

СИМУЛАЦИЯ НА МАЛКА PV СИСТЕМА МОНТИРАНА В ГРАДСКА СРЕДА - ЧАСТ.2.

Пламен Ангелов
Бургаски свободен университет

SIMULATION OF SMALL PV SYSTEM MOUNTED IN URBAN AREA - PART.2.

Plamen Angelov Angelov
Burgas Free University

Abstract: Photovoltaic systems offer flexible solutions in terms of PV configuration and panel slope. On the other hand, the locations are characterized by a great variety in terms of installation options. This is especially true for urban environments where free space is limited. Therefore, there is a need to simulate the operation of a photovoltaic system in the environment where it will be installed in order to obtain information about the expected production of the system.

*Part.2. show the simulation result of the SMA, PV*SOL and PVWatts PV simulators*

Key words: Photovoltaic systems, production, urban area.

I. Въведение

За да се извърши симулацията е необходимо да въведат началните технически данни, В настоящата статия ще се използват симулаторите SMA [1], PVSOL[2] и PVWAT[3]

Изведените симулативни резултати се отнасят за соларна система с идентични параметри:

Мощност на соларната система: 2.4kWp

Мощност на използвания инвертор: 2.5kW

Локация на монтажа: Плевен

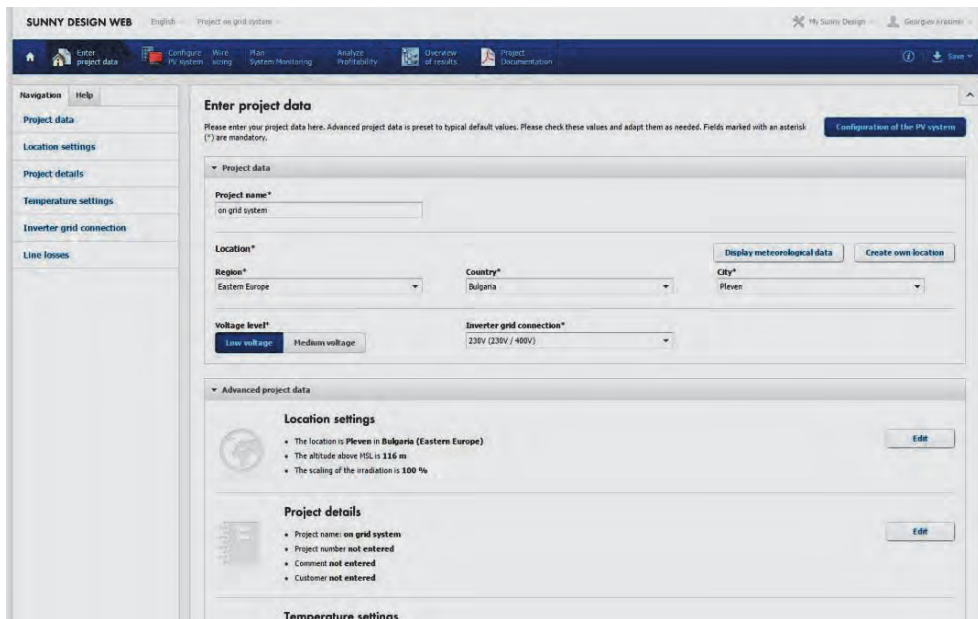
Начин на свързване на системата: Мрежова

Тип на използваните панели: BenQ Solar PM250M00-300

II. Провеждане на числени експерименти с онлайн платформи за анализ

1) SMA [1]

Симулатор SMA. Към настоящия момент това е един от най-добрите онлайн симулатори. Подобно на Sisifo, данните се избират според специфичното приложение. Тук има възможност да се създават различни проекти, като в един проект се дефинират различни фотоволтаични полета. Това значително разширява възможностите за симулация и доближава данните до реална система. Базата данни за панели и инвертори съдържа голям брой производители. Началният екран за въвеждане на входните данни е показан на следващата фигура.

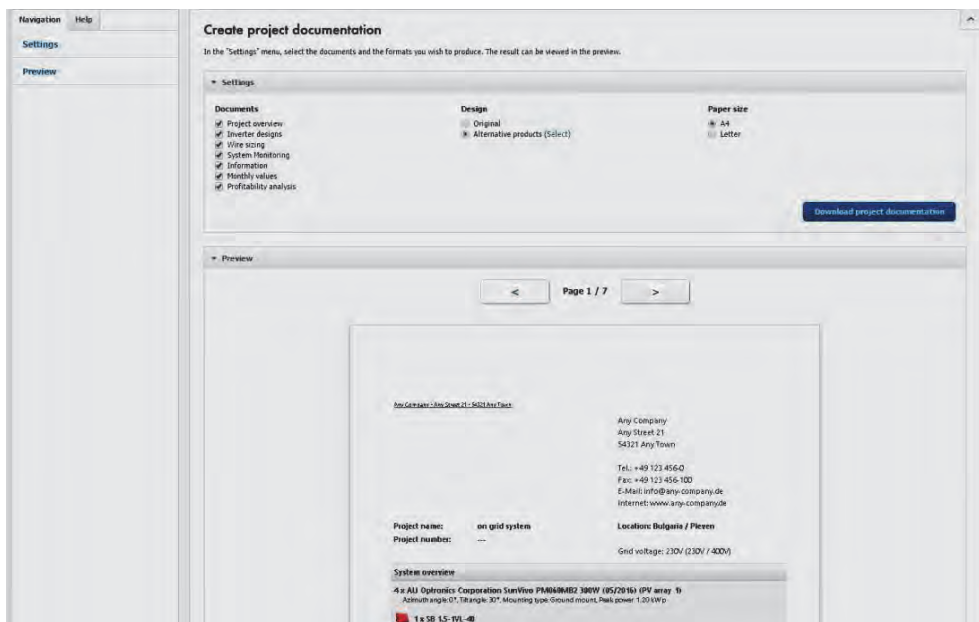


Фиг. 1. Началните данни

В зависимост от инсталираната номинална мощност на панелите и мрежовото напрежение, симулаторът предлага варианти за инвертор на едноименния производител SMA. След като са избрани панелите и инвертора, продукта изчислява дължината и прави препоръка за напречното сечение на свързващите спроводници.

Голямо внимание е отделено на рентабилността на системата, включително и банково финансиране. При въведени цени на оборудването, цена на изкупуване на електроенергията, подробни параметри за инвестиция и рентабилността на системата.

Крайните резултати от симулацията се виждат онлайн, но при желание могат да се запишат в pdf файл. Резултатите са оформени много прегледно и удобно, като за сложни системи с различни стрингове се представят диференцирани резултати. При записването в pdf файл има възможност за избор кои от данните да бъдат записани в зависимост от предпочитанията на потребителя (фиг. 2).



Фиг. 2. Начин за извеждане на резултатите

При симулация с SMA се получиха следните резултати за система с мощност 2,16 kWp, азимут на панелите 00 и наклон на панелите 7 и 30. Поради ограничение на максималната мощност в базата данни на SMA избраните панели са 270Wp: BenQ Solar PM250M00-270.

Резултатите от предварителния анализ са показани в следващата таблица. 1.

	Система с наклон на панелите 7 ⁰	Система с наклон на панелите 30 ⁰
Peak power	2,16 kWp	2,16 kWp
Number of PV inverters	1	1
Nominal AC power of the PV inverters	2.50 kW	2.50 kW
AC active power	1.73 kW	2.40kW
Active power ratio	80 %	111,1 %
Annual energy yield	2,769.08kWh	2,987.82 kWh
Energy usability factor	99,6%	100%
Performance ratio	88,4 %	89,2 %
Spec. energy yield	1282 kWh/kWp	1383 kWh/kWp
Line losses (in % of PV energy)	0.43 %	0.43 %
Unbalanced load	2.50 kVA	2.50 VA

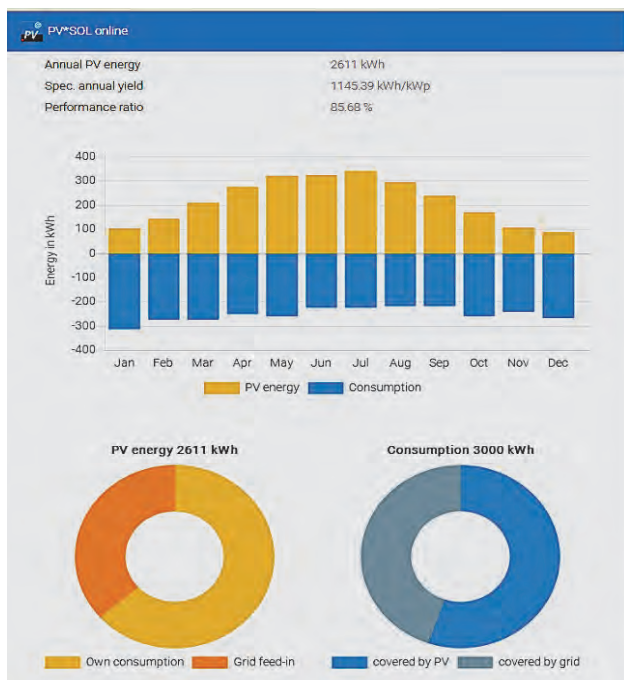
2) PV*SOL

Друга възможност за онлайн система за прогнозиране и пресмятане, който беше използван е PV*SOL, като началните данни от симулацията са представени на следващата фигура:

Annual PV energy	2611 kWh
thereof own consumption	1658 kWh
thereof grid feed-in	953 kWh
Own power consumption	63.5 %
Consumption	3000 kWh
covered by PV	1658 kWh
covered by grid	1341 kWh
Solar fraction	55.3 %
Avoided CO2 emissions	1397 kg/year

Фиг. 3. Начални данни за провеждане на симулация с Online среда PV*SOL

Очакваните резултати след провеждане на числения експеримент са показани на следващата фигура 4. Нека кажем че резултатите при този тип анализ извеждат начална информация която е подходяща за първичен анализ.



Фиг. 4. Резултати от проведения числен експеримент с Online програмна среда PV*SOL [4]

3) PVWatts

На следващата фиг.5. са представени данните при симулация с онлайн симулатор PVWatts. При него прогнозното годишно производство на електроенергия е 2311 kWh.

RESULTS		2,310 kWh/Year*	
Month	Solar Radiation (kWh / m ² / day)	AC Energy (kWh)	Energy Value (\$)
January	1.12	66	N/A
February	2.14	113	N/A
March	3.01	178	N/A
April	4.28	237	N/A
May	5.40	301	N/A
June	6.15	324	N/A
July	6.42	342	N/A
August	5.45	292	N/A
September	3.91	209	N/A
October	2.23	126	N/A
November	1.22	69	N/A
December	0.95	54	N/A
Annual	3.53	2,311	0

Location and Station Identification		
Requested Location	plevan	
Weather Data Source	(INTL) CRAIOVA, ROMANIA 68 mi	
Latitude	44.23° N	
Longitude	23.87° E	

PV System Specifications (Commercial)	
DC System Size	2 kW
Module Type	Standard
Array Type	Fixed (roof mount)
Array Tilt	7°
Array Azimuth	0°
System Losses	0%
Inverter Efficiency	96%
DC to AC Size Ratio	1.1

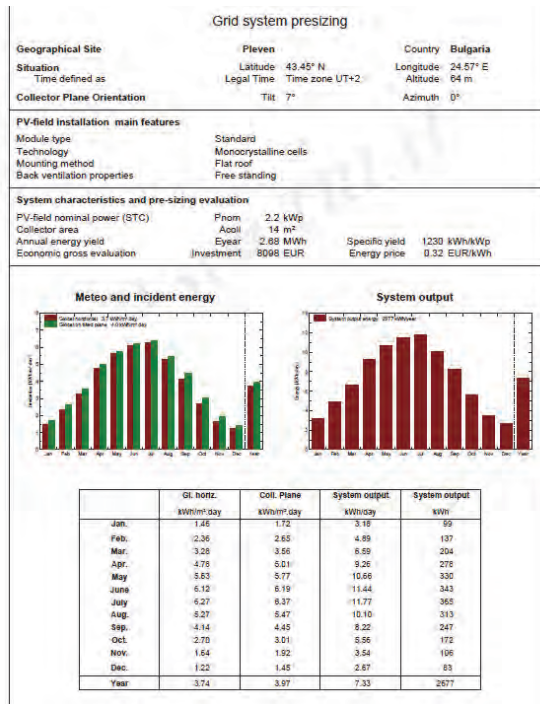
Economics	
Average Cost of Electricity Purchased from Utility	No utility data available

Performance Metrics	
Capacity Factor	13.2%

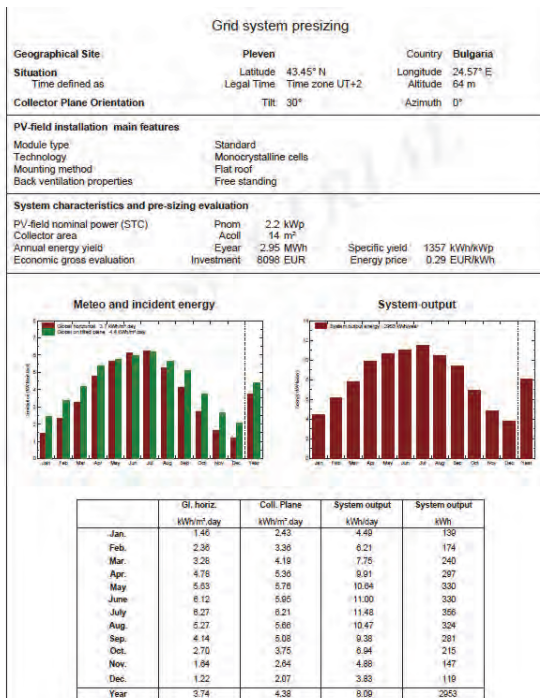
Fig. 5. Резултати от проведен числен експеримент с PVWatts

III. Резултати от проведени числени експерименти с OffLine симулатори

При симулация с офлайн симулатора PVSyst се получиха следните резултати за система с мощност 2,16 kWp, азимут на панелите 0° и наклон на панелите 7° (фиг. 6.) и 30° (фиг. 7.):



Фиг. 6. Очакван резултат при азимут на панелите 0°



Фиг. 7. Очакван резултат при азимут на панелите 30°

Получените резултати от всички изследвания са нанесени в табл.1. Извършено е сравнение на прогнозното производство на електроенергия чрез различните симулатори при два наклона на панелите 7^0 и 30^0 : табл. 1

Използван симулатор	Система с наклон на панелите 7^0	Система с наклон на панелите 30^0
SMA	2769 kWh	2987 kWh
PVGis	2630 kWh	
PV*SOL	2611 kWh	
PVWatts	2311 kWh	
PVSyst	2680 kWh	2950 kWh

IV. Заключение

При тези симулатори данните за избраните панели и инвертор са предварително нанесени в онлайн база от данни. Останалите два симулатора SMA и PVSyst са програмите които са най-често използвани при извеждане на предварителни данни от числен експеримент. Единствено SMA програмен симулатор позволява конфигуриране на системата в Online режим, докато PVSyst не предоставя подобна възможност.

Използвана литература:

- [1] <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb/#/QuickMode/ProjectSettings/2ac4158b-dac5-4458-9d45-f00e8534999d>
- [2] <http://pvsol-online.valentin-software.com/#/>
- [3] <http://pvwatts.nrel.gov/pvwatts.php>
- [4] Софтуери за проектиране на фотоволтаични системи
<http://www.mausolarsoftware.com>