

Stand cu panouri fotovoltaice

Aplicația demonstrativă este realizată în Laboratorul de Energii regenerabile al Facultății de Mecanică, Universitatea "Dunărea de Jos" din Galați, alături de o turbină eoliană de 1kW și o instalație de încălzire hibridă cu cazan pe biomasă și colectoare solare.

Instalația este folosită pentru a studia influența factorilor meteorologici (iradianța solară, temperatura atmosferică) și a unghiului de înclinare a panourilor asupra performanței instalației fotovoltaice. Utilizând o relație disponibilă în literatura de specialitate se calculează puterea produsă de instalație și se compară rezultatul cu datele obținute experimental pe instalație. Relația determinată poate fi utilizată pentru determinarea performanței panourilor fotovoltaice amplasate în diferite regiuni geografice.

De asemenea, utilizând baza de date realizată prin proiectul PROMES și programul RETScreen, se calculează producția anuală de energie, se face analiza economică și se determină reducerea emisiei de gaze cu efect de seră prin utilizarea instalației cu panouri fotovoltaice.

Instalația cu panouri fotovoltaice este alcătuită din:

- 4 panouri fotovoltaice cu următoarele caracteristici (fig. 1):
 - o tip celula: mono-Si;
 - o putere de vârf: 100 W
 - o curent scurt-circuit: 6,8 A;
 - o tensiune circuit deschis: 21 V;
 - o curent la puterea de vârf: 5,85A;
 - o tensiune la puterea de vârf: 17,1V.
- un regulator încărcare tip PM-SCC-50AM, cu următoarele caracteristici (fig. 2):
 - o tensiune nominală: 12/24V;
 - o consum propriu: 12 mA;
 - o curent în sarcină: 45 A;
 - o posibilități de programare, procesare de date, configurare de sistem, display LCD, data logger integrat, conexiune la PC, puncte programabile de operare, afișarea exactă a stării (SOC) și calcul automat al capacității (Ah).
- invertor DC/AC tip Mean Well 400W cu următoarele caracteristici (fig. 3):
 - o secțiunea 230 V curent alternativ:
 - putere maximă continuă: 320 W;
 - putere de vârf: 640 W;
 - tensiune nominală: 230 V;
 - frecvență: 50 Hz +/-4 Hz.
 - o secțiunea 12 V curent continuu:
 - capacitatea bateriei interne: 20 Ah, 200 CCA;
 - voltajul bateriei interne: 12 V (nominal);
 - DC power socket (circuit breaker) 12 A (automatic reset).
 - o sistemul de încărcare:
 - curent alternativ (max): 500 mA;
 - tensiunea la încărcare de vârf (nominal): 14,2 V;
 - tensiunea la încărcare de restart (nominal): 12,9 V.
 - o timpul de încărcare:
 - de la ieșire Curent Alternativ: max. 40 ore;
 - de la ieșire Curent Continu: max. 4 ore.
- 4 acumulatori tip Solar Series 12V/150 A cu următoarele caracteristici (fig. 4):
 - o tensiune: 12 V;
 - o capacitate: 140 Ah.



Fig. 1. Panou fotovoltaic CanadianSolar.



Fig. 2. Regulator încărcare PM-SCC-50AM.



Fig. 3. Invertor DC/AC Mean Well 400W.



Fig. 4. Acumulatori Solar Series 12V /150 A.

Există mai multe modele de predicție a energiei produse de panourile fotovoltaice la funcționarea în condiții exterioare. Toate aceste modele se bazează pe caracteristicile $I-U$. Cea mai folosită relație pentru calculul puterii maxime în funcție de temperatura de funcționare și iradianța solară este [1]:

$$P_m = \frac{G}{G_{ref}} P_{m,ref} [1 + \gamma(t - t_{ref})] \text{ [W]} \quad (1)$$

unde: G – iradianța solară incidentă pe suprafața panoului, W/m^2 ;
 t – temperatura panoului, $^{\circ}C$;
 γ – factor de corecție a puterii maxime pentru temperatură;
 $G_{ref} = 1000 W/m^2$; $t_{ref} = 25^{\circ}C$ (condiții standard de testare).

Temperatura modulelor fotovoltaice cu celule monocristal din siliciu poate fi calculată în funcție de condițiile meteorologice folosind următoarea relație empirică [2]:

$$t = 27,433 \cdot G + 1,1225 \cdot t_a - 2,555 \cdot w \text{ [}^{\circ}C\text{]} \quad (2)$$

unde: t_a – temperatura aerului atmosferic, $^{\circ}C$;
 w – viteza vântului, m/s.

În lucrarea [1] este propusă următoarea relație de calcul a puterii maxime în funcție de condițiile de funcționare:

$$P_m = A_1 \cdot G + A_2 \cdot t + (A_3 + A_4 \cdot t)[\ln(G)]^m \text{ [W]} \quad (3)$$

Parametrii A_1 , A_2 , A_3 , A_4 și m pentru panourile cu celule tip monocristal din siliciu sunt dați în tab. 1 [1].

Tab. 1. Parametrii pentru ecuația puterii maxime.

Parametrul	Valoarea
------------	----------

A_1	-0,002105
A_2	$4,791 \cdot 10^{-4}$
A_3	$2,024 \cdot 10^{-8}$
A_4	$-2,212 \cdot 10^{-11}$
m	10,6793

Valorile obținute cu ajutorul relației (3) pentru diferite temperaturi de funcționare, diferite valori ale radianței solare și diferite unghiuri de înclinare a panoului se vor compara cu cele obținute experimental. Datele experimentale se vor culege astfel:

- iradianța solară pe plan orizontal, G_0 se măsoară cu un pyranometru Kipp & Zonen tip CMP3 (fig. 5). Iradianța solară incidentă pe planul panoului se va calcula cu relația:

$$G = G_0 \frac{\cos(\theta_z - \beta)}{\cos \theta_z} \quad (4)$$

în care: θ_z - unghiul zenitului solar (este unghiul format de verticala locului cu direcția razei soarelui);

β – unghiul de înclinare a panoului fotovoltaic;

- tensiunea și intensitatea curentului produs de modulul fotovoltaic se măsoară cu voltmetru și respectiv ampermetru montate la mică distanța de panoul fotovoltaic;
- viteza vântului se măsoară cu anemometru tip YK-2005;
- temperatura aerului atmosferic se măsoară cu termocuplu tip K (Chromel-Alumel) conectat la un aparat FLUKE 52 K/J THERMOMETER.

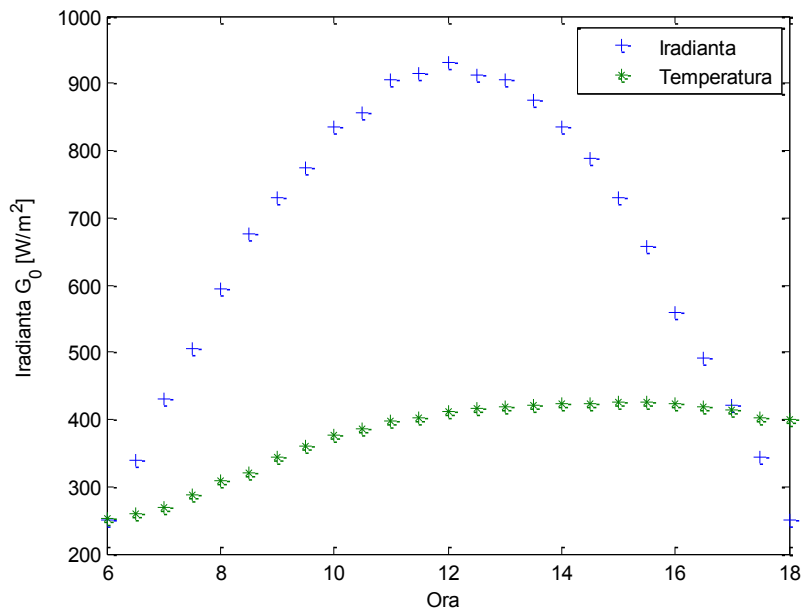


Fig. 5. Valorile orare măsurate ale iradianței solare și temperaturii aerului atmosferic.

Folosind programul RETScreen, ce se poate descărca gratuit de la adresa <http://www.retscreen.net/> se determină energia electrică ce se poate obține într-un an precum și reducerea emisiei de gaze cu efect de seră (fig. 6).

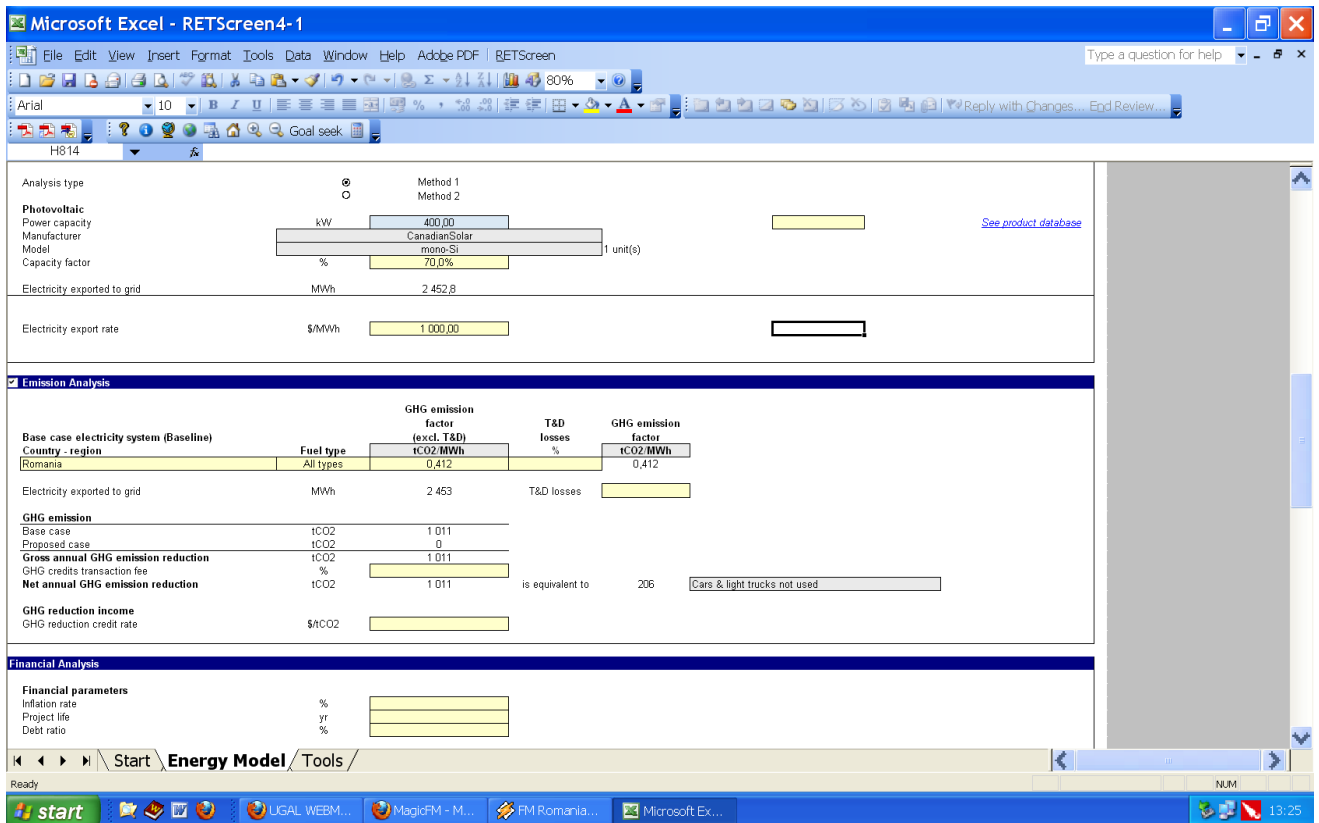


Fig. 6. Determinarea producției anuale de energie electrică și a reducerii emisiei de gaze cu efect de seră.

Aplicația demonstrativă oferă posibilitatea pregătirii de specialiști capabili să analizeze un proiect cu sisteme energetice regenerabile, în speță cu panouri fotovoltaice, din punct de vedere energetic, adică să calculeze necesarul de energie electrică pentru o anumită aplicație, să aleagă un sistem fotovoltaic, să determine energia produsă într-un an, să întocmească un bilanț economic și să determine reducerea emisiei de gaze cu efect de seră prin utilizarea instalației cu panouri fotovoltaice.

Bibliografie

1. Rosell J.I., Ibanez M., *Modelling power output in photovoltaic modules for outdoor operating conditions*, Energy Conversion and Management 47 (2006) 2424–2430.
2. Hussein H.M.S., Ahmad G.E., El-Ghetany H.H., *Performance evaluation of photovoltaic modules at different tilt angles and orientations*, Energy Conversion and Management 45 (2004) pp. 2441–2452.