

SISTEME PENTRU VALORIFICAREA ENERGIILOR REGENERABILE

Acad. Ion BOSTAN

Dr. hab., prof. univ. Valeriu DULGHERU

Dr., conf. univ. Viorel BOSTAN

Dr., conf. univ. Anatolie SOCHIREAN

Drd. Radu CRUDU

Drd. Marin GUȚU

Drd. Gavril PORCESCU

Universitatea Tehnică a Moldovei

SYSTEMS FOR RENEWABLE ENERGY RECOVERY,

Summary. As a results of this State Program there were revealed many unknown materials up nowadays in the areas of wind energy exploitation. Wind energy exploitation: elaboration of the new (patented) constructive concept of vertical axis wind turbine (VAWT) with helical blades, which transform the kinetic energy of the air-masses into mechanical work, having as a basis the forces of interaction among the active elements of the rotor and the air flow, which attack it with a certain speed; the numerical simulation of the aerodynamic blades with NACA 0015-0021 profile; wind tunnel testing of the aerodynamic sample of blades.

Keywords: Vertical Aeolian Wind Turbine, aerodynamic profile.

Rezumat. Programul de Stat s-a soldat cu obținerea mai multor informații necunoscute până în zilele noastre în domeniul exploatării energiei eoliene. Au fost elaborate noi concepte constructive (brevetate) de turbine eoliene cu ax vertical (VAWT) cu pale elicoidale, care transformă energia cinetică a maselor de aer în lucru mecanic având ca bază forțele de interacțiune dintre elementele active ale rotorului și fluxul de aer care le atacă cu o anumită viteză. S-a realizat simularea numerică a palelor aerodinamice cu profil NACA 0015-0021; testarea în tunelul aerodinamic a mostrelor aerodinamice ale palelor.

Cuvinte-cheie: turbină eoliană cu ax vertical, profil aerodinamic.

1. Introducere

Una dintre cele mai mari provocări ale secolului XXI este asigurarea accesului fiecărui cetățean al Planetei la energia nonpoluantă, durabilă, ceea

ce, conform Comisiei ONU, înseamnă o dezvoltare care satisface necesitățile prezentului, fără a compromite capacitățile viitoarelor generații să își satisfacă propriile necesități [1]. Dat fiind faptul că producerea energiei din surse fosile provoacă poluarea mediului, creșterea pericolului pentru sănătate, schimbarea climei etc., identificarea unor surse noi alternative de energie, inventarea unor sisteme performante de conversie a energiilor regenerabile reprezintă o preocupare esențială a inventatorilor în acest început de mileniu trei. Republica Moldova, care și-a declarat tranșant opțiunea de integrare europeană, este obligată să creeze comunității științifice condiții optime de implicare pleneră în acest domeniu prioritar pentru Uniunea Europeană.

Astăzi este imposibil să ne imaginăm viața fără televizor, fără automobil sau computer, fără posibilitatea de ați pregăti zilnic hrana, fără iluminare în casă, fără încălzire în timpul rece al anului etc. Toate aceste însemne ale civilizației sunt rezultatul activității creative a savanților și inventatorilor preponderent din ultimii o sută de ani, care însă pot lesne dispărea în mai puțin de cincizeci de ani, în urma epuizării drastice a rezervelor naturale de combustibili fosili.

Pornind de la oportunitățile lumii moderne, a și fost definit obiectul de cercetare al **Programului de Stat „Sisteme pentru valorificarea energiilor regenerabile, dispozitive mecatronice, tehnologii industriale și satelitare”** coordonat de acad. Ion Bostan, parte al acestuia fiind proiectul **Cercetarea și elaborarea turbinei de vânt cu ax vertical și pale elicoidale**. Director proiect: dr. hab., prof. univ. Valeriu Dulgheru.

La realizarea proiectului au participat șase cercetători științifici, specialiști din domeniul mașinologiei și energeticii, inclusiv doi tineri cercetători cu vârsta sub 35 de ani. Rezultatele principale au fost publicate într-o monografie editată la Editura Springer (Bostan I., Gheorghe A., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A. *Resilient Energy Systems. Renewables: Wind, Solar, Hydro*. Springer, VIII, 507 p. 2013) și în culegeri internaționale.

Elaborările fuseseră demonstrate la diverse expoziții internaționale de invenții și transfer tehnologic (Eureka, Bruxelles, Geneva; Arhimed, Moscova; Inova, Zagreb, Croația; EuroInvent și Inventica, Iași; ProInvent, Cluj-Napoca; InfoInvent, Chișinău), unde au fost apreciate cu: Premiul OMPI pentru cel mai bun inventator (Geneva); Marele Premiu AGEPI „Invenția Anului”; 5 medalii de aur și 1 de argint. Noutatea elaborărilor este confirmată de 5 brevete de invenție.

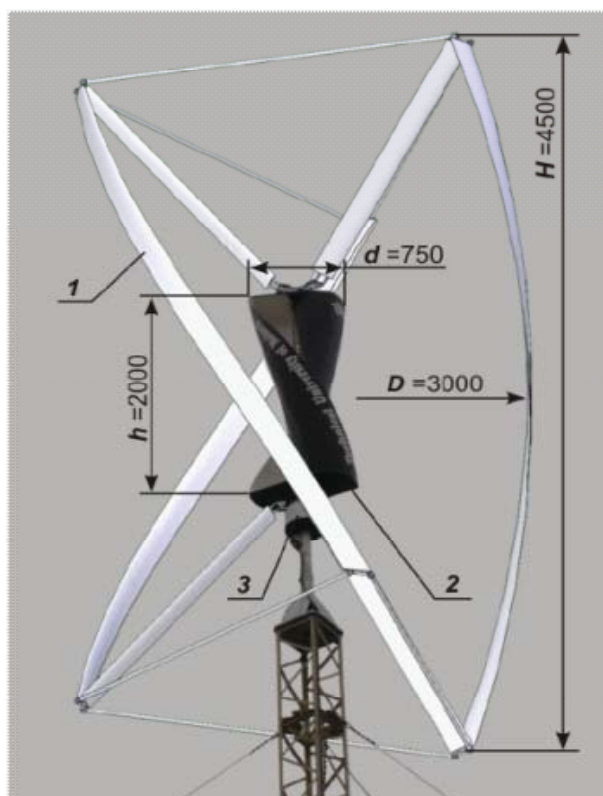


Fig. 1. Vederea generală a turbinei eoliene combinate cu ax vertical

Scopul proiectului a fost realizarea unui salt calitativ nou în valorificarea energiei eoliene prin elaborarea turbinei eoliene cu ax vertical cu eficiență sporită de conversie a energiei eoliene.

Conform planului calendaristic al Proiectului, au fost executate următoarele lucrări:

a) creată schema conceptuală a turbinei eoliene combinate (Darrieus și Savonius în calitate de demarator) cu ax vertical în baza soluției brevetate de autori;

b) fundamentată teoretic și numeric ipoteza utilizării pentru zone cu potențial eolian scăzut (3,5...8 m/s) a turbinelor eoliene elicoidale cu ax vertical,

care să asigure necesitățile energetice ale consumatorilor individuali;

c) efectuată simularea computațională a regimului de curgere a fluidului și identificate soluțiile tehnice de sporire a eficienței conversiei; efectuată simularea și cercetate zonele de turbulență pală-fluid;

d) descrise ecuațiile parametrice ale profilurilor palelor aerodinamice; proiectate și fabricate mostrele palelor care au fost testate în tunelul aerodinamic; proiectată construcția turbinei eoliene combinată cu ax vertical.

Turbina de vânt cu ax vertical combinată (fig. 1 [2,3,5]) include un arbore central fix 1, poziționat vertical, pe care sunt instalate coaxial două rotoare: în exterior – un rotor Darrieus 3; în interior – un rotor Savonius 2, care are funcția de demarator. Pentru acest concept a fost elaborat modelul aerodinamic al rotorului elicoidal combinat, în baza căruia au fost argumentați teoretic parametrii geometrici ai rotorului elicoidal prin: *descrierea analitică a parametrilor geometrici de bază; modelarea CFD a interacțiunii palelor cu aerul.*

Din analiza efectuată a multitudinii profilelor aerodinamice destinate turbinelor eoliene au fost simulate în mediul smooth finish 4 profile alese: Eppler E168, NACA0015, NACA0017, S8025. Analiza comparativă a profilelor simulate a arătat că cele mai bune performanțe au profilele Eppler E168 și NACA 0017. Restricțiile constructive privind cercetarea performanței profilului ales a condus la cercetarea ulterioară a profilului NACA 0017, care a fost supus cercetării în mediul fluid privind elaborarea unui model numeric performant adaptat condițiilor impuse (fig. 2, 3).

În continuare, a fost efectuată simularea interacțiunii fluxului de aer cu pala cu profilul ales NACA0017 (fig. 4).

Calculul CFD a fost următorul pas în vederea

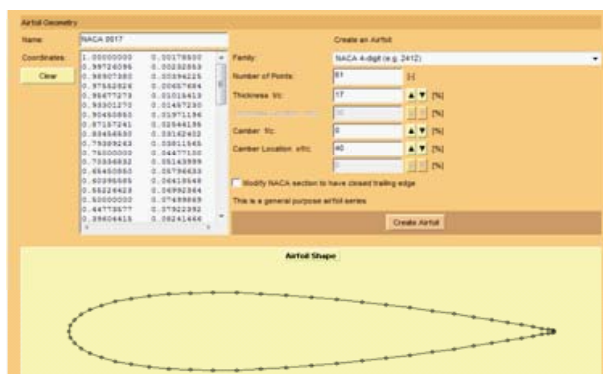


Fig. 2. Coordonatele profilului Eppler E168

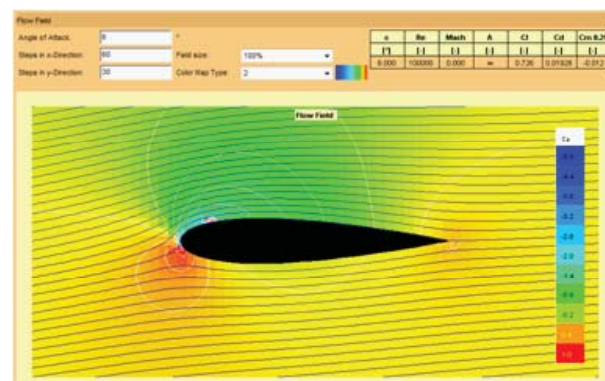


Fig. 3. Distribuția presiunii pentru unghiul de atac de 6 grade

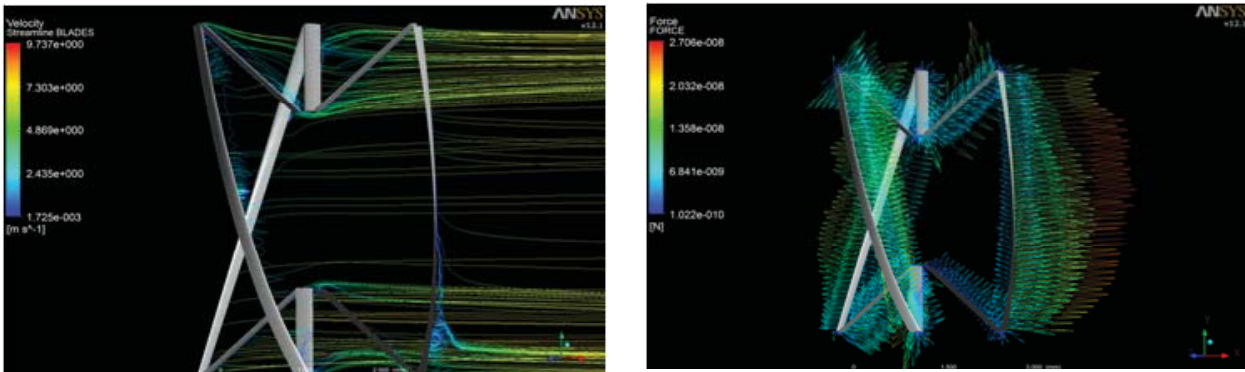


Fig. 4. Liniile de curent ale fluxului de aer (a) și forțele (b) care acționează asupra rotorului (CFX-Post 12.1): unghiul de rotire $\psi = 60^\circ$

stabilirii parametrilor constructivi și funcționali ai rotorului eolian elicoidal vertical. Pentru cercetarea interacțiunii rotorului elicoidal cu mediul fluid au fost discretizate palele rotorului într-o rețea din circa 1,2 mil. elemente finite tetraedre Mesh, proiectată regiunea de lucru, discretizată și ea și ulterior transmisă în mediul ANSYS CFX 12,1. În continuare au fost proiectate, fabricate și testate în tunelul aerodinamic mostrele profilului aerodinamic NACA0017 argumentate teoretic. În baza cercetărilor teoretice și numerice efectuate a fost elaborată construcția turbinei eoliene combinate cu ax vertical, care va fi fabricată și testată în condiții reale.

Rezultatele teoretice obținute pentru diferite rapoarte ale parametrilor constructivi și funcționali au permis stabilirea raportului de soliditate $\sigma = 0,4$ care, drept rezultat, constituie un compromis între performanță și stabilitatea rotorului pentru viteza nominală a vântului $V_{nom} = 8 \text{ m/s}$, pentru care coeficientul de utilizare a energiei eoliene atinge valoarea maximă $C_p = 0,3$.

Pentru a utiliza plener efectul înălțimii de amplasare a organului de lucru, a fost luată decizia creării unui laborator în cadrul Centrului de Elaborare a Sistemelor de Conversie a Energiilor Regenerabile (CESCER) al Universității Tehnice a Moldovei pe acoperișul blocului de studii nr. 6 (sectorul Râșcani). Factorii importanți, de care s-a ținut seama la alegerea locului respectiv, au fost:

- zonă deschisă cu potențial eolian sporit;
- siguranța instalațiilor și a utilajului de cercetare;
- comoditatea deservirii și efectuării măsurătorilor.

Problema amplasării unei turbine eoliene pe acoperișul unei clădiri impune anumite restricții. În primul rând, este vorba de turbulența creată de masele de aer care se ciocnesc cu pereții clădirii. Acest fapt reclamă determinarea înălțimii minime de amplasare a rotorului turbinei eoliene, care constituie circa 6,5 m pentru viteza vântului de 14 m/s, valoare obținută în urma efectuării calculului numeric în mediul ANSYS CFX-10.



Fig. 5. Tunel aerodinamic subsonic GUNT

În vederea poziționării rotorului eolian vertical la altitudinea calculată, în cadrul CESCER-ului a fost realizat un turn universal de cercetări. Avantajul acestui turn constă în universalitatea lui în ceea ce privește reglarea înălțimii (3...15 m), stabilitatea sporită, montarea turbinei eoliene atât cu ax vertical, cât și cu ax orizontal cu capacitatea de până la 5 kW.

Suplimentar, în anul curent în clusterul nominalizat au fost efectuate:

- instalarea unei turbine eoliene de 10 kW în Grădina Botanică a AȘM, care va fi integrată în sistemul de irigație al Grădinii Botanice (fig. 6);

- instalarea turbinei eoliene cu orientare mecanică la direcția vântului în Parcul-Muzeu al Tehnicii, sect. Râșcani, mun. Chișinău, destinată pentru încălzirea spațiilor infrastructurii terestre a monitorizării zborului microsatelitului.

Bibliografie

1. Boyle G., *Renewable Energy: power for a sustainable future*, Oxford University Press, 2004, 452 p.
2. Bostan I., Gheorghe A., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A., *Resilient Energy Systems. Renewables: Wind, Solar, Hydro*, Springer, VIII, 507 p. 2013.
3. Bostan I., Dulgheru V., Bostan V., Ciupercă R., *Antologia invențiilor. Sisteme de conversie a energiilor regenerabile: fundamente teoretice, concepte constructive, aspecte tehnologice, descrieri de invenții*, Vol.3. Ch.: Ed. BONS Offices. 2009, 458 p.
4. Bostan I., Dulgheru V., Sobor I., Bostan V., Sochirean A., *Sisteme de conversie a energiilor regenerabile. Univ.Tehn. a Moldovei*, Chișinău, Editura „Tehnica-Info” SRL, (Tipografia BONS Offices), 2007, 592 p.
5. Bostan I., Vișa I., Dulgheru V., Ciupercă R. Turbină de vânt cu ax vertical combinată. Brevet de invenție nr. 3817 (MD). Publ. BOPI – 2009, - Nr. 1.



Fig.6. Turbină eoliană cu puterea de 10 kW instalată în Grădina Botanică a AȘM