

Сашо Цветковски
А.Д Електрани на Македонија (ЕЛЕМ)
Влатко Чингоски
Електротехнички фак., Унив. “Гоце Делчев”, Штип
Игор Николов
Андриц Хидро, Швајцарија

ХИБРИДНА КОНЦЕНТРИРАЧКА СОНЧЕВА ТЕРМОЕЛЕКТРАНА ВО ТЕ БИТОЛА - АНАЛИЗА НА ТРОШОЦИ И ПРИДОБИВКИ

КУСА СОДРЖИНА

АД Електрани на Македонија (ЕЛЕМ), отпочна со развој на проект за концентрирачка сончева електрана во близина на термоелектраните на РЕК Битола (ТЕ Битола). За изработка на проектната документација ЕЛЕМ ангажираше конзорциум составен од реномираната француска консултантска компанија Artelia и француска консултантска компанија Carbonium, посветена на развој на проекти со согласност со Механизмот за Чист Развој (CDM) [1].

Цел на проектната задача доставена до консултантите беше изработка на сеопфатна компаративна анализа, избор на оптимално техничко решение и концептуален проект на изградба на хибридна концентрирачка соларна централа на локација блиска до ТЕ Битола. При тоа беше водено предвид новиот проект во себе да ги обедини најдобрите можности за интеграција на новопроектирана сончева електрана во постоечката конвенционална термоелектрана ТЕ Битола која работи на домашен лигнит.

Техничките аспекти и анализи во врска со можностите за реализација на ваков хибриден проект како и можната технологија која евентуално би се користела се опишани во комплементарниот труд [2].

Во овој труд презентирани се дел од добиените резултати од деталната економската и финансиската анализа на Проектот за изградба на хибридна концентрирачка сончева електрана во ТЕ Битола. При извршената анализа на трошоци и придобивки, посебен акцент е посветен на неколку специфични детали, меѓу кои како најважни ги сметаме следните два:

- Вредноста на предвидена инвестиција и трошоци за работење и одржување, единечни цени на електричната енергија и топлинската енергија, како и нивна споредба со други традиционални пристапи кај кои исто така се користи сончева енергија, и
- Физибилност на проектот, земајќи ги во предвид приходите од продажбата на електричната енергија, како и приходите од продажба карбонските кредити за намалени емисии на стакленички гасови според Механизмот за Чист Развој (CDM).

Клучни зборови: концентрирачка сончева електрана, економска физибилност, механизам за чист развој.

1 ВОВЕД

Овој реферат има за цел да го презентира економскиот и финансискиот дел од анализите направени во рамките на Физибилити студијата за развој на Хибридна концентрирачка соларна термоелектрана во ТЕ Битола (ХКСТЕ). Изработката на Студијата беше подржана од страна на Француската влада, а изработена од конзорциумот на француски компании Artelia-Sogroph [1].

Со оглед дека прелиминарните финансиски показатели од анализата покажаа дека изборот за инвестирање во хибридна варијанта на концентрирана соларна електрана во спрега со постојна термоелектрана во ТЕ Битола ќе му овозможи на ЕЛЕМ да произведува сончева енергија по поевтина цена од класична независна сончева електрана, се продолжи со истражување и на останатите финансиски и економски параметри од оваа инвестиција. Имено, замајки ги предвид резултатите добиени во првата фаза, дека цената на електрична енергија од ваков вид на хибридна електрана [1], би се движеле околу 14 с€/kWh наспроти независна сончева електрана која би имала најмалку двојно повисока цена за електрична енергија од околу 29 с€/kWh, беше неопходна понатамошна анализа за ваков тип на енергетски објекти.

Овој резултат е апсолутно достиген ако се има во предвид дека за предложената хибридна технологија инвестициските трошоци за производниот блок нема потреба да бидат земени во анализа, бидејќи истите се веќе вклучени во анализа на постојните термо-објекти затоа што самиот хибриден метод се заснова на користење на веќе постоечките блокови од ТЕ Битола [2].

2 МОЖНОСТИ ЗА ПОКРИВАЊЕ НА ТРОШОЦИТЕ ЗА ИЗГРАДБА НА ХКСТЕ

Уште во почетната фаза во развојот на Проектот беа утврдени две можности за покривање на трошоците за изградба на ХКСТЕ. Првата можност беше преку покренување на соодветна иницијатива до Регулаторна комисија за енергетика за утврдување на повластени тарифи за ваков вид на хибридни производни капацитети за кои во овој момент такви повластени тарифи не постојат и/или не се предвидени. Втората можност беше трошокот за инвестирање во ваков проект да влезе во регулираната тарифа на ЕЛЕМ и на тој начин, праткично електраната да се финансира преку зголемување на цената на регулираната тарифа на електричната енергија произведена во ЕЛЕМ. После соодветни анализи, консултациите и дискусии во рамките на ЕЛЕМ како и од разговори водени со претставници на Регулаторната комисија за енергетика, Министерството за финансии како и потенцијалните меѓународни кредитори, беше донесен заклучок, според висината на инвестиции како и влијаните што овие дополнителни трошоци би ги имале врз крајната цена (мешавина од цени) на електричната енергија, најприфатливо решение е трошоците за инвестиции да се покријат преку соодветно кредитно задолжување на ЕЛЕМ, кое потоа ќе се исплаќа преку производство и продажба на дополнителни количини ЕЕ со соодветно зголемување на цената на произведената електричната енергија од ЕЛЕМ.

3 ИНВЕСТИЦИЈА ЗА ИЗГРАДБА НА ХКСТЕ

Избраната хибридна варијанта ги користи постојните турбини, генератори и останата потребна опрема која во моментот постои и се користи во ТЕ Битола, и на тој начин дел од очекуваните инвестициони трошоци се елиминираат со што се подобрува физибилноста на Проектот. Соодветно, инвестицијата практично се редуцира на изградбата на соларното поле и енергетско поврзување (топловоди) на едниот - соларен извор на новото соларно поле, со другиот постоечки термален енергетски извор во ТЕ Битола. Како прифатливи технологии за изведба на соларното поле, паралелно беа разгледувани две современи технологии:

- (1) параболични колектори (**ПК**) (Сл. 1а), и
- (2) рамни (Фреснел) колектори (**ФК**) (Сл. 1б).



(а)



(б)

Сл. 1: Постоечки комерцијални концентрирачки системи со (а) параболични огледала и (б) рамни (Фреснел) огледала.

Инвестициските трошоци беа пресметани и анализирани како специфични трошоци за секоја од двете расположиви технологии:

- **трошоци за соларното поле:** - 275 €/m² за ПК, односно 180 €/m² за ФК,
- **вкупна потребна површина:** 81.750 m² за ПК, наспрема 120.800 m² за ФК,
- **топловоди по цена од:** 1750 €/m за ПК, и 1500 €/m за ФК за целата должина од сончевото поле до котелот (околу 800 m).
- **останато трошоци (во проценти од вкупните основни инвестиции):**
 - градежни трошоци: 10%,
 - инженеринг и менаџмент: 5%,
 - непредвидени трошоци: 5%.

Трошоци поврзани со експропријација на земјиштето за изградба на соларното поле не се предвидени, бидејќи земјиштето на кое е предвидена изградба на ова поле е во сопственост на ЕЛЕМ.

Сумарна табела за трошоците за овој проект би била:

Табела 1: Инвестициони трошоци за соларната електрана

Елемент	ПК (милиони €)	ФК (милиони €)
Топлоизменувач	2.0	1.5
Подготовка на соларно поле	0.5	0.5
Придружни елементи	1.0	1.0
Колектори	22.5	21.7
Топловод	1.4	1.2
Непредвидено	5.5	5.2
Вкупно	32.9	31.1

4 ТРОШОЦИ ЗА РАБОТЕЊЕ И ОДРЖУВАЊЕ

Трошоците за работење и одржување на соларната електрана се предвидени согласно постоечките електрани од тој тип и со користење на конзервативни основи. Трошоците вклучуваат замена на опрема, годишно одржување, итн., и пресметани се како 1% од вкупниот инвестиционен трошок како просечна вредност за таков тип на проекти. Трошокот за управување е пресметан како производ од бројот на вработени и просечен трошок по вработен со согласност со македонските стандарди од 8.800 €/год. Останати оперативни трошоци се:

- **Трошоци за осигурување:** 1% од вкупниот инвестиционен трошок, и
- **Трошоци за вода:** реална вредност пресметана како производ помеѓу потребната количина на вода и единечната цена на водата.

Табелата со трошоци за работење и одржување на Проектот е дадена во Табелата 2:

Табела 2: Трошоци за работење и одржување на соларната електрана

Трошок	ПК (€)	ФК (€)
Одржување	328.575	311.328
Управување	70.400	70.400
Вода	1.650	900
Осигурување	328.575	311.328
Вкупно	729.200	693.956

5 ЦЕНА НА ЕЛЕКТРИЧНА ЕНЕРГИЈА И ВЛИЈАНИЕ ВРЗ РЕГУЛИРАНАТА ТАРИФА

Цената на електричната енергија произведена од соларната електрана ги зема во предвид сите трошоци кои можат да се јават во текот на целиот нејзин животен век: почетната инвестиција, трошоците за работење и одржување, трошоци за капиталот, како и профит (*според важечката Методологијата на Регулаторна комисија за енергетика*). Со земање во предвид на сите овие трошоци, за конечна цена на произведената електрична енергија од хибридната концентрирачка соларната електрана се добива вредност од 16,49 с€/kWh.

Ако се земе во предвид дека маргиналниот трошок за оваа централа е многу мал, односно изнесува некаде околу 1% од вкупните трошоци за годишно реализирано производство на електрична енергија на ЕЛЕМ, тогаш се доаѓа до навистина маргинално покачување на цената на струјата произведена од ЕЛЕМ како резултат на изградбата и работата на овој нов капацитет во висина од околу 1%.

Резултатите од анализата детално се прикажани во Табелата 3:

Табела 3: Зголемување на цената на ЕЕ како ефект од изградбата на сончевата централа

Производство еден блок од ТЕ	1,519,978	MWhel	(2009)
ТЕ Битола вкупно производство	4,559,934	MWhel	(2009)
ЕЛЕМ вкупно производство	6,462,300	MWhel	(2010)
Цена на електрична енергија (ЕЛЕМ)	3.85	€cents/kWhel	(2012)
Производство на ЕЕ од сончево поле	25,745	MWhel/year	(Сончево поле II)
% од еден блок на ТЕ	1.69	%	
% од цела ТЕ Битола	0.56	%	
Производствена цена на ЕЕ од сончевата електрана	16.49	€cents/kWhel	
Додаден маргинален трошок	/ на 1 блок	0.21	€cents/kWhel + 5.2%
	/ на цела ТЕ	0.07	€cents/kWhel + 1.8%
	/ на ЕЛЕМ	0.05	€cents/kWhel + 1.3%
Нова цена на ЕЕ од ЕЛЕМ	/ Вкупно ЕЛЕМ	3.92	€cents/kWhel

6 ПРИХОДИ ОД ПРОЕКТОТ И МЕХАНИЗАМ ЗА ЧИСТ РАЗВОЈ

Главната придобивка од овој Проект е производство и продажба на електрична енергија која е произведена од топлина добиена од концентрирачка соларна електрана, односно истата може да се третира како обновлива и еколошки најприфатлива енергија. Дополнително, ако Проектот биде регистриран како **СДМ Проект** (*Проект според Методологија за Чист Развој*), тогаш може да се реализираат, покрај приходите од продажба на електрична енергија и дополнителни приходи од продажба на т.н. **Сертифицирани редукции на стакленички гасови (СЕР)**. Цената на овие СЕР-ови во овој момент е прилично ниска па заради тоа нејзиното влијание во пресметките за исплатливост на проектот не е земена во предвид. Во таков случај, за внатрешната стапка на поврат на капиталот (**IRR**) добиена е вредност од 9,83% што претставува гранична вредност за прифаќање на енергетски проекти од страна на меѓународните финансиски институции. При претпоставена цена на СЕР-овите од само 8 евра, што претставува многу реална вредност, посебно ако се има предвид дека во минатото, цената на овие сертификати достигнуваше вредности и до 20 евра, тогаш внатрешната стапка на поврат на капиталот (**IRR**) се покачува на вредност од 10,19%. Покрај овие придобивки не треба да се заборава социјалниот ефект и новите вработувања кои ќе се реализираат при изградба и одржување на проектот кои подетално се анализирани во [3].

Во рамките на економската анализа направена е и симулација на осетливоста на Проектот по однос на висината на регулираната тарифа за откуп на произведена електрична енергија утврдена од страна на Регулаторната комисија за енергетика. Резултатите од оваа анализа се дадени во Табела 4.

Табела 4: Финансиски сценарија за различни регулирани тарифи на ЕЕ

Регулирана тарифа (€cents/kWhel)	Однос Инвестиција/Добивка	Нето сегашна вредност (NPV)	Внатрешна стапка на поврат на капиталот (IRR)
3.900	0.75	-9,463,728	5.0%
3.910	0.96	-3,426,522	7.5%
3.920	1.16	2,610,685	9.8%
3.930	1.37	8,647,891	12.0%
3.940	1.57	14,685,098	14.0%
3.950	1.78	20,722,304	16.0%
3.960	1.98	26,759,511	17.9%
3.970	2.19	32,796,718	19.8%
3.980	2.39	38,833,924	21.7%
3.990	2.60	44,871,131	23.5%
4.000	2.80	50,908,337	25.3%
4.010	3.00	56,945,544	27.2%

7 ЗАКЛУЧОЦИ

Добените резултати од изработената Студија за исплатливост покажуваат дека додадениот маргинален трошок од изградбата на соларната централа во Битола е екстремно низок и е на ниво од околу 0,05 €cents/kWhel. Според тоа, Проектот за изградба на хибридна концентрирана соларна електрана има неутрално или многу мало влијание врз финансиските трошоци и работењето на ЕЛЕМ.

При тоа, секако не треба да се заборава дека овој Проект нема само енергетско туку многу пошироко економско значење и тоа не само за ЕЛЕМ туку и за државата во целост поради трансфер на напредни технологии и компететности, нови вработувања, намалување на

климатските промени, и достигнување на целите за зголемено производство на ЕЕ од обновливи извори.

Во врска со различните технички опции како и нивото на инвестиции за секое од нив, може да се заклучи дека разликата во трошоци помеѓу двете анализирани варијанти е речиси незначителна, 32.857.500 € за параболични колектори (ПК) во споредба со 31.132.800 € за рамни (Фреснел) колектори (ФК).

Како оптимална варијанта за евентуално финансирање на Проектот, во Студијата се предлага финансирањето да биде преку кредитно задолжување на ЕЛЕМ според модел каде ЕЛЕМ би обезбедил до 15% сопствено учество, додека останатите 85% би биле обезбедени преку поволен заем од меѓународните финансиски институции (на пример, EBRD, KfW, Светска банка итн.).

Бидејќи, освен Проектот за ветерната фарма Богданци, овој е вториот од двата единствени проекти од нови обновливи извори во Р.Македонија, сметаме дека би било корисно во наредните години да се даде приоритет на отпочнување со реализација на овој Проект.

8 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Artelia Eau & Environment & Carbonium, “*Concentrated Solar Power Plant Feasibility Study Design of the Hybrid CSP Plant - Final Report*” - Скопје, November 2012.
- [2] С. Цветковски, В. Чингоски, И. Николов, „*Развој на хибридна концентрирачка сончева термоелектрана во ТЕ Битола*“, МАКО-СИГЕ, октомври 2013 (комплементарен труд на овој).
- [3] ЕМПИРИА ЕМС, *Студија за оценка на влијанието врз животната средина и социјалните аспекти на Концентрирачка соларна централа - Битола*, Скопје, Ноември 2012.