

ИЗСЛЕДВАНЕ НА ПОТЕНЦИАЛНИТЕ ВЪЗМОЖНОСТИ ЗА ДОБИВ НА СЛЪНЧЕВА ЕНЕРГИЯ С ИЗПОЛЗВАНЕ НА MC Vantage Pro2 Plus В ГР. СТ. ЗАГОРА

Веселин Ташев¹, Ролф Вернер¹, Мариана Горанова², Ангел Манев¹, Богдана Мендева¹,
Димитър Вълев¹

¹Институт за космически изследвания и технологии – Българска академия на науките

²Технически университет София, Факултет по компютърни системи и управление
e-mail: veselinlt@abv.bg;

Ключови думи: Слънчева радиация, слънчева енергия, метеорологични измервания

Резюме: Метеорологичната станция Vantage Pro2 Plus е предназначена за наблюдение на метеорологичните параметри на атмосферата като температура, относителна влажност, атмосферно налягане, валежи, скорост и посока на вятъра. С допълнителни сензори се измерват слънчевата радиация и ултравиолетово излъчване. Освен директно измерваните метеорологични параметри могат да се изчисляват и изследват и други характеристики на атмосферата и слънцето. В настоящето изложение е даден такъв пример. Чрез интегриране на данните за слънчевата радиация могат да се получат резултати за слънчевата енергия, която се усвоява за определен период от време от единица площ на земната повърхност. В настоящия доклад са обработени измерванията извършени в продължение на една година. С получените резултати може лесно да се изчисли ефективността на соларните станции монтирани в регион Стара Загора.

INVESTIGATE THE POTENTIAL POSSIBILITY FOR OBTAINING SOLAR ENERGY USING WS Vantage Pro2 Plus IN THE DEPARTMENT ST. ZAGORA

Veselin Tashev¹, Rolf Werner¹, Mariana Goranova², Angel Manev¹, Bogdana Mendeva,
Dimitar Valev

¹Space Research and Technology Institute – Bulgarian Academy of Sciences

²Technical University Sofia, Faculty of Computer Systems and Control
e-mail: veselilt@abv.bg

Keywords: Solar radiation, solar energy, measurement of meteorological parameters

Abstract: Weather Station Vantage Pro2 Plus is designed for monitoring of meteorological parameters: temperature, relative humidity, barometric pressure, rainfall, wind speed and wind direction. With additional sensors can to measure solar radiation and ultraviolet radiation. Furthermore, direct measurement of meteorological parameters can be calculated and tested with other characteristics of the atmosphere and the sun. In this exhibition are some such examples. By integrating data on solar radiation can produce results for solar energy which is absorbed over a period of time per unit area of ground. In this report processed measurements made over one year. With the results obtained can easily calculate the efficiency of solar plants installed in Stara Zagora.

1. Въведение

Метеорологичната станция Vantage Pro 2 Plus е предназначена за измерване на метеорологичните параметри: температура, относителна влажност, атмосферно налягане, валежи, скорост и посока на вятъра. В сравнение с основния вариант на метеостанциите от типа на Vantage Pro, станцията Vantage Pro 2 Plus е снабдена с допълнителни сензори за измерване на слънчевата радиация и слънчевото ултравиолетово излъчване, като се отчитат интензивността на слънчевата радиация, дозата и индекс на ултравиолетовото излъчване.

Метеорологичната станция Vantage Pro 2 Plus предоставя на своите потребители освен седемте директно измервани метеорологични параметри и още над тридесет производни параметри, като слънчева енергия (Solar Energy), която се получава чрез интегриране по време на директно измерваната Слънчева радиация (Solar Radiation).

Метеостанцията Vantage Pro 2 Plus е продукт на американската корпорация Davis. Поради това Слънчевата енергия е дадеан в единица Langley.

1 Langley = 11.622 Wh/m²

Всички данни за метеорологичните параметри могат да се експортират чрез файл в текстови формат за тяхната по-нататъшна обработка.

2. Теоретично описание на слънчевата радиация и слънчевата енергия

Слънчевата радиация е основен климатоопределящ фактор и главен източник на топлинна енергия за почти всички природни процеси развиващи се върху земната повърхност, в атмосферата и хидросферата. Слънчевата радиация е важен фактор и във фотосоларната енергетика, придобиваща все по-голяма актуалност през последните години.

Слънчевата енергия се излъчва главно като електромагнитна радиация със спектър на идеално черно тяло характеризиращо се с температура от приблизително 6000K. Слънчевата радиация е плътността на лъчистия енергиен поток излъчван от Слънцето, измерван на разстояние една астрономическа единица върху единица хоризонтална площ за единица време.

Една част от попадащата слънчевата радиация върху земната атмосфера се рефлектира директно обратно в космоса, а друга част се абсорбира в стратосферата и тропосферата. Общо около 19% от слънчевата енергия не достига долните слоеве на земната повърхност (Roedel, 1994) [4].

Количеството енергия на квадратен метър за определен период от време може да се получи чрез интегриране на слънчевата радиация по време. Интензитетът на слънчевата радиация попадаща върху земната повърхност, се изменя в зависимост от разстоянието Земя-Слънце. Степента на абсорбцията на слънчевата радиация зависи от дължината на оптичния път, който светлината трябва да премине през атмосферата за да достигне от горните слоеве на атмосферата до повърхността на Земята. Тя е обратнопропорционална на косинуса на ъгъла между положението на Слънцето и зенита. Интензитета на слънчевата радиация намалява главно поради поглъщането от водните пари в инфрачервената област на спектъра, озоновото поглъщане в ултравиолетовата област и разсейването от частиците във въздуха. Такива компоненти като въглеродния двуокис и някои други газове, които се съдържат в по-малки количества в атмосферата, поглъщат част от топлинната радиация, излъчвана от земната повърхност.

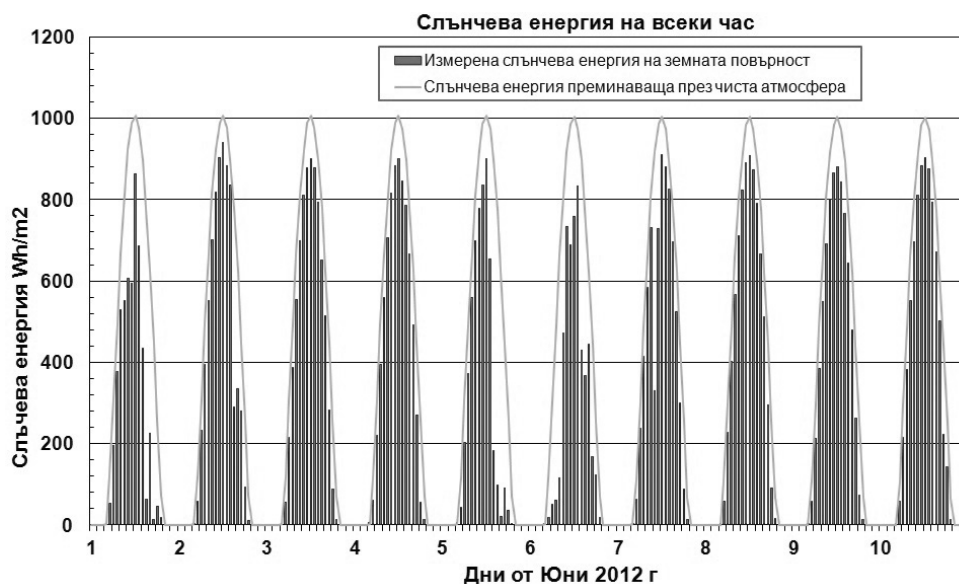
Слънчевата радиация попадаща върху дадена повърхност има две компоненти. Едната е директната радиация, падаща върху повърхността без изменение на посоката. Другата е дифузната радиация, която представлява сумата от разсеяната в атмосферата и отразена от почвата и околните предмети радиация, падаща върху дадена повърхност. Наличието на облаци води до отслабване на директната и увеличаване на разсеяната радиация.

В настоящите изследвания разчетите са направени за потока от слънчева енергия, който попада върху фотосоларните преобразователи, а каква част от него ще се усвои зависи от коефициента на полезно действие на съответните преобразователи.

3. Приложение на метеорологичната станция Vantage Pro 2 Plus за изследване на слънчевата енергия падаща на земята

Данните получени от метеорологичната станция се запазват във файлове с текстови формат като за всеки 15 минути е направено по едно измерване. След това тези данни се интегрират за всеки час, за всеки ден и за всеки месец. Получените резултати са показани в графичен и табличен вид.

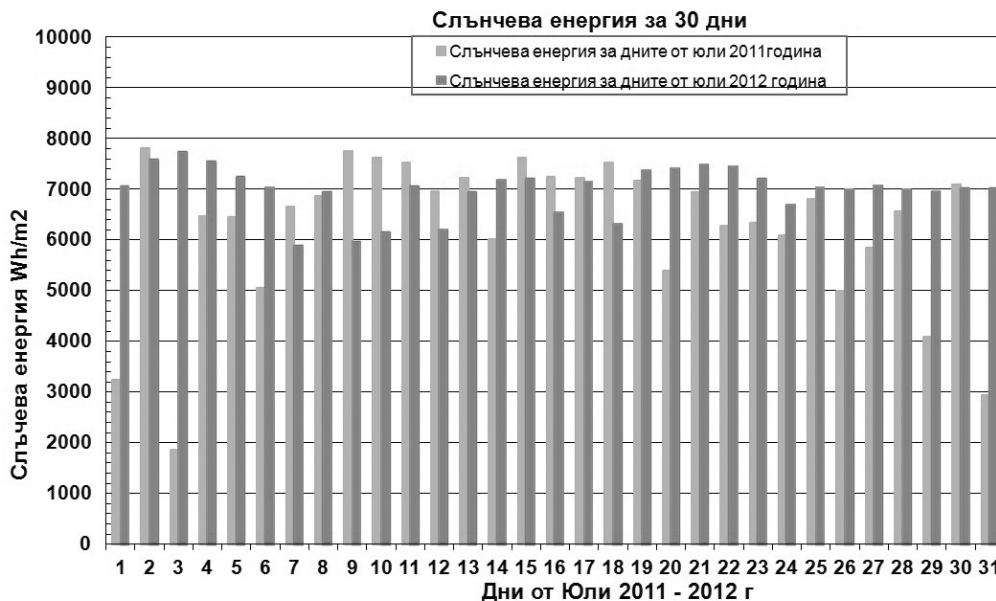
Слънчевата енергия измерена за всеки час (сумарната слънчевата радиация за един час) от десет денонощия е показана на фиг.1. От графиката се вижда, че максимума на слънчевата енергия е приблизително от 10 часа до 17 часа. Логично е да се очаква, че през нощта добива на слънчева енергия е практически нула. На графиката се вижда добре изразения часови ход на стойностите на слънчевата енергия с максимум около Слънчевия зенит. В следствие на променящо се състояние на атмосферата и на облачността измерените стойности са по-малки от теоретичната оценка, а при безоблачно време се приближават до тези стойности. Следователно, отслабването на слънчевата радиация, респективно на слънчевата енергия в атмосферата не е едно и също за различните части на нейния спектър, а освен това зависи както от съдържанието на влага в атмосферата, така и от облачността.



Фиг. 1. Слънчева енергия измерена за всеки час

Например абсолютно сухият и чист въздух притежава най-голяма прозрачност за инфрачервената радиация и най-малка за ултравиолетовата радиация. Наличието на озон в атмосферата също оказва влияние в поглъщането на радиация в ултравиолетовия и в далечния инфрачервен диапазон. Коя от компонентите какво влияние оказва не може точно да се посочи, но в случая е важно каква част от енергията достига до повърхността на земята.

На фиг. 2 е показано изменението на слънчевата енергия за различните дни (сумарната слънчева енергия за един ден) от месец Юли 2011 година и за същия месец през 2012 година.



Фиг. 2. Слънчева енергия измерена за всеки ден от месец юли 2011 и 2012 година

От графиката се вижда, че през месец Юли се наблюдава бавно намаляване на слънчевата енергия, но вариациите на радиацията в следствие на облаците е по силно от тренда. Другият факт, който се наблюдава е, че слънчевата енергия за различните дни от месеца значително се различава по стойност. Въпреки, че височината на слънцето не се променя съществено практически, измерените резултати се различават, защото атмосферата е с различна пропускателна възможност. Пропускливостта на атмосферата значително се влияе от облаци, влага, прах, както и други замърсители които поглъщат слънчевата енергия.

Много интересен факт, който се наблюдава е, че през едни и същи дни от месеците Юли 2011 и Юли 2012 измерената слънчева енергия се различава значително, но за двата месеца общия добив е почти един и същи. Например за ден 1 и 31 разликата е повече от 2 пъти, а за двата месеца общата енергия е почти равна – 198 киловатчаса за Юли 2011 и 216 киловатчаса за Юли 2012 съответно. Подобни минимални разлики се получават и за другите месеци, което се вижда от месечното разпределение, както е показано в таблица 1.

Табл. 1. Разпределение на слънчевата енергия по едноименни месеци

Месец	2011 г. [kWh/m ²]	2012 г. [kWh / m ²]
Юни	209	209
Юли	198	216
Август	181	178
Септември	133	136
Октомври	76	94

Например за месеците Юни 2011 г. и Юни 2012 г измерените стойности са едни и същи, а за останалите месеци разликите са много малки. С други думи наблюдаваме едно усредняване на месечна база. Тези първоначални резултати, въпреки, че не са достатъчни дават основание да се предположи, че би могло да се прогнозира със сравнително добра точност бъдещата ефективност на фотосоларните преобразователи.

На фиг. 3 е показано месечното разпределение на слънчевата енергия от месец Юли 2011 година до месец Октомври 2012 година.



Фиг. 3. Слънчева енергия разпределена по месеци за една година

Максималните стойности на средна слънчевата радиация се получават през месец юли поради голямата дължина на деня и голямата височина на Слънцето. Реалните стойности на слънчевата радиация през летните и ранните есенни месеци е около 50% от теоретично максималната радиация, а за късните есенни и наблюдаваните зимни месеци за 2011 – 2012 г, тя е около 30% от теоретично максималната радиация. Доколкото слънчевата енергия е акумулираната във времето слънчева радиация тази констатация се отнася и за нея.

В таблица 2 е показано разпределение на слънчевата енергия по месеци, а заедно с това стандартното отклонение и относителния спад. От таблицата се вижда, че стандартното отклонение и относителния спад за месеците Юли и Август през двете години се различават значително, докато средното количество енергия е почти едно и също. Това също е показателно, че факторите които влияят на слънчевата енергия и имат случаен характер като облаци, прах и други, взаимно се компенсират с течение на времето, а влиянието на слънчевото греене е с по-постоянен характер. Поради тази причина, през летните месеци, когато слънчевото греене е доминиращ фактор относителния спад е значително по-малък, отколкото през зимните месеци.

Табл. 2. Разпределение на слънчевата енергия по месеци

	Месец	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Год													
2011	Ср. ст. Wh/m ²							6391	5828	4449	2457	1796	1209
	Ст. откл							1368	851	1033	1139	778	606
	Отн.сп.%							21	15	23	46	43	50
2012	Ср. ст. Wh/m ²	1510	2090	3592	4721	4521	6954	6977	5746				
	Ст. откл	756	1300	1323	1628	1785	975	512	1051				
	Отн.сп.%	50	62	37	34	39	14	7	18				

Друг интересен извод, който може да се направи е, че измерената енергия за период от една година е почти една и съща. Резултатите от тези разчети са дадени в таблица 3. При изчисляване на отклонението за базов е взет периода Ноември 2011 г. - Октомври 2012 г., като най-висок и поради тази причина в графата „Максимална разлика” е записана 0.

Табл. 3. Разпределение на слънчевата енергия по години

Интервал за една година	Енергия [Kwh / m2]	Макс. разлика [%]	Средна ст-т мес [Kwh / m2]	Стандартно отклонение	Относителен спад [%]
Юни 2011 г. - Май 2012 г.	1389	2.6			
Юли 2011 г. - Юни 2012 г.	1389	2.6	116	61	52
Август 2011г. - Юли 2012	1407	1.3	117	63	54
Септе 2011 г. - Август 2012	1405	1.5	117	63	54
Октом 2011 г. - Сеп 2012 г.	1407	1.3	117	63	54
Ноемр 2011 г. - Окт 2012 г.	1426	0	119	62	52

От таблица 3 се вижда, че максималното отклонение за периода Юни 2011 г. - Май 2012 г. е само 2.6% спрямо базовото Ноември 2011 г. - Октомври 2012 г. Още по-малки са отклоненията за останалите периоди, възлизаящи на 1.3 % до 1.5%. Стандартното отклонение и относителния спад са почти едни и същи. Тези резултати потвърждават в още по-голяма степен направените вече констатации за месечното разпределение на получената енергия, т. е налице е едно усредняване и за годишните периоди, при това разликата в наблюдаваното стандартно отклонение е още по-малко.

6. Заключение

От теоретична гледна точка споменахме много фактори, които оказват съществено влияние върху потока на слънчевата радиация, респективно върху количеството слънчева енергия, което достига до земята. Това се потвърди и от краткосрочните измервания с помощта на метеорологичната станция. При по-дългосрочните измервания, обаче се наблюдава едно усредняване и подтискане на разликата, особено на годишна база. Това се дължи на факта, че тези изменения във времето са с различен знак, както положителни така и отрицателни и при тяхното сумиране за по-дълъг период от време те взаимно се компенсират.

Натрупаната база данни е все още сравнително малка за да се направят категорични научни заключения, но се надяваме че бъдещите изследвания ще потвърдят направените в този доклад първоначални констатации. Резултатите от това изследване могат да послужат като важен ориентир, за да се изчисли предварително очакваната енергия от фотоволтаичните преобразователи в определен географски регион.

Литература:

1. Davl's Instruments Corp. *Vantage Pro2 Plus*. Reference Guide.
2. Meus, J. *Astronomische Algorithmen*, Johann Ambrosius Barth Verlag, Leipzig-Berlin-Heidelberg, 1993
3. Lean, J. L., *Solar irradiance and climate forcing in the near future*, Geophys. Res. Lett. 28, pp. 4119-4122, 2001.
4. Rodei, W. *Physik unserer Umwelt*, 2. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg, S.48, 1994.