



Антон Чаушевски
Софија Николова-Поцева
Факултет за електротехника и информациски технологии, УКИМ - Скопје

РЕЖИМИ НА РАБОТА НА ХИДРОСИСТЕМОТ ЦРН ДРИМ СО ДОИНСТАЛИРАЊЕ НА ТУРБИНСКИ ПРОТОК ВО НОВИТЕ ПАЗАРНИ УСЛОВИ

КУСА СОДРЖИНА

Во трудот е презентирана методологија на работа на хидросистемот Црн Дрим во новите пазарни услови. Направени се симулации на работата на хидроцентралите Глобочица и Шпилје на системот Црн Дрим во две варијанти:

- Постојна состојба на инсталираност на двете хидроцентрали;
- Работа на системот со доинсталираност на нова ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат од 20 m³/s и нето висински пад од 70 m, и со четврти агрегат во ХЕЦ Шпилје од 36 m³/s.

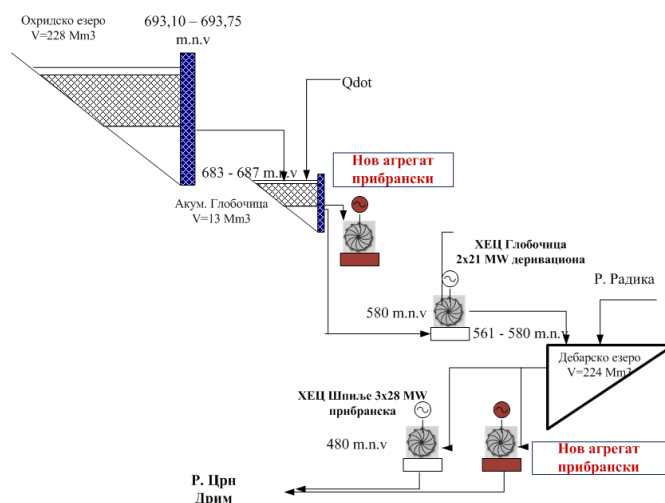
Методологијата на режими на работа ги дава следните излезни резултати: потрошен волумен на вода во секој месец за секоја акумулацијата, ангажирана моќност и произведена електрична енергија за секој период од денот како и финансиска добивка од продадена електрична енергија во зависност од пазарната цена.

Клучни зборови: хидроенергетски систем, хидроцентрала, електрична енергија, турбински проток.

1 ВОВЕД

Хидроенергетскиот систем (ХЕС) на Црн Дрим е најполноводен хидроенергетски систем во споредба со останатите во Македонија. Придонесот во производството на електрична енергија во уделот на хидроцентралите на Македонија изнесува околу 35%. Двете хидроцентрали Глобочица и Шпилје просечно придонесуваат со околу 450-500 GWh произведена електрична енергија во ЕЕС на Македонија.

ХЕЦ Глобочица како прва електрична централа во ХЕС Црн Дрим е практично деривациона електрична централа која ја користи акумулацијата на Охридско езеро, каде преку акумулацијата на Глобочица се испушта турбинскиот проток за двете турбини. Инсталираноста на секој од двата агрегати изнесува по 25 m³/s или вкупно 50 m³/s, односно вкупно инсталирана моќност од 42 MW, со просечно годишно производство од 190 GWh. На слика 1 шематски е претставен постојната состојба на ХЕС Црн Дрим со планираната доинсталираност на нова ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат и четврти агрегат во ХЕЦ Шпилје.



Слика 1 Шематски приказ на ХЕС Црн Дрим со постојните хидроцентрали и планирани прибранска ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат и дополнителен агрегат во постојната ХЕЦ Шпилје

Документацијата за ХЕС Црн Дрим содржи хидролошки подлоги за дотечена вода, како и експлоатациони податоци за турбински протоци, прозводство и преливи во досегашниот експлоатационен период, што за ХЕЦ Глобочица изнесува 53 години за периодот 1966-2018. Последната студија која е изработена во април 2016 година е од GEING и FICHTNER [1].

2 ВЛЕЗНИ ПОДАТОЦИ ЗА СИМУЛАЦИИТЕ НА ХЕС ЦРН ДРИМ

Направена е симулација на работата на хидроцентралите Глобочица и Шпилје на системот Црн Дрим во две варијанти:

- Постојна состојба на инсталираност на двете хидроцентрали;
- Работа на системот со доинсталираност на нова ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат од 20 m³/s и нето висински пад од 70 m, и со четврти агрегат во ХЕЦ Шпилје од 36 m³/s во истата машинска зграда.

Во симулацијата се земени дотеците од базата на хидролошки податоци [2]. Избрани се 3 карактеристични хидролошки години според природните дотеци:

- Сува година – репрезент 2001
- Просечна година – репрезент 2006
- Влажна година – репрезент 2013

Дотекот за ХЕЦ Глобочица ($Q_{dot, GL}$) е доминанто од Охридско езеро ($Q_{dot, OH}$), и дополнителен дотек ($Q_{dot, dop}$):

$$Q_{dot, GL}(t) = Q_{dot, OH}(t) + Q_{dot, dop}(t) \quad (1)$$

Дотекот за ХЕЦ Шпилје ($Q_{dot, SP}$) зависи од турбинскиот истек на ХЕЦ Глобочица ($Q_{tur, GL}$) и природниот дотек од река Радика ($Q_{dot, Rad}$):

$$Q_{dot, SP}(t) = Q_{tur, GL}(t) + Q_{dot, Rad}(t) \quad (2)$$

Во табела 1 се дадени просечно месечните дотеци за двете акумулации за секоја од избраните години.

Табела 1 Месечни дотеци за двете акумулации за трите избрани години

месец	Дотеци за ХЕЦ Глобочица						Дотеци за ХЕЦ Шпилје		
	2001 сува		2006 просечна		2013 влажна		2001	2006	2013
	Qin,OH	Qin,add	Qin,OH	Qin,add	Qin,OH	Qin,add	Qin,Rad	Qin,Rad	Qin,Rad
1	14,15	4,30	25,76	9,29	34,26	11,85	10,34	25,81	21,33
2	16,92	5,16	26,90	7,04	42,87	12,42	12,12	23,44	23,16
3	22,05	10,39	50,71	18,23	61,96	19,20	27,86	44,64	56,77
4	24,97	7,71	51,69	23,42	47,35	31,67	28,52	84,44	114,32
5	13,34	7,25	25,86	14,65	34,56	22,16	25,51	66,92	90,34
6	6,86	4,36	13,94	10,47	10,54	12,46	10,82	26,81	33,52
7	-0,08	2,53	8,62	4,13	5,61	4,78	5,48	14,82	16,12
8	0,27	1,75	4,35	2,52	1,96	1,32	2,59	12,33	9,42
9	-1,88	2,23	6,76	1,93	5,78	0,22	4,99	7,64	8,85
10	-2,48	2,00	9,66	2,73	19,12	0,14	4,46	6,22	9,65
11	1,61	1,20	10,22	3,70	18,51	2,45	7,23	6,71	9,38
12	6,32	1,44	7,92	4,31	12,42	-0,82	5,92	7,39	10,40
Проесек	8,50	4,19	20,20	8,54	24,58	9,82	12,15	27,26	33,60



Слика 2 Графички приказ на просечно месечни дотеци (m³/s) во акум. Глобочица за трите години 2013, 2006 и 2001

2.1 Моделирање на акум. Охридско езеро и акум. Дебарско езеро

За да се направи симулација на работата на целиот систем на река Црн Дрим, потребно е да се знаат карактеристиките на акумулациите Охридско езеро и акумулацијата Дебарско езеро. Може акумулацијата на Глобочица да се земе како проточна (дневна) во долгорочни анализи (сезонски, годишни и повеќегодишни). Направено е моделирање на карактеристиките на акумулациите Охридско езеро и на Дебарско езеро како две функции, зависност на волуменот од кота $Vol=f(Kota)$ и обратно, зависност на котата од волуменот $Kota=f(Vol)$. Параметрите според формулите (3) и (4) се дадени во табела 2, а влезните параметри во табела 3. Влезните податоци се добиени од АД ЕСМ.

$$Vol(Kota) = 2 \cdot \pi \cdot (A + B \cdot Kota + C \cdot Kota^2) \tag{3}$$

$$Kota(Vol) = g + h \cdot (Vol - d)^e \tag{4}$$

Табела 2 Параметрите за двете акумулации според релација (3) и (4)

Акумулација	A	B	C	g	d	h	e
Охридско ез.	1639724,3	-4862,70	3,60	674,9	-3136,0	0,32	0,5
Дебарско ез.	5790,2	-23,50	0,023	499,0	-194,1	4,02	0,5

Табела 3 Влезни податоци за акумулациите

Акумулации		Охридско ез.	Дебарско ез.
Кота-max	m.n.v	693.75	580.00
Кота-min	m.n.v	693.10	555.10
Кота-долна вода	m.n.v	582.85	485.85
Корисен волумен	hm ³	228.00	212.00

3 СИМУЛАЦИЈА НА РАБОТА НА ХЕС ЦРН ДРИМ

Врз основа на карактеристиките на двете акумулации, дотечените количини вода и турбинските карактеристики на двете хидроелектрани, направена е симулација на работата на целиот систем. За таа цел авторите имаат развиено соодветен модел. Голем број истражувања се направени за слични вакви системи меѓу кои и [3] и [4]. Влезните податоци се добиени од АД ЕСМ. При симулациите се земени следните влезни податоци:

- Дотечени средно месечни вредности за акумулацијата Глобочица кој се состои од два дела, доток од Охридско езеро и дополнителен дотек;
- Дотечени средно месечни вредности за акумулацијата на Дебарско езеро кој се состои од два дела, истек од ХЕЦ Глобочица и дотек на река Радика;
- Карактеристиката на ангажирана моќност од дотекот и висинскиот пад $P=f(Q_{tur}, H_{kota})$;
- Дотекот во Дебарско езеро е според релацијата: $Q_{dot,SP}(t)=Q_{ist,GL}(t)+Q_{dot,RAD}(t)$;
- Карактеристиките на двете акумулации (Охридско езеро и Дебарско езеро);
- Просечни цени на електрична енергија од последната година (на месечно ниво).

Симулациите се направени на месечно ниво. Како почетни вредности се даваат стартно ниво на акумулациите за 1 јануари. Симулациите се направени врз неколку претпоставки:

- Се води сметка за котите на акумулациите на крајот на секој месец да бидат во дозволени граници, односно избегнување на преливи;
- Приоритет на распределба на вода, односно турбински проток да биде според цените на берза за секој период од денот и за секој месец од годината, односно добивање на максимална вредност од продадена електрична енергија.

Со пресметките од симулацијата се добива:

- Потрошен волумен на вода во секој месец за секоја акумулацијата;
- Ангажирана моќност за секој период од денот;
- Произведена електрична енергија за секој период од денот;
- Финансиска добивка од продадена електрична енергија за секој месец и вкупно.

Симулациите се направени при две варијанти:

- Работа на системот со постојна инсталираност: ХЕЦ Глобочица со два агрегати $2 \times 25 = 50 \text{ m}^3/\text{s}$, и инсталираност на ХЕЦ Шпилје со три агрегати $3 \times 36 = 108 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Работа на системот со доинсталираност: покрај постојната инсталираност се зема предвид и нова ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат $1 \times 20 = 20 \text{ m}^3/\text{s}$ и висински пад од 70 m, како и дополнителен агрегат во ХЕЦ Шпилје со иста инсталираност како постојните, односно $1 \times 36 = 36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Временските периоди на работа за секој ден се поделени на 2 групи (тарифи):

- Базна енергија со траење од 24 часа во периодот 00-24 часот;
- Вршна енергија со траење од 12 часа во периодот 08-20 часот во денот.

Во конкретниот случај за симулациите е работено според средно месечните цени на берзата по НУРХ за 2018 година, добиени од ЕЛЕМ Трејд, кои се прикажани во табела 4.

Табела 4 Дневни тарифи (€/MWh) за секој месец според берзата по HUPX за 2018 година

ТАРИФИ	Базна	Вршна
Период (час/деноноќие)	24	12
Месец / Цена	C base (00-24) (€/MWh)	C peak (08-20) (€/MWh)
1	35.42	43.57
2	41.65	47.90
3	40.43	46.60
4	31.92	33.04
5	42.17	46.32
6	51.27	57.38
7	50.95	53.85
8	60.45	65.12
9	62.94	70.25
10	64.49	74.38
11	63.65	73.54
12	65.07	74.74

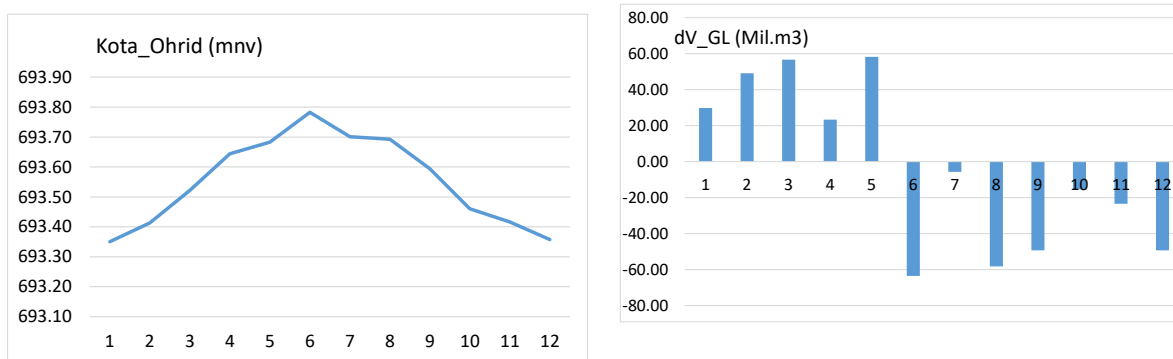
Во сите симулации заедничко е стартната вредност на котите на двете акумулации. Стартна кота на акумулацијата Охридско езеро на 1 јануари е 693,3 мнв, а на акумулацијата Дебарско езеро е 563 мнв. За секоја од симулациите е водено сметка да потрошената вода при двете варијанти да биде иста. Тоа значи дека за една иста година што е репрезент на сува, просечна или влажна година, во симулациите при двете варијанти и со постојна инсталираност и со варијантата на дополнителни агрегати, потрошена е истата количина на вода. Ова е важно за споредба на режимите на работа, произведената електрична енергија и финансиските добивки без и со дополнителна инсталираност на двете хидроцентрали.

3.1 Режим на работа со дополнителна инсталираност за влажна година

Како пример е дадена пресметка на варијанта на режим на работа за влажна 2013 година на хидроцентралите на ХС Црн Дрим со доинсталираност. Покрај постојната инсталираност на системот, влезена е нова прибранска ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат од 20 m³/s со бруто висински пад од 70 метри, како и доинсталираност во дополнителен четврти агрегат на ХЕЦ Шпилје. Во табела 5 се прикажани истеците и потрошената вода за режимот на работа на ХЕЦ Глобочица, а соодветно режимот, на слика 3 е даден приказ на промена на котата на акумулацијата на Охридско езеро.

Табела 5 Режимот на работа и потрошена вода за ХЕЦ Глобочица

	Kota Ohrid m.n.v	Qdot GLOB (m ³ /s)	Qdot OHR (m ³ /s)	Qbase 24 hours (m ³ /s)	Qpeak 12 hours (m ³ /s)	Qnew,peak 12 hours (m ³ /s)	V_start (Mil.m ³)	dV_GL (Mil.m ³)
1	693.35	46.11	34.26	0	50	20	86.75	29.76
2	693.41	55.29	42.87	0	50	20	108.86	49.09
3	693.52	81.16	61.96	50	0	20	146.91	56.67
4	693.64	79.01	47.35	50	Preliv 20	20	190.18	23.36
5	693.68	56.72	34.56	0	50	20	204.18	58.18
6	693.78	23.00	10.54	25	25	20	239.63	-63.49
7	693.70	10.39	5.61	0	25	0	210.54	-5.65
8	693.69	3.28	1.96	0	50	0	207.48	-58.17
9	693.59	6.00	5.78	0	50	0	172.72	-49.25
10	693.46	19.26	19.12	0	50	0	125.28	-15.37
11	693.42	20.96	18.51	0	50	10	110.02	-23.43
12	693.36	11.60	12.42	0	50	10	89.32	-49.28
31 Dec.	693.21						36.56	

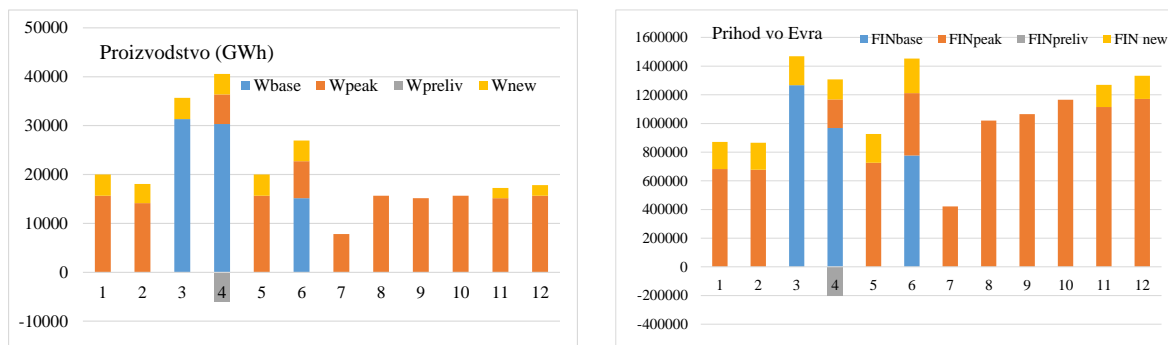


Слика 3 Кота на Охридско езеро и потрошена вода ($dV=V_{dot}-V_{tur}$)

Од режимот на работа во влажна година се забележува максимален инсталиран турбински проток во првите месеци, за да се избегне прелив. Со дополнителен агрегат е намален преливот само во месец април. Соодветно режимот на работа и турбинскиот проток, во табела 6 и слика 4 е дадена ангажираната моќност и произведената електрична енергија во секоја од тарифите.

Табела 6 Ангажирана моќност, произведена енергија и финансискиот биланс за ХЕЦ Глобочица

	Моќност (MW)			Производство (GWh)			Продажба на ел.енергија (Euro)		
	Pbase	Ppeak	Pnew	Wbase	Wpeak	Wnew	FINbase	FINpeak	FINnew
1	0.00	42.11	11.67	0	15665	4343	0	682542	189220
2	0.00	42.11	11.67	0	14149	3922	0	677736	187887
3	42.11	0.00	11.67	31329	0	4343	1266592	0	202353
4	42.11	16.84	11.67	30319	6064	4203	967908	200373	138872
5	0.00	42.11	11.67	0	15665	4343	0	725661	201173
6	21.05	21.05	11.67	15159	7580	4203	777249	434947	241159
7	0.00	21.05	0.00	0	7832	0	0	421757	0
8	0.00	42.11	0.00	0	15665	0	0	1020080	0
9	0.00	42.11	0.00	0	15159	0	0	1064893	0
10	0.00	42.11	0.00	0	15665	0	0	1165213	0
11	0.00	42.11	5.84	0	15159	2101	0	1114869	154536
12	0.00	42.11	5.84	0	15665	2171	0	1170824	162292
SUMA			11.67	76808	144267	29628	3011750	8678895	1477493
PRELIV					-6064			-200373	
TOTAL						244639			12967764



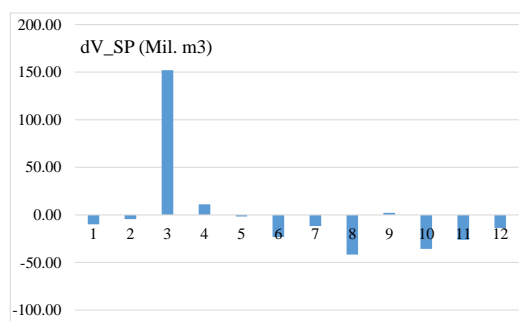
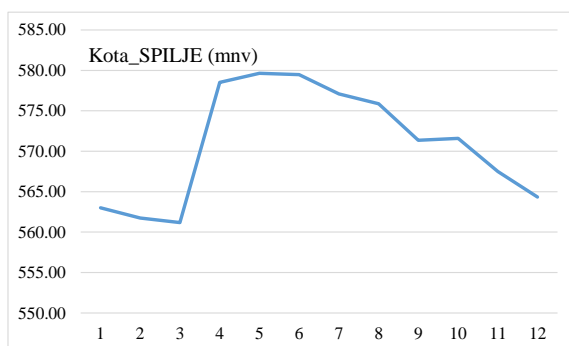
Слика 4 Произведена електрична енергија и финансиски биланс за ХЕЦ Глобочица

Во табела 7 и слика 5 се претставени резултатите за режимот на работа на ХЕЦ Шпилје за истата влажна 2013 година. Водејќи сметка за хидрауличната поврзаност на двете електрани

и акумулациите, направена е симулација на работата на ХЕЦ Шпилје со 4 агрегати со вкупна инсталираност од $108+36=144 \text{ m}^3/\text{s}$.

Табела 7 Режимот на работа, турбински проток и потрошена вода за ХЕЦ Шпилје

	Kota_SP (mnv)	Qist GLOB (m ³ /s)	Qdot Radika (m ³ /s)	Qbase 24 hours (m ³ /s)	Qpeak 12 hours (m ³ /s)	Qnew.peak 12 hours (m ³ /s)	V_start (Mil.m ³)	dV_SP (Mil.m ³)
1	563.00	35.00	21.33	0	100	20	59.42	-9.83
2	561.75	35.00	23.16	0	100	20	49.60	-4.45
3	561.17	60.00	56.77	0	100	20	45.15	152.06
4	578.51	70.00	114.32	108	108	36	197.20	11.20
5	579.64	35.00	90.34	108	0	36	208.40	-1.76
6	579.46	47.50	33.52	36	72	36	206.64	-23.27
7	577.09	12.50	16.12	0	66	0	183.38	-11.74
8	575.87	25.00	9.42	0	100	0	171.63	-41.74
9	571.35	25.00	8.85	0	66	0	129.90	2.21
10	571.60	25.00	9.65	0	66	30	132.11	-35.77
11	567.50	30.00	9.38	0	66	33	96.34	-26.24
12	564.33	30.00	10.40	0	66	25	70.10	-13.66
31 Dec.	562.62						56.44	



Слика 5 Кота на Дебарско езеро и потрошена вода ($dV=V\dot{-}V_{tur}$)

ХЕЦ Шпилје има максимален инсталиран турбински проток во пролетните месеци со цел да се избегне прелив. Соодветно режимот на работа и турбинскиот проток, во табела 8 и на слика 6 е дадена ангажираната моќност и произведената електрична енергија во секоја од тарифите.

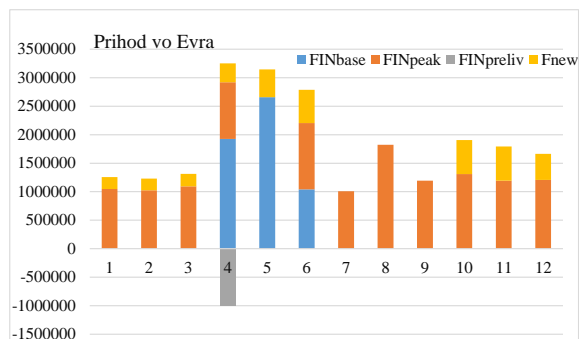
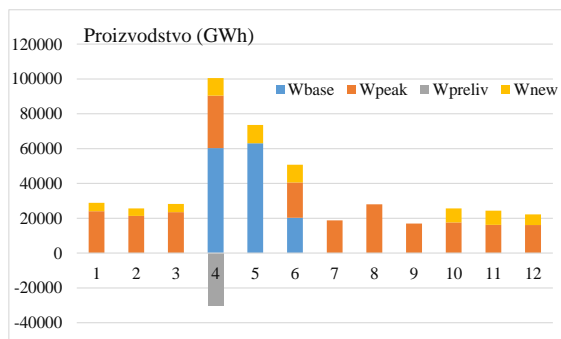
Вкупниот биланс на двете електрани, односно на цел ХЕС Црн Дрим, за произведена електрична енергија и финансиски приход од продадената електрична енергија за влажна 2013 година е даден во табела 9 и на слика 7.

Од симулацијата се добива дека за 2013 година од двете хидроелектрани на Црн Дрим при дополнителна инсталираност, имаме:

- Производство од околу 658 GWh со вкупен приход од продадена електрична енергија од околу 34,3 милиони евра.
- Прелив од околу 36 GWh со вкупен губиток од непроизведена електрична енергија од околу 1,2 милиони евра.

Табела 8 Ангажирана моќност, произведена енергија и финансиска добивка за ХЕЦ Шпилје

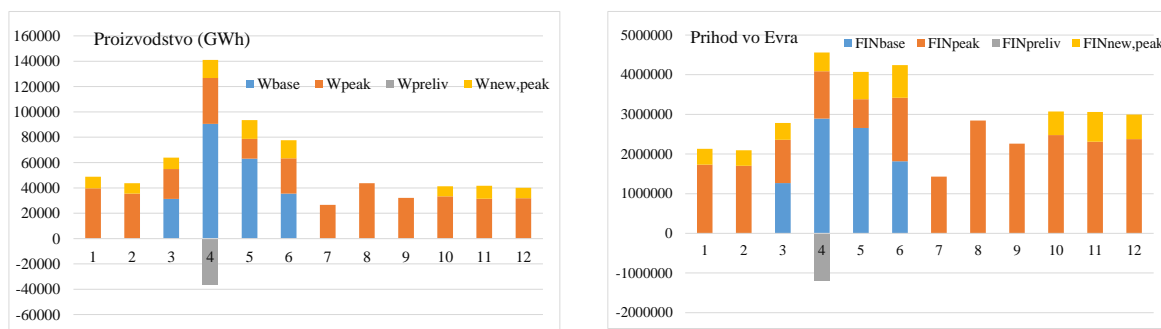
	Моќност (MW)			Производство (GWh)			Продажба на ел.енергија (Euro)		
	Pbase	Ppeak	Pnew	Wbase	Wpeak	Wnew	FINbase	FINpeak	FINnew
1	0.00	64.66	12.93	0	24053	4811	0	1048022	209604
2	0.00	63.62	12.72	0	21376	4275	0	1023930	204786
3	0.00	63.14	12.63	0	23489	4698	0	1094496	218899
4	83.72	83.72	27.91	60276	30138	10046	1924265	995885	331962
5	84.73	0.00	28.24	63037	0	10506	2658123	0	486695
6	28.19	56.38	28.19	20297	20297	10148	1040647	1164688	582344
7	0.00	50.38	0.00	0	18743	0	0	1009274	0
8	0.00	75.33	0.00	0	28021	0	0	1824714	0
9	0.00	47.24	0.00	0	17007	0	0	1194698	0
10	0.00	47.38	21.54	0	17624	8011	0	1310979	595900
11	0.00	45.14	22.57	0	16249	8125	0	1195021	597510
12	0.00	43.40	16.44	0	16146	6116	0	1206812	457126
SUMA				143610	233143	66736	5623035	13068519	3684826
PRELIV					-30138			-995885	
TOTAL						413351			21380494



Слика 6 Произведена електрична енергија и финансиски биланс за ХЕЦ Шпилје

Табела 9 Вкупен биланс на произведена енергија и финансиски приход за ХС Црн Дрим

	Производство (GWh)				Продажба на ел.енергија (Euro)			
	Wbase	Wpeak	Wpreliv	Wnew,peak	FINbase	FINpeak	FINpreliv	FINnew,peak
1	0	39717	0	9153	0	1730564	0	398824
2	0	35525	0	8198	0	1701665	0	392673
3	31329	23489	0	9040	1266592	1094496	0	421252
4	90595	36202	-36202	14249	2892173	1196258	-1196258	470834
5	63037	15665	0	14849	2658123	725661	0	687868
6	35456	27876	0	14351	1817897	1599635	0	823503
7	0	26575	0	0	0	1431031	0	0
8	0	43686	0	0	0	2844794	0	0
9	0	32167	0	0	0	2259591	0	0
10	0	33289	0	8011	0	2476192	0	595900
11	0	31409	0	10226	0	2309890	0	752047
12	0	31811	0	8287	0	2377635	0	619418
SUMA	220417	377410	-36202	96364	8634785	21747413	-1196258	5162319
TOTAL				657990				34348258



Слика 7 Вкупен биланс на произведена енергија и финансиски приход за ХС Црн Дрим

4 РЕЗУЛТАТИ ОД СИМУЛАЦИИТЕ

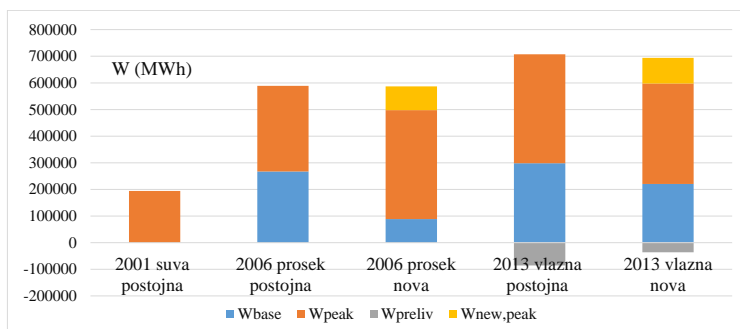
Од симулациите за трите избрани години (сува, просечна и влажна) е направена споредба на резултатите на излезните податоци како ангажирана моќност, произведена електрична енергија и финансиски приход од продадена електрична енергија. Соодветно резултатите може да изведе заклучок за понатамошни техноекономски анализи за доинсталираноста на хидро енергетскиот систем Црн Дрим. Во таб.10 и на сл.8 се дадени во сублимирана форма, сумирани вредности на произведена електрична енергија (MWh) за сите три години репрезенти и сите случаи на разгледување по следните ставки:

- базна енергија Wbase,
- вршна енергија Wpeak,
- енергија од прелив Wpreliv и
- енергија од новите агрегати како вршна енергија Wnew,peak.

Табела 10 Сублимирани резултати од симулациите на сите варијанти за ХС Црн Дрим

	2001 сува	2006 просек		2013 влажна		Разлика Нова - постојна	
	Постојна	Постојна	Нова	Постојна	Нова	2006	2013
Wbase	0	267294	88440	298216	220417	-178855	-77799
Wpeak	194431	321781	409312	409120	377410	87531	-31710
Wpreliv	0	0	0	-85488	-36202	0	49287
Wnew,peak	0	0	89148	0	96364	89148	96364
SUMA	194431	589075	586900	621848	657990	-2176	36142

Во табелата е дадено производството за сите години репрезенти. Годишната 2001 како сушна е разгледувана само со постојна инсталираност зошто тука нема ангажман на дополнителните агрегати во Глобочица и Шпилје. За годините 2006 (просечна) и 2013 (влажна) се дадени за двете варијанти и со постојна инсталираност и со нова состојба (постојна+доинсталираност со нови агрегати). Разликата од пресметките помеѓу нова и постојна состојба е дадено во последните две колони за двете години 2006 и 2013.



Слика 8 Графички приказ на енергија за секоја варијанта по сите ставки

Сумарната годишна разлика во производството помеѓу нова и постојна состојба за 2006 и 2013 не е толку голема, меѓутоа е значајна разликата по поедини ставки каде се разликуваат. За разлика од базна енергија во постојната состојба, се зголемува производството во вршна тарифа, а се намалува преливот и се добива дополнително производство кај новите агрегати.

5 ЗАКЛУЧОК

Со дополнителна инсталираност на хидроцентралите на ХЕС Црн Дрим, оперативните режими на работа се пофлексибилни и можат да се адаптираат во новите пазарни услови со цел да се добие максимален бенефит. Придобивките од анализираната доинсталираност треба да се валоризираат енергетски и финансиски за целиот систем како:

- Поголемо производство на електрична енергија како резултат на искористување на преливните води на Црн Дрим.
- Поголема ангажираност на агрегатите во периоди на висока тарифа во денот, наместо производството како базна електрана.
- Можност за оптимизација на целиот систем на ХЕС Црн Дрим, односно оптимален турбински истек на ХЕЦ Глобочица и ХЕЦ Шпиље.
- Оптимално водење на целиот хидроенергетски систем на Црн Дрим и избегнување на преливи, за да се добијат позитивни финансиски ефекти од оперативната работа на целиот хидро систем на Црн Дрим.
- Можност за регулиран проток на Црн Дрим, односно регулирање на котата на Охридско езеро.

Моделот за оперативно водење на хидроцентралите може да се примени при разна хидраулична поврзаност на хидроенергетски објекти и да се соодветно прилагоди според влезните технички параметри и излезните енергетски и финансиски показатели што се бараат.

6 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Crn Drim River Basin, Study on Optimum Utilization of Hydropower Potential, Final Report, GEING and FICHTNER, April 2016.
- [2] Табели за дотечи, турбински протечи, производство и преливи на ХС Црн Дрим, Струга.
- [3] VALORAGUA. *A Model for the Optimal Operating Strategy of Mixed Hydrothermal Generating Systems*. Users' Manual, IAEA, Vienna, Austria, 1992.
- [4] André Dozier. *Integrated Water and Power Modeling Framework for Renewable Energy Integration*, M.Sc. thesis. Colorado State University, Colorado, USA, 2012.