

COMPETITIVENESS OF PHOTOVOLTAIC SYSTEMS FOR ACQUIRING ENERGY INDEPENDENCE

CSEKE Akos Gabriel

Facultatea de Inginerie Industrială și Robotică, Specializarea: Consultanță în proiectarea sistemelor mecanice, Master, an II, E-mail: csekegabriel@yahoo.com

Conducător științific: Ș.l. dr. ing. **Andrei DIMITRESCU**

REZUMAT: The paper presents various possibilities of using combined photovoltaic panels in the form of electricity generators, in the context of current climate problems arising from environmental pollution with flue gases produced by the burning of fossil fuels, in the event of possible depletion of fossil fuel reserves and in the context of the existence of renewable energy resources of great diversity and easy to capture and capitalize. Renewable energies, even if they are free, capture and conversion into usable energy are still very expensive, and the territorial distribution of these energies is very different in terms of quantity and quality. In addition, the use of any of the renewable energies has both advantages and disadvantages, and the impact on the environment is not negligible.

CUVINTE CHEIE: poluare, energie regenerabilă, combustibili fosili, panou solar fotovoltaic.

1. Introducere

Energia este capacitatea unui sistem fizic de a efectua lucru mecanic la trecerea dintr-o stare în alta. Etimologic, cuvântul are la bază două cuvinte, unul de origine latină „*energia*” și altul de origine greacă „*enerhia*”, care au înțelesul de activitate. Conceptul de „*energie*” este fundamental datorită legăturii existente între materie și mișcare, dar și datorită producerii și transformării diferitelor forme de mișcare ale materiei (aceste forme de mișcare se pot transforma unele în altele în raporturi cantitative strict determinate). Energia este o mărime de stare a unui sistem fizic și definește calitatea schimbărilor și proceselor care au loc în Univers. [4]

Omenirea s-a dezvoltat datorită energiei și are în continuare nevoie de energie nu doar ca să supraviețuiască, ci și pentru a se dezvolta în continuare. Descoperirea focului (generator de căldură și lumină) a delimitat definitiv omul de animal. Focul a asigurat omului condiții prielnice traiului și desfășurării diverselor activități și i-a oferit posibilitatea procesării termice a alimentelor (se consideră că tratamentul termic al cărnii de vânat consumată de oamenii preistorici a constituit un punct de referință în dezvoltarea intelectuală a acestora). Știința și tehnica au avut o evoluție relativ lentă până la apariția electricității. Astfel, putem vorbi în epoca noastră de o tehnică avansată în toate domeniile de activitate, iar aplicațiile electronicii, a laserului, a informaticii, a fibrelor optice, a roboticii, etc. sunt dezvoltări remarcabile în care electricitatea și energia au marcat o prezență importantă. Nevoia de energie se mărește odată cu industrializarea, cu progresul, cu creșterea populației. Energia este o condiție importantă a întreținerii și dezvoltării omenirii, iar principala problemă se referă la procurarea acestei energii. Electricitatea și-a găsit aplicații în toate domeniile activității omului, începând cu lumina artificială și continuând cu aparatele electrice pentru nevoi casnice. Electricitatea devine indispensabilă și omniprezentă.

Totuși, la ora actuală o mare cantitate de energie (termică, electrică și frigul artificial) necesară consumatorilor casnici și industriali este obținută prin arderea diferitelor materiale, inclusiv combustibili fosili (lichizi, gaze și solizi). Pe lângă efectul dorit, în urma arderii se obțin și produse secundare ale arderii dintre care gazele de ardere au cel mai mare impact asupra mediului înconjurător. Luând în considerare și faptul că rezervele de combustibili fosili sunt epuizabile mai devreme, sau mai târziu, omenirea trebuie să se îndrepte spre găsirea altor surse de energie. Această căutare nu este una foarte grea, deoarece Soarele trimite lumină și căldură pe Terra în mod continuu și în plus contribuie în mod

direct și indirect la formarea și dezvoltarea altor tipuri de energii regenerabile. Este indicat să captezi sursa principală de energie regenerabilă (adică energia solară), chiar dacă aceasta prezintă dezavantaje mari comparativ cu alte surse de energie regenerabilă la a căror formare a contribuit.

Dintre cele două componente ale radiației solare, lumina este mai ușor de captat și conversia ei produce energie electrică ce stă la baza obținerii oricărei alte forme de energie. Panourile fotovoltaice convertesc radiația solară în energie electrică, sunt ușor de amplasat, iar datorită evoluției științei și tehnologiei toate echipamentele necesare constituirii unui sistem fotovoltaic sunt foarte lesne de procurat, sunt deosebit de performante, însă și costul de achiziție este unul similar. Pe lângă faptul că energia solară este disponibilă doar pe timpul zilei, tehnologia pentru stocarea energiei electrice în vederea consumului pe timpul nopții este foarte scumpă și costul crește direct proporțional cu cantitatea de energie stocată. Toate aceste dezavantaje sunt compensate de faptul că energia solară este perenă, este gratuită și nu poluează.

În lucrare sunt prezentate și analizate diverse variante de generatoare fotovoltaice care alimentează cu energie electrică consumatorii dintr-o clădire. Puterea generatoarelor se determină în primul rând de necesarul de energie electrică la consumatori. Clădirea poate fi dotată cu posturi pentru încărcarea acumulatorilor autovehiculelor electrice, iar încălzirea se poate face în sistem de încălzire clasic (cu arderea unui combustibil fosil), sau cu pompe de căldură (care pe lângă faptul că asigură încălzirea pe timpul iernii și condiționarea aerului pe timpul verii, poate participa și la producerea apei calde menajere).

2. Actualitatea energetică mondială

Dintre multiplele probleme pe care omenirea le-a avut de rezolvat de-a lungul timpului, energia rămâne principala problemă de rezolvat, de ea depinzând funcționarea și dezvoltarea omenirii în viitor. Marea provocare este de a produce și utiliza o energie curată (nonpoluantă), durabilă și produsă la un cost rezonabil.

Pe lângă problema asigurării energiei, problemele globale ale mediului (poluarea și schimbările climatice) au devenit deosebit de importante și au creat necesitatea inițierii unor acțiuni suplimentare care să sensibilizeze forurile de conducere naționale și internaționale să ia în timp util măsuri funcționale. Poluarea mediului și accentuarea schimbărilor climatice sunt totuși în mare măsură indestructibil legate de activitatea omului, dintre care metodele actuale de obținere a energiei prin arderea diferitelor materiale și a combustibililor fosili au cel mai mare impact.

Încă din anii '80 forurile competente de la nivel mondial au început să ia măsuri în ceea ce privește protejarea mediului înconjurător, iar dintre acestea se poate aminti faptul că Organizația Națiunilor Unite a înființat Comisia Mondială pentru Mediu și Dezvoltare (cunoscută sub denumirea de Comisia Brundtland), care într-un raport sublinia necesitatea unei dezvoltări durabile. Analistul de mediu Lester Brown a subliniat că „Dezvoltarea durabilă este aceea care asigură necesitățile generației prezente, fără a compromite capacitatea generațiilor viitoare de a-și asigura propriile necesități”. Însă conceptul de dezvoltare durabilă a fost definit cu mult timp în urmă de amerindieni de la care a rămas proverbul „Noi nu moștenim pământul de la strămoși, ci îl împrumutăm de la copiii noștri”. [2]

Încălzirea globală este un fenomen firesc, ciclic și îngrijorător. Acest fenomen se încadrează în variabilitatea pe termen lung a climei, dar nu reprezintă singura cauză a schimbării climei globale. Încălzirea globală s-a accentuat constant după perioada industrializării masive, din cauza creșterii concentrației gazelor cu efect de seră, în principal de dioxid de carbon, rezultat în urma arderii biomasei și a combustibililor fosili. Dar, Pământul se poate încălzi și singur din cauze naturale, sau datorită evoluției Soarelui.

Efectul de seră este cauzat de gazele de seră, care se acumulează în straturi în jurul planetei noastre, formând un înveliș. Acest înveliș permite razelor ultraviolete să ajungă foarte ușor pe suprafața solului, dar împiedică reflectarea acestor raze înapoi în spațiu. Energia termică transportată de razele ultraviolete încălzește Pământul, această căldură fiind păstrată de învelișul gazelor de seră, aidoma unui geam de sticlă dintr-o seră. Procesul în sine este benefic pentru dezvoltarea vieții pe planeta noastră. Însă, cantitățile mari de gaze cu efect de seră duc la creșterea temperaturii terestre, fapt care are efecte

devastatoare atât pe termen scurt, cât și pe termen lung.

Stratul de ozon reflectă o parte din radiațiile ultraviolete provenite de la Soare și este ca un scut care ne protejează planeta de aceste radiații. Subțierea stratului de ozon face ca acesta să nu își mai îndeplinească rolul.

Efectele încălzirii globale se pot observa la nivelul întregului glob pământesc, dar și la nivelul țării noastre: creșterea temperaturii aerului, topirea ghețarilor, modificarea reliefului, scăderea cantităților de precipitații și apariția anomaliilor pluviometrice, creșterea nivelurilor mărilor și oceanelor, creșterea frecvenței și intensității extremelor climatice, intensificarea fenomenelor meteorologice, treceri bruște între anotimpuri și dispariția unor anotimpuri, aridizare și deșertificare, modificarea florei și faunei, schimbarea genelor animalelor, plantelor și chiar a oamenilor, etc. Aceste efecte primare produc în mod automat și efecte secundare, dintre care cele mai importante sunt: incendiile de pădure, distrugerea ruinelor și a vestigiilor istorice, mărirea înălțimii munților, impactul negativ al apei din ghețari asupra construcțiilor și infrastructurii localităților, dispariția lacurilor glaciare, apariția sărăciei și a crizelor economice, riscul contaminării cu boli noi și răspândirea mai ușoară a bolilor, conflicte în toate domeniile, etc.

Dintre toate cauzele încălzirii globale, se poate acționa doar asupra concentrației de gaze cu efect de seră, în special în reducerea cantităților de gaze de ardere.

Luând în calcul poluarea mediului înconjurător, încălzirea globală, emisiile de gaze de ardere cu rol important în efectul de seră și epuizarea resurselor clasice de energie, se impune necesitatea găsirii de noi surse de energie, regenerabile.

Sursele clasice de obținere a energiei, pe lângă beneficiile pe care le aduc omenirii, sunt epuizabile mai devreme sau mai târziu, iar repercursiunile asupra mediului înconjurător sunt devastatoare (poluarea, efectul de seră care duce la încălzirea globală, impactul asupra oamenilor, faunei, florei, etc.). Soarele stă la baza majorității surselor clasice de obținere a energiei (la fotosinteza plantelor, la originea ciclului apei și al vânturilor, la formarea combustibililor fosili sub formă de petrol, gaze, cărbune, care au ca origine energia de fotosinteză acumulată timp de milioane de ani), dar, energia solară sub formă de lumină și căldură, se poate folosi și ca sursă de energie regenerabilă (energia solară termică, energia solară fotovoltaică, energia eoliană, energia geotermică, energia hidrogenului, biomasa, energia hidroelectrică, energia valurilor și mareelor, care totuși reprezintă forme transformate ale energiei provenite de la Soare). Energia solară constituie baza energetică a planetei noastre și a captat atenția prin multiplele avantaje care le oferă. Această energie poate fi folosită direct prin captare activă cu ajutorul instalațiilor și dispozitivelor create de om, sau indirect sub formă de energie eoliană, energia valurilor, mareelor, etc. Captarea fotochimică prin intermediul vegetalelor poate fi considerată o utilizare directă a energiei solare ca urmare a folosirii de către om a biomasei, sau produselor reacțiilor fotochimice (de exemplu hidrogenul obținut prin fotoelectroliză).

Energia solară a fost folosită încă din cele mai vechi timpuri:

- ◆ Arhimede a fost primul care a folosit activ energia solară, împotriva romanilor care asediau Siracuza. Cu ajutorul unor oglinzi din bronz lustruite, a concentrat razele solare la o asemenea intensitate, încât țintele vizate au luat foc. [1]
- ◆ grecii au impus ca fiecare casă să aiba o fațadă orientată spre sud pentru a avea iarna un maxim de căldură furnizat pe cale naturală.
- ◆ Aristotel a observat că fațadele nordice trebuie închise pentru a asigura o mai bună protecție împotriva vânturilor pe timpul iernii.
- ◆ Socrate locuia într-o casă solară (a observat că Soarele de iarnă intră prin portic în cazul caselor orientate către sud, încălzindu-le).
- ◆ Eschil spunea că numai primitivii aleg să trăiască sub pământ în loc să-și construiască locuințe orientate spre Soarele de iarnă (totuși casele îngropate în pământ sunt mai călduroase chiar dacă nu utilizează energie de la Soare, sunt sănătoase și nu în ultimul rând, ecologice);
- ◆ romanii au inventat „*heliocaminus*” în traducere furnal solar (o cameră orientată spre sud, în care apa se încălzea cu ajutorul energiei solare, pentru a fi utilizată în scopuri igienice). În plus, romanii au folosit sticla pentru a închide golurile din ziduri (au observat că sticla acționează ca un captator de căldură, păstrând radiația care a traversat sticla înspre interiorul încăperii). Mai mult, se interzicea construirea unei

clădiri care să umbrească altă clădire. Tot de la romani a rămas utilizarea energiei solare în agricultură, în mici sere în care se produceau cele necesare traiului. [3]

Uniunea Europeană consideră că energia este un element esențial al dezvoltării, dar în aceeași măsură trebuie calculat impactul sectorului energetic asupra schimbărilor climatice, trebuie stabilită creșterea dependenței de importul de resurse energetice, precum și creșterea prețului energiei. Pentru depășirea acestor provocări este necesar să se promoveze o politică energetică comună, bazată pe securitate energetică, dezvoltare durabilă și competitivitate. [6]

Uniunea Europeană este dependentă de importul de petrol și gaze naturale (care înregistrează creșteri de la an la an) și sectorul energetic de aici reprezintă unul dintre principalii producători de gaze cu efect de seră (se impun măsuri drastice pentru reducerea acestor emisii). Energia nucleară este o alternativă viabilă, deoarece nu produce dioxid de carbon.

Noua Politică Energetică a Uniunii Europene (apărută după tratatul de la Kyoto și după Conferința ONU de la Paris) stabilește o serie de obiective majore, dintre care cele mai importante sunt:

- ▶ reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 20 % până în anul 2020 și cu cel puțin 40 % până în anul 2030 față de anul 1990;
- ▶ creșterea ponderii surselor regenerabile de energie la 20 % până în 2020 și la 32 % până în anul 2030 din totalul consumului de energie;
- ▶ creșterea ponderii biocarburanților în sectorul transporturi până în anul 2020, dar eliminarea treptată a biocombustibilii convenționali cu un risc ridicat de schimbare indirectă a utilizării terenului până în anul 2030;
- ▶ accelerarea utilizării energiilor regenerabile în transporturi pentru a atinge un nivel de cel puțin 14 % din energia provenită din surse regenerabile până în anul 2030;
- ▶ reducerea consumului de energie primară cu 20 % până în 2020, prin eficiență energetică sporită;
- ▶ sporirea eficienței energetice de cel puțin 32,5 % până în anul 2030;
- ▶ susținerea gospodăriilor care doresc să producă propria energie regenerabilă (de exemplu prin intermediul panourilor solare pe acoperiș) prin subvenții pentru investiție, scutirea de taxe, sau alocarea de taxe pentru consumul de energie auto-produsă. [6]

3. Analiza competitivității generatoarelor fotovoltaice

În România situația energetică este similară cu cea de la nivel mondial. La fel sunt și efectele devastatoare ale obținerii energiei prin arderea combustibililor fosili asupra mediului înconjurător. În consecință și țara noastră trebuie să adere la politica energetică a Uniunii Europene și să ia măsuri pentru limitarea emisiilor de gaze cu efect de seră și accelerarea exploatării resurselor de energie regenerabilă de care dispune. Iar astfel de resurse se găsesc pe întreg teritoriul țării, chiar dacă sunt repartizate neuniform și sunt foarte diferite din punct de vedere calitativ.

Obiectivul analizat se găsește într-o zonă cu posibilitatea obținerii energiei din biomasă, energie geotermică și energie solară. Biomasă nu este o soluție compatibilă cu o clădire modernă din sectorul urban (chiar dacă lemnul produce pe durata de dezvoltare oxigen și absoarbe dioxid de carbon din mediu, rezultând un bilanț care tinde spre zero în ceea ce privește poluarea rezultată în urma arderii acestuia, se pune problema aprovizionării, transportului, manipulării și depozitării lemnului, prezența unui coș de fum și inconveniente legate de cenușă). Utilizarea apei geotermale presupune explorarea subsolului și stabilirea mărimii zăcămintului în ceea ce privește viabilitatea exploatării lui. De multe ori explorarea nu are ca rezultat găsirea unei surse cu potențial suficient pentru a fi exploatată și cu parametri stabili în timp. În plus, impactul negativ asupra mediului începe încă de la forare (căi de acces, puțuri de studiu, utilaje variate și substanțe chimice de foraj), continuă în perioada de exploatare (emisii de gaze nocive, minerale extrase din apa geotermală, deversări de apă caldă) și nu se oprește nici în perioada de postexploatare (tasări și surpări ale solului, conflicte arheologice, fauna și flora rămase cu sechele se refac greu în timp). Rămâne așadar energia solară care este prezentă totuși pe tot teritoriul țării, chiar dacă cu intensități diferite. [8]

România dispune de un potențial valoros pentru aplicarea măsurilor de valorificare a energiei

solare termice și fotovoltaice datorită poziției geografice și a condițiilor climatice locale (care au totuși o influență deosebită). Zone precum Litoralul Mării Negre și Dobrogea, dar și în majoritatea zonelor din sudul țării fluxul energetic solar anual are valori deosebit de mari comparativ cu foarte multe alte țări din Europa. [9]

Pentru a constitui un generator fotovoltaic în primul rând este necesar să se determine consumul de energie electrică al tuturor consumatorilor din clădire E_{nec} în Wh, la care se aplică un coeficient de simultaneitate în funcționare. Acest coeficient fiind subunitar diminuează necesarul de energie electrică. Pentru un calcul strict al necesarului de energie electrică se pot folosi date statistice obținute în urma înregistrării consumului de energie electrică cu ajutorul contoarelor de energie performante care oferă informații despre consumurile orare, zilnice, lunare și anuale. Contoarele de energie electrică obișnuite oferă informații pe două zone orare ale consumului de energie electrică, iar furnizorul de electricitate poate să pună la dispoziție un desfășurător al consumului estimat orar și zilnic în funcție de consumul lunar.

Cunoscând (din măsurătorile climatologice) producția solară medie zilnică pentru un metru pătrat de captator situat în zona considerată, orientat spre sud și înclinat la 35° – 45° notată cu I_s și măsurată în $\text{kW}/\text{m}^2/\text{zi}$, se poate determina puterea la vârf a generatorului fotovoltaic. [10, 11]

$$P_c = \frac{E_{nec}}{I_s \cdot \eta} [\text{kW}_c] \quad (1)$$

unde: η este randamentul mediu de conversie energetică a radiației solare în energie electrică.

Suprafața totală necesară de panouri fotovoltaice S_t se calculează înmulțind puterea la vârf cu suprafața fotovoltaică S_n ce produce 1 kW_c . Această valoare a suprafeței este diferită în funcție de tipul panoului fotovoltaic și este pusă la dispoziție de producători. Watt crête (W_c), sau watt peak (W_p) este unitatea de măsură care reprezintă puterea maximă a unui dispozitiv (crête în franceză și peak în engleză înseamnă vârf, creastă, apogeu, culme). [10, 11]

$$S_t = S_n \cdot P_c [\text{m}^2] \quad (2)$$

Numărul de panouri fotovoltaice necesare se poate afla împărțind suprafața totală calculată la suprafața unui panou fotovoltaic S_p (specificată de producător). [10, 11]

$$Np = \frac{S_t}{S_p} \quad (3)$$

Cunoscând faptul că radiația solară este variabilă în funcție de anotimp, rezultă că și numărul de panouri fotovoltaice care trebuie să producă aceeași cantitate de energie electrică este variabil în funcție de anotimp. Astfel, un generator fotovoltaic dimensionat în funcție de intensitatea radiației solare din luna cea mai defavorabilă (ianuarie) va fi alcătuit dintr-un număr foarte mare de panouri fotovoltaice. Investiția este foarte mare, este necesară o suprafață de amplasare a panourilor de asemenea foarte mare, dar energia electrică produsă suplimentar în lunile în care intensitatea radiației solare crește se poate livra în Sistemul Energetic Național (SEN), chiar dacă la un preț destul de mic. Dacă se ia în calcul luna cea mai favorabilă (iulie) în care intensitatea radiației solare este maximă, rezultă un număr minim de panouri fotovoltaice, ceea ce reprezintă o investiție redusă și o scădere considerabilă a suprafeței necesare pentru amplasarea panourilor fotovoltaice. Generatorul fotovoltaic produce energia necesară la consumatori doar o scurtă perioadă de timp, în restul timpului fiind necesară o compensare prin preluarea din SEN a diferenței necesare la consumatori. O situație optimă se realizează atunci când se ia în calcul producția medie anuală de radiație solară. Numărul de panouri și suprafața de amplasare a acestora vor avea valori care se situează între valorile obținute în primele două cazuri, însă producția de energie crește foarte mult, iar surplusul produs se poate livra în SEN.

Panouri fotovoltaice de tip amorf, chiar dacă folosesc în mai mare măsură radiația solară difuză decât celelalte tipuri de panouri fotovoltaice și produc mai multă energie electrică în condiții de intensitate luminoasă scăzută și chiar cu o orientare imperfectă, au un randament foarte scăzut și este necesară o suprafață foarte mare pentru a produce 1 kW. Adăugând și prețul destul de ridicat, utilizarea panourilor fotovoltaice amorfe nu este economicoasă pentru situația de față. [5]

Randamentul maxim al unui panou fotovoltaic se atinge în jurul temperaturii de 20°C , iar în

timpul verii temperatura cristalului poate să atingă și 80⁰ C. Panourile fotovoltaice policristaline se comportă mai bine la căldură decât cele monocristaline și se recomandă să fie montate în zonele calde și aride din sudul României. Supraîncălzirea cristalului (în cazul în care se dorește montarea panourilor monocristaline în zonele calde) se poate contracara printr-un sistem de ventilare naturală (canalele de aer suplimentare îngreunează panoul și îi crește prețul), sau forțată cu ajutorul unui ventilator (soluția crește prețul de fabricație și necesită energie auxiliară pentru antrenarea ventilatorului). În schimb, panourile fotovoltaice monocristaline sunt mai eficiente în zonele reci, chiar și în condiții de lumină scăzută, zilele înnorate și ploioase. Scăderea în timp a randamentului panourilor fotovoltaice monocristaline este mai mică decât la cele policristaline. În general, caracteristicile și parametrii celor două tipuri de panouri fotovoltaice sunt foarte asemănătoare, diferența esențială constă în preț (tehnologia policristalină este mai ieftină decât cea monocristalină). [5]

Panourile fotovoltaice se pot folosi în sistem on grid (cu injecție în SEN), sau în sistem off grid (de tip insulă) și au construcție diferită în ceea ce privește numărul de celule (dictat de puterea de intrare în invertoarele destinate injecției în rețeaua națională, sau în invertoarele destinate consumului casnic).



Fig. 1. Sistem fotovoltaic on grid cu livrare totală în SEN. [arhiva personală]

Injecția în SEN poate fi totală (tot ce se produce se livrează în SEN), sau parțială (o parte ajunge la consumatori, iar surplusul în SEN).

Pentru sistemul on grid se poate defini noțiunea de prosumator care este clientul final care deține instalații de producere a energiei electrice, inclusiv în cogenerare, a cărei activitate specifică nu este producerea energiei electrice și care consumă, stochează, sau vinde energie electrică din surse regenerabile produsă în clădirea lui. Soluția unui generator fotovoltaic care deservește doar un singur consumator (clădire) și care livrează tot ce produce în SEN nu este foarte economicoasă din cauza diferenței mari între prețul unui kW preluat din SEN și prețul unui kW introdus în SEN. Fără a lua în considerare investiția destul de ridicată pentru constituirea unui generator fotovoltaic, ar trebui să se producă și să se introducă în SEN 3 kW pentru a putea consuma din SEN 1 kW, neexistând certitudinea că acest kW a fost produs din surse regenerabile. [11]

Sistemul fotovoltaic on grid cu livrarea în totalitate a energiei electrice produse în SEN este economicoasă doar pentru marii producători, care pe lângă prețul energiei electrice produse mai pot încasa contravaloarea certificatelor verzi aferente energiei produse.

Pentru un simplu consumator care deține un generator fotovoltaic este recomandabil să stocheze energie electrică în acumulatori cel puțin pentru a satisface consumul pe timpul nopții. Soluția poate fi economicoasă deoarece energia electrică acumulată este mai ieftină decât cea preluată din SEN (fără a lua în calcul costul echipamentului suplimentar).

Echipamentul suplimentar (bateriile de acumulare stochează energia electrică produsă pe timpul zilei, invertorul de baterii asigură conversia energiei de curent continuu de la bornele acumulatorilor în energie de curent alternativ pentru alimentarea consumatorilor, regulatorul de sarcină, sau controlerul controlează încărcarea și descărcarea completă a bateriilor de acumulatori fără a permite supraîncărcarea și supradescărcarea, invertorul de rețea convertește energia electrică de curent continuu nestabilizată generată de panourile fotovoltaice în energie electrică de curent alternativ) este foarte scump și are durata de viață semnificativ mai mică față de cea a panourilor fotovoltaice și de aceea, pentru a calcula investiția într-un sistem fotovoltaic cu acumulare nu este suficient să se ia în considerare doar o singură dată prețul fiecăruia dintre echipamente. Costul echipamentului necesar acumulării energiei electrice mărește investiția inițială, ceea ce duce la scăderea rentabilității generatorului fotovoltaic. [5]

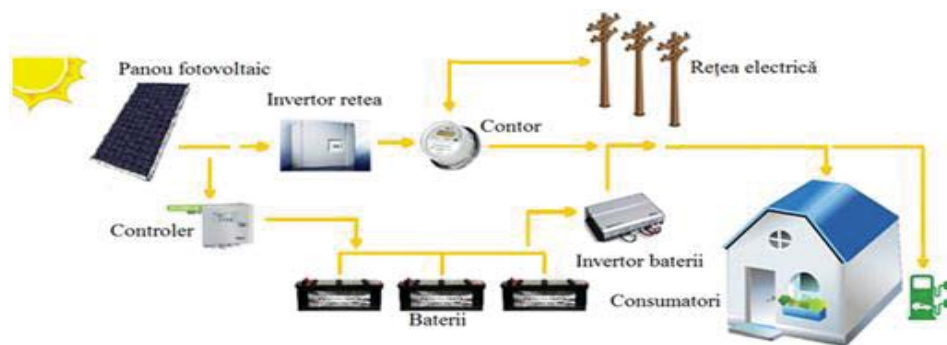


Fig. 2. Sistem fotovoltaic on grid cu baterii de acumulare. [arhiva personală]

Pentru sporirea rentabilității generatorului fotovoltaic se pot folosi trackere solare, care față de un sistem de prindere fix pentru panourile solare, un tracker solar este varianta dinamică a unui astfel de sistem pentru că el se mișcă în funcție de mișcarea aparentă a Soarelui pe cer. Scopul este de a permite panourilor să colecteze cât mai multă energie solară pentru a genera cât mai multă energie electrică la ieșire, deci pentru a face întregul sistem fotovoltaic să fie mai eficient. Trackerele cu o singură axă se pot arcui de la est la vest în direcția mișcării aparente a Soarelui, însă ele nu pot să urmeze și ascensiunea acestuia pe cer. Această arcuire poate să fie orizontală, oblică, sau verticală, în funcție de necesități, sau preferințe. Un tracker solar cu axă dublă are două axe de mișcare, astfel că se poate mișca atât pe verticală, cât și pe orizontală pentru a poziționa și mai bine panourile față de poziția Soarelui pe cer. Panourile fotovoltaice fiind mai precis îndreptate către Soare pe toată durata cât acesta este pe cer, se pot obține rezultate maxime, generându-se un maxim de energie electrică și exploatând astfel la maximum potențialul panourilor solare. Cele două axe sunt aliniate pe direcțiile nord sud, și est vest. Trackerele solare sunt utile pentru acoperișurile plane de tip terasă: hale industriale, spații comerciale, blocuri de locuințe, etc., sau pentru instalarea panourilor pe platforme la nivelul solului. [5]

Trackerul solar cu axă orizontală, chiar dacă mărește cantitatea de radiație solară captată, pe timpul iernii are randamentul mai scăzut decât al trackerului cu axă verticală. Trackerul solar cu axă verticală are un randament bun pe tot timpul anului, dar se recomandă folosirea unui tracker solar cu două axe, deoarece combinând avantajele axei verticale și axei orizontale, randamentul generatorului fotovoltaic crește substanțial.

Trackerele solare chiar dacă sunt scumpe, pot susține mai multe panouri fotovoltaice, astfel încât suprafața de amplasare a acestora se diminuează. La amplasarea trackerelor solare trebuie să se țină cont de umbriri (chiar a panourilor între ele) și la faptul că suprafața mare astfel obținută opune rezistență curenților de aer și vântului.

În demersul ei în ceea ce privește politica energetică (utilizarea resurselor regenerabile de energie și protejarea mediului înconjurător), Uniunea Europeană a creat PVGIS (Sistemul European de Informații Geografice Fotovoltaice) care este un instrument ideal pentru a estima producția de energie solară lunară și anuală a unui generator fotovoltaic. Luând în considerare multiplele variabile care intervin în captarea radiației solare, se recomandă stabilirea unui număr maxim de captatoare fotovoltaice (policristalin, monocristalin, amorf, bifacial, thin film, membrană fotovoltaică, țiglă fotovoltaică, cu/fără concentrator, cu/fără tracker solar, etc.) care se pot amplasa optim pe suprafața disponibilă și estimarea producției de energie electrică. PVGIS ușurează această estimare datorită unei baze de date care cuprinde mediile măsurătorilor intensității radiației solare lunare și anuale. Se introduc datele inițiale: locația, se selectează GRID CONNECTED, OFF – GRID, sau TRACKING PV (cu posibilitatea alegerii axei verticale, axei orizontale, sau ambelor axe), se alege baza de date, se selectează tehnologia captatorului solar și se stabilește locul de amplasare al panourilor fotovoltaice. În funcție de puterea la vârf dorită a generatorului fotovoltaic aplicația estimează puterea de ieșire generatorului lunară și anuală în funcție de radiația solară.

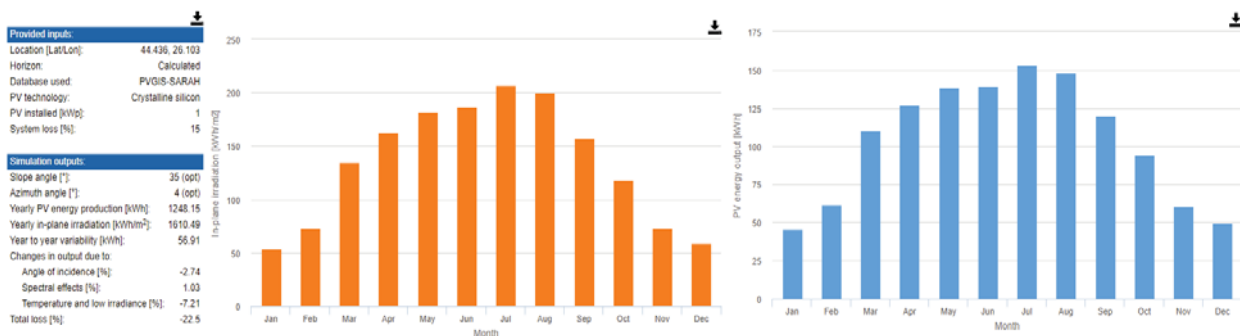


Fig. 3. Iradierea solară lunară și energia produsă de sistemul fotovoltaic conform datelor inițiale [7]

4. Concluzii

Având în vedere că poluarea mediului înconjurător și încălzirea globală sunt efecte secundare ale producerii energiei necesare vieții și activităților cotidiene, se impune captarea energiilor regenerabile și nepoluante existente în toate zonele planetei noastre. Țara noastră dispune de marea majoritatea a surselor de energie regenerabilă a căror captare și conversie se cunosc și se pot aplica. Radiația solară participă la formarea majorității surselor de energie regenerabilă și în plus este omniprezentă și ușor de captat și convertit într-o energie utilizabilă. În partea de sud a țării intensitatea ridicată a radiației solare face din aceasta o energie rentabilă pentru a fi captată, dar chiar dacă este gratuită, conversia ei într-o energie utilizabilă este încă foarte scumpă. Se pot constitui generatoarele fotovoltaice compuse din panouri fotovoltaice policristaline care se comportă mai bine în zonele calde și sunt mai ieftine decât cele monocristaline. Neavând certitudinea producerii energiei electrice într-o cantitate dinainte stabilită, se recomandă amplasarea unui număr de panouri care să umple suprafața disponibilă după care să se estimeze energia care va fi produsă. Chiar dacă echipamentele de acumulare a energiei electrice produse ziua oferă posibilitatea alimentării consumatorilor pe timpul nopții, costurile de investiție sunt foarte mari, iar costurile de mentenanță nu sunt de neglijat. Din această cauză, dar și pentru a avea o sursă alternativă de energie, se recomandă ca sistemul fotovoltaic să fie legat la SEN. Surplusul produs se poate livra în SEN și tot de acolo se poate compensa consumul. Trackererele solare sporesc producția de energie electrică, micșorează suprafața de amplasare a panourilor, însă costul este unul pe măsura beneficiilor.

5. Bibliografie

- [1] Amjahdi, M.; Lemale, J. (2012) *Energia solară termică și fotovoltaică*, Editura MATRIX ROM, București, ISBN 978-973-755-855-8
- [2] Badea, A.; Necula, H. (coordonatori), (2013), *Surse regenerabile de energie*, Editura AGIR, București, ISBN 978-973-720-469-1
- [3] Dabija, A – M.; Gheorghe, S.; Mortu, A.; Buzatu, L. (2010), *Sisteme fotovoltaice în arhitectură*, Editura Universitară „Ion Mincu”, București, ISBN 978-973-1884-81-3
- [4] <http://descoperim-energia.blogspot.ro/2011/10/definitia-energiei.html>, accesat 08.04.2020
- [5] <http://www.esolar.ro>, accesat 15.04.2020
- [6] <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/ro/sheet/68/energetska-politika-opca-nacela>, accesat 12.04.2020
- [7] https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html, accesat 20.04.2020
- [8] <https://www.slideserve.com/jersey/energiei-regenerabile>, accesat 22.04.2020
- [9] <http://energystreet.ro/fotovoltaice/harta-solara-a-romaniei/>, accesat 21.04.2020
- [10] <http://www.abmee.ro/wp-content/uploads/2017/02/PVTRIN-Manualul-Instalatorului.pdf>, accesat 29.04.2020
- [11] <https://www.engie.ro/wp-content/uploads/2019/05/Ghidul-prosumatorului-tot-ce-trebuie-sa-stii.pdf>, accesat 24.04.2020