

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

РАЗВОЈ НА ХИБРИДНА КОНЦЕНТРИРАЧКА СОНЧЕВА ТЕРМОЕЛЕКТРАНА ВО ТЕ БИТОЛА

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 посветена на развој на проекти од механизмот за чист развој (CDM), Carbonium.

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

Основен заклучокот на изработената Техничка студија за изводливост беше дека најдобра опција за хибриден концепт на користење на сончева енергија и домашниот лигнит во ТЕ Битола е предгревањето на напојната вода помеѓу последниот високопритисен грејач на вода и влезот во котел со користење на сончева енергија. Сончевата енергија која би се користела во разменувањето на топлина првично би ја подигнула температурата на водата од 250 °C на 285°C со што се намалува потребната енергија во котелот како резултат на горење на лигнит. На тој начин, во периодите на денот кога има сончево зрачење, може да се реализира соодветно намалување на потребната моќност на котелот и следствено на тоа, намалување на потрошувачката на јаглен на термоелектраната во тој период на денот.

Ваквото техничко решение овозможува избегнување на било какви модификации на оперативните параметри на турбината, што реално не е лесно да се изведе без последици и можни грешки. Едновремено, ваквото техничко решение не влијае врз ефикасноста на котелот и осигурува високи коефициенти на полезно дејство и конверзија на сончева енергија во електрична енергија со минимален трошок за производство на обновлива сончева енергија. Во овој труд ќе бидат прикажани главните резултати и заклучоци од изработената Техничката студија за изводливост за изведба на Проектот за хибридна концентрирачка сончева електрана во Битола.

Клучни зборови: Хибридна концентрирачка сончева електрана, студија за техничка изводливост, концепт на хибридизација.

1 **ВОВЕД**

Овој труд има за цел да ги презентира дел од резултатите добиени при изработката на Студија за техничка изводливост и оправданост за изградба на хибридна концентрирачка соларна термоелектрана во ТЕ Битола (ХКСТЕ). Изработката на Студијата беше подржана од страна на Француската влада, а изработена од Конзорциумот на француските компании Artelia-Sogreah, потпомогнати од стручните служби при Електрани на Македонија (ЕЛЕМ).

Изработката на Студијата се одвиваше во три последователни фази, и тоа:

Фаза 1: Изработка на Прелиминарна студија,

Фаза 2: Проектирање на ХКСТЕ, и

Фаза 3: Подготовка на тендерска документација.

Во рамките на првата фаза - Изработка на Прелиминарна студија, беше направена анализа на сончевите ресурси на предвидената локација и анализа на расположивите технологии за искористување на сончевата енергија. При тоа беа анализирани неколку варијанти. Покрај класичното решение кое предвидува изградба на нова самостојна термоелектрана кај која ислучително би се користела сончевата енергија за производство на пара која потоа би придвижувала парна турбина и произведувала електрична енергија, беа анализирани и чисто фотоволтаична електрана (директно претворање на сончевата енергија во електрична) како и неколку можни техники за хибридно користење на сончевата енергија во спрега со постојните постројки во ТЕ Битола.

Решението за директно користење на сончевата енергија и нејзино претворање во електрична енергија со помош на фотоволтаични ќелии веднаш беше отфрлено бидејќи во Република Македонија не постои субвенционирање на ваков вид на енергија доколку истата е произведена во постројки со инсталирана моќност поголема од 1 MW. Со оглед дека на предвидената локација постојат услови за изградба на соларна електрана со снага поголема од 10 MW, а имајќи предвид дека ваквите објекти без постоење на соодветен стимулативен метод за откуп на произведената електрична енергија по повластени цени не се економски исплатливи, опцијата за изградба на ваков објект беше одбиена.

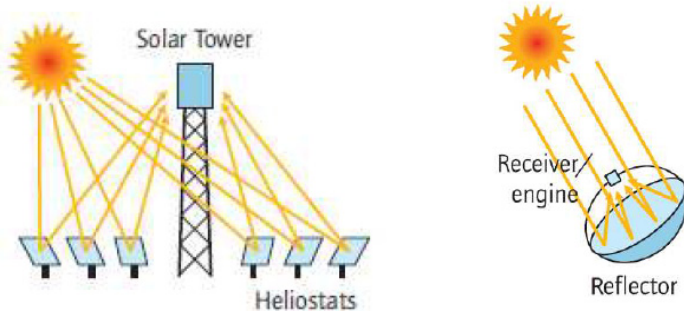
Исто така, решението за индиректно производство на електрична енергија со користење на соларната енергија најпрво како енергетски извор за загревање на вода и создавање на водена пара за движење на нова парна турбина и производство на електрична енергија беше отфрлено како скапо и економски неприфатливо. При тоа беше земено предвид дека за таков вид на производство на електрична енергија сеуште непостојат повластени тарифи за откуп на произведената електрична енергија во Република Македонија, од една страна и од друга страна затоа што цената на произведениот kWh електрична енергија далеку ја надминува сегашната економска моќ на македонската индустрија и домаќинствата.

Според тоа, изработката на Студијата се концентрира на хибридните методи како можни технички варијанти за користење на сончева енергија во соработка со постојните енергетски постројки во ТЕ Битола. Од аспект на користење на соларна технологија, беа разгледувани две современи технологии:

- (1) соларна централно концентрирачка електрана.
- (2) соларна линеарно концентрирачка електрана, и

Дополнително за двете анализирани технологии, беа разгледувани две можни подваријанти:

- (1) соларна централно концентрирачки електрана.
 - a. Концентрирачки системи со централна кула која е фокусна точка
 - b. Концентрирачка сфера во чиј фокус се наоѓа рецепиентот на топлина



Слика 1 Постоечки комерцијални концентрирачки системи со централна кула која е фокусна точкаи концентрирачки сфера во чиј фокус се наоѓа рецепиентот на топлина

- (2) соларна линеарно концентрирачка електрана:
 - a. параболични огледала
 - b. рамни огледала(фреснел)



Слика 2 Постоечки комерцијални концентрирачки системи со параболични и рамни огледала

После анализа на сите расположиви варијанти, беше направен избор за параболична соларна електрана во комбинација со постројките на постојната ТЕ Битола.

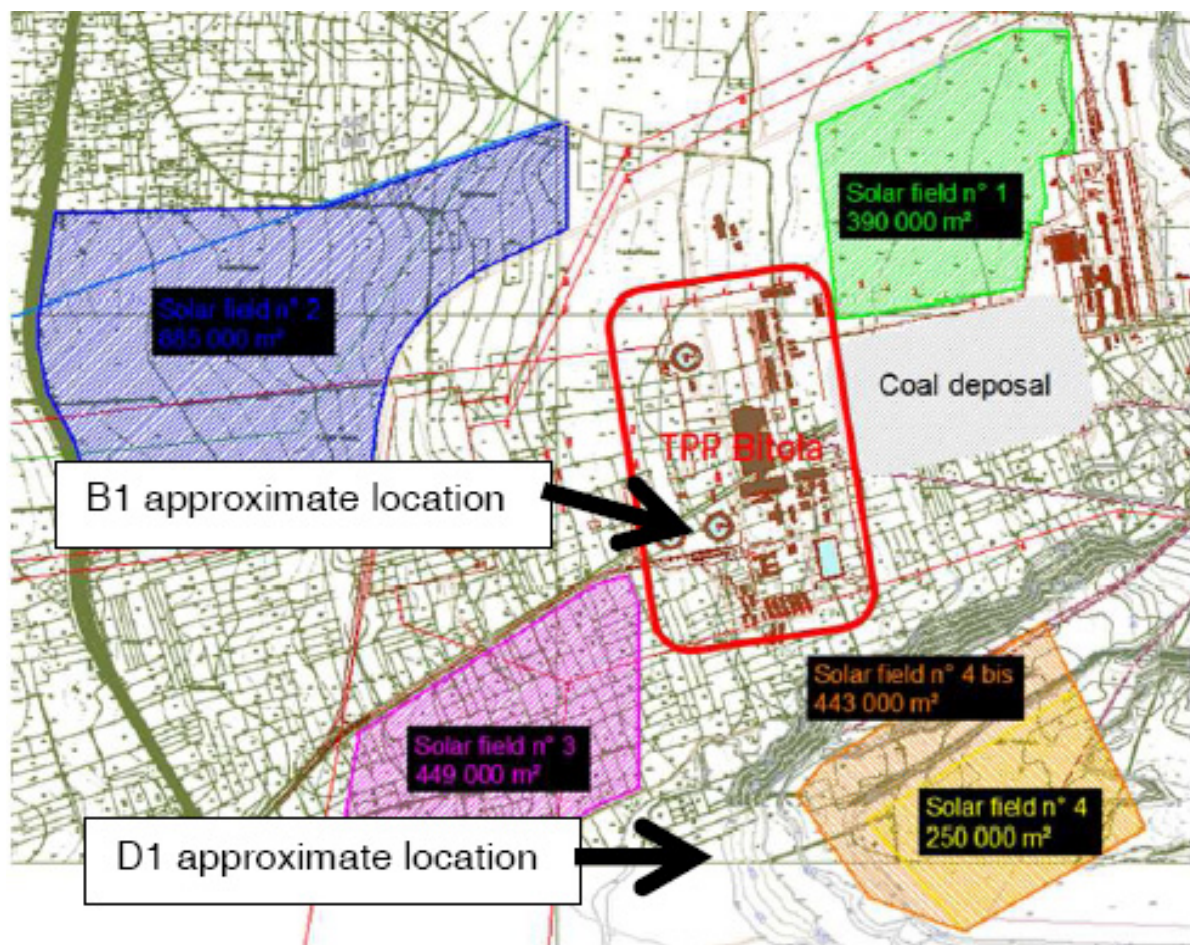
Првата фаза потврди избор на хибридна варијанта која ќе му дозволи на ЕЛЕМ да произведува сончева енергија по поевтина цена од независна сончева електрана. Според резултатите од првата фаза цената на електрична енергија од хибридната електрана е 14с€/kWh наспроти независна сончева електрана која би имала цена на електрична енергија од 29 с€/kWh).

Овој резултат не е изненадувачки бидејќи, за хибридна технологија инвестиционите трошоци за производниот блок не се пресметани бидејќи се користат веќе постоечките блокови од ТЕ Битола. По изборот на конфигурација, во втората фаза се пристапи на проектирање на ХКСТЕ при што целите беа:

- Да се одреди најдобра опција за интеграција на соларната електрана со конвенционална термоелектрана
- Да се проектира ХКСТЕ
- Изработка на Студија на влијание врз животната средина
- Анализа на можноста за користење на механизмот за чист развој
- Анализа на економска исплатливост и идентификување на можности за финансирање

2 ИЗБОР НА СОЛАРНО ПОЛЕ ЗА ЕЛЕКТРАНАТА

При изборот на соларно поле за електраната се водеше сметка за површината која е потребна за сместување на соларните панели согласно инсталираната моќност на електраната, геолошките услови и сопственоста на земјиштето. Согласно условот полето да биде во непосредна близина на електрантата се идентификуваа 4 можни соларни полиња кои се презентирани на сликата подолу.



Слика 3 Идентификувани можни соларни полиња(1-4) и геолошки бушотини (B1 и D1)

Доколку инсталацијата е на полето бр.4 тоа значително би ги зголемило трошоците на инвестицијата заради геолошката средина (8 мил.евра за градежни активности). Додека пак за полето бр.1 и бр.2 градежните работи се предвидуваат да чинат околу 0.5 мил.евра. Полето бр.3 исто така беше исклучено од понатамошно разгледување поради големите предвидени трошоци за експроприација. Согласно горенаведеното ЕЛЕМ одлучи да го одбере полето бр.1 за детален проект на сончевата електрана. Ова поле припаѓа на ЕЛЕМ (Р.Македонија) и има минимален трошок за градежни активности.

Единствено контаминацијата со јагленова прашина би била мал негативен фактор поради непосредна близина на депото за јаглен за ТЕ Битола но тоа би се решило со редовно чистење на огледалните колекторски површини.



Слика 4 Избрано соларно поле (бр.1)

3 ИЗБОР НА ОПТИМАЛНА ВАРИЈАНТА ЗА ХИБРИДИЗАЦИЈА

Во предвид беа земени неколку можни варијанти за хибридикација и интеграција на соларното поле во термоелектраната, и тоа: вбризгување на пара во ладен меѓупрегрев; предгревање на вода пред влез во котел; бајпас на предгревачи на вода за висок притисок и бајпас на предгревачи на вода за низок притисок.

Табела 1 Опции за интеграција на соларното поле

| Опција за интеграција | Температура на примарен флуид во влезна точка | Притисок на примарен флуид во влезна точка | Конвенционална опрема врз која има влијание |
|--|---|--|---|
| Инјектирање во ладната предгреана пара | 3400 °C | 30 bar | Турбина |
| Предгревање на котелот | 2850 °C | 155 bar | Котел |
| Бајпас на високиот притисок | 2500 °C | 155 bar | Турбина |
| Бајпас на нискиот притисок | 1600 °C | 7,2 bar | Турбина |

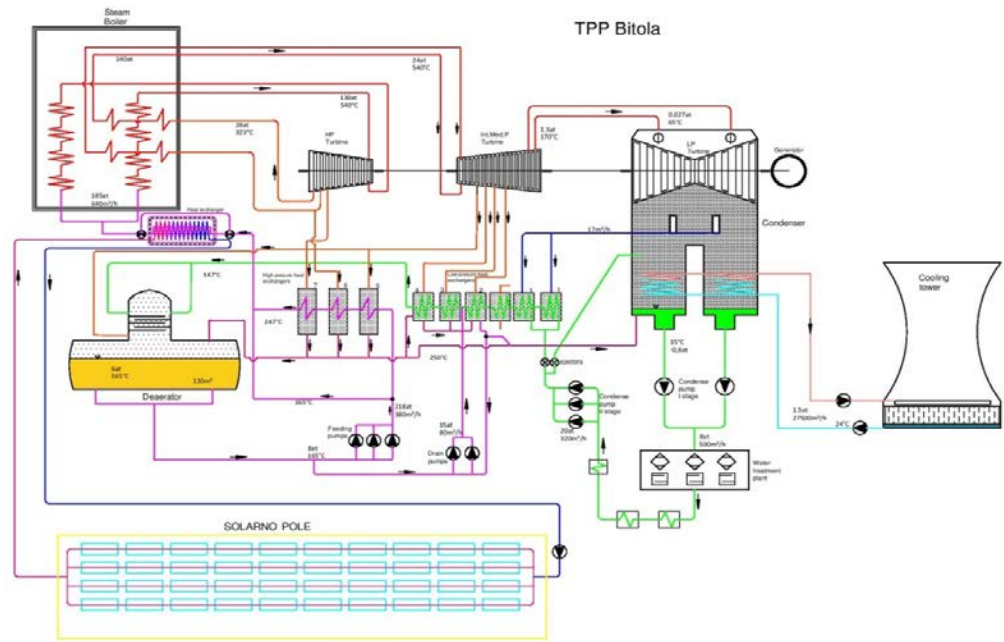
За сите горенаведени опции за интеграција, Artelia избра технологии на ХКСТЕ и флуиди за трансфер на топлина според термодинамичката физибилност и така беа дефинирани 9 можни сценарија за хибридикација. После контактите со производителите на котелот и на турбината беше заклучено дека најмало влијание врз постоечкиот систем ќе се има доколку се избере сценарио со интеграција во котелот на електраната. Со цел да се валидизира избраната опција на интеграција, консултирани се и Babcock Borsig Steinmuller (изведувачот на модернизацијата на котлите во ТЕ Битола), и е изработена комплетна симулација на работата на котелот со предгревање на водата пред влез во котелот.

Резултатите на BBS се задоволувачки, односно ефикасноста на котелот (докажано со симулациите) се зголемува незначително, и што е најбитно нема потреба од значителни модификации на котелот.

Целта е да се намали топлинското оптоварување во котелот и да се намали потрошувачката на јаглен во текот на сончевиот период, која се очекува да изнесува околу 37.000т/год.

Оваа солуција обезбедува највисока ефикасност во однос на конверзијата на сончева во електрична енергија и најниски трошоци за производство на ел.енергија од соларен извор.

За оваа избрано сценарио е возможно да се користат и Параболични огледала (со термално масло како флуид) или со линерни колектори (со заситена параа како флуид). Избраното сценарио на интеграција е прикажано на Слика 5 подолу.



Слика 5 Шема на интеграција на соларното поле со постоечката електрана

4 АНАЛИЗА НА ВАРИЈАНТИТЕ НА ИЗБРАНАТА ВАРИЈАНТА ЗА ХИБРИДИЗАЦИЈА

Со комбинирање на резултатите од перформансите на соларното поле и резултатите од перформансите на конвенционалната ТЕ Битола, со моделирање Artelia ги определи техничките и економските параметри на хибридната електрана, при што беа определени следните параметри:

Табела 2 Параметри на работните флуиди

| Параметри | Параболичниогледала | Линеар фреснел |
|---------------------------------------|---------------------|-------------------|
| Флуид за трансфер на топлина | Термичко масло | Вода под притисок |
| Темп. на влез во соларно поле (0 °C) | 250 | 250 |
| Темп. на излез во соларно поле (0 °C) | 360 | 295 |
| Притисок на флуидот за трансфер (бар) | 10 | 80 |
| Номинален проток (т/ч) | 500 | 80 |

Одредената локација за хибридната концентрирачка електрана (непосредно до ТЕ Битола) со својата географска поставеност би била „изложена“ на DNI (директно нормално зрачење) од околу 1550 kWh/m2годишно, и тие резултати треба да се потврдат со инсталирање на мерна станица која ќе биде поставена во близина на предвидената локација на соларното поле а мерењата ќе бидат во времетраење од мин. 1 година.Шематски приказ на соларното поле, инсталацијата и основната опрема (пумпи, топлиноизменувачи, дренажа) е прикажана подолу.

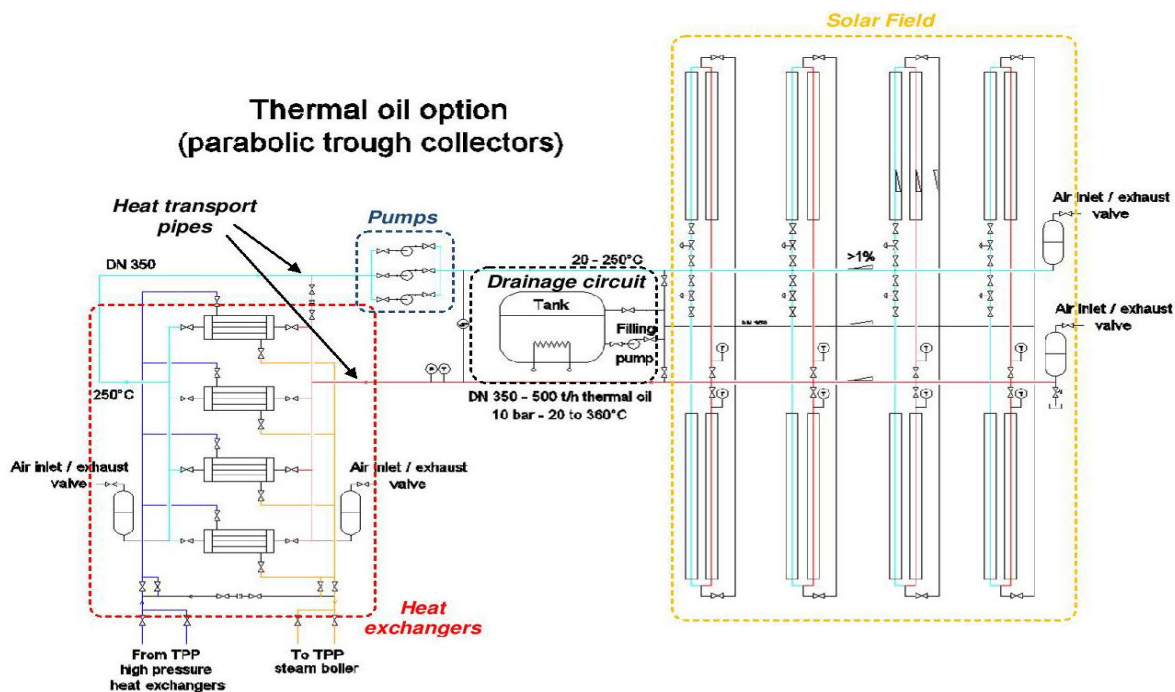


Figure 24. Conceptual design scheme of the Parabolic Trough collectors' option

Слика 6 Шематски приказ на соларното поле

Поради тоа што во летните месеци се вршат ремонтни активности на блоковите, топлинските изменувачи е предвидено да бидат споени со два блока од ТЕ Битола за да се овозможи непрекината работа на хибридниот систем кој во тие периоди би генерирал повисока топлинска енергија. Мониторингот, командите и контролниот систем на соларното поле и опремата би се интегрирал до постојните контролни управувачки простории на блоковите во ТЕ Битола.

Табела 3 Перформанси на Хибридната соларна електрана

| Перформанси на Хибридната соларна електрана | | |
|--|-------------------------|------|
| Годишно производство на топлина | GWh _{th,solar} | 53 |
| Ефикасност на конверзија на соларна во електрична ен. | % | 48% |
| Вкупно произведена ел.енергија од соларна електрана | GWh _{el,solar} | 25 |
| Производство на ел.енергија од еден блок во ТЕ Битола | GWh _{elec} | 1423 |
| Однос на производство на ел.енергија од сол.електрана спрема 1 блок во ТЕ Битола | % | 1,8% |
| Вкупно производство на ел.енергија од ТЕ Битола | GWh _{elec} | 4270 |
| Однос на производство на ел.енергија од сол.електрана спрема ТЕ Битола (3те блока) | % | 0,6% |

5 ЗАКЛУЧОК

Техничките параметри добиени во текот на изработката на Фисибилити студијата докажуваат дека технологијата на соларни концентратори може да се интегрира во класичен енергетски објект, во нашиот случај термоцентралата ТЕ Битола. Во содржината на студијата целосно се дефинирани сите појдовни параметри и технички опис за подготвителни активности за реализација на проектот.

Бројните анализи и симулации од изработувачот на студијата се исто така потврдени од релевантни компании, при што се добиени изедначени резултати за ефикасноста и моќноста на парниот котел како „најзасегнат“ елемент во овој случај, што дава позитивна проекција дека функционирањето на ТЕ Битола и по евентуално имплементирање на овој проект ќе биде безбедно и во рамки на предвидените очекувања.

6 ЛИТЕРАТУРА

- [1] Artelia Eau & Environment & Carbonium, “Concentrated Solar Power Plant Feasibility Study Design of the Hybrid CSP Plant - Final Report”- Skopje, November 2012.
- [2] С. Цветковски, В. Чингоски, И. Николов, „Развој на хибридна концентрирачка сончева термоелектрана во ТЕ Битола“, *МАКО-CIGRE*, 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.