

VÂNTUL – VARIANTĂ OPTIMĂ PENTRU POMPAREA ELECTRICĂ A APEI

AUTOR: VASILE RACHIER

Conducător științific: Conferențiar dr. ing. Ion Sobor

Universitatea Tehnică a Moldovei

Abstract: – Schimbările climatice care au loc în ultimul timp sânt tot mai frecvente și mai acute transformându-se într-o problemă de ordin mondial. Iată de ce permanent se căută metode cât mai ecologice, mai ieftine și mai eficiente de a obține energie. Utilizarea energiei vântului soluționează o mulțime de probleme de ordin ecologic, economic și nu în ultimul rând al eficienței. Scopul acestui articol este de a studia sistemul de pompare electrică a apei folosind energia eoliană cât și eficiența acestui sistem, cu alte cuvinte cită apa va pompa acest sistem timp de un an.

Cuvinte cheie: energia vântului, turbina eoliană, generator cu magneți permanenți, motor asincron, pompă de suprafață, rezervor de acumulare.

Multe țări se confruntă la momentul actual cu problema alimentării cu apă a diferitor domenii. Cea mai acută problema este în domeniul irigațiilor deoarece în majoritatea cazurilor atât lanurile care necesită irigații cât și sursele de apă se afla la mari distanțe de rețelele publice de electricitate. Extinderea rețelelor în acest caz este foarte costisitoare, la fel de costisitor este și utilizarea unui grup electrogen a cărui consum de combustibil este foarte mare. Dezavantajele de mai sus sânt soluționate prin utilizarea unei turbine eoliene care va fi amplasată în apropierea unei surse de apă. Turbina dată va acționa o pompă care va pompa apa din bazinul sau fântâna dată la o anumită înălțime, de unde sub presiunea hidraulică va avea loc irigația lotului.

Elementele componente ale sistemului de pompare electrică folosind energia eoliană sunt: turbina eoliană, generator cu magneți permanenți, motor asincron și pompa de suprafață. Acest sistem este unul autonom a cărui productivitate variază în funcție de viteza vântului, iată de ce înainte de a alege sistemul trebuie de efectuat un studiu preliminar a amplasamentului figura 1.

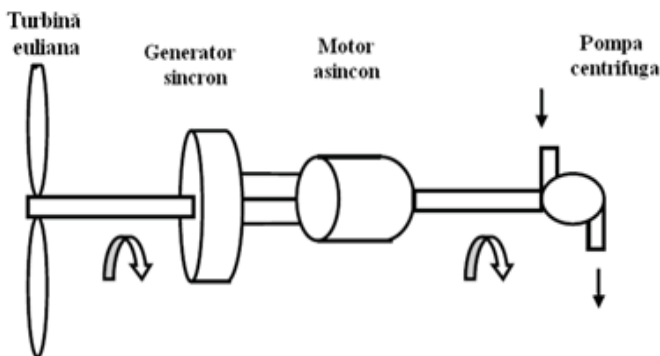


Figura 1. Reprezentarea grafică a unui sistem de pompare electrică folosind energia eoliană.

Sistemul dat este acționat de o turbina eoliană de 10 kW cu trei palete, având un diametru de 8 m și o putere maximă de 12 kW. Pompa este antrenată de un motor de 7,5 kW care are un număr de rotații nominal $n=2900$ tur/min iar debitul pompei variază pentru diferite înălțimi și odată cu creșterea înălțimii debitul pompei descrește.

Modelarea acestui sistem se începe cu modelarea vitezei vântului, care este o mărime aleatoare, variind în funcție de condițiile climatice și așezarea geografică a punctului dat. Pentru a obține histograma vitezei și pentru a calcula densitatea medie de putere a vântului mai ușor, distribuția funcției densitate de probabilitate a vitezei vântului se aproximează cu o formă mai compactă numită funcția Weibull [1]

$$F(V) = \frac{k}{A} \left(\frac{V}{A} \right)^{k-1} \exp \left(- \left(\frac{V}{A} \right)^k \right) \quad (1)$$

unde: $F(V)$ - distribuția probabilistică a vitezei vântului (%); A este parametrul de scară (m/s); k - parametru de formă al distribuției iar V - viteza vântului (m/s).

Puterea specifică sau densitatea de putere eoliana ce revine la un metru pătrat de suprafață se determina cu relația următoare[1]:

$$p = 0,5 \cdot \rho \cdot V^3 \quad (2)$$

unde: ρ – densitatea aerului și este $1,225 \text{ kg/m}^3$; V – viteza vântului. Caracteristicile turbinei funcție de viteza vântului sânt date de producător și este prezentate în figura 2.

Totodată produsul dintre funcția densitate de probabilitate a vitezei vântului $F(V)$ sau altfel zis distribuția Weibull și funcția curbei de putere a turbinei $P(V)$ ne permite de a determina cantitatea de energie electrica care poate fi produsa de o turbina prin relația de mai jos [1].

$$E_E = 8760 \int_0^{\infty} \frac{k}{A} \left(\frac{V}{A}\right)^{k-1} \exp\left(-\left(\frac{V}{A}\right)^k\right) \cdot P \cdot V \cdot dV$$

unde: $P(V)$ - puterea turbinei eoliene

În continuare având puterea turbinei și randamentul generatorului, care este dat de producător, aflam puterea electrica produsa de generator prin relația[1]:

$$P_{el} = P_{mec} \cdot \eta \quad (4)$$

unde: P_{mec} – puterea mecanica a turbinei; η – randamentul generatorului.

În continuare vom determina numărul de turații al generatorului acționat direct de o turbină eoliană de 10kW prin următoare relație[1]:

$$n = \frac{30 \cdot Z}{\pi \cdot R} \cdot V \quad (5)$$

unde: R – raza turbinei și este egala cu 4 m; Z – rapiditatea turbinei și este egală cu 6,1 iar viteza vântului variaza între 3și 18 m/s.

Cunoscând numărul de turații al generatorului, respectiv determinam frecvența tensiunii generatorului cuplat direct cu rotorul turbinei prin relația (6) [1]:

$$f = \frac{P_G \cdot n}{60} \quad (6)$$

unde: $P_G=20$ – numărul de perechi de poli; n – numărul de turații la generator.

Având frecvența tensiunii generatorului aflam numărul de turație al motorului care antrenează pompa cu relația (7) [1]:

$$n_M = \frac{60 \cdot f \cdot 1 - s}{p} \quad (7)$$

În continuare odată ce am obținut numărul de turații al motorului trebuie respectiv sa alegem pompa și să determinam cantitatea de apă pompată [1].

$$V = 8760 K_d \sum_{V=3}^{18} F(V) \cdot Q_{PV} ; \quad (8)$$

unde: $F(V)$ este ponderea vitezei respective; Q_{PV} – debitul dezvoltat de pompa la viteza V a vântului; $K_d=0,8$ factorul de disponibilitate a sistemului (se ia în considerație posibilitatea înghețării lacului de acumulare sau a râului, timpul necesar pentru mentenanță, timpul utilizării energiei electrice in alte scopuri).

Pentru a determina cantitatea de apa pompată timp de un an de zile trebuie sa avem parametrii pompei. Deci in continuare vom alege pompa, se considera ca pompa este antrenata de un motor de 7,5 kW care are

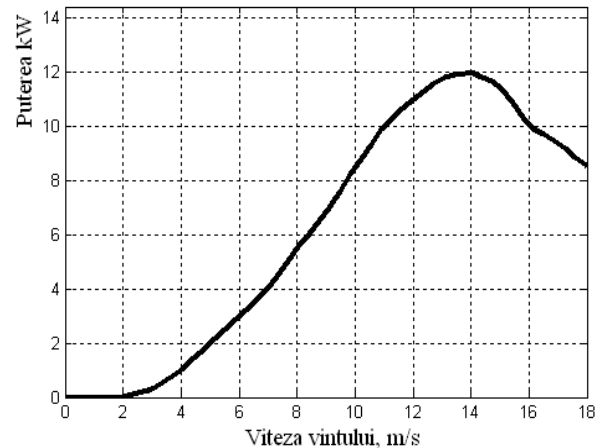


Figura 2. Caracteristica de putere a turbinei

un număr de turații nominal $n=2900$ tur/min iar debitul pompei variază pentru diferite înălțimi și odată cu creșterea înălțimii debitul pompei descrește: pentru $H_s=10$ m, $Q_n=60$ m³/h ; $H_s=20$ m, $Q_n=27$ m³/h ; $H_s=30$ m, $Q_n=16$ m³/h .

Modelul Matlab Simulink al sistemului în întregime este prezentat în figura3

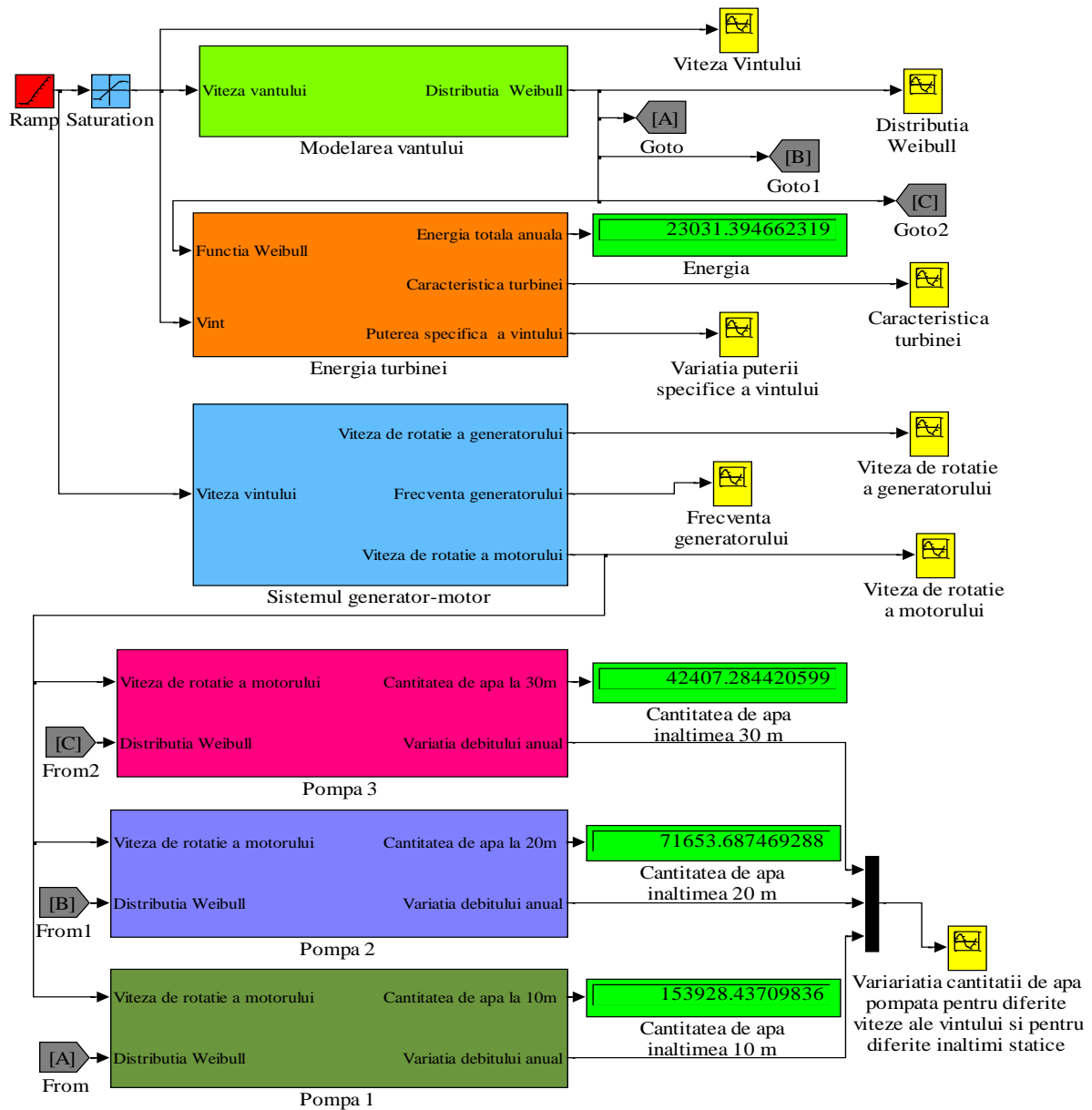


Fig.3. Modelul Simulink al sistemului de pompare electric folosind energia eoliană

Rezultatele modelarii matematice

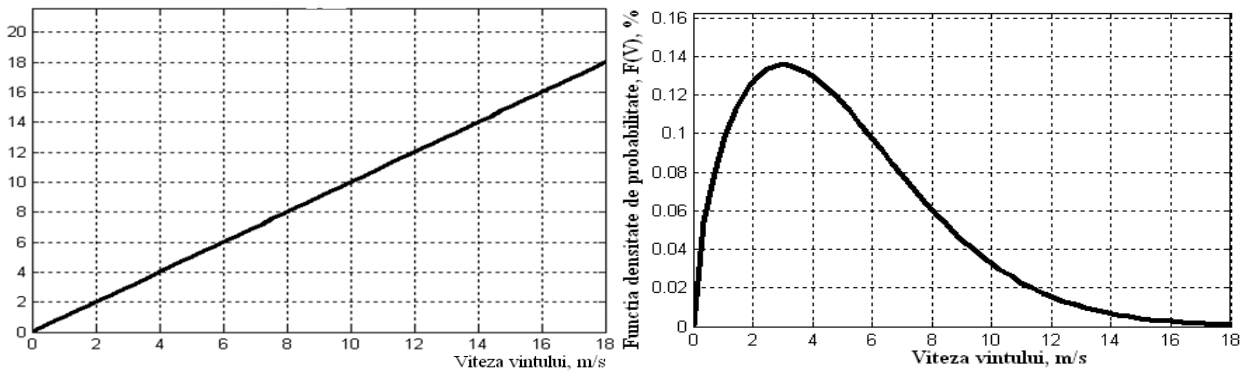


Fig. 4. Viteza vântului prescrisă și Distribuția Weibull a funcției densitate de probabilitate a vitezei vântului: amplasamentul Ghidighici cu parametrii $A=5,6$ m/s, $k=1,6$

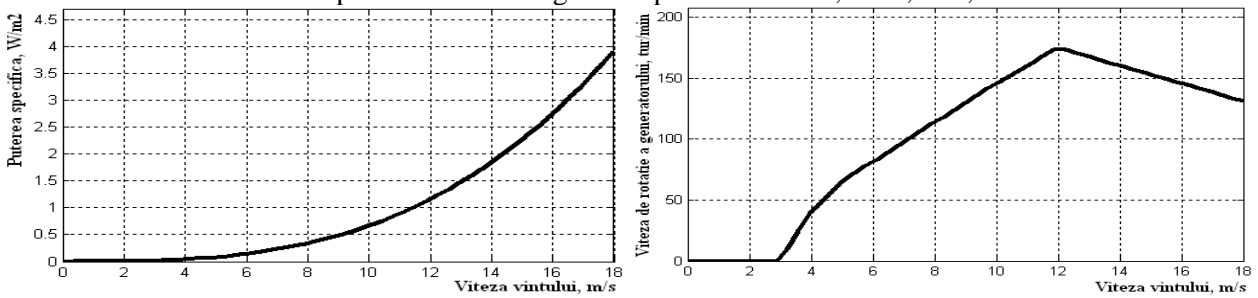


Fig.5. Variația puterii specifice a vântului și variația vitezei de rotație a generatorului în funcție de viteza vântului

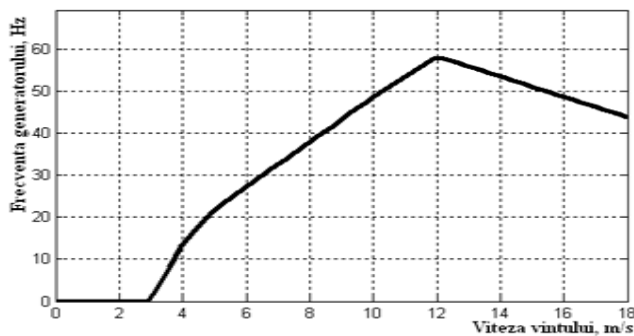


Fig. 6. Variația frecvenței generatorului

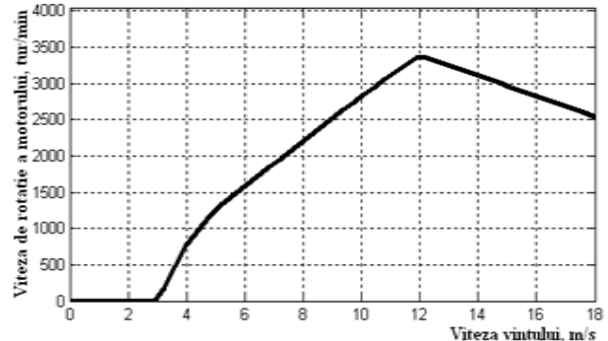


Fig. 7. Variația vitezei de rotație a motorului

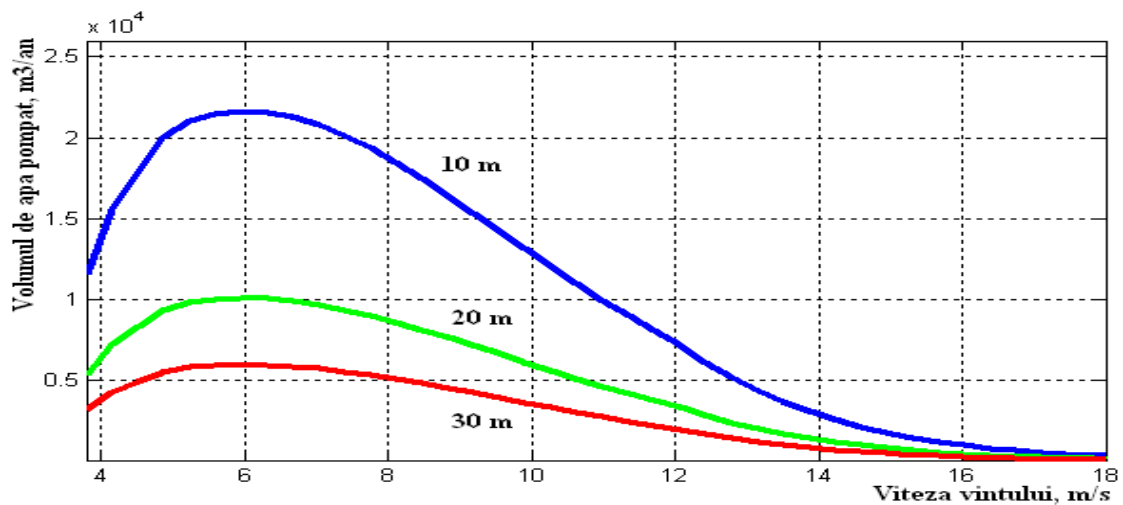


Fig. 8. Variația volumului anual de apă în funcție de viteza vântului

CONCLUZII

Aceasta lucrare ne permite sa afirmam că utilizare energiei eoliene în domeniul pompării apei este cu adevărat rentabilă și aceasta ne demonstrează și calcul economic. S-a determinat că cantitatea de energie produsă de o turbină eoliană de 10 kW timp de un an de funcționare este destul de mare fiind aproximativ de 23 mii kW la o înălțime a turbinei de doar 5,6 m. Plus la toate cantitate de apă pompată de o pompă de suprafață pentru diferite înălțimi și timp de un an, care este acționată de această turbină este foarte promițătoare fiind aproximativ de 154 mii m³ pentru H=10m; 72 mii m³ pentru H=20m și 42 mii m³ pentru H=30m.

Bibliografie

1. I. Bostan, V. Dulgheru, I. Sobor, V. Bostan, A. Sochirean. *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile*. Editura "TEHNICA-INFO". Chișinău,- 2007, 592 p.
2. I. Sobor, D. Caraghiaur, Ș, Nosadze, D.Dimov, I. Lisnic. *Surse regenerabile de energie. Curs de prelegeri*. Chișinău, - 2006, 372 p.