

Joint Operational Programme Romania-Republic of Moldova 2014-2020

Proiect: Cercetarea și promovarea generării de eficiență înaltă prin trigenerare utilizând energia solară pentru obținerea energiei electrice, căldură și frig și procurarea echipamentului.

Ghid pentru dimensionarea și utilizarea Sistemului Fotovoltaic Autonom - 2SOFT/1.2.66

www.ro-md.net/en/



This project is funded by
the European Union



Romania-Republic of Moldova
ENI-CROSS BORDER COOPERATION



Ghid pentru dimensionarea și utilizarea Sistemului Fotovoltaic Autonom

Conținutul

Introducere

1. Descrierea sistemului PVT
2. Domeniile de utilizare
3. Părțile componente ale sistemului PVT
4. Variantele posibile de amplasare ale sistemului
5. Avantajele sistemului PVT
6. Date tehnice și economice obținute în rezultatul testării sistemului PVT
7. Consecutivitatea dimensionării echipamentelor sistemului
8. Calculul cantității de energie electrică generată
9. Calculul cantității de energie termică generată
10. Calculul fezabilității utilizării sistemului PVT

Introducere

Proiectul EMS ENI Code 2SOFT/1.2.66 "Cercetarea și promovarea generării eficiente de energie prin trigenerare și utilizare a resurselor solare regenerabile pentru obținerea energiei electrice, căldură și frig și achiziționare de echipamente" este implementat în cadrul Programului Operațional Comun România- Republica Moldova finanțat de către Uniunea Europeană.

Beneficiarul lider este Institutul de Energetică (Republica Moldova) și Beneficiari - Universitatea Tehnică "GH. Asachi" din Iași și Consiliul Județean Iași (România).

Bugetul total constituie 170,808€, durata de implementare - 18 luni.

Obiectivul general este intensificarea și aprofundarea cooperării economice, sociale și de mediu durabile în zona transfrontalieră dintre România și Republica Moldova prin dezvoltarea unui sistem de producere a energiei electrice, apei calde și frigului cu panouri fotovoltaice prin trigenerare din surse regenerabile de energie solară. Proiectul și-a propus să stimuleze utilizarea eficientă a surselor de energie regenerabilă în zona transfrontalieră.

Obiectivul specific este cercetarea de noi sisteme care utilizează energie regenerabilă cu eficiență energetică îmbunătățită prin realizarea unui sistem inovator de trigenerare solară instalat pe două clădiri din Răducăneni (RO) și Vadul lui Voda (RM).

În cadrul proiectului a fost dezvoltat un sistem fotovoltaic-termic pentru generare mai eficientă a energiei electrice, apei calde și frigului. În prezent, panourile fotovoltaice sunt folosite doar pentru a genera electricitate. Puterea lor depinde de valoarea radiației solare și de temperatura celulelor. Vara, când radiația este cea mai mare, pierderile sunt mari din cauza excesului de temperatură. Pierderile în panourile cu celule de siliciu cristalin reprezintă 9,4% din energia generată anual. Panourile fotovoltaice au un randament maxim de conversie a energiei solare mai mic de 21%, restul energiei fiind transformată în căldură, ceea ce în plus reduce cantitatea de energie generată. De aceea

proiectul are în vedere dotarea panourilor fotovoltaice cu mușamale capilare tubulare prin care circulă antigelul răcindule. Mușamalele sunt unite între ele într-un circuit hidraulic închis într-o pompă de căldură, iar apa fierbinte este acumulată în boiler. Extracția căldurii menține temperatura celulelor la un nivel mai scăzut menținând un randament mai mare de generare a energiei electrice, încălzind simultan apa în boiler. O parte din apa caldă poate fi direcționată în sistemul de încălzire al clădirii (serei, a procesului tehnologic), iar alta - folosită ca apă caldă menajeră. Acest lucru va exclude utilizarea combustibililor fosili în timpul anotimpurilor reci și va reduce poluarea mediului și va crește confortul beneficiarilor.

Sistemul dezvoltat este o tehnologie avansată, demonstrată pentru prima dată în Republica Moldova. El generează anul împrejur energie electrică, apă caldă pentru încălzirea clădirii, apă caldă menajeră și frig în formă de aer rece.

Ghidul este destinat inginerilor-instalatori, proiectanților, studenților pentru a face cunoștință generală cu sistemul fotovoltaic-termic descris mai jos.

1. Descrierea sistemului Fotovoltaic Autonom

Sistemul generează anul împrejur energie electrică, apă caldă pentru încălzirea clădirii, apă caldă menajeră și frig și dispune de următoarele proprietăți:

- Eficiență mai înaltă decât sistemele fotovoltaice obișnuite la generarea energiei electrice;
- Generează apă caldă cu temperatura 50°C și mai mult pentru folosirea în viața cotidiană (scăldat, spălarea rufelor, vaselor

de bucătărie ș.a.);

- Generează apă caldă cu temperatura 50°C și mai mult pentru încălzirea clădirii;

- Generează aer rece pentru condiționarea aerului în încăperi;

- Sistemul de degivrare permite topirea zăpezii și a gheții de pe panourile fotovoltaice-termice pe timpul iernii;

- Funcționează în regim automat;

- Dispune de funcția de protecție împotriva înghețului sistemului de încălzire a încăperii;

- Generarea și consumul energiei electrice este efectuat conform modului de contorizare netă: "generezi când poți și consumi când ai nevoie"; Bilanțul generării și consumul este făcut la sfârșit de an financiar: ai consumat mai mult decât prevede contractul - plătești diferența conform tarifului furnizorului, ai generat mai mult - furnizorul îți achită la tariful stabilit de contract.

2. Domeniile de utilizare

- ❖ Case familiale
- ❖ Blocuri de apartamente
- ❖ Clădiri publice: grădinițe, spitale, școli, clădiri administrative și sociale
- ❖ Clădiri de birouri, întreprinderi industriale
- ❖ Clădiri de tratament și agrement (sanatorii, centre de agrement, cabane etc.)
- ❖ Sere sezoniere și permanente
- ❖ Uscătorii de legume și fructe, întreprinderi de prelucrare a produselor agricole

- ❖ Crescătorii de păsări și animale
- ❖ Crescătorii de pește

3. Părțile componente ale Sistemului Fotovoltaic Autonom

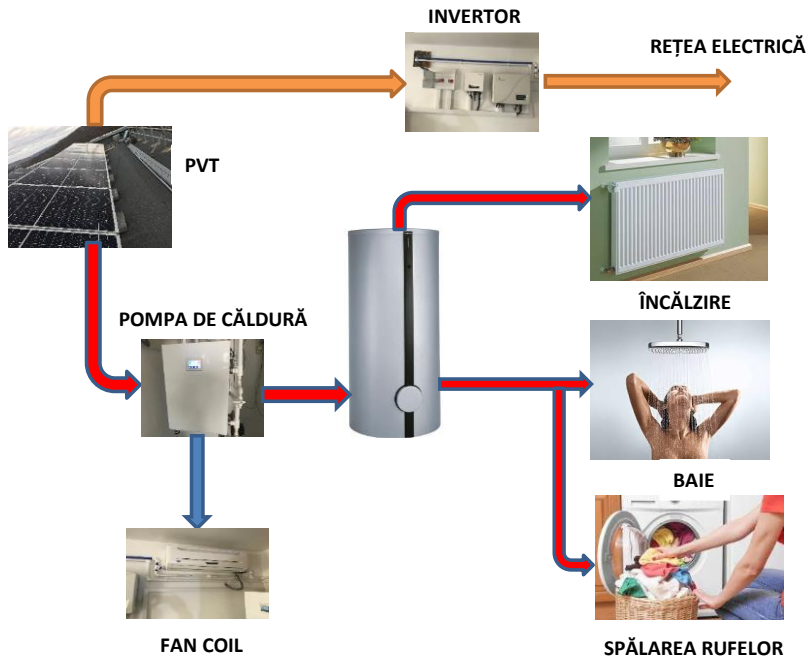


Diagrama tehnologică a Sistemului Fotovoltaic Autonom

Părțile componente ale sistemului

1. Panourile fotovoltaice-termice



Panourile fotovoltaice-termice sunt de o construcție specială cu destinație dublă:

- a). generează energie electrică cu o eficiență mărită (5-15%) datorită răcirii lor intense;
- b). absorb căldura din mediul înconjurător pe orice vreme.

2. Invertorul



Invertorul cu contor bidirecțional, care transformă curentul continuu al panourilor fotovoltaice-termice în curent alternativ conform cerințelor furnizorului și duce evidența cantității de energie generată și consumată;

3. Pompa de căldură și monitorul ei



Pompa de căldură extrage căldura din mediu și încălzește apă. Extragerea căldurii este efectuată printr-un sistem de conducte cu lichid, pompe hidraulice și panouri fotovoltaice-termice.

4. Boilere de acumulare și stocare a apei fierbinți



Boilerele de acumulare și stocare ale apei fierbinte (și apei reci) sunt destinate acumulării apei fierbinte pentru încălzire, apei calde menajere (ACM) și apei reci pentru utilizare în anumite momente tehnologice.

5. Fan coil (răcirea aerului)



Fan coil este destinat condiționării aerului în încăperea în

sezonul cald al anului (sau alt aparat de răcire pentru păstrare produselor agricole și alimentare.

6. Variantele posibile de amplasare ale sistemului

a). Acoperiș plat



b). Acoperiș șarpante



c). La sol



d). Utilizarea în sere



7. Avantajele Sistemului

- Generare pe tot parcursul anului;
- Electricității cu randament mediu anual mai mare cu 10-15%;
- Apă caldă pentru încălzire (50°C și mai înaltă);
- Apă caldă menajeră (50°C și mai înaltă);
- Condiționare cu aer rece;
- Sistem de dezghețare pentru topirea zăpezii și a gheții;
- Modul automat de funcționare;
- Protecția sistemului de încălzire de îngheț;

- Ecologic curat (fără emisii de gaze nocive, funcționare fără zgomot);
- Funcționează eficient noaptea și ziua, pe frig și cald, vara și iarna.

8. Date tehnice și economice obținute în rezultatul testării sistemului

- Apa caldă 50°C - 800-1600 litri/zi*kWp
- Electricitate - 1200kWh/an*kWp
- Eficiență fotovoltaică mai mare – 10% anual
- Pornirea răcirii aerului - fără întârziere
- Reducerea consumului de gaze - 3,3m³/zi*kWp
- Lemn de foc economisit - 5,0m³/an*kWp
- Reducerea CO₂ - 6,2 kg/zi*kWp

9. Consecutivitatea dimensionării echipamentelor sistemului

a). Pe baza calculelor termice este selectată puterea pompei de căldură. Ea este funcție de pierderi de căldură în timpul sezonului rece. O deosebită atenție trebuie atrasă generării căldurii în perioadă rece a anului, când pompa de căldură nu poate satisface necesitățile de generare a apei calde și este un parametru legat strict de modelul ei. În acest caz este necesar de prevăzut o sursă alternativă de generare a apei fierbinte (centrală termică pe gaze, cărbune, lemne ș.a., centrală electrică sau încălzitor electric tubular, instalat în boiler);

b). Disponând de datele pompei de căldură este selectată suprafața necesară a PVT, care poate satisface cu suprafața de absorbție la temperaturi scăzute.

- c). Este calculat diametrul necesar al conductei cu antigel.
- d). Sunt calculate pierderile de presiune în sistemul hidraulic exterior și selectată pompa de circulație. Aici este necesar de avut în vedere viscozitatea unor lichide (etilenglicol, polietilenglicol) se mărește considerabil la scăderea temperaturii.
- d). Sunt calculate pierderile de presiune în sistemul hidraulic interior și selectată pompa de circulație.
- e). Este selectat invertorul și contorul Bi-direcțional.
- f). Este selectat aparatul de control și protecție a circuitului electric și termic
- g). Este calculat conturul de împământare

10. Calculul cantității de energie electrică generată

Calculul cantității de energie electrică generate este efectuat cu ajutorul softului <https://photovoltaic-software.com/pv-softwares-calculators/online-free-photovoltaic-software/pvgis> în funcție de tipul panoului fotovoltaic, conectarea și orientarea lui, puterea totală a panourilor.

Este necesar de avut în vedere că eficiența medie anuală a sistemului PVT este minim 10% mai înaltă și rezultatele calculului trebuie înmulțite la coeficientul 1.1.

În calitate de exemplu este folosit sanatoriul Bucuria Sind amplasat în or. Vadul lui Vodă.

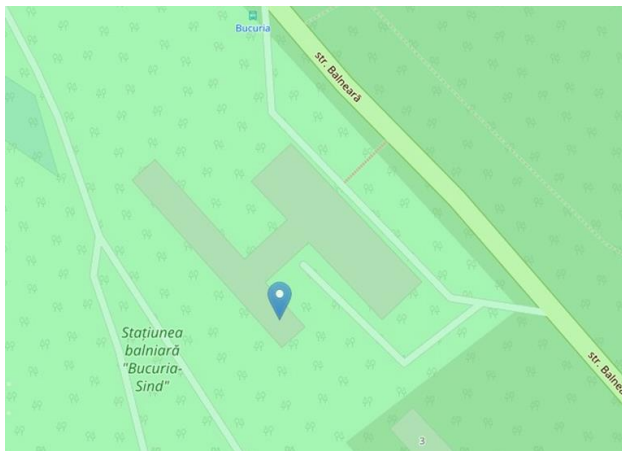


Fig. 1. Amplasarea sanatoriului Bucuria Sind
Summary

Provided inputs:	
Location [Lat/Lon]:	47.078,29.094
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH2
PV technology:	Crystalline silicon
PV installed [kWp]:	1
System loss [%]:	14
Simulation outputs:	
Slope angle [°]:	35 (opt)
Azimuth angle [°]:	0
Yearly PV energy production [kWh]:	1197.21
Yearly in-plane irradiation [kWh/m ²]:	1524.84
Year-to-year variability [kWh]:	51.61
Changes in output due to:	
Angle of incidence [%]:	-2.8
Spectral effects [%]:	1.27
Temperature and low irradiance [%]:	-7.25
Total loss [%]:	-21.49

Fig. 2. Rezultatele calcului parametrilor 1Kwp de panouri fotovoltaice

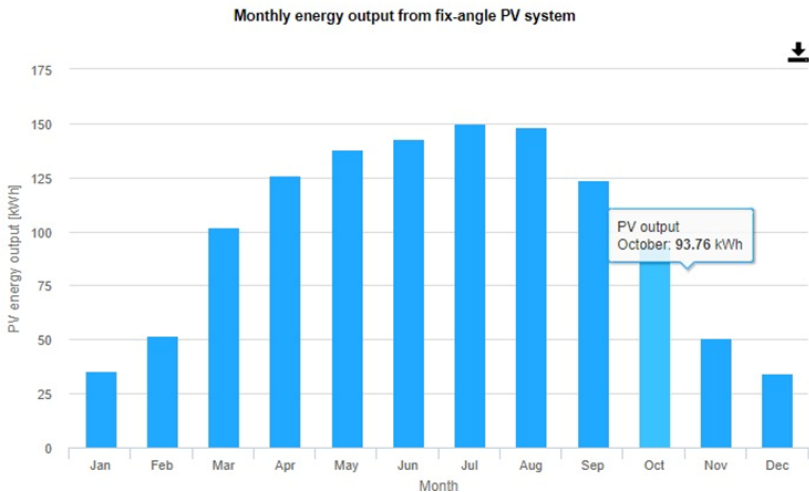


Fig.3. Diagrama generării lunare a energiei electrice de 1kWp panouri fotovoltaice

11. Calculul cantității de energie termică generată

COP (coeficientul de performanță a pompei de căldură) al sistemului este egal cu minim 3.0 în mediu anual, ceea ce înseamnă că o unitate de energie electrică generată de PVT va genera 3.0 unități de energie termică. Așadar, sistemul va genera 1 unitate energie electrică, care este ulterior utilizată pentru generarea a 3 unități energie termică. În total sistemul generează 4 unități de energie (1- electrică și 3- termice). Cantitatea de radiație solară în același punct este calculată cu ajutorul softului menționat.

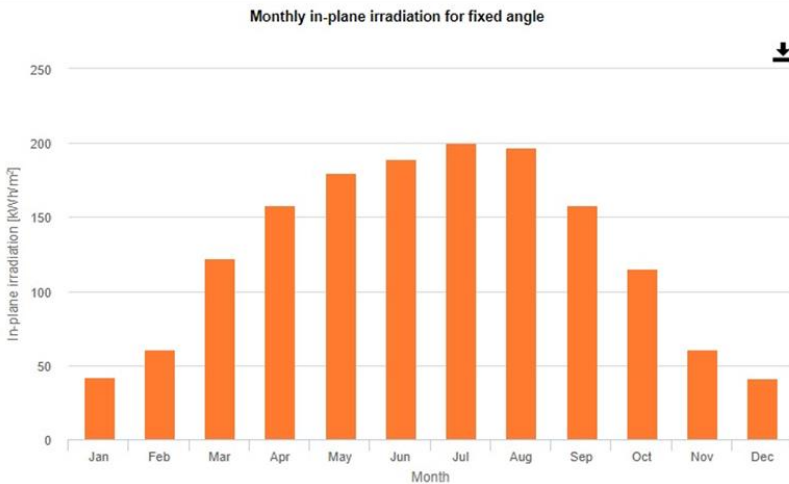


Fig.4. Diagrama generării lunare a radiației solare de 1kWp panouri fotovoltaice

12. Calculul estimativ al sistemului pentru clădiri rezidențiale

Pentru evaluarea prealabilă a puterii pompei de căldură și a panourilor fotovoltaice au efectuate calculele pentru clădiri cu un etaj și două etaje (tabelul 1), termic izolate și neizolate. Clădiri izolate au fost considerate clădirile de clasa A a eficienței energetice, iar cele neizolate - clasa B.

Reieșind din puterea pompei de căldură a fost calculată suprafața necesară de panouri fotovoltaice la temperatura 7°C (temperatura standard de testare a pompelor de căldură).

Disponând de suprafața concretă a panourilor se calculează puterea necesară a panourilor fotovoltaice.

Tabelul 1. Calculul estimativ al sistemului pentru clădiri rezidențiale

Nr. ord	Suprafața casei, m2	Puterea pompei de căldură pentru încălzire, kW (conform NCM M.01.02:2016 ICS 91.120.01)	Suprafața necesară a panourilor fotovoltaice, m2	Suprafața efectivă a unui panou, m2	Cantitatea de panouri, buc	Puterea panourilor PV, kWp
Case cu un etaj izolate						
1	100	6	6.5	1.6	4.2	2.7
2	125	7.5	8.1	1.6	5.2	3.4
3	150	9	9.8	1.6	6.2	4.1
4	175	10.5	11.4	1.6	7.3	4.8
5	200	12	13.0	1.6	8.3	5.5
6	250	15	16.3	1.6	10.4	6.9
7	275	16.5	17.9	1.6	11.4	7.5
8	300	18	19.5	1.6	12.5	8.2
9	325	19.5	21.2	1.6	13.5	8.9
10	350	21	22.8	1.6	14.6	9.6
Case cu un etaj izolate						
1	100	9	10.2	1.6	7	4.3
2	125	12	12.8	1.6	8	5.4
3	150	14	15.3	1.6	10	6.5
4	175	16	17.9	1.6	11	7.5
5	200	19	20.4	1.6	13	8.6
6	250	24	25.5	1.6	16	10.8
7	275	26	28.1	1.6	18	11.8
8	300	28	30.6	1.6	20	12.9
9	325	31	33.2	1.6	21	14.0
10	350	33	35.7	1.6	23	15.1
Case cu două etaje izolate						
1	100	5	4.9	1.6	3.1	2.1
2	150	7	7.3	1.6	4.7	3.1
3	200	9	9.8	1.6	6.2	4.1
4	250	11	12.2	1.6	7.8	5.1
5	300	14	14.7	1.6	9.4	6.2
6	350	16	17.1	1.6	10.9	7.2
7	400	18	19.5	1.6	12.5	8.2
8	500	23	24.4	1.6	15.6	10.3
9	550	25	26.9	1.6	17.2	11.3
10	600	27	29.3	1.6	18.7	12.4
11	650	29	31.8	1.6	20.3	13.4
Case cu două etaje neizolate						
1	100	7	7.7	1.6	5	3.2
2	150	11	11.5	1.6	7	4.8
3	200	14	15.3	1.6	10	6.5
4	250	18	19.1	1.6	12	8.1
5	300	21	23.0	1.6	15	9.7
6	350	25	26.8	1.6	17	11.3
7	400	28	30.6	1.6	20	12.9
8	500	35	38.3	1.6	24	16.1
9	550	39	42.1	1.6	27	17.7
10	600	42	45.9	1.6	29	19.4
11	650	46	49.8	1.6	32	21.0

13. Calculul fezabilității utilizării Sistemului Fotovoltaic Autonom

1. Calculul investiției (I)

Investiția include costul documentației de fezabilitate și permise (avize și expertize tehnice), proiectului și devizului de cheltuieli, documentația de punere în funcțiune, echipamentelor electrice și termice, accesoriilor și materialelor, transportarea și stocarea lor, manopera, taxe și impozite.

2. Calculul beneficiului (B)

Beneficiul se compune din costul energiei termice (CT) și electrice (CE) economisite.

3. Cheltuieli de mentenanță (CM)

Cheltuielile de mentenanță (CM) se compun din cheltuieli de îngrijire a sistemului (spălatul periodic al PVT), menținerea sistemului în stare de lucru (schimbarea pieselor uzate și alte).

4. Calculul perioadei simple de rambursare a investiției (T)

Ea este calculată după formula:

$$T=I/(CT+CE-CM), \text{ ani}$$



Acest proiect este implementat de
Institutul de Energetică, Republica Moldova în
parteneriat cu Universitatea Tehnică
"Gh.Asachi", Iași și Consiliul Județean Iași,
România,

„Uniunea Europeană este formată din 27 de state membre care au decis să-și conecteze treptat know-how-ul, resursele și destinele. Împreună, pe parcursul unei perioade de extindere de 50 de ani, au construit o zonă de stabilitate, democrație și dezvoltare durabilă, menținând în același timp diversitatea culturală, toleranța și libertățile individuale. Uniunea Europeană se angajează să-și împărtășească realizările și valorile cu țările și popoarele aflate dincolo de granițele sale.”

Disclaimer

„Această publicație a fost realizată cu asistența Uniunii Europene. Conținutul acestei publicații este responsabilitatea exclusivă a Institutului de Energetică, Republica Moldova și nu poate fi în niciun caz interpretat ca reflectând punctele de vedere ale Uniunii Europene sau ale structurilor de management ale Programului Operațional Comun România – Republica Moldova 2014-2020.”

Aplicant: Institutul de Energetică, Republica Moldova

Adresa: Str. Academiei, Nr. 5, Chișinău, Republica
Moldova, cod poștal 2028

Date de contact:

COVALENCO Nicolae, tel: +373 794 79-099, fax: + 373
735386, e-mail: nikolayc@gmail.com;

TÎRȘU Mihai, tel: +373 795 59-591, fax: + 373 735386,
e-mail: tirsu.mihai@gmail.com