

ОЦЕНКА НА ХИДРОЕНЕРГИЙНИЯТ ПОТЕНЦИАЛ НА СЪЩЕСТВУВАЩИ ЯЗОВИРИ ЗА НАПОЯВАНЕ В СРЕДНОТО И ДОЛНО ТЕЧЕНИЕ НА Р. МАРИЦА

Ангел Захариев

Университет по архитектура, строителство и геодезия, София
Хидротехнически факултет, кат. „Хидротехника”, София, бул. „Христо Смирненски” №1,
e-mail: hydrostruct@abv.bg

ABSTRACT

Until the early 90s of the last century built a significant number of dams with the main objective irrigation. For the period from 1989 to 2010, irrigation has shrunk dramatically and irrigated area of 1283000 ha in 1989 was reduced to about 41 000 ha in 2010. Although during this period was observed climate change leading to a reduction of the flow of water sources. It gives significant untapped water resources, which accumulate in water bodies. The present report assesses the opportunities for energy conversion of water volumes of existing major irrigation dams in the middle and lower reaches of the river Maritsa. An analysis and estimated economic benefit hydropower potential by using static and dynamic methods to evaluate investments. The study is part of the overall evaluation of hydropower potential of existing hydraulic structures in the middle and lower reaches of the river Maritsa conducted in 2012.

Key words: Hydropower potential, irrigation dams, river of Maritsa

УВОД

Настоящият доклад представя част от резултатите от проведено през 2012-2013 година проучване на хидроенергийният потенциал (ХЕП) на съществуващи съоръжения в средното и долно течение на река Марица. Проучването е свързано с нова оценка на оттока на р. Марица и възможностите за неговото енергийно оползотворяване.

Общият теоретичен хидроенергиен потенциал в България се оценява на 19 800 GW часа годишно - еквивалент на около 7 900 MW инсталирана мощност. Технически възможни за усвояване са 14 800 GW часа годишно - еквивалент на около 5 900 MW инсталирана мощност, включително 5 385 GW часа годишно - еквивалент на около 919 MW инсталирана мощност от застрояване на р. Дунав. Досега са усвоени само около 5 000 GW часа годишно – еквивалент на около 3 100 MW инсталирана мощност, от които около 2 700 MW ВЕЦ и ПАВЕЦ, които покриват върховете товари и регулират параметрите на енергийната система.

За периода от 1989г. до 2010г. напояването се е свило драстично като напояваните площи от 1283000 ha през 1989 са редуцирани до около 41000 ha през 2010г.[1] Въпреки, че през този период се наблюдава и промяна на климата водеща до намаляване на оттока на водоизточниците, то налице е значителен неоползотворяван воден ресурс, който се акумулира във водоемите. В разработката внимание е обърнато на съществуващите язовири, при които е формиран определен пад и е създадена възможност за лесно енергийно преработване на излишните води с минимални въздействия върху околната среда.

ОБХВАТ НА ИЗСЛЕДВАНЕТО. СЪЩЕСТВУВАЩИ ЯЗОВИРИ .

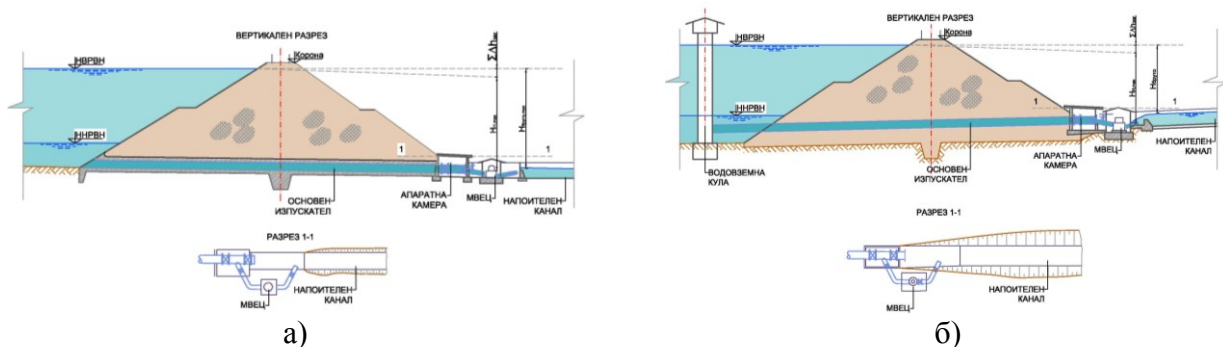
За целите на изследването са разгледани по значимите язовири на територията на водосбора на р. Марица имащи възможности за инсталиране на мощности над 100kW. За пример е разработен и един по-малък язовир яз. Книжовник само с цел илюстриране на липсата на икономически значим ХЕП на тези по-малки съоръжения.

От общо 170 малки и средни язовира в Република България в обхвата на настоящата разработка са подбрани 9 бр. на територията на средното и долно течение на р. Марица с общ обем над $187,5 \times 10^6 \text{ m}^3$ и височина на стената над 5,0m. Основните данни за тези обекти са дадени в табл. 1. Освен притока в язовира за средна и 75% обезпечена година в тази таблица е разгледано помесечно и водопотреблението за тези две характерни години.

Анализът на данните за водостопанският баланс на язовирите с оглед възможностите за използване на хидроенергийния потенциал на обектите показва, че режимът на работа на ВЕЦ ще се диктува преди всичко от напояването.

№ Пункт	Язовири	река	V общ	V пол.	V м.	Кота-НВРВН	Кота-ННРВН	Кота-ДЪНО	Нстена	F нап. площ
			хЕ+6, m3	хЕ+6, m3	хЕ+6, m3	m	m	m		m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	яз. Тракиец	Олу дере	114.00	90.00	24.00	252.00	235.00	211.40	43.60	305.940
2	яз. Езерово	Каялийска	5.50	5.35	0.15				18.00	18.000
3	яз. Брягово	Каялийска	9.00	8.40	0.60	278.00	265.00	255.00	24.70	26.000
4	яз. Мечка	Мечка	6.88	6.35	0.50	331.50	305.00	301.50	32.30	40.000
5	яз. Леново	Чинар дере	6.10	5.20	0.90	332.20	320.00	305.20	29.00	20.000
6	яз. Изворово	Голямата река	3.80	3.65	0.15	246.00	228.50	218.50	29.40	9.600
7	яз. Доситеево	Селска река	9.00	7.70	1.30	145.10	133.00	117.00	30.00	26.000
8	яз. Гарваново	Читачка	25.00	23.00	2.00	232.00	212.00	194.00	41.00	67.000
9	яз. Книжовник	Карамандере	2.5	2.1	0.226	194	187	184.6	11.4	8.51

Таблица 1 - Основни данни за напоителните язовири на територията на водосбора в средното и долно течение на р. Марица.



Фиг. № 1. Схеми за използване на ХЕП на съществуващи язовири.

СХЕМИ ЗА ОПОЛЗОТВОРЯВАНЕ НА ХЕП

По отношение на използването на хидроенергийния потенциал на напоителните язовири могат да се разгледат две основни схеми:

а) Напоителното поле се намира под Кота на основния изпускател на язовира. В този случай централата е типична подязовирна и се свързва направо с основния изпускател, респ. водовземането чрез изградено отклонение (фиг. №1а).

б) Кота на напоителния канал е равна на Кота на мъртвия обем на язовира. При тази схема може да се използва само пада, който се получава от сработваемата призма във водохранилището (фиг. №1б).

МОЩНОСТ НА ВЕЦ И ПРОИЗВЕДЕНА ЕНЕРГИЯ ОТ ЯЗОВИРИТЕ ЗА НАПОЯВАНЕ

При подязовирните ВЕЦ мощността и произведената ел. енергия се обуславят от режима на водохранилището. Тъй като язовирите задоволяват нуждите на напояването централите ще работят на напоителен график, а при наличие на излишни води при 75%

обезпечена година и през ненапоителния период. Прието е съгласно [2], като първо приближение, че ще се напоява 16 часа в денонощието. Оразмерителното водно количество за централите е прието с трайност 60 дни, т.е. част от водните обеми през месеца с най-интензивно водопотребление се губят. Обикновено това са месеците юли или август. Загубата на вода се равнява на:

$$\Delta W = W_{VII} - W_{VIII}; m^3 \cdot 10^6 \quad (1)$$

Оразмерителното водно количество от своя страна се определя както следва:

$$Q_{op} = \frac{W_{60}}{T} \cdot \frac{24}{16} = \frac{1,5 \cdot W_{60}}{T}; m^3 / s \quad (2)$$

където:

W_{60} е водният обем, подаван за напояване през месеца с 60 дни трайност.
 T - секундите в месеца с 60 дни трайност.

Мощността на централата се изчислява по формулата:

$$N = 8,37 \cdot Q_{op} \cdot H_{cp}^H; kW \quad (3)$$

където:

$$H_{cp}^H = H_{cp}^{бр} - \Delta h = \frac{2}{3} H_{бр}^{max} - \Delta h = \frac{2}{3} H_{бр}^{max} - 0,1 \cdot H_{бр}^{max} = 0,57 \cdot H_{бр}^{max} \quad (4)$$

За определяне на застроената мощност на централата се приема N_{cp} , тъй като при Q_{op} водното ниво в язовира се е понижило под N_{max} вследствие извършеното изтакане на месеците IV и VI.

Произведената енергия от централата през напоителния период се получава от зависимостта:

$$E_{нап} = \frac{(W_{нап} - \Delta W) \cdot H_{cp}^H}{430}, kWh \quad (5)$$

където: $W_{нап}$ е водният обем, подаван през напоителния период.

Ако след задоволяване на напояването остава воден обем $W_{нен}$ през ненапоителните месеци, то централата може да произведе допълнително

$$E_{нен} = \frac{W_{нен} \cdot H_{cp}^H}{450}, kWh \quad (6)$$

Загубата на енергия и оразмерителното водно количество Q_{op} се приемат за втория по големината на водния обем месец от напоителния период на 50 % обезпечената година. На тази основа са изчислени инсталираните мощности, респ. произведената енергия за отделните обекти, дадени в табл.2.

№	Язовир	Q _{ед} , м3/s	Q _{ор} =1,5.Q _{ед} , м3/s	H _{бр max} , м	H _{ср} =0,57.H _{бр max} , м	Q _{ор. H_{ср}}	N=8,37Q _{ор. H_{ср}} , kW	W _{нап} , м3xE+6	ΔW=W _{VII} -W _{VIII} , м3xE+6	W _{нап-ΔW} , м3xE+6	E _{ген} =(W _{нап-ΔW}).H _{ср} /430, kWh xE+6	W _{ген} , м3xE+6	E _{ген} , kWh xE+6
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	яз. Тракиец	5.514	8.271	44.0	25.08	207.44	1736.25	36.208	1.999	34.209	1.995	9.442	0.551
2	яз. Езерово	0.548	0.822	18.0	10.26	8.43	70.59	5.672	0.613	5.059	0.121	23.010	0.549
3	яз. Брягово	1.038	1.557	25.0	14.25	22.19	185.71	7.852	0.274	7.578	0.251	4.820	0.160
4	яз. Мечка	1.596	2.394	32.0	18.24	43.67	365.50	12.080	0.423	11.657	0.494	2.723	0.116
5	яз. Леново	0.798	1.197	29.0	16.53	19.80	165.60	6.040	0.212	5.828	0.224	-	-
6	яз. Изворово	1.724	2.586	30.0	17.10	44.22	370.13	13.659	0.792	12.867	0.512	1.310	0.052
7	яз. Доситеево	0.876	1.314	30.0	17.10	22.47	188.07	6.942	0.403	6.539	0.260	-	-
8	яз. Гарваново	2.656	3.984	41.0	23.37	93.11	779.30	21.038	0.456	20.582	1.119	20.830	1.132
9	яз. Книжовник	0.200	0.300	11.4	6.50	1.95	16.32						

Таблица 2 - Мощност и произведена ел.енергия от подязовирни МВЕЦ.

ТЕХНИКО-ИКОНОМИЧЕСКА ОЦЕНКА НА ВЪЗМОЖНОСТТА ЗА ИЗПОЛЗВАНЕ НА ХИДРОЕНЕРГИЙНИЯТ ПОТЕНЦИАЛ НА СЪЩЕСТВУВАЩИТЕ СЪОРЪЖЕНИЯ.

В настоящата разработка е използвана методологията на ДКЕВР [3] за определяне цените на електрическата енергия, произведена от възобновяеми източници. Методиката се основава на определяне на финансово-икономически показатели на отделните пунктове и определяне на икономически изгодният ХЕП.

Нетна сегашна стойност-NPV (Net Present Value)

Той е водещ показател за оценка на ефективността на инвестиционни проекти, тъй като той в най-голяма степен показва в каква степен се е повишило благосъстоянието на инвеститорите.

$$NPV = -C_0 + \frac{C_1}{(1+r)^1} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n} \quad (7)$$

Вътрешна норма на възвръщаемост-IRR (Internal Rate of Return)

Това е вторият основен показател за оценка на финансовата ефективност на инвестиционните проекти. IRR представлява онази норма на дисконтиране, която изравнява сумата на дисконтираните положителни парични потоци със сумата на отрицателните (разходни) парични потоци, породени от проекта.

$$IRR = r_1 + (r_2 - r_1) * \frac{NPV_{r_1}}{NPV_{r_1} - NPV_{r_2}} \quad (8)$$

Анализ “Приходи-разходи” – Коефициент BCR (benefit-cost ratio)

Индексът на рентабилността показва каква стойност (доход) се получава от всеки лев първоначални инвестиции като се съблюдава времевата стойност на парите. Формулата, по която се намира индексът на рентабилността е следната:

$$PI = \frac{\frac{C_1}{(1+r)} + \frac{C_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{C_n}{(1+r)^n}}{C_0} \quad (9)$$

Срок на откупуване – PBP (pay back period)

Чрез метода срок на откупуване се определя продължителността от време, необходимо, за да се възстановят първоначалните инвестиции за сметка на финансовите резултати от инвестицията. Ако паричните доходи по години са еднакви, формулата за определяне на срока на откупуване е следната:

$$PBP = \frac{IC}{NI} \quad (10)$$

ИЗВОДИ

Изследванията са проведени със софтуер RETScreen International [4] Сравнителният анализ на комплексните резултати от финансово-икономическия анализ за пунктовете на напоителни язовири показва (табл.№3), че при сегашната икономическа обстановка в Р България изграждането на ВЕЦ е изгодна инвестиция само в два от пунктовете – язовир Езерово и в известна степен язовир Гарваново.

№ Пункт	Язовири	река	Произведена енергия	Себестойност на kWh	GHG emission reduction	Финансово-икономически показатели			
						kWh годишно	лв./kWh	tco2	NPV
			лв.	%	Коефициент	години			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	яз. Тракиец	Олу дере	2,546,000	0.2070	1132	-2,952,657 лв.	-2.90%	0.55	15.0
2	яз. Езерово	Каялийска	670,000	0.0061	272	580,103 лв.	61.60%	5.61	3.3
3	яз. Брягово	Каялийска	411,000	0.2000	183	-419,883 лв.	-0.90%	0.27	13.0
4	яз. Мечка	Мечка	610,000	0.1754	272	-522,172 лв.	-1.20%	0.30	13.1
5	яз. Леново	Чинар дере	224,000	0.3930	100	-627,581 лв.	-7.70%	1.12	21.0
6	яз. Изворово	Голямата река	564,000	0.3400	251	-1,303,062 лв.	-6.30%	0.97	19.2
7	яз. Доситеево	Селска река	260,000	0.3900	113	-721,415 лв.	-8.20%	1.15	21.3
8	яз. Гарваново	Читачка	2,251,000	0.0750	1002	178,366 лв.	10.80%	1.21	7.6

Таблица 3 – Финансово-икономически показатели за инвестиции за оползотворяване на ХЕП на напоителни язовири.

Влошените финансово-икономически показатели на инвестициите в напоителни язовири се дължат най-вече на ниската производителност, респективно приходи, които не могат да покриват експлоатационните разходи и да осигурят положителен паричен поток и възвръщане на инвестицията.

На този етап на развитие на икономиката в Р България, оползотворяването на ХЕП на съществуващите напоителни язовири в средното и долно течение на р. Марица е финансово и икономически необосновано.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Патаманска Г., „Промяна на съществуващите напоителните системи в България и управлението им за устойчиво използване на водата“ сп. "Водно дело", брой 5/6 2012 г.
2. Цоловски Ц. „Оценка на възможностите за използване на ХЕП при напоителни и водоснабдителни обекти“, ЦНИП на УАСГ, 1993г
3. ДКЕВР - Решение № Ц-19 от 28.06.2013 г.
4. <http://www.retscreen.net/>