

Сравнителен анализ на прогнозно и реално енергопроизводство от фотоволтаичен парк „Пауново“

Илия Илиев, Веселка Камбурова, Ангел Терзиев, Пламен Граматиков

Comparable analysis of estimated and real energy production from photovoltaic system "Paunovo": Here are presented and analysed the energy production data from photovoltaic system "Paunovo". The comparative analysis is based on the estimated data collected by the photovoltaic modules and statistical data from the PVGIS and NASA database. Also analysis of the cash flow based on both data has been made. This article was developed by the kindly support of EnCon Services Ltd.

Key words: Electricity Production, Photovoltaic Module, Solar Activity

ВЪВЕДЕНИЕ

Използването на възобновяема енергия е силно поощрявано в Европейския съюз, като основният законов акт, касаещ производството на електроенергия от БЕИ, е Директива 2001/77/ЕС за насърчаване производството на електроенергия от възобновяеми енергийни източници на вътрешния пазар на електроенергия.

Националната индикативна цел за България за 2020 година е достигане на 16% дял на електрическата енергия от такъв тип източници в брутното вътрешно потребление на енергия. Към 2020 година се планира инсталираните мощности във фотоволтаичните централи да бъдат 200 MW, което представлява едва 5% от общите мощности на БЕИ.

Слънчевата енергия е енергиен източник с най-голям потенциал за територията на България (4.1 млн. tne). Теоретичният потенциал е слънчевата радиация, падаща на земната повърхност, която се изразява като средна слънчева радиация в kWh/m². Средногодишната продължителност на слънцегреенето е приблизително 2150 часа, а средногодишния ресурс слънчева радиация е 1517 kWh/m² [2].

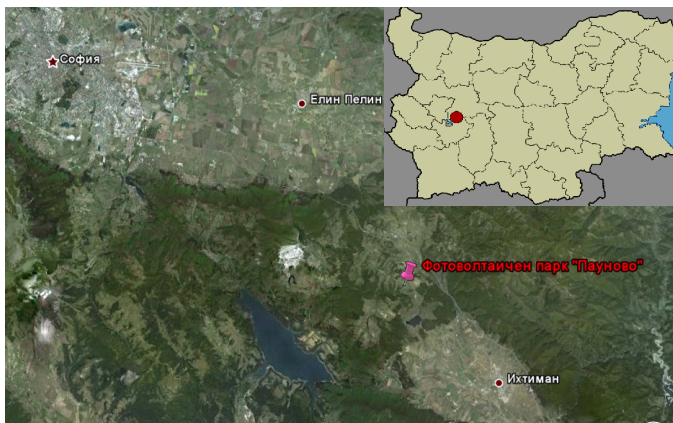
Възможностите за използване на потенциала на слънчева енергия в страната за производство на електроенергия са добри, преференциалните цени за изкупуване на енергията са високи, но трябва да се отчете фактът, че изграждането на централи за електропроизводство от слънчева енергия все още е ограничено поради високата стойност на инвестицията.

В настоящата статия се разглежда действителното енергопроизводство на фотоволтаичната централа „Пауново“, което се сравнява с прогнозните данни на слънцегреенето от базите данни на PVGIS и NASA.

ОБЩА ИНФОРМАЦИЯ ЗА ФОТОВОЛТАИЧНИЯ ПАРК

Първият в България фотоволтаичен парк с инсталирана мощност 1 MWp е изграден до село Пауново, община Ихтиман (фиг.1). Соларният парк е разположен на площ от 45 декара, където са инсталирани 13365 фотоволтаични модула тип Канека K75 с номинална мощност 75 Wp всеки. Тези соларни модули са тънкослойни аморфносилициеви. Видът и организацията на панелите във фотоволтаичния парк са представени на фиг. 2. Тънкослойните соларни модули осигуряват максимална производителност през летния пиков сезон, както и при наличието на дифузна светлина през зимния период. Модулите не се заснежават и се очаква добивът на електроенергия от тях да е добър и през зимата. Оптималният ъгъл на наклона на панелите за максимално енергопроизводство е 33°.

През 2008 г. фирма „Енкон сървисис“ ООД е съставила подробен бизнес план на проекта, включващ инсталирането на соларните панели. В бизнес плана са представени и подробно описани както вероятното енергопроизводство на фотоволтаичните модули, така и разпределението на паричните потоци във времето.



Фиг. 1. Местоположение на фотоволтаичен парк „Пауново“



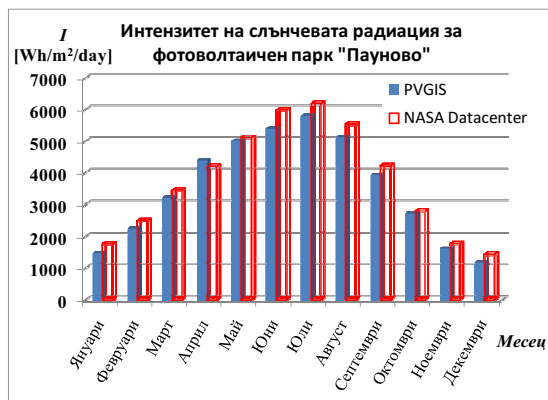
Фиг. 2. Изглед на фотоволтаичен парк „Пауново“

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ЕНЕРГИЙНИЯ ПОТЕНЦИАЛ. СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ НА ЕНЕРГОПРОИЗВОДСТВОТО

Определянето на енергийния потенциал за дадена площадка е възможно единствено при познаване на интензитета на слънчевата радиация. Поради факта, че липсва информация за интензитета от натурните измервания (проведени на самото място на инсталиране на панелите), тук е направен анализ на базата на данни, получени от софтуерния продукт PVGIS и онлайн базата данни на NASA (NASA Database Center) [2, 3]. Въз основа на информацията от тези два източника изменението на слънчевата радиация в годишен аспект е представено на фиг. 3. Разликата между данните е в рамките на 6-7%. Тук трябва да се спомене, от една страна, че в базата данни на PVGIS съществува информация за слънчевия потенциал за по-голям брой точки, в сравнение с тази на NASA Datacenter, но от друга страна, втората съдържа много богата база данни (за период над 30 години). Ето защо оптималният вариант е да се търси корелация между двете бази данни с цел да се получат достатъчно надеждни данни за пресмятане на вероятното енергопроизводство, които да бъдат и максимално близки до реалните за даденото

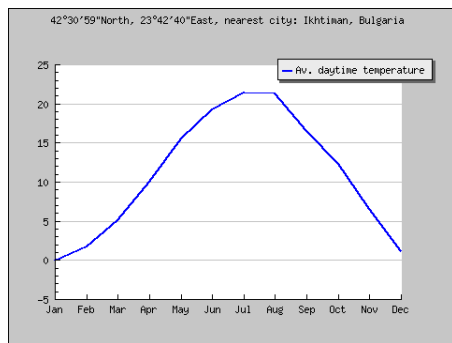
географско положение.

От фиг. 3 е видно, че средният интензитет на слънчевия потенциал в годишен аспект за дадената площадка е около $3600 \text{ Wh/m}^2/\text{day}$. За територията на България това е една много добра средна производителност.

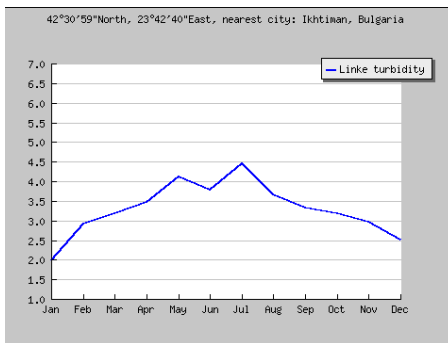


Фиг. 3. Изменение на слънчевата радиация в годишен аспект за фотоволтаичен парк „Пауново“, базирано на данни от PVGIS и NASA Datacenter

Освен интензитета на слънчевата радиация при определянето на вероятното енергопроизводство значение имат и други два параметъра – температура и запрашеност на въздуха. На фиг. 4 а и б са представени изменението на външната температура, респективно запрашеност на въздуха в годишен аспект.



а)



б)

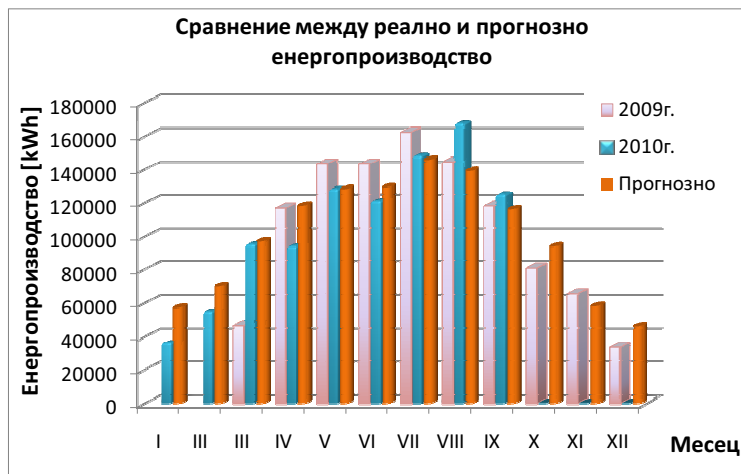
Фиг. 4. Разпределение на температурата и фактора на запрашеност на въздуха в годишен аспект

Температурата е важен параметър, определящ ефективната работа на фотоволтаичните модули. Коефициентът на полезно действие (к.п.д.) е висок при ниски температури. При температури над 40°C на околния въздух к.п.д. може да се понижи с до 30-40%. От фиг. 4а е видно, че средната годишна температура на въздуха не е много висока (около 11°C). Най-високата средномесечна температура не надвишава 22°C , което е благоприятно условие за нормалната и ефективна работа на панелите и парка като цяло.

Запрашеността на въздуха, или т. нар. Linke Turbidity Factor (LTF), оказва също

съществено влияние върху енергопроизводството. Ниските стойности на този фактор са показател за чист въздух, а високите стойност за силно запрашен въздух. Максималната стойност на този фактор не надвишава 4.5 (при средногодишна стойност 3.3, фиг. 4б), което е показател за ниска запрашеност на въздуха.

Като са взети под внимание стойностите за слънчевия интензитет от двата източника и е отчетено влиянието на температурата и запрашеността на въздуха за изследвания терен, е пресметнато вероятното енергопроизводство от слънчевия парк „Пауново“. Разпределението на вероятното енергопроизводство по месеци е представено на фиг. 5. С оглед оценка и сравнение на прогнозното енергопроизводство, на фигурата е представено и реалното такова от работата на фотоволтаичния парк за периода март - 2009 до септември - 2010 г.



Фиг. 5. Сравнение между реално и прогнозно енергопроизводство

Като се има предвид, че до момента паркът няма завършени две пълни години на работа, е възможно сравнение между реалното и прогнозно производство само за 6 месеца (Април - Септември), т.е. за времето, когато има съвпадение в месеците на работа на парка. За този период максималната грешка между средното енергопроизводство за двете години и прогнозното е от порядъка на 12%, като средната за периода е 7.5%. За целия разглеждан период прогнозното енергопроизводство е по-високо в сравнение с вероятно пресметнатото. Това се дължи на факта, че при пресмятанията са използвани корелирани данни между двата източника, като е възприет по-консервативния вариант. Важното е тук да се отбележи, че за този шестмесечен сравнителен период реалното енергопроизводство по години поотделно се различава от прогнозното – за някои от месеците е по-високо, а за други по-ниско. Средно обаче за двете години реалното е по-високо в сравнение с прогнозното.

За месец март 2009 г. реално произведената електрическа енергия е сравнително по-ниска от прогнозната. Това се дължи на факта, че в първия месец от неговата работа, по предписание на производителя, паркът е необходимо да не работи на пълна мощност. За останалите 4 месеца от работа на парка прогнозното производство е по-високо от реалното, но сравнението е за една година и не може да се приеме за представително.

Основният извод, който може да се направи, е, че достатъчно достоверен анализ и сравнение между реално и прогнозно енергопроизводство е възможно при

минимум две пълни години от работа на даден слънчев парк.

Финансов анализ

Като основа за финансовото изследване на проекта са използвани направените преди това инженерни проучвания и анализи, както и замервания относно квалифицируемостта на проекта, качествения и количествен ефект от прилагането му в икономиката на предприятието.

На база направените изчисления за очакваното енергопроизводство се изготвят прогнозните парични потоци за следващите 25 години. В тези парични потоци не е отчетена цялостната икономическа дейност на изследваното дружество, а само влиянието и резултатите от предложените инвестиционни мерки на съответния проект. Т.е. от гледна точка на финансовата стабилност се приема, че дружеството е стабилно и всъщност обект на изследванията са само конкретния проект и неговото отражение върху цялостното състояние на дружеството.

Естествено приемането на подобна теза значително стеснява и ограничава изследването, но по същество подобно изследване пряко кореспондира с целите на програмите на Европейска банка за възстановяване и развитие (ЕБВР).

Като се вземат под внимание изчислените прогнозни парични потоци, се пресмятат вътрешната норма на възвръщаемост на проекта, нетната сегашна стойност и периода на изплащане.

В зависимост от резултатите на тези финансови показатели могат да се направят заключения относно квалифицируемостта на проекта, т.е. доколко е разумно да се инвестира в подобен проект.

Нетна настояща стойност (NPV) е един от методите за оценка на инвестиционни проекти. Този метод почива на концепцията за дисконтиране на паричните потоци. Колкото по-дълго се чака възвръщането на направените инвестиции, толкова повече намалява стойността на парите. Парите, инвестирани в различно време, имат различно равнище на компенсиране. Ето защо инвестиционните решения трябва да бъдат свързани с повременната стойност на парите.

Чрез този метод се установява дали сумата от дисконтирани нетни парични доходи (inflows) за целия срок на икономически живот на проекта е по-голяма, равна или по-малка от сумата на дисконтираните инвестиционни разходи през същия период (outflows). Нормата на дисконтиране, която е приета да се използва в случая, е 10%.

Ако NPV се окаже отрицателно число, това показва, че при приетия дисконтов процент сегашната стойност на печалбата е недостатъчна да покрие инвестициите. В такива случаи би било по-добре такъв проект да се откаже, а парите да се държат в банка или да се инвестират в по-добър проект.

Ако нетната настояща стойност е положителна, проектът е икономически изгоден. Чистата полза от него е по-голяма от разхода за нейното осъществяване. Въпреки, че теоретично това е основание да се реализира даден проект, е нужно да се вземат под внимание и други показатели при вземането на инвестиционно решение. Вътрешната норма на възвръщаемост (IRR) е един от тези показатели, който се дефинира с условно взета норма на дисконтиране, която изравнява алгебричната сума на дисконтираните печалби и дисконтираните инвестиционни разходи или алгебричната сума на дисконтираните положителни и отрицателни парични потоци, породени от проекта за инвестиране, т.е. вътрешната норма на възвръщаемост е дисконтовата норма, която привежда нетната настояща стойност (NPV) към нула.

Необходимите условия, при които финансовите експертите биха дали положителна оценка за кредитиране, са:

$$NPV > 0; \quad IRR > 10\%;$$

Съгласно гореказаното, при провеждането на първоначален финансов анализ на проекта слънчев парк „Пауново“ предвид прогнозираните парични потоци, получените стойности за двата значими показателя са:

$$NPV = 28\,632 \quad IRR = 10.2\% \\ \text{срок на изплащане } 7.79 \text{ години}$$

Показателите отговарят на условията за положителна оценка и проектът може да бъде оценен като кредитируем. Тези стойности са получени както на базата на прогнозните данни за енергопроизводство на слънчевия парк, така и на предварително представеното разпределение на инвестициите във времето.

Пресмятанията са направени на база реална изкупна цена на произведената електроенергия от БЕИ, определяна всяка година от ДКЕВР за 2008 година. [1]. През последните три години цените на електроенергията, произведена от електроцентрали с фотоволтаични модули с инсталирана мощност над 5 kWp, варират в рамките на допустимото 5% изменение, регламентирано от ДКЕВР (Табл. 1), но за сега са по-високи от заложените в проекта, което подобрява финансовите параметри на проекта.

Табл. 1. Цени на електроенергия от фотоволтаични централи

Година	2007	2008	2009	2010
лв./MWh	718	718	755	728.3

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Съставеният бизнес план на фотоволтаичен парк „Пауново“ показва, че енергопроизводството, базирано на прогнозните данни за слънчевата радиация, е близко до реално произведената електроенергия от фотоволтаичния парк за анализираната година и половина. Наблюдаваното отклонение на реалните данни от прогнозните е 7.5 %, като реалното производство е по-високо от прогнозното. Това от една страна се дължи на различните атмосферни условия и на краткия анализиран период, а от друга страна – на по-консервативния подход при съставяне на проекта.

ЛИТЕРАТУРА

- [1.] Решения на ДКЕВР: N Ц-033 от 29.12.2006; N Ц-015 от 31.03.2008; N Ц-04 от 30.03.2009; N Ц-018 от 31.03.2010
- [2.] <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps/radday.php>
- [3.] <http://eosweb.larc.nasa.gov>

За контакти:

Илия Кръстев Илиев, доц., д-р, Русенски университет „Ан. Кънчев“, тел. 02/988 0052 iliev@enconservices.com

Веселка Иванова Камбурова, доц., д-р, Русенски университет „Ан. Кънчев“, тел. 02/988 0052 veselkakamburova@dir.bg

Ангел Костадинов Терзиев, гл. ас. д-р, Технически Университет – София, тел. 02/965 3443, aterziev@tu-sofia.bg;

Пламен Светославов Граматиков, доц. д-р, Югозападен университет – Благоевград, тел. 02/988 0052, pgramatikov@enconservices.com

Докладът е рецензиран.