

# STUDIUL TURBINELOR EOLIENE CU AXA DE ROTAȚIE ORIZONTALĂ

Danu CREȚU, Oleg CIOBANU

Universitatea Tehnică a Moldovei

**Rezumat:** Implementarea tehnologiilor de energie alternativă este văzută la scară mondială ca o soluție la epuizarea combustibililor fosili, iar sistemele eoliene reprezintă cea mai cunoscută metodă ecologică de generare a energiei electrice alături de panourile fotovoltaice. Energia eoliană este energia vântului, o formă de energie regenerabilă. La început energia vântului era transformată în energie mecanică. Ea a fost folosită de la începuturile umanității ca mijloc de propulsie pe apă pentru diverse ambarcațiuni iar ceva mai târziu ca energie pentru morile de vânt. Turbinele eoliene moderne transformă energia vântului în energie electrică producând între 50-60 kW (diametre de elice începând cu 1m)-2-3MW putere (diametre de 60-100 m), cele mai multe generând între 500-1500 kW. La sfârșitul anului 2010, capacitatea mondială a generatoarelor eoliene era de 194 400 MW. Toate turbinele de pe glob pot genera 430 Terawați oră/an, echivalentul a 2,5% din consumul mondial de energie. Industria vântului implică o circulație a mărfurilor de 40 miliarde euro și lucrează în ea 670 000 persoane în întreaga lume.

În această lucrare sunt studiate turbinele eoliene cu axa de rotație orizontală.

**Cuvinte cheie:** Turbină eoliană, energie regenerabilă, tehnologie, capacitate, energia vântului, energie mecanică, ecologie.

## 1. Generalități

Turbina eoliană este o mașina care convertește energia cinetică a vântului în energie mecanică. Dacă energia mecanică este ulterior convertită în electricitate, atunci mașina se numește generator eolian, turbina eoliană sau convertor de energie a vântului.

Turbinele cu ax orizontal au rotorul și generatorul electric în vârful unui turn. Turbinele mici sunt antrenate în mișcare la viteze mici ale vântului, în timp ce turbinele mari folosesc de obicei un sensor cuplat cu un servo-motor. Acesta necesită un multiplicator care transformă rotația lentă a palelor într-o rotație mai rapidă, fiind mai convenabil pentru producerea energiei electrice. Deoarece turnul de susținere produce turbulențe, turbina este de obicei plasată înaintea turnului. În plus, palele sunt plasate la o distanță considerabilă în fața turnului.

Sisteme cu turbina plasată în spatele turnului au fost construite deoarece ele nu necesită un mecanism adițional de susținere a palelor pe direcția vântului, și deoarece la viteze foarte mari ale vântului, palele pot curba, pentru a diminua rezistența vântului.

În prezent, turbinele eoliene cu axul orizontal sunt cele mai variate din punct de vedere constructiv și cele mai răspândite. Acestea pot avea de la 1 până la 18 pale, cele cu una, două și trei pale sunt – turbine rapide și cu pale multiple, (mai mult de 3 pale) sunt – turbine lente [1, 2, 3].

## 2. Clasificarea turbinelor eoliene cu ax orizontal

Turbinele eoliene pot fi clasificate în patru grupe mari, în funcție de puterea dezvoltată la viteza de calcul a vântului, care este cuprinsă între 11 și 15 m/s. Microturbinele acoperă puterile cuprinse între 0,05 și 3,0 kW. Turbinele de putere mică au puteri cuprinse între 3 și 30 kW, iar de putere medie – 30 - 1.000 kW. Atât microturbinele, cât și turbinele de putere mică sunt proiectate pentru a funcționa în regim autonom și alimentează cu energie electrică consumatorii dispersați teritorial și neconectați la rețelele electrice publice. În acest scop, turbinele sunt dotate cu acumuloare de energie electrică și dispozitive de condiționare a energiei: regulatoare și convertoare de frecvență. În a patra grupă sunt incluse turbinele cu puterea mai mare de 1.000 kW, numite turbine de mare putere sau turbine multimegawatt (fig. 1). Tendința actuală este majorarea puterii per unitate, majoritatea absolută a turbinelor funcționează în paralel cu rețeaua electrică publică, dându-se prioritate turbinelor cu puterea mai mare de 1 MW. Pe parcursul anilor au fost propuse

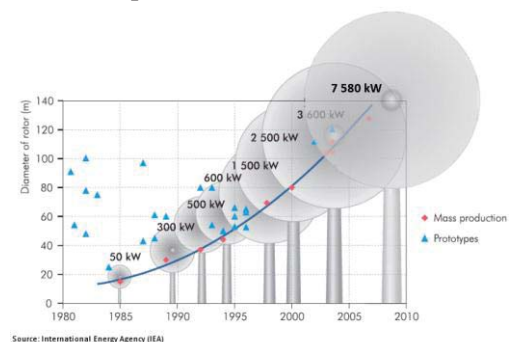


Fig.1. Puterea turbinei eoliene în dependență de diametrul rotorului

și patentate sute de scheme constructive ale turbinelor eoliene, însă doar câteva zeci au fost testate, din care doar câteva au penetrat piața turbinelor eoliene (fig. 2).

Majoritatea absolută a turbinelor comercializate sunt cu axă orizontală. Axa de rotație a turbinei coincide cu direcția vântului și este paralelă cu suprafața solului.

Există două categorii de eoliene cu ax orizontal:

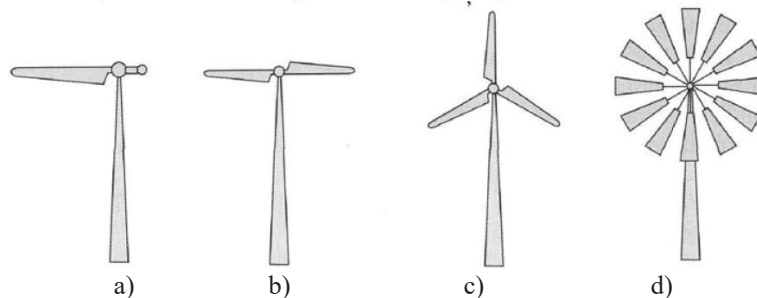
- Amonte: vântul suflă pe fața palelor, față de direcția nacelei. Palele sunt rigide, iar rotorul este orientat, cu ajutorul unui dispozitiv, după direcția vântului.
- Aval: vântul suflă pe spatele palelor, față de nacelă. Rotorul este flexibil și se auto-orientează.

Disponerea amonte a turbinei este cea mai utilizată, deoarece este mai simplă și dă cele mai bune rezultate la puteri mari: nu are suprafețe de direcționare, eforturile de manevrare sunt mai reduse și are o stabilitate mai bună.

O caracteristică esențială a turbinelor cu axă orizontală constituie numărul de pale. Ele pot fi cu una, două, trei sau mai multe pale (Fig. 3). Cu cât turbina are mai multe pale, cu atât este mai mare aria solidă a suprafeței baleiate (măturată) de rotor. În teoria turbinelor eoliene numărul de pale este considerat cu factorul de soliditate, care reprezintă raportul dintre aria tuturor palelor și aria baleiată de rotor. Este evident că turbinele cu 1-3 pale au un factor de soliditate mai mic decât turbinele cu 12 sau 18 pale. Cu cât este mai mare factorul de soliditate (rotor cu multe pale), cu atât este mai mică viteza de rotație a turbinei, iar cuplul dezvoltat va fi mai mare și invers. Din această cauză, turbinele cu puține pale sunt utilizate pentru generarea energiei electrice, iar cele cu pale multe pentru pomparea apei, acționarea ferăstriailor, concasoarelor, valțurilor de măcinat etc, altfel spus, a mașinilor, care necesită viteze mici de rotație și cupluri mari la pornire [4, 5].



**Fig.2.** Turbină eoliană Vestas de 2 MW produsă în anii 1999-2004.



**Fig.3.** Turbine eoliene cu axă de rotație orizontală: a)-cu o pală; b)-cu doua pale; c)-cu trei pale; d)-cu mai multe pale.

## Concluzii

Turbinele eoliene reprezintă o alternativă minunată pentru planeta Pământ, iar evoluarea în acest domeniu și lărgirea ariilor cu „elice” reprezintă calea spre salvarea mediului întrucât efectele adverse ale acestei metode de obținere a energiei sunt neînsemnate, metoda fiind totalmente ecologică, fără substanțe nocive și fără pericol de poluare a atmosferei sau solului. Datele statistice prezentate mai sus demonstrează veridicitatea eficienței acestei metode în obținerea de energie și conștientizarea omenirii în necesitatea dezvoltării structurii date.

## Bibliografie:

1. <https://eoliana.wordpress.com/turbinele-eoliene/> (vizitat 15.12.2016)
2. <http://www.ecosolaris.ro/turbine-eoliene/turbina-eoliana-2kw> (vizitat 18.12.2016).
3. <http://e-panouri.eu/product/turbina-eoliana/eoliana-2kw-sara> (vizitat 18.12.2016).
4. <http://www.alternativepureenergy.ro/pret-turbina-eoliana-pmg/eolis-2kw/> (vizitat 18.12.2016).
5. <http://www.alternativepureenergy.ro/pret-turbina-eoliana-pmg> (vizitat 18.12.2016).