

*În lucrarea de față se prezintă avantajele și dezavantajele celor două forme de energie, tipurile de instalații, principiile lor de funcționare, algoritmul de calcul al perioadei de amortizare a costurilor de producție în funcție de consumul anual al unei locuințe.*

**Energia solară** este inclusă în toate strategiile energetice pe termen mediu și lung ca principală opțiune. Fiind considerată încă neconvențională, participarea ei la consumul de energie crește datorită următoarelor avantaje:

- este inepuizabilă (regenerabilă);
- este mult mai uniform distribuită în zonele locuite ale planetei; decât alte surse de energie;
- este gratuită;
- consecințele ecologice ale utilizării sunt minime;
- grad mare de acceptabilitate.

Printre dezavantajele acestei surse de energie se pot menționa:

- densitatea redusă de putere;
- variație zilnică și anuală datorate mișcărilor planetei;
- influență puternică a nebulozității și poluării.

**Energia eoliană** are un avantaj clar în combaterea schimbării climatice. Totuși, nu este lipsită de impact ecologic (zgomot, agresiune

vizuală, influența asupra păsărilor), care diferă în funcție de zonă. Cele mai bune amplasamente sunt primele exploatate astfel că extinderea energiei eoliene va deveni mai scumpă; de exemplu locațiile îndepărtate vor necesita noi linii de transport a electricității, cu impact la mediu. Aceasta limitează, pe termen lung, potențialul vântului.

Energia eoliană este regenerabilă, disponibilă ca sursă indigenă în țările dezvoltate ca și în acelea în curs de dezvoltare. Resursa globală este imensă, de mai multe ori mai mare decât cererea globală pentru electricitate.

Dezavantajele sunt la fel de clare: energia eoliană este variabilă și intermitentă.

Datorită diversității de tehnologii existente **energia solară** poate fi folosită în multe locații. Singura problemă semnificativă este stadiul incipient de dezvoltare. Multe surse de energie, perfect acceptabile la o scară mică de utilizare, au un mult mai mare impact dacă se dezvoltă masiv. Deoarece radiația solară, ca și alte surse regenerabile, are densitate energetică redusă, vor fi necesare suprafețe mari de teren.

**Sistemele eoliene** trebuieacompaniate de centrale convenționale de rezervă sau de capacități de stocare foarte costisitoare, în prezent. Se recunoaște, în general, că energia eoliană începe să pună probleme practice serioase dacă ponderea ei depășește cca.20%. Dacă energia eoliană poate aduce o contribuție la disponibilitate, aceasta este variabilă și limitată.

Principalele moduri de utilizare a **energiei solare** sunt conversia termică și conversia directă în energie electrică. Deși conversia termică este, în prezent, mai răspândită, pentru programele pe termen lung

Principalele domenii de utilizare a energiei mecanice obținute la axul **turbinei eoliene** sunt: pomparea apei; comprimarea aerului; producerea de căldură; importanța conversiei directe în electricitate este mai mare; producerea de energie electrică.

**Instalațiile fotovoltaice** sunt proiectate pentru funcționarea în exterior, în condiții aspre cum ar fi cel marin, la tropice, cel arctic sau în deșert. Mai multe *celule fotovoltaice* sunt interconectate în *module fotovoltaice*. Modulele obișnuite au valori de putere nominală în jurul a 50-180W, fiecare, depinzând de tehnologia utilizată și de orientarea acestora relativ la soare. Modulele fotovoltaice sunt interconectate în *panouri fotovoltaice* și acestea formează instalația sau sistemul fotovoltaic. Instalația fotovoltaică constă într-un număr de module fotovoltaice individuale, interconectate pentru producerea unui curent și a unei tensiuni corespunzătoare.

Cele mai multe module de putere livrează curent continuu la 12Vcc, pe când cele mai multe aplicații casnice și procese industriale operează cu un curent alternativ la 240Vcc sau 400Vcc. De aceea este utilizat un invertor pentru conversia curentului continuu cu tensiuni joase în curent alternativ de tensiuni ridicate.

Panourile fotovoltaice produce electricitate care poate fi direcționată din controler fie spre baterie sau direct către consumator. În lipsa luminii solare, bateria poate alimenta consumatorul, dacă are o capacitate suficientă.

În vederea captării energiei eoliene este necesară cunoașterea unor parametri ai curenților de aer, care au influență directă asupra construcției și funcționării instalațiilor de conversie. Principalii parametri avuți în vedere sunt viteza vântului, direcția vântului, durata anuală a vântului în funcție de viteză. Mărimea vitezelor este foarte importantă pentru calculele energetice și, de asemenea, pentru evaluarea acțiunilor asupra structurilor.

O instalație eoliană include în componența sa un generator, mecanismul acționat, dispozitivul de transmisie mecanică și mai multe sisteme de orientare, stabilizare, reglaj și protecție, alte elemente constructive (fig. 1).

În această figură se prezintă structura internă a unei turbine eoliene, care constă din următoarele elemente: nacela (2) - conține componentele cheie ale turbinei, incluzând cutia de viteze și generatorul electric. În fața nacellei este rotorul turbinei cu paletele (1) și hub-ul (9) cuplat la axul principal (8). Cutia de viteze (7) mărește viteza de rotație de aproximativ 50 de ori față de viteza redusă a rotorului cu palete. Instalația este echipată cu o frână mecanică cu disc (6), care poate fi folosită în cazuri de urgență.

Generatorul turbinelor de vânt (5) conectat printr-un ax de mare viteză, convertește energia mecanică în energie electrică. El diferă față de generatoarele obișnuite, deoarece trebuie să lucreze cu o sursă de energie primară care furnizează o putere mecanică fluctuantă. Pe scară largă, la turbinele de 100-500kW, tensiunea generată este de 690V c.a. trifazat, fiind necesar un transformator ridicător de tensiune de 10 sau 30 kV, pentru a putea fi conectat la rețeaua națională de medie tensiune.

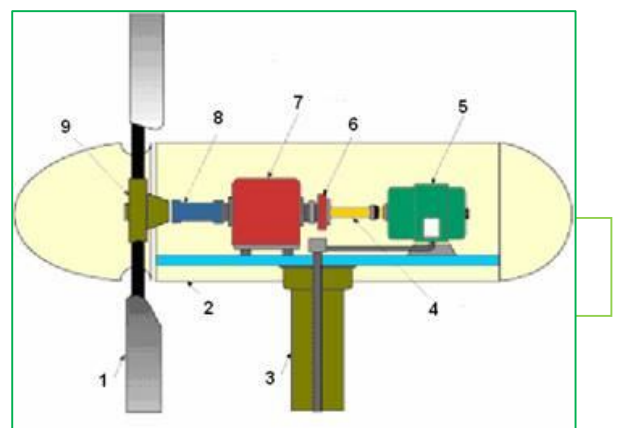


Fig.1. Componentele centralei eoliene

Turbinele pot fi construite atât cu generatoare

sincrone cât și asincrone și cu diferite tipuri de conectare la rețea: direct sau indirect. Turnul turbinei (3) susține nacela și rotorul. În general este avantajos un turn înalt deoarece vântul e mai puternic. O turbină de 600kW are turnul de 40-60m.

**Stabilirea duratei de amortizare a instalațiilor solare și eoliene pentru alimentarea unei locuințe izolate cu un consum mediu zilnic de  $E_{zi}=4 kWh/zi$  și puterea maximă  $P_{max}=2 kW$  din spațiul Subcarpaților de curbură.**

Calculul pentru instalația fotovoltaică

O instalație fotovoltaică cuprinde (Fig. 2):

- Panouri fotoelectrice cu puterea între 270 W, orientate către sud sub un unghi, față de planul orizontal local egal cu latitudinea locală aproximativ 45°;
- Invertor: având în vedere că cea mai mare parte a consumatorilor necesită curent alternativ, se folosește un invertor pentru transformarea curentului continuu în curent alternativ;
- Acumulatori Pb-acid (Baterie).

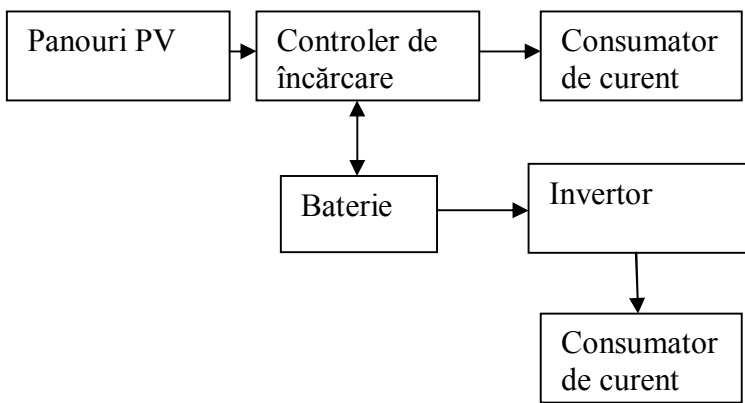


Fig. 2. Schema unei instalații fotovoltaice izolate

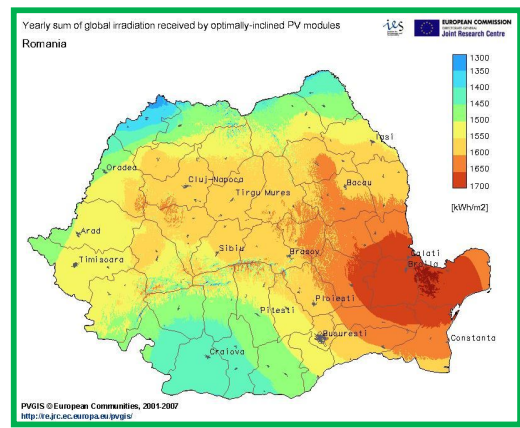


Fig.3. Irradierea globală anuală  $E_s$  a unui modul fotovoltaic în România înclinat la unghi optim

□ Controler de încărcare (Regulator de încărcare) pentru controlul încărcării bateriei de acumulatori, prevenind astfel deteriorarea prin încărcare în exces și prelungind durata de funcționare.

Se pleacă de la necesarul de consum de energie electrică a unei microlocații  $E_{zi}$ .

Se ia în considerare iluminarea energetică medie anuală din figura 5 pentru zona Subcarpaților de curbură,  $E_s = 1600 kWh/m^2$ .

S-au ales panouri de tip fotovoltaic 260 W model LG260S1C-G3 având randamentul de 16 %,  $P_{mod} = 260W$  și costul unui modul de (preț = 377,2 EUR).

Se calculează suprafața maximă a sistemului fotovoltaic:

$$S_m = \frac{365 \cdot E_{zi}}{E_s \cdot \eta} = \frac{365 \cdot 4 kWh}{1600 kWh/m^2 \cdot 0.16} = 5,72m^2$$

Se calculează numărul de module:

$$N = \frac{S_m}{S_{modul}} = \frac{S_m}{N_{cel} \cdot S_{cel}} = \frac{5,72}{6 \cdot 12 \cdot 156 \cdot 156 \cdot 10^{-6}} = 3,27. \text{ N r. module} = 4$$

$S_{cel} =$  Suprafața unei celule fotovoltaice monocristaline =  $156 \times 156 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ .

$N_{cel} =$  numărul de celule al unui panou =  $6 \times 12$

Suprafața sistemului voltaic format:

$$S_{sisformat} = S_{modul} \times N = 6 \cdot 12 \cdot 156 \cdot 156 \cdot 10^{-6} \times 4 = 7,0087 \text{ m}^2$$

Se calculează puterea sistemului fotovoltaic:  $P = N \cdot P_{modul} = 4 \cdot 270 = 1080 \text{ W}$

Se alege o baterie de acumulatori:  $U_{bat}=12V$ ,  $Cap=200Ah$ .

Se calculează numărul de baterii cu formula:

$$N_{bat} = n_{zile} \cdot \frac{E_{zi}}{U_{bat} \cdot Cap} = 1 \cdot \frac{4000Wh}{12V \cdot 200Ah} = 1,66 \quad N_{bat} = 2$$

unde  $n_{zile}$  este numărul de zile de autonomie (fără soare).

**Regulator de încărcare (preț=60,6EUR)** se utilizează în sisteme fotovoltaice, coordonând funcțiile panourilor fotovoltaice, a bateriilor și sarcinilor. Regulatorul conține câteva funcții de protecție, astfel încât întreg sistemul să opereze eficient și sigur .

Acest tip de controler de încărcare poate fi folosit împreună cu toate tipurile de panouri fotovoltaice și diferite tipuri de baterii. Unitatea de control a acestuia generează un factor de umplere variabil 0-100%, rezultând o încărcare eficientă a bateriei.

Componenta energetică de depozitare a sistemelor de alimentare cu energie alternativă este bancul de baterii fără întreținere și de mare capacitate, fabricate după tehnologii cu GEL sau AGM. Acestea asigură o eficacitate ridicată permanentă și conservă capacitățile funcționale pe parcursul întregului ciclu de viață. Sistemele bazate pe tehnologii AGM și GEL au proprietăți speciale, care sunt foarte importante pentru a asigura o locuință cu energie din surse regenerabile.

Bateriile Sunlight AGM sunt baterii acide cu plumb reîncărcabile cu valva reglatoare VRLA care utilizează plăci de mare densitate și separator din fibra de sticlă (AGM) ce reduce evaporarea electrolitului și asigură o funcționare excelentă în diverse medii (**preț = 256 EUR/buc.**).

Se alege un inverter VICTRONICS de 3000VA (**preț = 1910 EUR**) în funcție de puterea maximă ?

Fig.7. Regulator de încărcare

Fig. 8. Baterie Sunlight AGM

Fig. 9. Inverter Tensiune 12-110V 3000w TN-3000-112A Mean Well

Special conceput pentru preluarea energiei produse de către panourile solare și încărcarea bateriei pentru înmagazinarea acesteia inverterul de tensiune cu funcție de UPS, TN 3000 este un puternic instrument de transformare a energiei solare și redistribuire în locuință. Inverterul TN 3000 este special conceput pentru acest procedeu de transformare a energiei solare înglobând multiple funcții și protecții cu timp de răspuns ultrarapid și eficient scăzând în acest fel rata deteriorării în timp ale electronicelor folosite prin intermediul unui inverter clasic.

Caracteristici tehnice:

✓ Tensiune Intrare: 10-15V DC

✓ Tensiune Iesire: 110V AC

✓ Frecvența: 60Hz

- ✓ Putere Constanta: 3000W
- ✓ Varfuri Putere: 6000W

- ✓ Randament Eficienta: 91%
- ✓ Temperatura lucru: 50+/- 5 °C

Costul total este:

$$C = C_{PV} + C_{REG} + C_{bat} + C_{inv} + C_{aux} + C_{manop}$$

$$C = 4 \cdot 377,2 + 60,6 + 2 \cdot 256 + 1910 + 250 + 100 = 5604,8EUR$$

Amortizarea instalației se face în:

$$N_{ani} = \frac{C}{Es \cdot \eta \cdot S_m \cdot c} = \frac{5604,8EUR}{1600kWh/m^2 \cdot 0.16 \cdot 7,0087m^2 \cdot 0.14Eur/kWh} = 17,31ani$$

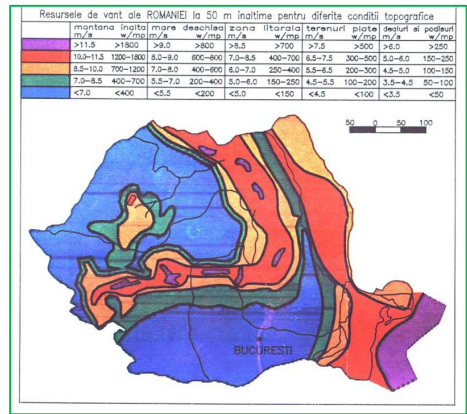
$N_{ani} \approx 17$  ani și 4 luni

### Calculul pentru instalația eoliană

Viteza medie multianuală este o caracteristică principală și globală a unui amplasament aeroenergetic.

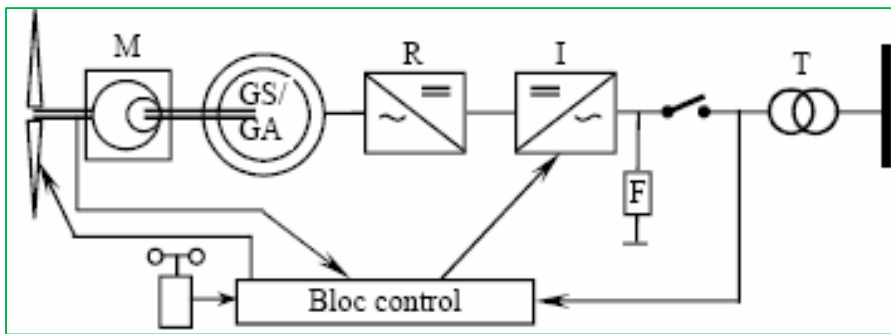
În fig. 10 este reprezentată harta vântului pentru România, ce se referă la vitezele medii multianuale în spațiul la care se face referire, viteza medie anuală fiind de 4,5 – 5 m/s iar puterea medie dezvoltată de vânt este 100-150 W/m<sup>2</sup>.

Fig. 4. Centrală eoliană din zona Rm. Sărat și Harta vânturilor pentru România realizată de ICMENERG



Știind că  $E_{an}=1498kWh$  este energia produsă în medie de o turbină eoliană de 1 kw pe timp de un an

la o viteză medie m/s, pentru necesara o puterea de 1 kw, consumată în este de 4kWh/zi unui an se kWh.



a vântului de 5 locuință este singura turbină cu deoarece energia decursul unei zile iar pe parcursul consumă 1460

Fig. 5. Schema electrică de principiu pentru captatoarele eoliene care funcționează la turație variabilă

Încadrarea captatoarelor eoliene în graficul de variație a puterii furnizate în funcție de viteza vântului (fig.5), necesită dotarea acestora cu mijloace de control a puterii transmisă de la rotorul eolian la generatorul electric. Pentru captatoarele de mare putere, echipate cu rotoare elice, viteza minimă a vântului (viteza de demarare) este de 5-6 m/s, viteza nominală este de cca. 12-13 m/s, iar viteza maximă a vântului este de 20-25 m/s. Pentru obținerea maximului de putere posibil pentru viteze ale vântului mai mici decât viteza nominală, ca și limitarea puterii în cazul depășirii vitezei nominale, controlul puterii se realizează prin două procedee: modificarea pasului elicei și utilizarea fenomenului de blocare (stall).(Vadan Ion, 1998,pag. 70)

Se aleg turbine de tip WFD1KW-S cu următorii parametrii:

Model WFD1KW	Rated Power: 1KW
Max Power: 1.5KW	DC output: 48V
Start Wind Speed: 3m/s	Rated Wind Speed: 8m/s
MAX WIND SPEED: 40m/s	Cut-Out Wind Speed: None
Gearbox: None, Direct Drive	Temperature Range: -40 to +60 Deg. C
Rotor Diameter: 3.10 m	Rotor speed: 450 rpm
Height of tower: 6.0 m	Generator: 3 phase permanent magnet alternator
Turbine Weight: 22Kg	

În tabelul 1 se prezintă costul instalației eoliene cu o singură turbină.

Tabelul 1. Costul instalației eoliene

Wind Generator	460 \$
Accessories:(optional)	57 \$
Battery charger with dump load	110\$
6 m High Wire Guyed Tower	110 \$
Off grid inverter	132 \$
2 Batteries	900 \$
Instalare	200 \$
<b>TOTAL</b>	<b>1969 \$</b>

Amortizarea investiției în cazul vitezei medii anuale a vântului de 5m/s este:

$$N_{ani} = \frac{C}{E_{an} \cdot c} = \frac{1 \cdot 1969\$}{1460kWh \cdot 0.2\$ / kWh} = 6,75 \text{ ani} ,$$

**N<sub>ani</sub> ≈ 6 ani și 9 luni**

## Concluzii

Energia eoliană este mai ieftină ca sursă regenerabilă și are o perioadă de amortizare mică de 6,75 ani față de energia solară a cărei instalații are o perioadă de amortizare de 17,31 ani .

Centralele eoliene sunt utile dacă producția lor se încadrează în maxim 10% din producția energetică a țării și în plus prezintă avantajul trecerii repede de la maxim la 0, atunci când viteza vântului este foarte mare, deoarece elicea are posibilitatea de a se inversa și dă posibilitatea centralei să se autoprotejeze.

Energia solară este inepuizabilă iar instalația nu realizează o poluare directă asupra mediului însă are loc o poluare indirectă prin tehnologia de fabricație a elementelor componente.

În cazul utilizării centralelor eoliene zgomotul produs de acestea depășește cu mult valorile admise. Totuși pentru zonele din Subcarpații de curbură este recomandat ca pentru locuințele izolate care nu sunt încă racordate la rețeaua națională de energie sau pentru suplimentarea și eventual pentru căderile de tensiune accidentale să fie utilizate instalațiile eoliene având în vedere și beneficiul economic adică perioada scurtă de amortizare.

### **Bibliografie:**

Vlad Ion, *Utilizarea energiei vântului*, Editura tehnică, București 1984.pag. 15

Vadan Ion, *Energetică generală și conversia energiei*, Editura MEDIAMIRA, Cluj-Napoca, 1998, pag. 24,35,36,70.

IBC FOCUS, <http://www.abc-shop.ro/eolian>

LPELECTRIC – *Catalog Panouri fotovoltaice*, Alba Iulia, 2006

[http://www.tehno-shop.ro/Panou+Fotovoltaiic+260+W+Model+LG260S1C-G3\\_p271.html](http://www.tehno-shop.ro/Panou+Fotovoltaiic+260+W+Model+LG260S1C-G3_p271.html)

<http://www.e-sun.ro/regulator-incarcare-12v-24v-5a-p-18.html>

<http://www.1v.ro/magazin/invertor-tensiune-12110v-3000w-tn3000112a-mean-well-p-246.html>

<http://www.roccas.ro/APLICATII%20sisteme%20solare%20cu%20tuburi%20vidate.htm>