

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

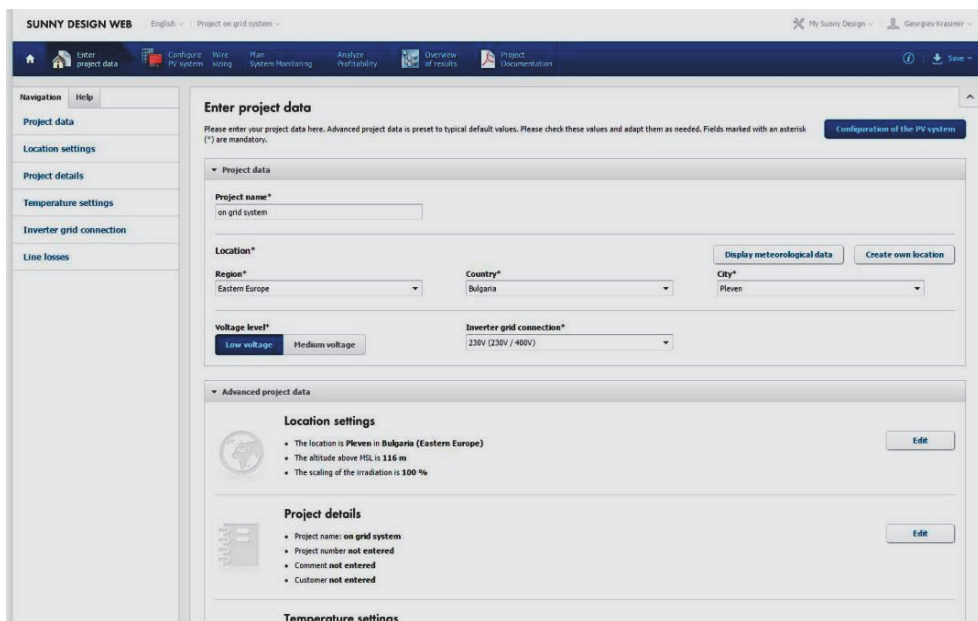
Начин на свързване на системата: Мрежова

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.

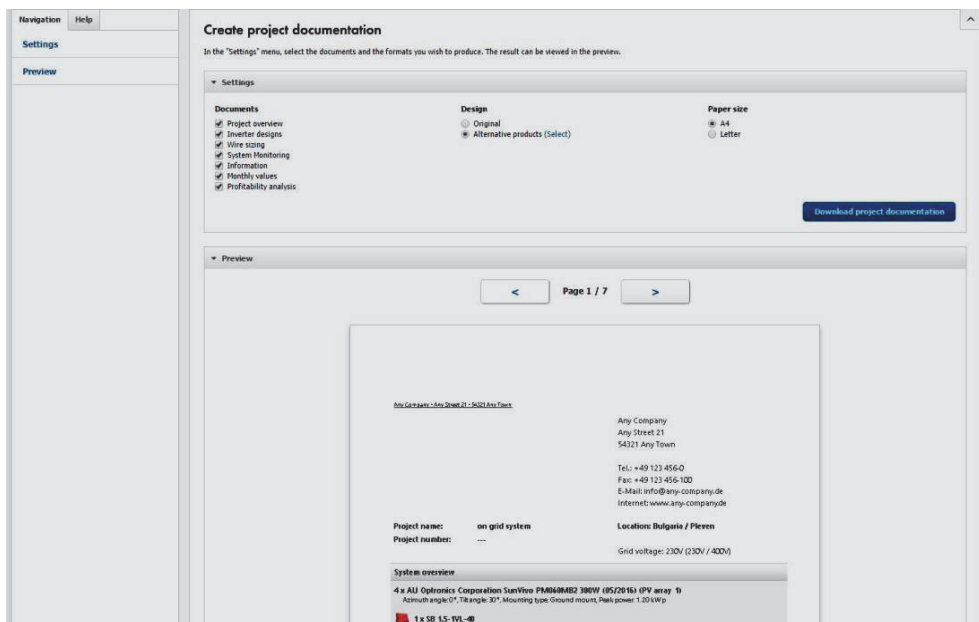


Фиг. 1. Началните данни

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 |



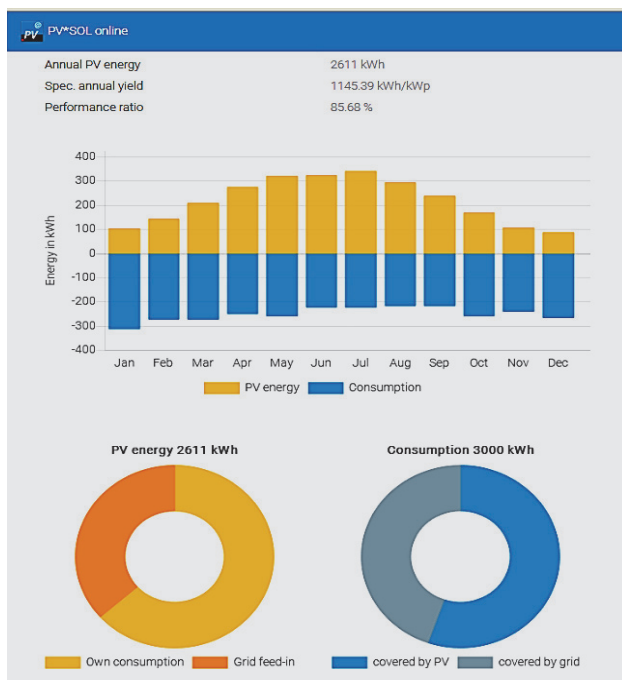
2) PV*SOL

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 | NA |
| February | 2.14 | 113 | NA |
| March | 3.01 | 178 | NA |
| April | 4.28 | 237 | NA |
| May | 5.40 | 301 | NA |
| June | 6.19 | 324 | NA |
| July | 6.42 | 342 | NA |
| August | 5.45 | 292 | NA |
| September | 3.91 | 209 | NA |
| October | 2.23 | 126 | NA |
| November | 1.22 | 69 | NA |
| December | 0.95 | 54 | NA |
| Annual | 3.53 | 2,311 | 0 |

| Location and Station Identification | | |
|-------------------------------------|-------------------------|-------|
| Requested Location | pleven | |
| 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 |

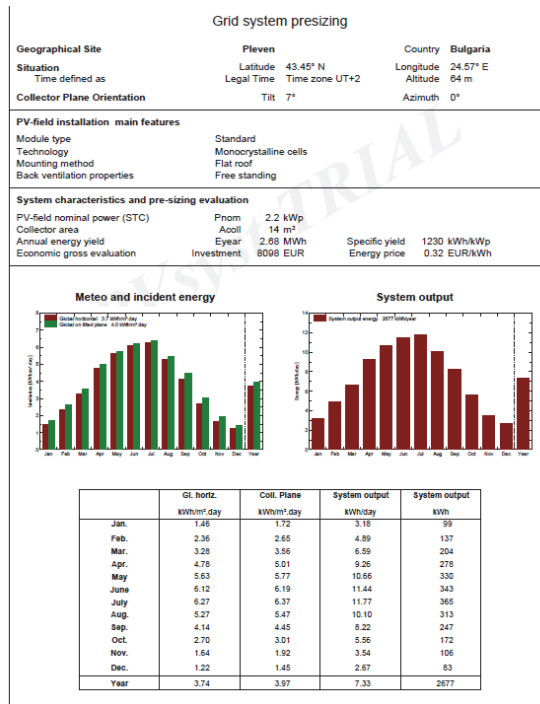
| Economics | |
|--|---------------------------|
| Average Cost of Electricity Purchased from Utility | No utility data available |

| Performance Metrics | |
|---------------------|-------|
| Capacity Factor | 13.2% |

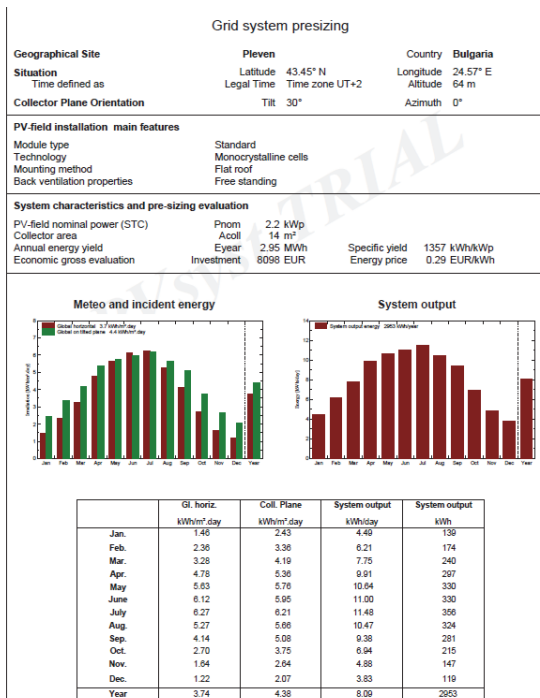
Fig. 5. Резултати от проведен числен експеримент с PVWatts

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>