

# Възможности за подобряване системата на водоподаване и пречистване на водите за питейно водоснабдяване на София

Галя Бърдарска, Христо Добрев, Мая Башева

## Резюме

Представени са данни за водните ресурси и системи на София- водопроводи и питейни пречиствателни станции. Питейно- битовата консумация на столицата-  $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$  и перспективното хармонизиране с европейските стандарти налага промяна в софийската водоснабдителна програма. Основното предложение на авторите е да започне без отлагане реконструкция и модернизация на ПСПВ “Панчарево” с капацитет  $4,5 - 5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . Двустъпалната технология на съществуващата станция е по- подходяща за пречистване на водите от яз. Искър в сравнение със строящата се едностъпална ПСПВ “Бистрица” с капацитет  $6,75 - 8,80 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## Possibilities for amelioration of water supply system and treatment of Sofia's drinking waters

Galia Bardarska, Christo Dobrev, Maya Bacheva

## Abstract

The data of Sofia's water resources and systems - pipe lines and drinking treatment stations. Metropolis drinking water consumption -  $250 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{y}$  and further harmonization with european standards insist on changing of Sofia's water supply program. The main proposal of the authors to begin without delay the reconstruction and modernization of drinking water station Pancharevo with capacity  $4,5 - 5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ . The two stages technology of existing station is more suitable for Iskar dam waters treatment than one stage drinking water station Bistriza with capacity  $6,75 - 8,80 \text{ m}^3/\text{s}$  in construction.

## 1. Увод

През последните години, в резултат на настъпилите структурни изменения на икономиката и в частност на столичното градско стопанство се наблюдават съществени изменения във водопотреблението на София. Очертава се значително намаление на водопотреблението в сравнение с досегашните прогнози и което е по- важно, очертава се тази тенденция да бъде трайна и дългосрочна.

Посоченото обстоятелство е една от основните причини да се прецени отново провежданото водно количество от изградената система водопроводи за осигуряване водоподаването към София от различни места.

Друго важно съображение за необходимостта от преценка на качеството на изградената система за водоподаване и пречистване на водите за София е влошаването на качеството на водоизточниците и главно на язовир Искър в резултат на задълбочаващите се процеси на еутрофикация.

В резултат на тези процеси, неспазване на технологията за пречистване на водата в станция “Панчарево” и байпасиране без пречистване на част от язовирната вода, качеството на пречистената вода се отклонява значително от изискванията на стандарта по показателите: цветност, мирис и привкус, мътност, желязо, манган, планктон и др. Тези отклонения са почти постоянни и бяха особено драстични по време на кризисните периоди във водоподаването и главно през зимата (при ниска температура на водата и наличие на планктон).

Продължава да бъде открит един от важните технологични проблеми-стабилизационната обработка на водата, често дискутиран на различни форуми и признат като първостепенен.

Това са основните мотиви и съображения, които налагат разглеждане на целия комплекс от въпроси, свързан с търсенето и разкриването на нови възможности за подобряване системата на водоподаване и пречистване на водите за София.

## **2. Прогноза на водопотреблението и алтернативни водоизточници**

За водопотреблението на София са подавани  $279.10^6 \text{ m}^3$  през 1993 г. и  $254,5.10^6 \text{ m}^3$  вода през 1994 г., като делът на оползотворената вода възлиза на 60%. [16].

В условията на преход към пазарна икономика и предстоящото хармонизиране на нормативната база с европейските изисквания е трудно да се определи точно нуждата от питейна вода в перспектива. Предлагаме два варианта за изчисление на необходимите количества вода с питейни качества за 1,2 милионна София до 2020 г. [14],[16]:

$$\text{I вариант: } 1200000 \text{ сар} \times 310 \text{ l/сар.d} = 134.10^6 \text{ m}^3/\text{y}$$

$$40\% \text{ загуби (по данни на В и К)} = \underline{54.10^6 \text{ m}^3/\text{y}}$$

$$188.10^6 \text{ m}^3/\text{y}$$

$$\text{II вариант: } 1200000 \text{ сар} \times 310 \text{ l/сар.d} = 134.10^6 \text{ m}^3/\text{y}$$

$$\text{за промишлеността} = 30.10^6 \text{ m}^3/\text{y}$$

$$20\% \text{ загуби (очаквани)} = \underline{33.10^6 \text{ m}^3/\text{y}}$$

197.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y

Сега възможностите за постъпване на чисти повърхностни води към София са 202.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y, които са напълно достатъчни за прогнозната 2020 г.:

- ПСПВ “Панчарево”            4,5 (5,0) m<sup>3</sup>/s = 140(156) .10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y

- Рилски водопровод            1,7 m<sup>3</sup>/s            = 53 .10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y

*(при изграден капацитет 2,1 m<sup>3</sup>/s)*

- Витошки водосбор            0,3 m<sup>3</sup>/s            = 9 .10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y

*(без отчитане на новите водохващания)*

За допълване на столичното водоснабдяване непрекъснато се включват и подземни води, чиито качествени показатели отговарят на изискванията на БДС 2823-83 или са с отклонения по малък брой показатели, за които трябва да се предвидят пречиствателни съоръжения преди използването им за питейно- битови нужди. Според данни на Комитета по геология експлоатационният резерв на софийските подземни води е не по- малък от 2,0-2,5 m<sup>3</sup>/s (62 .10<sup>6</sup> - 78.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y).

И така, общото водно количество от пречистени и планински повърхностни и подземни води възлиза на 264- 280.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y, което покрива обявеното от Ген. Директора на Фирма В и К през месец април 1997 г. водопотребление на София от 250.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y [8].

В представения от УАСГ водостопански баланс на София сумата от преминалите през ПСПВ “Панчарево” язовирни; рилски, витоски и подземни води е изчислена на 270.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y. Заключение е, че дефицит на питейно битови води в София до 2030 г. няма да има [10].

Независимо от това се търсят и други алтернативни водоизточници. В одобрената от СГО дългосрочна програма за обезпечаване водоснабдяването на София до 2000 г. се предвижда строителството на ВК “Елешница” за 55.10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>/y (язовир и собствена пречиствателна станция) и на дълбоки сондажи в софийското поле [6].

Неизбежното осъвременяване на българската водоснабдителна норма в съответствие със световните тенденции (снижение поне до 200 l/cap.d) и постепенното осигуряване на София с нови водоизточници ще доведе до намаляване натоварването и на сега действащата ПСПВ “Панчарево”, прилагаща физико- химична обработка за водите на яз. Искър. Другите софийски водоизточници: яз. Бели Искър (Рилски водопровод); Витошки водосбор, някои подземни води и евентуално допълнителни рилски води са достатъчно чисти и включването им в софийската водопроводна мрежа изисква само едно обикновено хлориране в резервоарите.

От всичко гореизложено за прогнозното водопотребление и алтернативните водоизточници се вижда, че за водите на яз. Искър е достатъчна действащата ПСПВ “Панчарево”. Във водостопанския баланс на София също е разгледана само ПСПВ “Панчарево” [10].

### **3. Състояние и оценка на софийските питейни пречиствателни станции (ПСПВ).**

През 1968 г. е пусната в експлоатация ПСПВ “Панчарево” с възможност да пречиства  $4,5 \text{ m}^3/\text{s}$  води от яз. Искър при нормален режим на работа и  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$  при форсиран. Технологията на пречистване включва реагентна обработка с алуминиев сулфат, активна силициева киселина и други реагенти, варуване, предхлориране, избистряне чрез пулсатори, филтрация през бързи пясъчни филтри тип “Аквазур-Т” и хлориране. Неспазване на технологичния режим и неподаване на подходящите реагенти е причина пречистената вода да не отговаря на изискванията на БДС 2328-83 и да се налага намаляване на преминаващото през станцията водно количество с цел икономия на промивна вода за филтрите.

В началото на 80-те години започва строителството на ПСПВ “Бистрица”. Станцията с 26 подобекта се изпълнява на два етапа. Първият етап (частичен пуск) осигурява пречистване на  $6,75 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $8,8 \text{ m}^3/\text{s}$  при форсиран режим), а втория етап, който ще се изпълнява по-късно дублира капацитета на първия, т.е.  $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$  краен етап.

Едностъпалната технологична схема на пречистване включва: реагентна обработка с алуминиев сулфат и активна силициева киселина, предхлориране, филтрация през 32 броя бързи пясъчни филтри и постхлориране. През 1980 г. е доставено цялостно оборудване от Франция, чийто гаранционен срок вече е изтекъл. По-късно (1991г.) без доказана необходимост и работен проект се внася озонаторна инсталация за пред и постозониране.

Строящата се едностъпална ПСПВ “Бистрица” е технологично по-несвършена от двустъпалната ПСПВ “Панчарево” за обработка на повърхностни води. Съгласно действащите норми за проектиране на водоснабдителни системи еднослойните пясъчни филтри на новата станция са неподходящи за обработка на повърхностните води при дъжд и в период на снеготопене [14].

Още по-голям проблем е високото съдържание на планктон, развиващ се и при ниски температури на язовирната вода и ниска мътност през есенно-зимните месеци. Липсата на утайтели или микросита на ПСПВ “Бистрица” ще води до бързо задръстване на пясъчните филтри при съдържание на планктон над  $1000 \text{ cell/ml}$ . По данни на Фирма В и К съдържанието на планктон достига стойности над 60 пъти по-високи от нормата ( $100 \text{ cell/ml}$ ) [17], а “цъфтежа” на планктона за водите на яз. Искър е над един месец в годината. Работата на еднослойните филтри ще се затруднява от високото съдържание на планктон като ще се изразходва голямо количество пречистена вода за промиването им т.е. ще се увеличат експлоатационните разходи.

В полза на двустъпалната схема на ПСПВ “Панчарево” е, че след прилагане на подходящи реагенти основните замърсители (мътност, цветност, желязо, манган и планктон) се отстраняват още на първото стъпало в пулсаторите. Така натоварването на

пясъчните филтри се намалява значително, което осигурява икономия на промивна вода [1], [3], [4], [11], [15].

Наличието на варово стопанство и първо стъпало на ПСПВ “Панчарево” я прави подходяща за намаляване корозионността на водата. Лабораторни и промишлени изследвания за стабилизационна обработка с вар на води от яз. Искър датират от края на 50-те години [2], [9], [12].

От гореизложеното се вижда, че при възприетата технологична схема, ПСПВ “Бистрица” няма да осигури необходимата степен на пречистване. Що се отнася до ПСПВ “Панчарево”, то тя може да осигури по- високо качество на обработената вода и е в състояние да пречиства целогодишно вода с висока замърсеност. Но и при нея е необходимо повишаване на ефективността и по специално подобряване на органолептичните показатели, отстраняване на пестициди, вируси и др.

#### **4. Състояние на вододовеждащите линии и оценка на сигурността на водоподаване.**

ПСПВ “Панчарево” е тройно осигурена чрез изградените независими водопроводи, свързващи я с три различни пункта на водовземане [5]:

1. Пасарелски водопровод с проектен дебит до 5,1 m<sup>3</sup>/s (от трета турбина на ВЕЦ “Пасарел”);
2. Върхова връзка за дебит до 4,5 m<sup>3</sup>/s (от бент Кокаляне);
3. Временна връзка за дебит до 4,5 m<sup>3</sup>/s (пусната в действие на 30.04.1990 г. като първи етап на водопровод “Искър”).

При авария на някой от водопроводите останалите самостоятелно могат да захранят станцията.

Водопровод “Искър” започва от апаратната камера на ВЕЦ “Пасарел” и завършва до пречиствателните станции “Бистрица” и “Панчарево”. Той се състои от деривация с шест броя последователни тунела с обща дължина 12,874 km и диаметър 2470 mm. Деривацията е оразмерена да провежда 13,5 m<sup>3</sup>/s при кота най- ниско ниво на яз. Искър 797,0. При по- високо ниво може да проведе до 18 m<sup>3</sup>/s. Водите се извеждат в местностите “Косанин дол” и “Злия камък”, където завършват тунелите и започват покрити със земна засипка стоманени тръбопроводи.

ПСПВ “Бистрица” се захранва с язовирна вода само чрез водопровод “Искър”, чиято връзка на тунел 1 с апаратната камера на ВЕЦ “Пасарел” минава по терен с изразено свлачище. Независимо от направеното укрепване, съществува голям риск ПСПВ “Бистрица” да остане суха.

#### **5. Чужди специалисти за пречистването на софийските питейни води**

Вижданията на авторите на статията за начините на пречистване на софийските питейни води се споделят и от чужди специалисти в областта на водоснабдяването- Русия (акад. М. Журба и чл.кор. В. Мельцер), Франция (SAUR) и др. [7], [18]. Становището на SAUR по отношение на действащата ПСПВ “Панчарево” е следното [18]:

- Липсата на програма за правилно ползване на реактивите, за правилно действие на системите, както и за оптимизиране на процеса на пречистване не позволяват на В и К - София да извършва нормално дейността си.

- Единственият реактив, който се използва е хлорът (1,5 mg/l). Другите или са спряни (алуминиев сулфат), или не могат да се използват (вар, активна силициева киселина) и така не се извършва нито коагулация, нито стабилизационна обработка на водата.

След посещение на ПСПВ “Бистрица”, по време на Еко Експо’ 96 в София [7] акад. М. Журба и чл.кор. В. Мельцер напълно отрекоха едностъпалната технология на пречистване и постозонирането. И според руските учени пясъчните филтри бързо ще се задръстват, поради което разходът на промивна вода ще е голям. Чуждите специалисти предвиждат увеличаване на корозията в софийската водопроводна мрежа след подаване на вода с повишено кислородно съдържание след озониране. Направените от тях бележки за реконструкция и модернизация на ПСПВ “Панчарево” съвпадат с тези, изнесени в доклада на ИВП- БАН по време на дискусиата за софийските питейни станции на 30.04.1996 г. в зала “Георги Генев”, София [13]. За реагентна обработка се препоръча използването на полиалуминиев хлорид и стабилизационна обработка с вар.

## **6. Заключение**

В резултат на дългогодишни наблюдения и изследвания на действащата ПСПВ “Панчарево” и становищата на чужди експерти могат да се направят следните заключения:

- Водното количество подавано от яз. Искър в софийската водоснабдителна система няма да превишава 5,0 m<sup>3</sup>/s, отговарящо на максималния дебит на ПСПВ “Панчарево”, при условие че се подобри управлението на софийското водоснабдяване. В такъв случай, необходимостта от втора пречиствателна станция (ПСПВ “Бистрица”) отпада.

- За пречистването на водите от яз. Искър е по- подходяща двустъпална схема, каквато е на ПСПВ “Панчарево”. Същата позволява провеждането на стабилизационна и ефективна реагентна обработка в началото на станцията (пулсаторите) при високи цветност и мътност, наднормено съдържание на желязо и манган, количество на планктон над 100 cell/ml и др.

- Ремонтни дейности на ПСПВ “Панчарево” сега се извършват без спиране на станцията. Реконструкцията и модернизацията в перспектива е възможна по същия начин поради сезонността на замърсяване на суровата вода, модулното изпълнение на отделните съоръжения и съвременните технологии на хидростроителство.

Определеното водно количество от различните водоизточници за питейно- битови нужди на София сега и в перспектива до 2030 г. показва, че ПСПВ “Панчарево” е достатъчна за пречистване на водите от яз. Искър при рационално и ефективно стопанисване на изградените ѝ съоръжения. Намалението на разходите за поддържане на една питейна станция вместо две ще снижи себестойността на пречистената вода.

### Литература

1. Бърдарска, Г. и др. Екологично съобразено строителство на пре-чиствателни станции за питейна вода. Автоматика и информатика. С., НТС Автоматизация и информация, 1994, 5-6, 60-62.
2. Геннадиев, Л. и др. Проблемът за стабилността на софийската питейна вода. Хидротехника и мелиорации. С., НТС Водно дело, 1977, 7, 13-17.
3. Добрев, Хр. и др. Производство на високоефективни реагенти - приоритетно направление на водопречистването. Водно дело. С., НТС Водно дело, 1994, 1, 28-32.
4. Добрев, Хр. и др. Пречистване на питейни води на София и Истанбул с коагулант-флокулант- сорбент CFS-SOLVO . Водно дело. С., НТС Водно дело, 1996, 3-4, 34-37.
5. Доклад на Временната комисия по проблемите на водоснабдяването на град София и изграждането на обекта Джерман - Скакавица до Председателя на НС Акад. Благовест Сендов. С., НС, вх. № 102-34-65 от 29.03.1995.
6. Дългосрочна програма за обезпечаване водоснабдяването на гр. София. С., СГО, 1995.
7. Журба, М. Пречистване на природни повърхностни и подземни води в условията на повишени техногенни натоварвания на водоизточниците. Първо международно изложение ЕКО ЕКСПО '96 - Околна среда и устойчиво развитие, 7-16 ноември 1996, София.
8. Иванова, М. София не е заплашена с водна криза. Вестник Демокрация. С., СДС, 02.04 1997.
9. Игнатов, П. Експертиза относно планово задание за пречиствател- на станция на гр. София за питейни води от яз. Сталин. С., СНС, 1 декември 1959.

10. Маринов, Ем. и др. Пълен водостопански баланс на гр. София за басейна на р. Искър от изворите до гр. Нови Искър. С., УАСГ, 1996.

11. Матов, Б. и др. Основен алуминиев хлорид (ОАХ15) - нов български коагулант за питейни води. Хидротехника и мелиорации, С., НТС Водно дело, 1980, 2, 17-21.

12. Матов, Б. Технологичен контрол на пречиствателни станции за питейни води. Хидротехника и мелиорации. С., НТС Водно дело, 1977, 3, 16-20.

13. Мероприятия за подобряване качеството на софийската питейна

вода. Отчет по задача на ИВП-БАН. С., ИВП-БАН, 1996.

14. Норми за проектиране на водоснабдителни системи. Бюлетин за строителство и архитектура, С., КТСУ, 1987, 1.

15. Отчет на ЕТ СОЛВО по договор 190 /25.11.1994 с ОФ В и К София. С., ОФ В и К София, 1994.

16. Павлов, П. Отчет за производствено- стопанската дейност на ОФ "В и К" София- град през 1994 г. С., ОФ В и К- София, 1995.

17. Писмо №РД-01-3077/23.05.1995 на ОФ В и К София до градска прокуратура.

18. SAUR -COP . Фактори за оценка на състоянието на ВиК София. С., СГО, 1992.

Галя Маринова Бърдарска - старши научен сътрудник II ст., д-р т.н., инж., Институт по водни проблеми- БАН, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 1, 1113, София

Христо Стефанов Добрев - научен сътрудник I ст., инж. хим. Централна лаборатория по Физикохимична механика- БАН, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 1, 1113, София

Майя Башева - инженер, Институт по водни проблеми -БАН, ул. Акад. Г. Бончев, бл. 1, 1113, София

Assoc. Prof. Eng. Galia Marinova Bardarska, Ph.D. Institute of Water Problems, Bulgarian Academy of Sciences, Akad. G. Bonchev bl.1, 1113, Sofia, Bulgaria

Sen.Res.Eng.Chem. Christo Stefanov Dobrev, Central Laboratory of Physicochemical Mechanics, Bulgarian Academy of Sciences, Akad. G. Bonchev bl.1, 1113, Sofia, Bulgaria

Maya Bacheva, Engineer, Institute of Water Problems, Bulgarian Academy of Sciences, Akad. G. Bonchev bl.1, 1113, Sofia, Bulgaria