



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

ФИНАНСИСКА АНАЛИЗА ЗА НОВА ИНСТАЛИРАНА МОЌНОСТ НА ХИДРОСИСТЕМОТ ЦРН ДРИМ ПРИ ПАЗАРНИ УСЛОВИ НА РАБОТА

КУСА СОДРЖИНА

Во трудот е презентирана финансиска анализа на проект за нова инсталирана моќност во приборанска хидроцентрала ХЕЦ Глобочица 2 и нов агрегат во ХЕЦ Шпилје. За спроведување на анализата се земени предвид оперативните режими на работа на хидроенергетскиот систем на Црн Дрим со нова инсталирана моќност и со постојните агрегати.

Во анализите се користат резултатите од производството на електрична енергија според пазарните цени, но притоа водејќи сметка за запазување на техничките параметри и енергетските карактеристики на хидроенергетските капацитети при оперативна работа на електричните централи.

Клучни зборови: финансиска анализа, хидроенергетски систем, хидроцентрала, електрична енергија, дополнителна инсталирана моќност.

1 ЕНЕРГЕТСКИ ПОКАЗАТЕЛИ ЗА ПРОИЗВОДСТВО НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА И ФИНАНСИСКИ ПРИДОБИВКИ ОД ПРОДАДЕНА ЕНЕРГИЈА

Хидроенергетскиот систем (ХС) на Црн Дрим претставува најполноведен систем за енергетско искористување. Покрај постојните ХЕЦ Глобочица и ХЕЦ Шпилје постои можност за инсталирање на дополнителен капацитет со што би се постигнало повисоко производство на електрична енергија во периодите на вршна енергија и би се избегнале преливите во влажни хидролошки сезони.

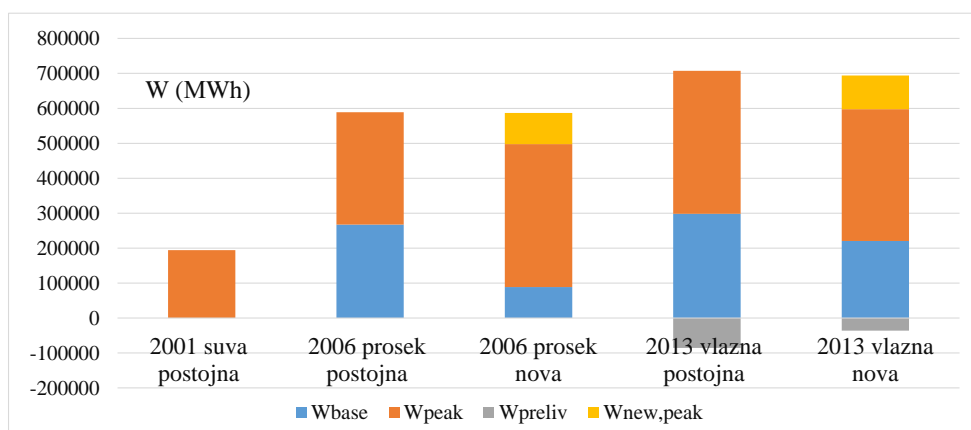
Во трудот се направени пресметки за повеќе режими на работа на ХС Црн Дрим за влажна 2013 година, просечна 2006 година и сува 2001 година. Разработени се по две варијанти за просечната и влажната репрезентативна година: при постојна инсталираност и со нова состојба (постојна + дополнителна инсталираност со нови агрегати). Доинсталираноста се состои во нова ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат од $20 \text{ m}^3/\text{s}$ и нето висински пад од 70m, и нов четврти агрегат во постојната ХЕЦ Шпилје од $36 \text{ m}^3/\text{s}$ ист како и постојните. За сувата репрезентативна година е работено само со постојна инсталираност зошто ефектот од доинсталираноста е практично незабележителен.

Како резултат од пресметките, во табела 1 се дадени сублимирани излезни податоци за годишно произведена електрична енергија (MWh) за сите три години репрезенти и сите случаи на разгледување по следните ставки: базна енергија (W_{base}), вршна енергија (W_{peak}), енергија од прелив (W_{preliv}) и енергија од новите агрегати како вршна енергија ($W_{\text{new,peak}}$). Разликата од пресметките на произведената/загубената енергија по сите ставки помеѓу нова и постојна состојба е дадено во последните две колони за двете години 2006 и 2013.

Табела 1 Сублимирани излезни резултати од пресметките за сите варијанти

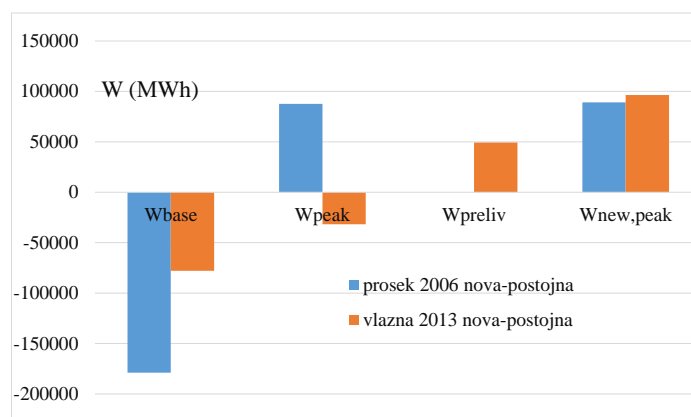
	2001 сува	2006 просек		2013 влажна		Разлика Нова - постојна	
	Постојна	Постојна	Нова	Постојна	Нова	2006	2013
Wbase (MWh)	0	267294	88440	298216	220417	-178855	-77799
Wpeak (MWh)	194431	321781	409312	409120	377410	87531	-31710
Wpreliv (MWh)	0	0	0	-85488	-36202	0	49287
Wnew,peak (MWh)	0	0	89148	0	96364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

На слика 1 графички е прикажана произведената/загубената електрична енергија по сите ставки за сите варијанти, а на слика 2 е дадена разликата помеѓу новата и постојната состојба со хидроенергетските објектите на ХС Црн Дрим.



Слика 1 Графички приказ на произведена/загубена електрична енергија за секоја варијанта по сите ставки

Соодветно на произведената електрична енергија, за секоја од ставките, во табела 2 се дадени финансиските биланси од продадена (базна или вршна енергија) и загубена енергија (во прелив) според цените на берзата по HUPX за 2018 година, добиени од ЕЈЕМ Трејд. Со режимите на работа со дополнителна инсталираност (нова) се добива повисока финансиска добивка заради форсирање на дополнителните агрегати во периоди на вршна енергија во годината, но секако и придобивка од намален прелив во влажни години.

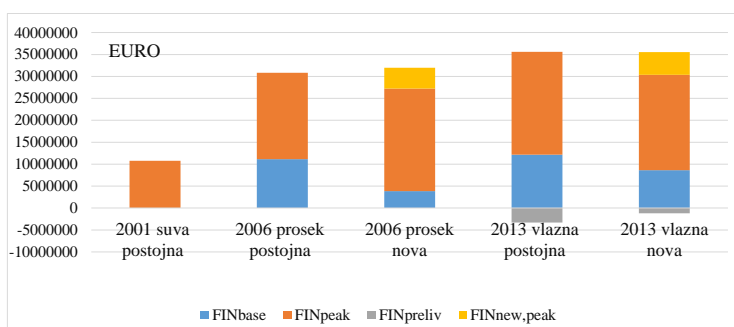


Слика 2 Разлика на електрична енергија помеѓу нова и постојна состојба по сите ставки

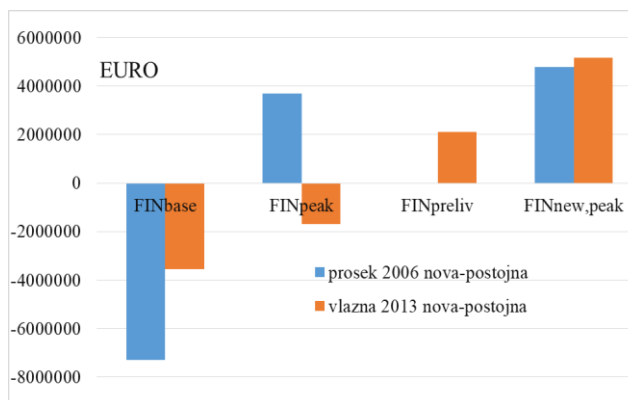
Табела 2 Финансиска добивка од продадена електрична енергија за сите три години репрезенти соодветно ставките на произведена/загубена енергија

	2001 сува	2006 просек		2013 влажна		Разлика Нова - постојна	
	Постојна	Постојна	Нова	Постојна	Нова	2006	2013
FINbase (€)	0	11153509	3866861	12183321	8634785	-7286648	-3548536
FINpeak (€)	10785275	19678486	23357799	23441209	21747413	3679313	-1693795
FINpreliv (€)	0	0	0	-3309868	-1196258	0	2113610
FINnew,peak (€)	0	0	4771037	0	5162319	4771037	5162319
SUMA	10785275	30831995	31995696	32314661	34348258	1163701	2033597

Сумарниот финансиски биланс на разликата при нова и постојна состојба се 1,16 мил.евра за просечна 2006 година и 2,03 мил.евра за влажна 2013 година. Графичкиот приказ по поедини ставки се дадени на слика 3 и слика 4.



Слика 3 Графички приказ на финансискиот биланс за секоја варијанта по сите ставки



Слика 4 Финансиски биланс на разлика помеѓу нова и постојна состојба по сите ставки

Во табела 3 се дадени придобивките по поедините ХЕЦ Глобочица, ХЕЦ Шпилје и целиот систем на Црн Дрим за двете избрани години 2006 како просечна и 2013 како влажна година.

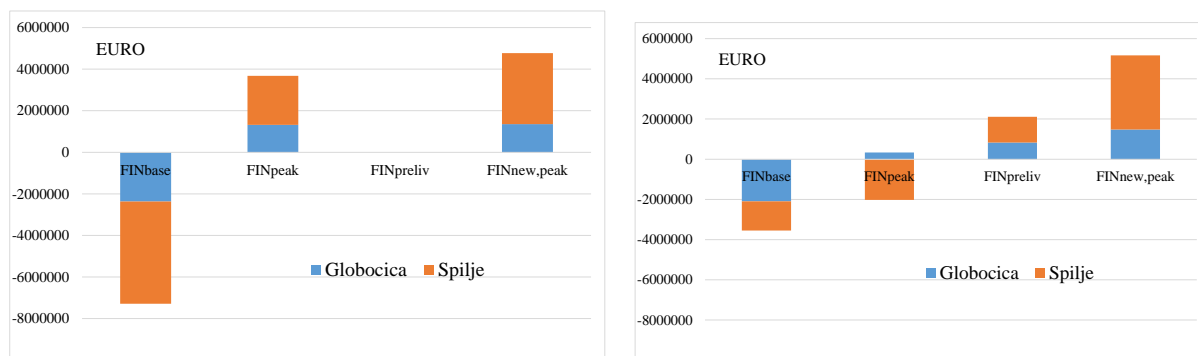
Табела 3 Придобивки по поедините ХЕЦ Глобочица, ХЕЦ Шпилје и целиот ХС Црн Дрим

РАЗЛИКА помеѓу НОВА - ПОСТОЈНА						
ХЕЦ Глобочица		ХЕЦ Шпилје		ХЕС Црн Дрим		
2006 просек	2013 влажна	2006 просек	2013 влажна	2006 просек	2013 влажна	
ПРОИЗВОДСТВО (MWh)						
Wbase	-60638	-46489	-118217	-31310	-178855	-77799
Wpeak	30319	4548	57212	-36258	87531	-31710
Wpreliv	0	18697	0	30590	0	49287
Wnew,peak	27527	29628	61621	66736	89148	96364
SUMA	-2792	6384	616	29758	-2176	36142
ФИНАНСИСКИ БИЛАНС (ЕВРА)						
FINbase	-2367117	-2098334	-4919531	-1450202	-7286648	-3548536
FINpeak	1317123	332207	2362190	-2026002	3679313	-1693795
FINpreliv	0	828401	0	1285209	0	2113610
FINnew,peak	1356914	1477493	3414123	3684826	4771037	5162319
SUMA	306919	539766	856782	1493831	1163701	2033597

Од табелата може да се забележи дека:

- за просечна 2006 година со доинсталираност само од продадена електрична енергија за целиот систем Црн Дрим има годишна добивка од 1,163 мил.евра, од кои околу 306919 € се од ХЕЦ Глобочица а 856782 € се од ХЕЦ Шпилје.
- за влажна 2013 година со доинсталираност само од продадена електрична енергија за целиот систем Црн Дрим има годишна добивка од 2,033 мил.евра, од кои околу 539766 € се од ХЕЦ Глобочица а 1493831 € се од ХЕЦ Шпилје.

На слика 5 графички се прикажани финансискиот придонес на ХЕЦ Глобочица и ХЕЦ Шпилје за 2006 и 2013 година соодветно.



Слика 5 Финансиски биланс на разлика помеѓу нова и постојна состојба по сите ставки за просечна 2006 и влажна 2013 година соодветно

2 ФИНАНСИСКА АНАЛИЗА НА ПРОЕКТИТЕ НА ДОИНСТАЛИРАНОСТ НА ХС ЦРН ДРИМ

Врз основа на техничките податоци и симулацијата на режимите на работа на поедините хидроцентрали на системот Црн Дрим, направени се финансиски анализи за физибилноста на доинсталираност во нови агрегати во ХЕЦ Глобочица 2 и во ХЕЦ Шпилје.

Според симулациите на продадена електрична енергија, беневитот од нова доинсталираност може да се смета како придобивката (НОВА-ПОСТОЈНА состојба) на ХЕЦ Глобочица и ХЕЦ Шпилје поединечно, како и интегрално на целиот хидроенергетски систем на Црн Дрим. Врз основа на претходните пресметки, вкупната добивка за просечна година изнесува околу:

- 310000 € (од продадена ел.енерг.) за ХЕЦ Глобочица
- 860000 € (од продадена ел.енерг.) за ХЕЦ Шпилје
- 1170000 € (од продадена ел.енерг.) за целиот ХЕС Црн Дрим

Со вакви добивки, за просечна година, понатаму направена е проценка на следните економски показатели: NPV (Net Present Value) и IRR (Internal Rate of Return).

Во анализите се пресметани економските показатели за животен век од 40 години на инсталираните нови моќности. Дисконтната стапка е променлива до граници на исплатливост кога $IRR = Dis_Rate$.

Како инвестиција на проектите е земена следната вредност:

- $P_{inst} = 12000kW \times 1200 \text{ €/kW} = 14,4 \text{ М€}$ за ХЕЦ Глобочица
- $P_{inst} = 28000kW \times 900 \text{ €/kW} = 25,2 \text{ М€}$ за ХЕЦ Шпилје
- $P_{inst} = 40000kW = 39,6 \text{ М€}$ за цел ХС Црн Дрим

Основните економски влезни податоци се дадени во табела 4, со кои е направена финансиската анализа.

Табела 4 Основни економски влезни податоци

	Добивка	Кредит	Ануитет год.	IRR, NPV=0, n=40 год.
	Милиони евра			
ХЕЦ Глобочица 2	0,31	14,4	1,75	0,3%
ХЕЦ Шпилје 4 агр.	0,86	25,2	2,93	4,9%
Интегрално ХЕС Црн Дрим	1,17	39,6	4,68	3,1%

Заедничко на сите варијанти е:

- Добивка на секоја централа и на целиот систем е само од продажбата на електрична енергија според цените на берзата по НУРХ за 2018 година, добиени од ЕЛЕМ. (од претходните пресметки)
- Година на отплата на кредитот е 10 години со грејс период од 3 години по инсталирање на агрегатот (агрегатите) и каматна стапка на кредитот од 3%.
- Во последната колона од табелата е дадена вредноста на IRR за период од 40 години, односно дисконтната стапка кога $NPV=0$ (за 40 год.). Ова значи дека за дисконтна стапка над IRR, проектот е нерентабилен за период од 40 години.
- Во добивката од продажба на електрична енергија е земено дека секоја година цената на електрична енергија расте за 2%, а одржувањето е земено да биде 1% од добивката.

Направени се 4 варијанти на финансиска анализа на паричниот тек за следните случаи како проекти:

- Проект на финансиска анализа само на ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат
- Проект на финансиска анализа само на 4 агрегат во ХЕЦ Шпилје
- Проект на ХС Црн Дрим интегрално – едновремена градба
- Проект на ХС Црн Дрим интегрално - сукцесивна градба

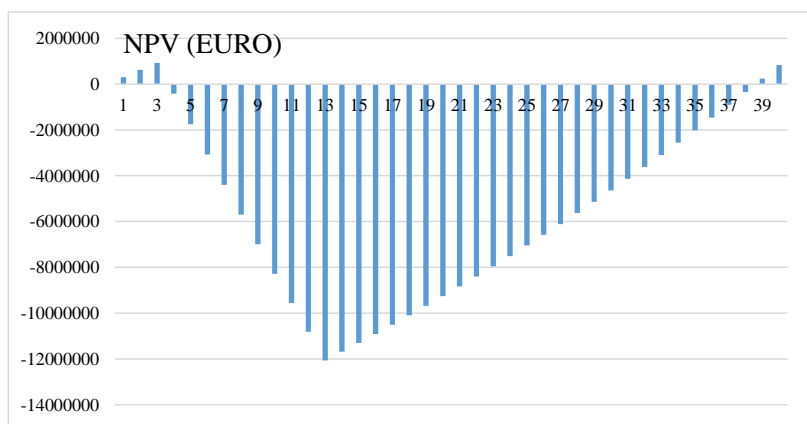
Во следниот дел од трудот се дадени резултатите во табеларна (до 13 година) и графичка форма (до 40 година) за секоја од варијантите кои се разгледани.

Проект на ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат

Најпрво е претставен проектот за изградба само на ХЕЦ Глобочица 2 со еден агрегат.

Табела 5 Паричен тек и NPV за Проект само на ХЕЦ Глобочица 2

ПРОЕКТ на ХЕЦ Глобочица 2				Dis_Rate=0,3%		
	Приход	Кредит	Одржување	Трошок	Добивка	NPV
1	310000	0	3100	-3091	309073	305982
2	316200	0	3162	-3143	314311	617150
3	322524	0	3225	-3196	319639	933592
4	328974	1690000	3290	-1673122	325056	-414473
5	335554	1690000	3356	-1668182	330566	-1752090
6	342265	1690000	3423	-1663259	336168	-3079180
7	349110	1690000	3491	-1658351	341866	-4395664
8	356093	1690000	3561	-1653459	347661	-5701462
9	363214	1690000	3632	-1648583	353553	-6996492
10	370479	1690000	3705	-1643722	359546	-8280668
11	377888	1690000	3779	-1638877	365640	-9553906
12	385446	1690000	3854	-1634048	371837	-10816118
13	393155	1690000	3932	-1629235	378139	-12067214
...
$\sum_{i=1}^{40}$				-16650560	17482310	831750



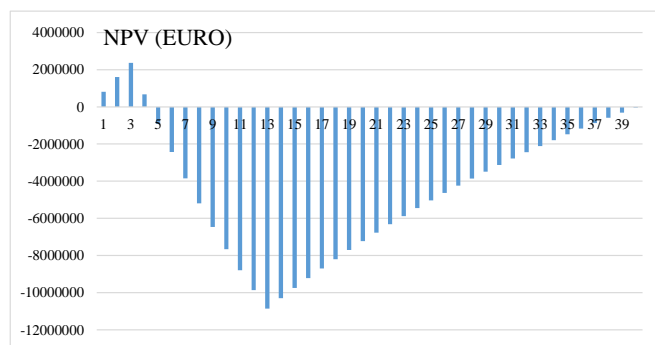
Слика 6 Графичка приказ за добивање на NPV за Проект само на ХЕЦ Глобочица 2

Проект на ХЕЦ Шпилје за 4 агрегат

Во овој случај е разгледана варијантата на поединечна инвестиција само на 4 агрегат во ХЕЦ Шпилје.

Табела 6 Паричен тек и NPV за Проект само на ХЕЦ Шпилје со 4 агрегат

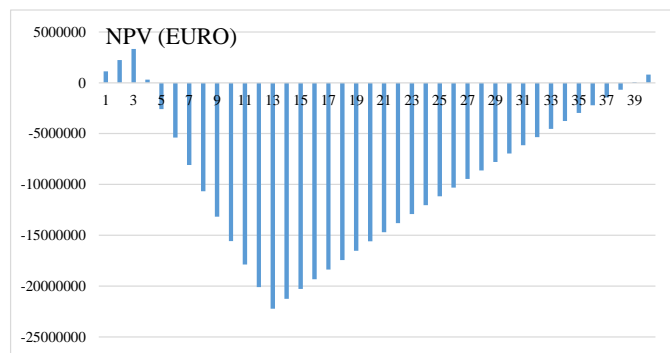
ПРОЕКТ на ХЕЦ Шпилје 4 агр.				Dis_Rate=4,9%		
	Приход	Кредит	Одржување	Трошок	Добивка	NPV
1	860000	0	8600	-8198	819828	811630
2	877200	0	8772	-7972	797164	1600822
3	894744	0	8947	-7751	775126	2368197
4	912639	2950000	9126	-2443777	753697	678118
5	930892	2950000	9309	-2329769	732861	-918790
6	949509	2950000	9495	-2221083	712601	-2427272
7	968500	2950000	9685	-2117469	692901	-3851840
8	987870	2950000	9879	-2018692	673745	-5196786
9	1007627	2950000	10076	-1924525	655119	-6466192
10	1027780	2950000	10278	-1834753	637008	-7663936
11	1048335	2950000	10483	-1749171	619398	-8793709
12	1069302	2950000	10693	-1667583	602275	-9859018
13	1090688	2950000	10907	-1589803	585624	-10863197
...
$\sum_{i=1}^{40}$				-20029899	19992710	-37189



Слика 7 Графичка приказ за добивање на NPV за Проект само на ХЕЦ Шпилје со 4 агрегат

Проект на ХЕС Црн Дрим интегрално – едновремена градба

Овој случај опфаќа градба на целиот систем Црн Дрим интегрално со двата агрегати и на Глобочица 2 и на Шпилје 4. Едновремената градба значи дека истовремено се инсталираат двата агрегати без временско затегање помеѓу нив.



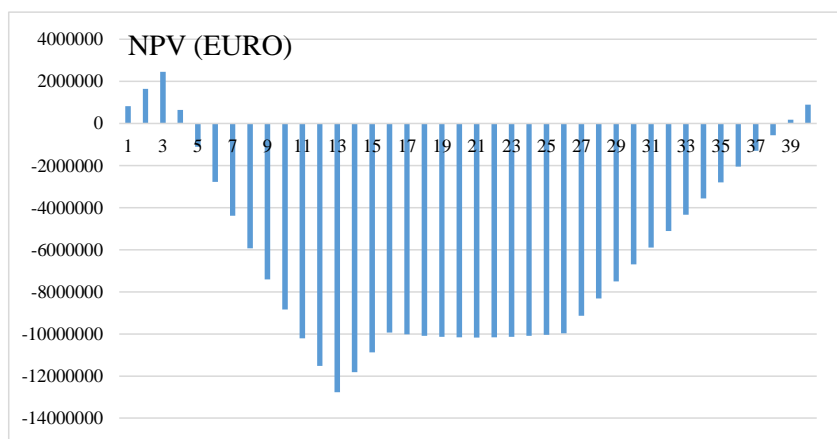
Слика 8 Графичка приказ за добивање на NPV за Проект на интегрален Црн Дрим - едновремена градба

Табела 7 Паричен тек и NPV за Проект на интегрален Црн Дрим - едновременна градба

ПРОЕКТ на ХЕС Црн Дрим интегрално				Dis_Rate=3,1%		
	Приход	Кредит	Одржување	Трошок	Добивка	NPV
1	1170000	0	11700	-11348	1134821	1123472
2	1193400	0	11934	-11227	1122713	2234958
3	1217268	0	12173	-11107	1110734	3334585
4	1241613	4640000	12416	-4117598	1098884	315871
5	1266446	4640000	12664	-3994003	1087159	-2590973
6	1291775	4640000	12918	-3874123	1075560	-5389535
7	1317610	4640000	13176	-3757845	1064085	-8083295
8	1343962	4640000	13440	-3645061	1052732	-10675624
9	1370841	4640000	13708	-3535666	1041500	-13169790
10	1398258	4640000	13983	-3429558	1030388	-15568959
11	1426223	4640000	14262	-3326638	1019394	-17876203
12	1454748	4640000	14547	-3226811	1008518	-20094495
13	1483843	4640000	14838	-3129983	997758	-22226720
...
$\sum_{i=1}^{40}$				-36303606	37108269	804663

Проект на ХЕС Црн Дрим интегрално - сукцесивна градба

Овој случај опфаќа градба на целиот систем Црн Дрим интегрално со двата проекти на централите, но со сукцесивна градба, односно најпрво се гради 4 агрегат во ХЕЦ Шпилје, а потоа агрегатот во ХЕЦ Глобочица 2.



Слика 9 Графичка приказ за добивање на NPV за Проект на интегрален Црн Дрим - сукцесивна градба

Во овој случај има временска разлика од 3 години помеѓу градба на агрегатот во ХЕЦ Шпилје и агрегатот во новата ХЕЦ Глобочица 2. Ова варијанта за разлика на истовремена градба на двата агрегати, бара сукцесивни инвестиции што е олеснително за инвеститорот.

Табела 8 Паричен тек и NPV за Проект на интегрален Црн Дрим - sukcesивна градба

ПРОЕКТ на ХЕС Црн Дрим интегрално				Dis_Rate=3,1%		
	Приход	Кредит	Одржување	Трошок	Добивка	NPV
1	860000	0	8600	-8341	834142	825800
2	877200	0	8772	-8252	825242	1642790
3	894744	0	8947	-8164	816437	2451063
4	912639	2950000	9126	-2618960	807726	639829
5	930892	2950000	9309	-2540370	799109	-1101432
6	949509	2950000	9495	-2464141	790583	-2774991
7	968500	2950000	9685	-2390203	782148	-4383046
8	987870	2950000	9879	-2318487	773803	-5927730
9	1007627	2950000	10076	-2248925	765547	-7411108
10	1027780	2950000	10278	-2181453	757379	-8835182
11	1048335	2950000	10483	-2116008	749298	-10201891
12	1069302	2950000	10693	-2052529	741304	-11513117
13	1090688	2950000	10907	-1990958	733395	-12770680
14	1480000	0	14800	-9653	965251	-11815081
15	1509600	0	15096	-9550	954953	-10869678
16	1539792	0	15398	-9448	944764	-9934361
17	1570588	1700000	15706	-1021047	934684	-10020723
18	1602000	1700000	16020	-990527	924712	-10086539
19	1634040	1700000	16340	-960923	914846	-10132616
20	1666720	1700000	16667	-932208	905085	-10159739
21	1700055	1700000	17001	-904354	895429	-10168664
22	1734056	1700000	17341	-877336	885875	-10160125
23	1768737	1700000	17687	-851128	876423	-10134830
24	1804112	1700000	18041	-825706	867073	-10093463
25	1840194	1700000	18402	-801047	857822	-10036689
26	1876998	1700000	18770	-777128	848669	-9965147
27	1914538		19145	-8396	839615	-9133929
28	1952829		19528	-8307	830657	-8311579
29	1991885		19919	-8218	821794	-7498003
30	2031723		20317	-8130	813026	-6693107
31	2072357		20724	-8044	804352	-5896799
32	2113804		21138	-7958	795770	-5108987
33	2156081		21561	-7873	787280	-4329580
34	2199202		21992	-7789	778880	-3558489
35	2243186		22432	-7706	770570	-2795624
36	2288050		22880	-7623	762348	-2040899
37	2333811		23338	-7542	754215	-1294227
38	2380487		23805	-7462	746168	-555520
39	2428097		24281	-7382	738207	175304
40	2476659		24767	-7303	730331	898332
				-32026578	32924910	898332

3 ЗАКЛУЧОК

Анализите на работа на ХС Црн Дрим од оперативен аспект со земање предвид хидролошките податоци и техничките карактеристики на објектите, се неопходни за следна фаза на финансиска анализа на поедините проекти на доинсталираност или пак на целиот систем на разгледување како интегрален проект. Финансиската анализа дава одговори на економската исплатливост и физибилноста на проектот, а преку анализа на осетливоста може да се види влијанието на поедини економски и технички параметри на проектот, како дисконтната стапка, начинот на кредитирање, производството и цената на електрична енергија, трошоците за одржување и др.

Финансиската анализа на проектите на доинсталираност кај ХЕЦ Глобочица 2 и четвртиот агрегат во ХЕЦ Шпилје се направени на нова претпоставена состојба на доинсталираност во однос на постојната состојба. Со тоа се валоризаат придобивките од дополнителен агрегат во двете хидроцентрали посебно, како и интегрално на целиот систем. Резултатите покажуваат дека поединечно како проект, ХЕЦ Глобочица 2 има најниска дисконтна стапка на исплатливост (0,31%), додека поединечно четвртиот агрегат на ХЕЦ Шпилје има највисока (4,9%). Ако се земе целиот ХС Црн Дрим интегрално како еден проект физибилната дисконтна стапка е 3,1%.

Меѓутоа без разлика на овие финансиски показатели, доинсталираноста на ХС Црн Дрим во новите услови на стопанисување со дерегулираниот пазар на електрична енергија може да биде исплатлива инвестиција на подолг временски рок.

4 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Crn Drim River Basin, Study on Optimum Utilization of Hydropower Potential, Final Report, GEING and FICHTNER, April 2016.
- [2] D. Newnan, T. Eschenbach, J. Lavell; Engineering Economic Analysis, Ninth Edition, Oxford University Press, 2004.
- [3] André Dozier. *Integrated Water and Power Modeling Framework for Renewable Energy Integration*. M.Sc. thesis, Colorado State University, Colorado, USA, 2012.
- [4] Steven Stoft; Power System Economics, Designing Markets for Electricity , IEEE Press & John Wiley & sons, Inc., publication, 2002.