големи граници. До 1992 г. обемът му е бил винаги над 180 млн. м³. През периода 1960-1990 г. годишният разход от язовира варира между 410 и 200 млн. м³, а притокът – между 479 и 170 млн. м³. В разхода са включени средно около 30 млн. м³ загуби състоящи се от изпарение и течове от изпускателите и др. През 1977 г. разходът достига до 520 млн. м³, което се дължи на напълването на езерото вследствие на голям приток през 1975 -76 г., след което следва усилено изпразване за смъкване на нивото. Средногодишният разход през периода е около 326 млн. м³, а средногодишният приток – около 322 млн. м³. Недостигът е за сметка на обема на язовира, който е намалял от 316 млн. м³ в края на 1959 г. на 180 млн. м³ в края на 1990. Този разход е осигурен чрез регулиране на притока с полезен обем на язовира не по-голям от 320 млн. м³. Напълването през 1975 и 1976 г. до 632 млн. м³ не е било необходимо за осигуряване на потреблението защото над 140 млн. м³ са изпразнени

форсирано в следващата година. Може да се каже, че планираното потребление е задоволявано 100% през този период, като обемите на язовира вследствие на потреблението и загубите са се сработвали от 500 до 180 млн. м³, т.е. регулираният обем е бил около 320 млн. м³. През този период е имало 3 сухи години с приток с обезпеченост около 90-95%. Язовирът никога не е слизал до МО и също не е преливал.

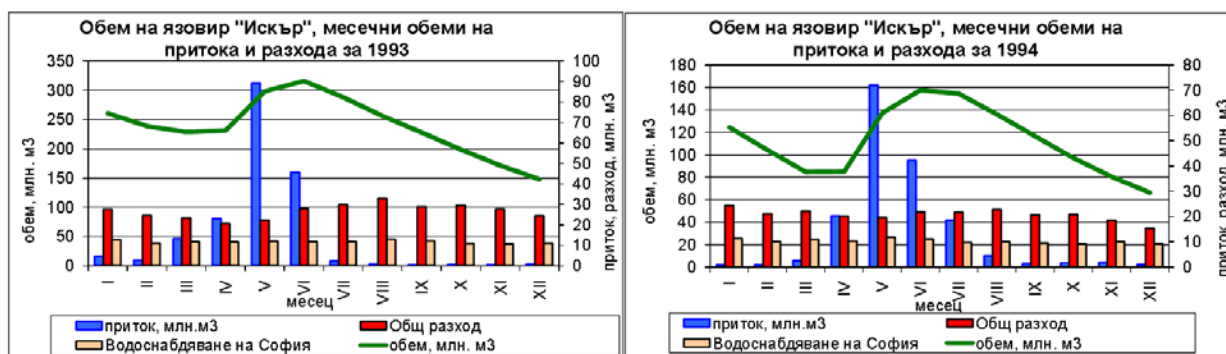
Период 1991-2010 - Средногодишният разход през периода е около 285,8 млн. м³, а среднегодишният приток – около 304 млн. м³, при което обемът на язовира през периода се е увеличил с 361 млн. м³.



Фиг. 3

Най-интересен е периодът 1991-1994г., когато язовирът достига мъртвия обем и през последните месеци на 1994 в София се въвежда воден режим поради остър воден дефицит. За причините за достигането до това катастрофално положение са водени много дискусии и спорове, но неясно защо не са анализирани данните от баланса на язовира. Той ясно показва защо се е стигнало до него.

Източването след 1991 г. е регистрирано диференцирано, като състоящо се от обеми подадени за водоснабдяването на София и такива преминали през ВЕЦ-овете „Пасарел” и „Кокаляне” и влели се в яз. „Панчарево” (Фиг. 4).



Фиг. 4

От фиг. 4 се вижда, че до края на 1992 г. източването е съобразено с притока и обема в язовира, който е около 300 млн. м³. През 1993 източването продължава със същото темпо с около 295 млн. м³ до края на годината, въпреки ниския приток, при което обемът в язовира намалява застрашително до 148 млн. м³. От тези кръгло 295 млн. м³ разход за

водоснабдяване на София са предназначени 141 млн. м^3 , а останалите 154 млн. м^3 се пропускат до яз. Панчарево през двете централи. През 1994 г. При рекордно ниския в целия период до тогава приток от 167,8 млн. м^3 , вместо да се въведе режим на икономии и да се сведат до минимум всякакви разходи, от язовира освен за водоснабдяване, продължава безразсъдното източване на големи обеми за ВЕЦ до края на годината, въпреки достигането до МО. През 1994 са източени 233 млн. м^3 , от които за водоснабдяване 123,6 млн. м^3 , а през ВЕЦ „Кокаляне” – 110 млн. м^3 , като даже през декември 1994 г., по време на строгия воден режим, са източени кръгло 5 млн. м^3 за електродобив. В язовира остават 66 млн. м^3 , т.е. практически София остава без воден запас. Положението се оправя чрез добрата случайност - след 2 сухи години 1995 г. и следващите две години се оказват с приток над средния.

Без да тълкуваме цялостно причините за това безразсъдно управление на язовира в този период, ще изтъкнем, че една от тях е и липсата на ясни правила за управление на източването му въз основа на лимити, свързани с наличните обеми на язовира, основани на водобалансови оценки и обезпечаващи задоволяването на потребителите съгласно приоритетите им. Иначе съвсем ясно щеше да се види, че още през 1993 г. обемът в язовира навлиза в зоната, лимитирана само източване за водоснабдяването на София и не би се допуснало това да става за други цели.

Периодът след 1994 г. до 2010 г. се характеризира с обратната тенденция – много предпазливо източване на язовира, като през ВЕЦ „Кокаляне” вече се пропускат води само когато обемът в него е над 500 млн. м^3 . През целия период язовирът е пълен около 500 млн. м^3 , като слиза до 340 млн. м^3 , само през много сухата 2001г., т.е. през периода от обема му се използват само около 200 млн. м^3 . Същевременно максималният обем не надхвърля 550 млн. м^3 - 105 млн. м^3 под завирения обем на язовира, с цел недопускане на условия за преливането му.

От направения анализ може да се заключи, че обемът на яз. Искър сега не се използва пълноценно. Има възможности за производство на гарантирана еленергия или за напояване. Те са доказани от извършените водностопански изследвания и оценки.

От данните на баланса може да се заключи, че язовирът досега не е преливал.

3 Определяне на необходимия свободен обем.

Съгласно решение на Софийска община от 2005 г. изпусканото водно количество след язовира не трябва да надвишава 40 $\text{м}^3/\text{сек}$. Това означава, че язовирът практически не трябва да прелива. Това единствено може да се осигури с постоянно празен ретензионен обем, който да поема ВВ с обезпеченост 1% и под нея, при едновременно водовземане 19,5 $\text{м}^3/\text{сек}$ и изпускане с 40 $\text{м}^3/\text{сек}$. Големият обем на язовира и редуцираното потребление позволяват такава мярка. Поради липса на измервания на максималния отток в хидрометрична станция близо до опашката на язовира за оценка на ВВ са използвани данните на ежедневния баланс между притока и разхода, които може да се считат за достатъчно точни и обективни. Методиката за определяне на параметрите на ВВ, необходими за оценка на нужния свободен обем, въз основа на тези данни е изложена в [1,2,3,4] За простота е приета триъгълна форма на ходографите им. При времетраене 154 часа върхът и обемът на ВВ с обезпеченост 1% и 0,1% се оценяват съответно на 235 $\text{м}^3/\text{с}$ и 64 млн. м^3 и 330 $\text{м}^3/\text{с}$ и 91 млн. м^3 .

Поради недопускане на възможност за преливане свободният обем трябва да побира изцяло ВВ. Размерът му е равен на обема на ВВ минус изпуснатия през времетраенето на ВВ обем чрез водовземането ($Q_{\text{max}}=19,5 \text{ м}^3/\text{s}$) и изпускателите ($Q_{\text{max}}=40 \text{ м}^3/\text{s}$) или общо 59,5 $\text{м}^3/\text{s}$. При обезпеченост 1% на върха на ВВ $V_{\text{св.об.}}= 30,6 \text{ млн. м}^3$, а при обезпеченост на същата 0,1% - $V_{\text{св.об.}}= 58 \text{ млн. м}^3$.

Сметките показват, че необходимият свободен обем за поемане на ВВ с обезпеченост 0,1% не е много голям по отношение на обема на язовир Искър и приемането му ще го осигури от преливане.

От досегашната експлоатация на язовира се вижда, че практически такъв свободен обем е бил налице в повечето време. Предвид големият завирен обем на яз. „Искър”, не особено голямото потребление от него и императивният характер на необходимостта от СО, считаме за ненужно той да се доказва с водностопанска оценка.

Така при максимален завирен обем 655 млн. м³, МО=54 млн. м³ и СО= 58 млн. м³ за регулиране на притока остава максимален полезен обем 543 млн. м³.

4 Водностопански оценки на възможното водоползване от яз. „Искър”

Извършени са следните два вида оценки:

- определяне на максималния годишен обем за водоснабдяване, на който столицата може да разчита при обезпеченост 100% с надеждност 95% в следващите 20 години при използване на целия разполагаем полезен обем на язовира от 543 млн. м³ и
- определяне на годишния обем за производство на гарантирана еленергия с обезпеченост 80% с вероятност на превишение 85% в следващите 20 години при осигуряване на възможните в този период нужди за водоснабдяване на София при двучелево използване на същия полезен обем.

Тези оценки са извършени чрез изчисляване на водностопанския баланс на язовира при настоящата оценка на притока и описаните по-горе сценарии на водоползване [1].

4.1 Оценка на разполагаемия воден ресурс в яз. «Искър»

Оценката на водния ресурс на яз. «Искър» е извършена въз основа на притока в язовира, регистриран при оперативното изчисление на дневния му баланс в периода 1960-2011г. Той е необходим за изчисление на водностопанските баланси и определянето на обезпечеността на потреблението. За тези цели ресурсът е представен с редиците на месечните обеми на притока в 52 годишен период – от 1960 до 2011г. Това са обективни данни, точността на измерване на които е достатъчна за целите на тези изчисления и оценки. Извършени са всички необходими статистически оценки за представителност (еднородност, дължина, тренд), изчислени са статистиките, определени са емпиричните и теоретичните криви на обезпеченост на годишния приток и на притока за отделните месеци.

Статистическите оценки показват, че редицата може да се приеме за еднородна и дължината ѝ е достатъчна. По въпроса за еднородност може да се направи следния коментар. Фактически след 1983г. се променя размерът на притока в басейна на яз. «Искър» от приноса на каналите «Грънчар» и «Манастирски», който се изменя грубо между 50 и 30 млн. м³ на година. Това е средно 10% от средния приток в язовира. Това не оказва влияние върху статистическата оценка за еднородност, защото поради относителна равномерност и синхронност на този принос, не се променят осезателно вариацията и асиметрията на редицата. След 1995 в притока на «Искър» се включват около 14 млн. м³ от деривацията «Джерман-Скавица», които могат да имат някакъв принос за изменение на тренда след 1990 г. Приемането на така изчислената редица на притока в язовира за базова хидроложка редица (БХР) означава допускане, че тези източници на допълнителен приток ще са по същия начин налице в следващия 20 годишен период на оценка.

Статистиките на наличната 52 годишна редица, оценени по метода на моментите, са дадени в табл.2

Таблица 2

Средно значение	Стандартно отклонение	Коефициент на вариация	Коефициент на асиметрия
$\bar{X}$	σ	C_v	C_s
312,10	84,46	0,27	-0,15

Тези данни сочат сравнително ниска вариация на притока в яз. „Искър” през този период.

Съответните месечни статистики на 52 годишната редица, оценени по метода на моментите, са дадени в табл.3:

Таблица 3

месец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
$\bar{W}$	10,67	14,08	28,27	42,79	83,39	59,57	19,95	10,22	8,34	11,31	10,90	12,51
σ_w	9,28	10,81	17,20	17,13	24,99	28,37	13,23	11,16	7,43	13,60	10,01	9,51
C_v	0,870	0,768	0,609	0,400	0,300	0,476	0,663	1,092	0,890	1,202	0,919	0,761
C_s	2,629	1,550	1,049	0,431	0,056	0,671	0,930	2,888	1,697	3,203	1,931	1,683

На основата на БХР е генерирана 500 годишна моделирана редица на месечния приток с цел по-точни и детайлни изчисления на водностопанския баланс и обезпечеността на потреблението [1].

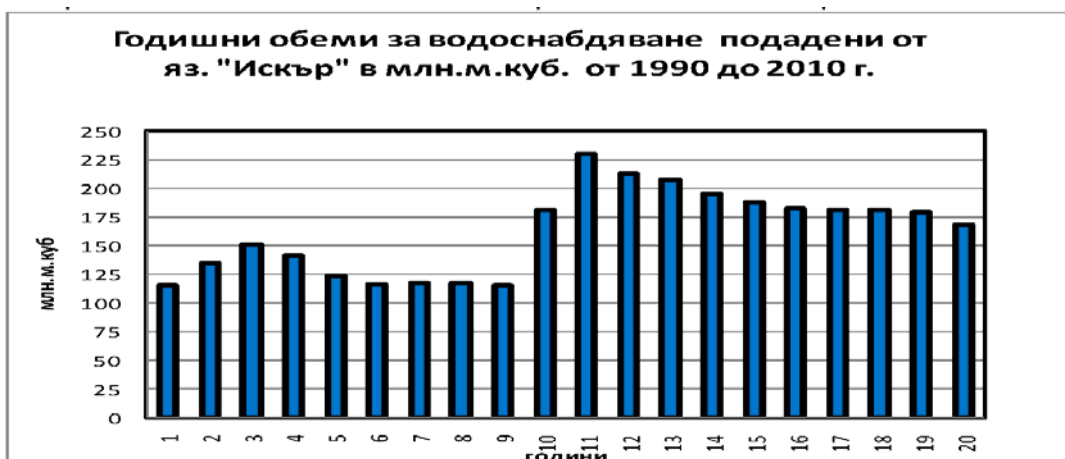
Тази редица съдържа над 20 двадесетгодишни извадки с по-нисък среден приток от този в най-сухия досега период 1992-2011. Всички водностопански оценки са извършени на основата на тази редица.

4.2 Оценка на водоползването в бъдещ 20-годишен период от яз. “Искър”

След водната криза 1994г. ползването на язовира се ограничава само за водоснабдяване на София, като през ВЕЦ „Кокаляне” се пропускат води само когато обемът му наближава 550 – 600 млн. м³. Така в този период ВЕЦ-овете работят на принудителен 24 – часов режим.

През последните 6 години (фиг. 5) годишният обем за водоснабдяване се задържа на малко над 180 млн. м³, като през 2010 г. даже слиза до 163 млн. м³. Тази тенденция е напълно нормална като се има предвид постоянното повишение на цената на водата.

Въз основа на тези данни може да се приеме, че настоящото потребление е около 170 млн. м³. Това означава, че заедно с около 30 млн. м³ от Рилския тръбопровод за София се подават около 200 млн. м³ вода. Съгласно прогнозните оценки направени през 2000г. при изготвяне на Генералните схеми това потребление се доближава до реалистичния вариант за 2010г.



Фиг.5

4.3 Оценка на максималния годишен обем за водоснабдяване, който яз. „Искър” може да осигури за водоснабдяването на София в следващите 20 години

Този въпрос е важен с оглед възможното нарастване на жителите на гр. София в бъдеще. Приет е 20 годишен прогнозен период защото при по-дълги срокове е трудно да се предвидят измененията, които могат да настъпят, както при водоползването така и в притока, което ще направи оценката не особено надеждна.

Поради липса на установен график на водоподаване в изчисленията е прието равномерно месечно разпределение на нуждите.

Размерът на максималния годишен обем, който може да се осигури от язовира за водоснабдяването на София, зависи от исканата обезпеченост по години и вероятността, с която тя или по-голяма от нея ще е налице при различните възможни реализации на притока в този прогнозен срок. Поставено е условието обезпечеността по години да е 100% при 95% от възможните реализации на притока в 20 годишния срок.

Оценката е извършена чрез софтуера RESERVOIR, съгласно методиката изложена в [3], при представяне на притока с 481 възможни различни реализации през 20 годишния период, извлечени от 500 годишната хидроложка редица. Определен е максималният обем, който може да се подаде на София с обезпеченост 100% при 95% от тези реализации (457 извадки). Средният приток на тези извадки варира от 353 млн. м³ до 273 млн. м³. Средногодишното изпарение варира между 16 и 24 млн. м³.

При многогодишно регулиране на притока и особено при такъв голям полезен обем на язовира (почти два пъти средния приток) важно значение има наличният обем в него в началото на 20 годишния прогнозен период. Затова изчислението на балансите за всяка извадка е извършено за няколко стойности на началния обем.

Резултатите от изследването в млн. м. куб. са изложени в долната таблица:

Начален полезен обем в язовира	Макс. годишен обем за водоснабдяване
80	180
160	240
250	250
330	264
420	276
450	278

В края на 2011г. в язовира е имало около 420 млн. м³. Следователно до края на 2031г. язовирът може да задоволи 100% нужди за водоснабдяване равни на 270 млн. м³ плюс 8 млн. м³ за оводняване с 95% надеждност, ако водите му не се използват за други цели.

Зависимостта от началния обем се обяснява от наличието в началото на някои възможни реализации (извадки) на притока на години с приток по-малък от разхода (потреблението плюс изпарението) и недостига трябва да се компенсира от язовира. Има също извадки, чийто среден приток е под обема на разхода и недостигът трябва също да се компенсира от обема на язовира. Например разходът при обем за водоснабдяване 276 млн. м³ е около 300 млн. м³. Той чувствително надвишава средния приток 287 млн. м³ на извадката с обезпеченост 95%. За 20 години недостигът е около 260 млн. м³. Този обем трябва да го има в язовира в началото на периода плюс обема необходим за компенсиране на годишната неравномерност на оттока.

Сегашното потребление е около 170-180 млн. м³. От горната таблица се вижда, че ако в язовира полезният обем в началото на годината е над 120 млн. м³ в следващите 20 години водоснабдяването е осигурено 100% с почти 100% сигурност за тази обезпеченост, ако не се подава вода за други потребители, освен ако има опасност язовирът да прелее.

4.4 Оценка на годишния обем за производство на гарантирана еленергия при двучелево използване на яз. „Искър” в следващите 20 години.

В настоящия момент, както и в бъдещите 15-20 години, от язовир “Искър” не се очаква да се подава вода за напояване. Основният водоползвател с приоритет 1 ще бъде водоснабдяването на София. Както е оценено в т. 4.2 в този период реалистични са 3 нива на водоползване – 160, 180 и 200 млн. м³.

Тъй като за задоволяване на това водоползване със 100% обезпеченост в прогнозния период с 95% надеждност няма да е необходим целият полезен обем на язовира, с всеки от тези нива е оценен възможният размер на редовното производство на гарантирана еленергия като втори независим водоползвател с приоритет 2. Той трябва да може да се осигури със зададена обезпеченост и съответна вероятност на превишение за бъдещия двадесет годишен период при МПО на язовира 540 млн. м³ и начален обем, равен на месечното напълване в началото на януари, необходимо за тази цел.

Всички изчисления и оценки са извършени с програмата RESERVOIR съгласно [3,4] и са изложени подробно в [1]. При двучеловото използване на водите на язовира определянето на необходимите МПО и месечни напълвания се извършват така, че източването за потребителя с приоритет 2 да се ограничава при слизване на наличния обем в язовира до определени стойности в зависимост от месеца. Той е необходим за задоволяване на първоприоритетния водоползвател с необходимата обезпеченост. Поради това изчисленията се извършват на два етапа.

На първия етап се определя МПО1, необходим за задоволяване на водоснабдяването със 100% обезпеченост и надеждност 95% през следващия 20 годишен период. Определят се също необходимите за тази цел напълвания в останалите месеци (ОМН1), които ограничават източването за ВЕЦ. Определят се също минималните месечни напълвания (ММН). Те осигуряват регулиране на годишен приток с обем равен на разхода (водоснабдяване + оводняване + изпарение) при средностатистическа месечна неравномерност. ММН са обемите, слизането под които може по-нататък да доведе до дефицит във водоснабдяването, ако реалният годишен приток се окаже по-малък от разхода.

Определените по този начин МПО1 за трите нива на потребление за водоснабдяване с добавени 20 млн. м³ резерв са съответно 210, 230 и 255 млн. м³. ОМН1 и ММН при третото ниво с добавяне на МО=54 млн. м³ са показани в долната таблица.

месеци	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ММН	81	74	76,2	88,5	127,4	147	141,5	129,8	117,9	108,7	99,5	91,3
ОМН1	237,3	229,2	231,3	244,5	286,6	309	302,9	290,1	277	266,7	256,4	247,4

Направените оценки показват, че за подаване до 200 млн. м³ за водоснабдяване на София със 100% обезпеченост с много висока вероятност за реализация през следващите 20 години е необходим завирен обем до 309 млн. м³, от които 20 млн. м³ са резервен обем. Останалите 234 млн. м³ от полезния обем на язовира дават възможност за редовно производство на гарантирана еленергия.

На втория етап са оценени годишните водни обеми, които може да се подават за производство на гарантирана еленергия (за работа на ВЕЦ «Пасарел» и «Кокаляне» във върха на диаграмата на включените мощности) при приета обезпеченост 80% и надеждност 85% в 20 годишния бъдещ период и при МПО=540 млн. м³. Определянето на тези обеми е извършено като балансът е изчислен при съблюдаване на приоритета на водоснабдяването, т.е. за ВЕЦ не се подава вода в месеците, когато обемът в язовира стигне и слезе под ОМН1.

Направените оценки при МПО=540 млн. м³ и полезен обем 455 млн. м³ в началото на периода показват, че в 20 годишен бъдещ период при задоволяване на нуждите за водоснабдяване и оводняване 168, 188 и 208 млн. м³ с обезпеченост и надеждност 100%, за енергодобив могат да се подават съответно 110, 90 и 70 млн. м³ с 80% обезпеченост и 85% надеждност. При по-ниски начални обеми в язовира обезпечеността на водоснабдяването си остава същата, но се намалява обезпечеността на електродобива.

Необходимите месечни напълвания, показани в долната таблица, съответстващи за такъв начин на използване на язовира, са едни и същи за трите опции на водоползване, защото общият обем на последното е 278 млн. м³. Те могат да се приемат като ограничителни напълвания (ОМН), до които в различни моменти в годината оперативно може да се изпразва водохранилището за поемане на голям приток. В него не се включва постоянно запазеният свободен обем, определен в т. 4, за поемане на висока вълна.

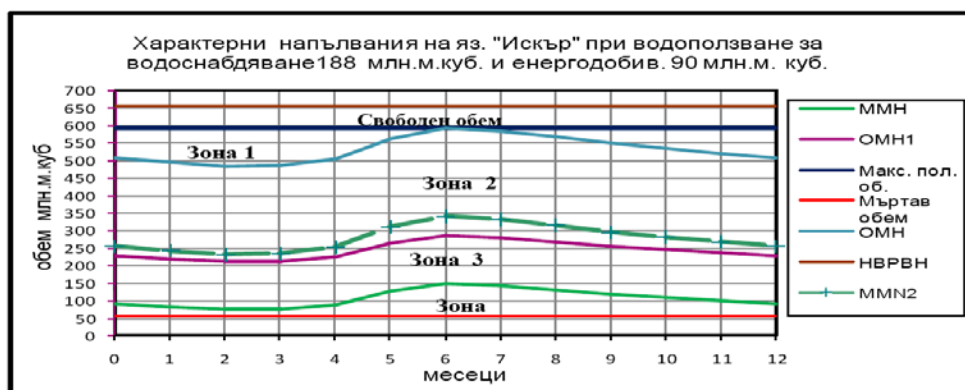
месеци	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
ОМН	441,2	430,4	433,7	452	509,7	540	531,4	513,5	495,1	480,9	467,1	454,9
ОМН+МО	495,2	484,4	487,7	505,9	563,6	594	585,4	567,4	549	534,7	520,9	508,7

Разходът от язовира при такова водоползване, с отчитане на изпарението, е 302 млн. м³ и е много близък до средния приток за 52 годишен период.

5 Управление на източването на язовир “Искър”

Източването на язовира трябва да се съобразява с актуалното водоползване и недопускане на възможност за преливане. Ако се приеме, че таванът на сегашното водоползване за водоснабдяване и оводняване в момента е максимум 188 млн. м³, а за енергодобив се подават 90 млн. м³, управлението на водите му ще трябва да става съгласно направените оценки за такова водоползване.

Определените гранични напълвания ММН, ОМН1 и ОМН, съответстващи на такова потребление и на такава оценка на притока, определят зоните от обема на язовира, които ще служат за управление на водоподаването със спазване на приоритетите на водоползвателите и въвеждане на икономии при навлизане в зона на дефицит, както и за освобождаване на обеми и поддържане на свободния обем. На фиг. 6 са показани обемите, които ограничават тези зони за всяко ниво на обема за водоснабдяването на София.



Фиг. 6

Обемът между НВРВН и линията на МПО = 594 млн. м³, равен на 61 млн. м³, е отделен за постоянен свободен обем (СО), за поемане на хиляда годишна ВВ. Той трябва винаги да се поддържа празен. Обемът между МПО и ОМН - Зона 1, би могло също да се поддържа празен за поемане на голям месечен приток. За разлика от СО той е различен в различните месеци в годината.

Неговото поддържане се постига чрез изпускане на води, когато обемът в язовира надвиши светлосинята линия (ОМН). Направените, обаче, оценки на водните обеми, които могат да се провеждат месечно през водовземното съоръжение (19 м³/сек) и основния изпускател (40 м³/сек), паралелно с навлизането на месечен приток с обезпеченост 0,1% показват, че не е необходимо предварително освобождаване на обеми [1].

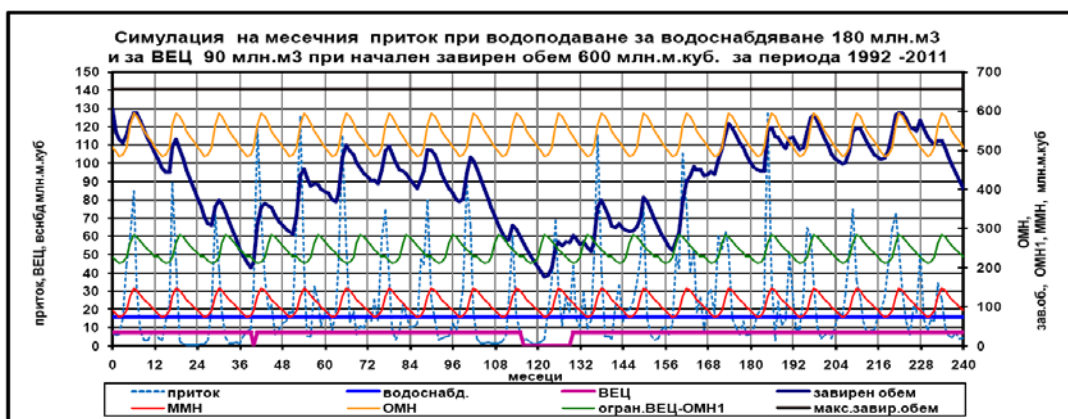
Когато наличният обем в язовира се намира в Зона 2 може да се подава вода за ВЕЦ и водоснабдяване. При слизване под зелената прекъсната линия ММН2 обемите за силодобив се намаляват и стигат до нула когато наличният обем се изравни с ОМН1 (лилавата линия).

Когато наличният обем е в зона 3 подава се вода съгласно нуждите само за водоснабдяване. Зона 4, под ММН, е зона на дефицита. Тогава трябва да се вземе решение от компетентния орган (КО) за размера на изтакането. Достигането до ММН при яз. „Искър” означава поредица от много сухи години, каквито досега не са се случвали. Настъпването на такава тенденция би трябвало навреме да ангажира вниманието на КО.

През 1994 г. за ВЕЦ „Кокаляне” се е подавало вода за енергодобив не само когато обемът в язовира е бил под ОМН1 в зона 3, но и когато той е слязъл под ММН и стигнал мъртвия обем.

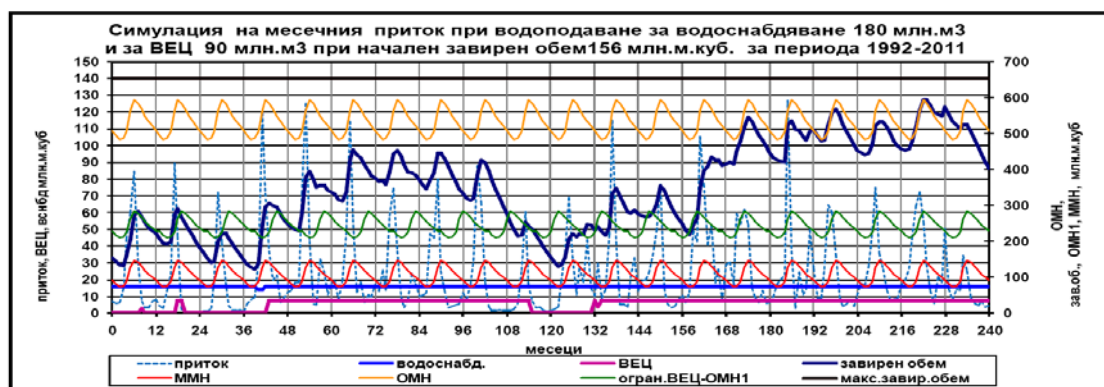
Управлението на източването на язовира се извършва чрез спускане на месечни лимити от КО за различните водоползватели съгласно заявките. Последните трябва да са в границите на месечните обеми, за които са извършени водностопанските оценки. Тези лимити трябва да се изчисляват така, че в края на месеца обемът в язовира да не слезе под съответното гранично напълване при прогнозирания месечен приток [3]. Тъй като такава реална прогноза е трудно осъществима, лимитът се определя при прогноза равна на притока, с който е определено съответното гранично напълване. Например ММН на фиг. 6 е получено при годишен приток с обезпеченост 90%, т.е. в случая прогнозата за годишния приток е с 90% обезпеченост. Тъй като лимитите се определят при реалния обем на язовира в началото на всеки месец, несъпадението на прогнозния с реалния месечен приток не е от съществено значение и грешката не се натрупва.

За да се илюстрира източването на язовира чрез месечни лимити при ползване на водите му за водоснабдяване и гарантиран енергодобив по описания по-горе начин чрез RESERVOIR е извършена числена симулация на изменението на обема му в най-сухия досега период 1992-2011. Фиг.7 илюстрира процеса при начално напълване 600 млн. м³, а фиг. 8 – при минималното начално напълване 156 млн. м³, осигуряващо според оценките необходимата обезпеченост и надеждност за водоснабдяването в 20 годишен период.



Фиг.7

Характерното и при двете симулации е, че през периода се сработва голяма част от обема на язовира – 400 - 450 млн. м³, т.е. той се използва рационално. При първата симулация енергодобив не се извършва само през 2001 г., а при втората също и през първите три години от периода, когато обемът на язовира слиза под ОМН1. Водоснабдяването е задоволено 100% при първия случай, а при втория има много малък дефицит през 1994 г., който при реално водоподаване КО не би допуснал.



Фиг.8

6 Заключение

От направения анализ на функционирането на яз. Искър се вижда, че причина за водната криза в София е безразсъдното източване на водите му за ВЕЦ през 1993 и 1994 г., въпреки че обемът в него още през 1993 г. е бил такъв, че е трябвало да се подава вода само за водоснабдяването на София. След кризата язовирът се използва само за водоснабдяване, като ВЕЦ работят инцидентно на форсиран режим за да се избегне преливането му. В настоящия момент се използва половината от полезния му обем. Целесъобразно е да се промени режима на използване на язовира, като освен за водоснабдяване да се подава редовно вода и за производство на гарантирана еленергия при спазване на приоритета на водоснабдяването.

При актуалното годишно потребление за водоснабдяване на София от около 180 млн. м³ с обезпеченост 100% е възможно без риск да се подават годишно 90 млн. м³ за производство на гарантирана енергия с обезпеченост 80% за следващите 20 години. По този начин ще се използва целия обем на язовира.

Яз. „Искър”, в зависимост от началното напълване, може да осигури до 280 млн. м³ годишно вода за София с обезпеченост 100% през следващите 20 години, ако водите му се използват само за водоснабдяване.

Обезателно трябва да има постоянно свободен обем от около 60 млн. м³, за да не прелива язовирът при ВВ с обезпеченост до 0,1 %.

Възможностите на язовира паралелно да отвеждат висок месечен приток с до 0,1% обезпеченост през водовземането и изпускателите са такива, че няма нужда от предварително освобождаване на обеми за тази цел.

Ако от съображения за абсолютна сигурност продължи използването на язовира само за водоснабдяване на София, може да се твърди, че практически то е осигурено със 100% обезпеченост и язовирът ще има близо 300 млн. м³ неизползван обем. Ситуацията може да се промени само ако настъпи голямо намаление на средния отток. Затова целесъобразно е да се поддържа 100 млн. м³ постоянно празен обем за да се постигне много висока сигурност срещу преливане.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Язовир „Искър” - 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. Отчет, МОСВ, 2012.
- [2] Йончева В., О. Сантурджиян, О. Ничева, „Оценка на максималния приток в язовирите в България”, Метеорология и хидрология, кн.3-4, 2013.
- [3] „Методика за определяне на обеми в язовирите от Приложение 1 от ЗВ за поемане на очакван приток”, МОСВ, 2012.
- [4] 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 изследователска дейност в управлението на риска от наводнения“, 2013, София.