



A XV-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2015

OBSERVAȚII PRIVIND COMPORTAREA TURBINELOR EOLIENE CU AX ORIZONTAL

Eugen DOBÂNDĂ

NOTES ON THE BEHAVIOUR OF HORIZONTAL AXIS WIND TURBINES

The paper presents an analysis of the behaviour of horizontal axis wind turbines in particular working regimes.

Keywords: wind turbines, functional analysis

Cuvinte cheie: turbine eoliene, analiză funcțională

1. Prezentarea turbinei de vânt

În cadrul prezentei lucrări se va analiza modul de comportare a unei turbine de vânt cu ax orizontal în diferite regimuri de funcționare.

Se va analiza comportamentul turbinei în două situații:

- a) când paletelile turbinei sunt fixe și se modifică viteza vântului,
- b) când paletelile turbinei se pot regla la diferite unghiuri de instalare, în vederea optimizării funcționării turbinei.

Ca exemplu de studiu s-a ales o turbină cu puterea nominală de 5 kW, la viteza nominală a vântului de 5 m/s. Funcția caracteristică este $\lambda_0 = 7$, raza de la periferia rotorului de 6 m, raza de la butuc de 1 m, numărul de palete: 2.

În figura 1 este reprezentată încărcarea paletei la punctul nominal, definit ca mai sus. Încărcarea este dată de repartiția diferenței de presiune pe intradosul și extradosul paletei, în lungul razei. În figură,

cu linie întreruptă este reprezentată variația presiunii globale pe paletă, definită din condiția de putere, iar cu linie continuă – variația locală a presiunii, determinată astfel încât să fie realizată puterea nominală.

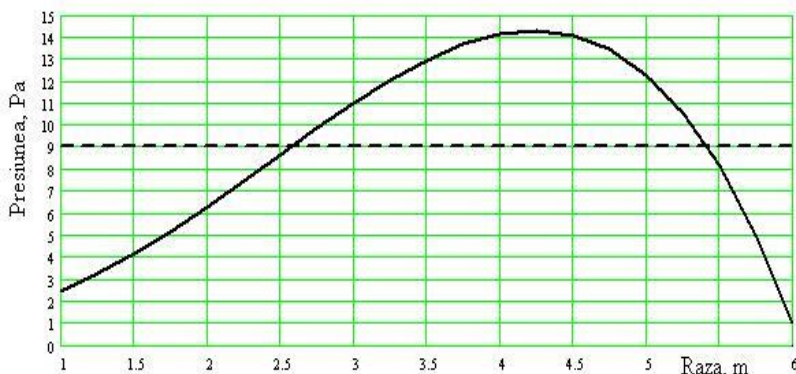


Fig. 1 Încărcarea paletii la punctul nominal

2. Variante de studiu

În cadrul lucrării, se va studia comportarea turbinei într-un spectru larg de regimuri de funcționare, așa cum s-a precizat la punctul 1., variantele a) și b), astfel :

- a) paletelor rotorului sunt fixe – nereglabile – iar viteza vântului se modifică într-un interval de $-20\% \div +150\%$,
- b) paletelor rotorului sunt reglabile într-un interval de $+125\% \div -50\%$.

Pentru ambele variante, s-a considerat că parametrii variabili se modifică în intervalul specificat, având o variație liniară.

Profilele care compun paleta sunt de tipul NACA cu 4 cifre. Geometria profilelor (figura 2) care compun paleta este descrisă de:

- săgeata maximă relativă, f_{max}/l , care are variația prezentată în figura 3,
- poziția săgeții maxime relative față de bordul de atac, $x_{f_{max}}/l$, care are variația prezentată în figura 4,
- grosimea maximă relativă se modifică liniar între butuc și periferie, între 40% și $4,5\%$.

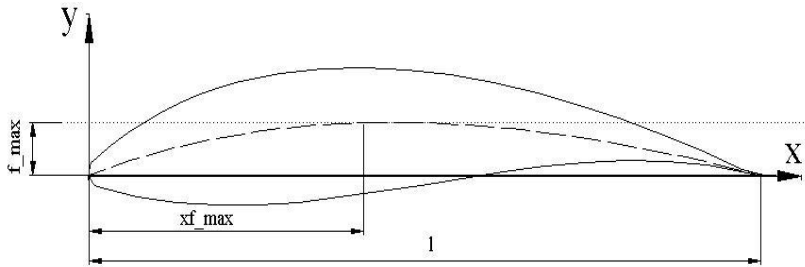


Fig. 2 Geometria profilului

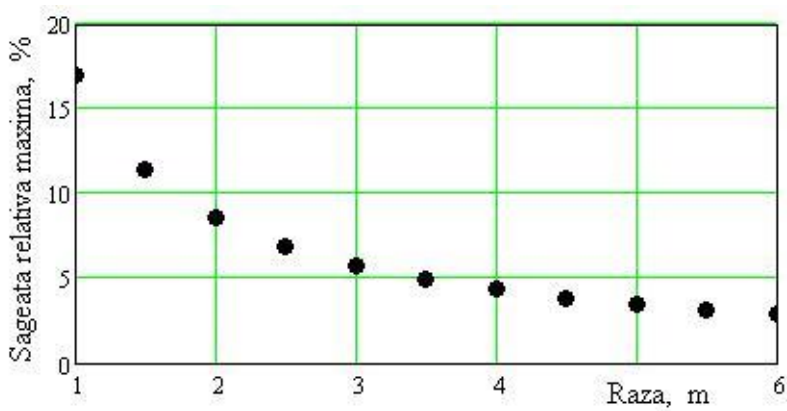


Fig. 3 Variația săgeții maxime relative cu raza

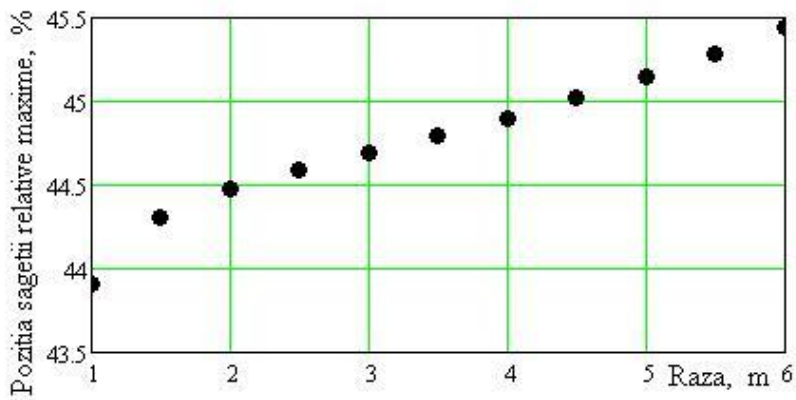


Fig. 4 Variația poziției săgeții maxime relative cu raza

3. Funcționarea turbinei la diferite viteze ale vântului

Pentru analiza funcționării turbinei la diferite viteze ale vântului, s-a considerat că paletele sunt fixe.

Conform celor precizate, s-a luat în considerare că viteza vântului se modifică în intervalul $2 \div 10$ m/s. Acest lucru se traduce prin modificarea corespunzătoare a triunghiului de viteze (figura 5).

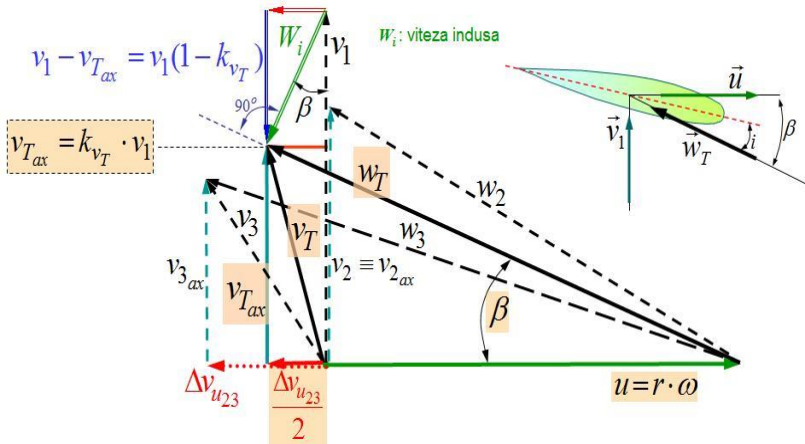


Fig. 5 Triunghiul de viteze

Dar, deoarece paletele rămân fixe, acest lucru înseamnă că unghiurile dintre vitezele relative w_2 respectiv w_3 și viteza de transport u rămân neschimbate, ceea ce duce la modificarea vitezei tangențiale Δv_{u23} , (conform figurii 6) adică prin modificarea încărcării paletii (conform figurii 7).

4. Funcționarea turbinei la viteză constantă și la diferite unghiuri de instalare a paletelor

În cea de-a doua variantă de funcționare analizată, s-a presupus că paletele turbinei sunt reglabile. Aceasta înseamnă că se modifică unghiul de incidență, i (figura 5).

În acest caz, variația unghiului de instalare a paletii (figura 5) cu raza are alura din figura 8.

Figurile 9 și 10 reprezintă variația în funcție de rază a forței portante și a forței de rezistență pe paletă.

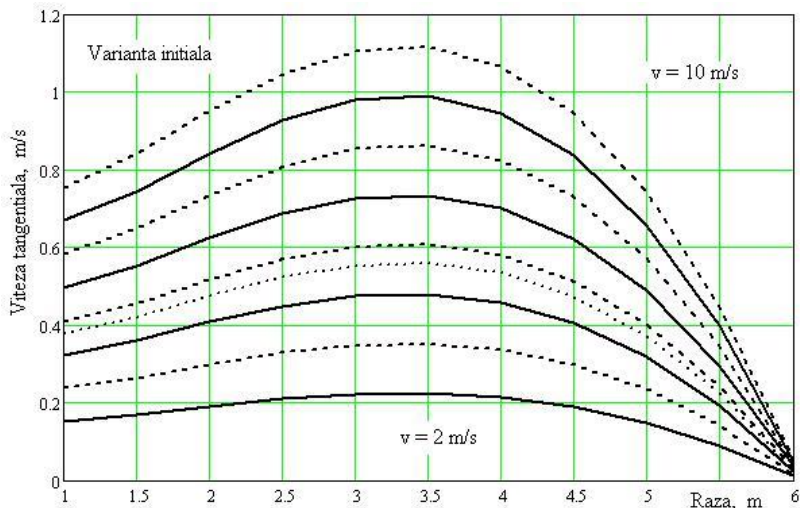


Fig. 6 Variația vitezei tangențiale cu raza

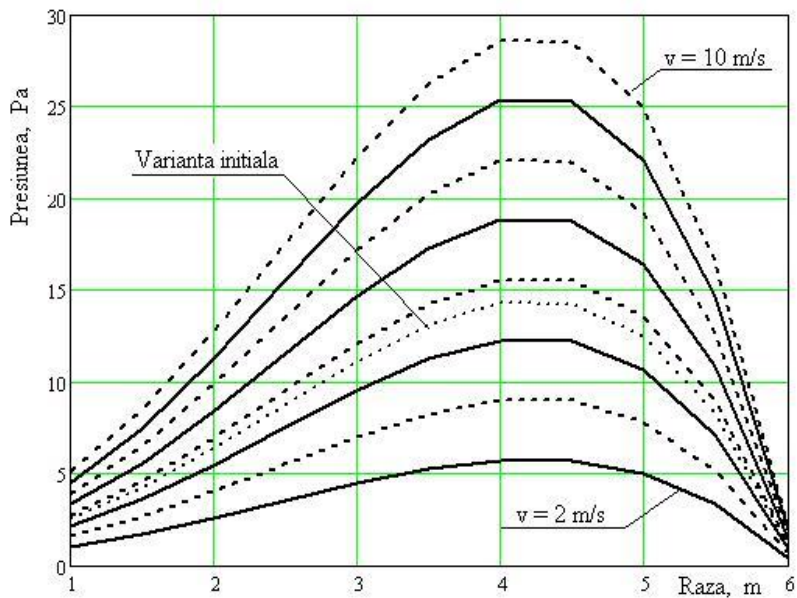


Fig. 7 Variația în funcție de rază a presiunii pe paletă

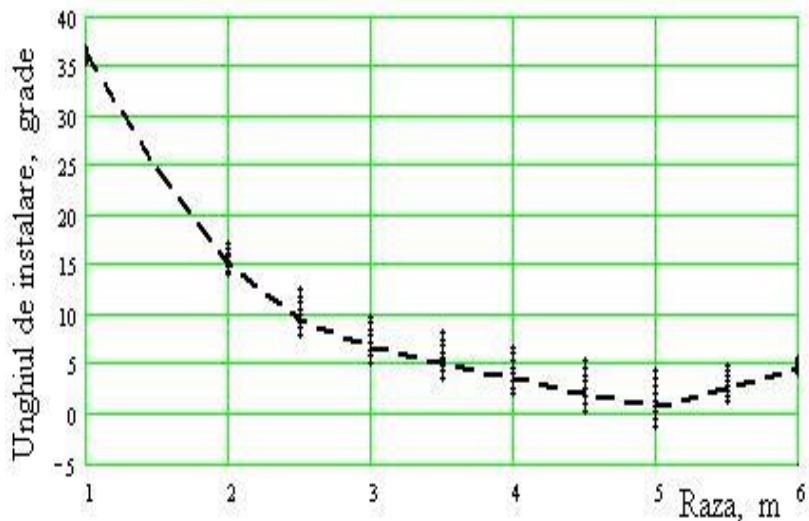


Fig. 8 Variația în funcție de rază a unghiului de instalare a paletelor

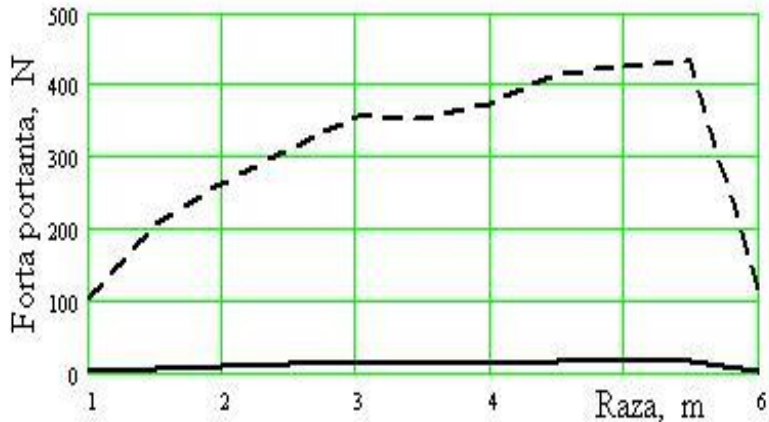


Fig. 9 Variația în funcție de rază a forței portante

Repartiția forței tangențiale pe paletă în funcție de rază este reprezentată în figura 11.

Repartiția forței axiale pe paletă în funcție de rază este reprezentată în figura 12.

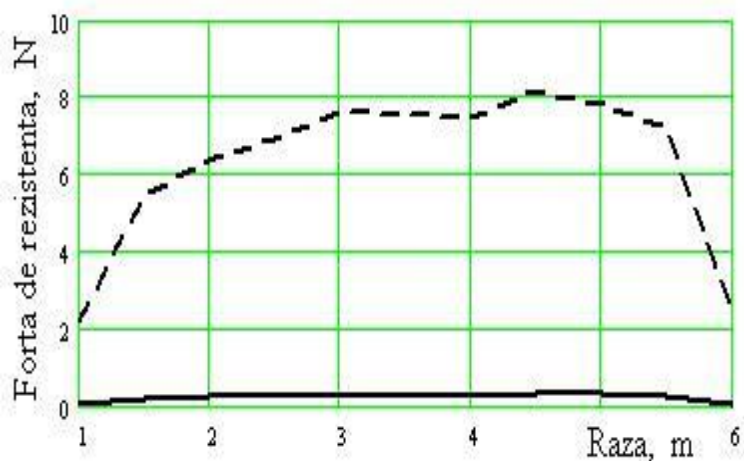


Fig. 10 Variația în funcție de rază a forței de rezistență

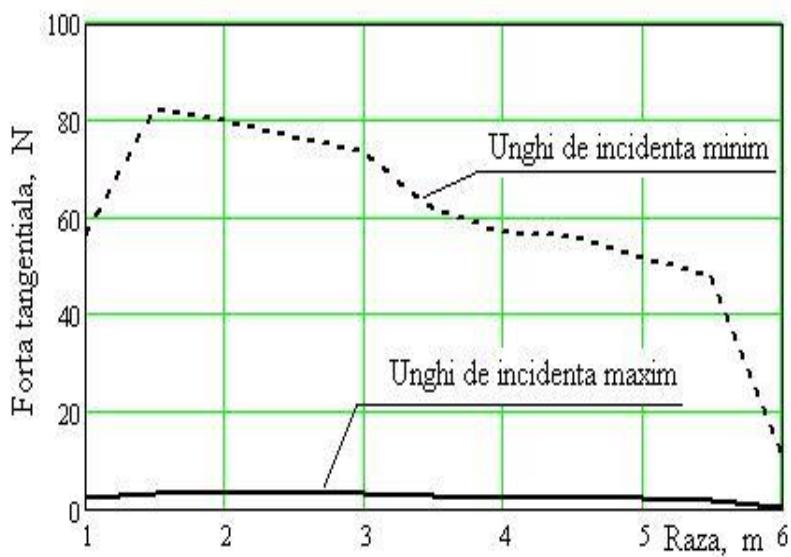


Fig. 11 Variația în funcție de rază a forței tangențiale

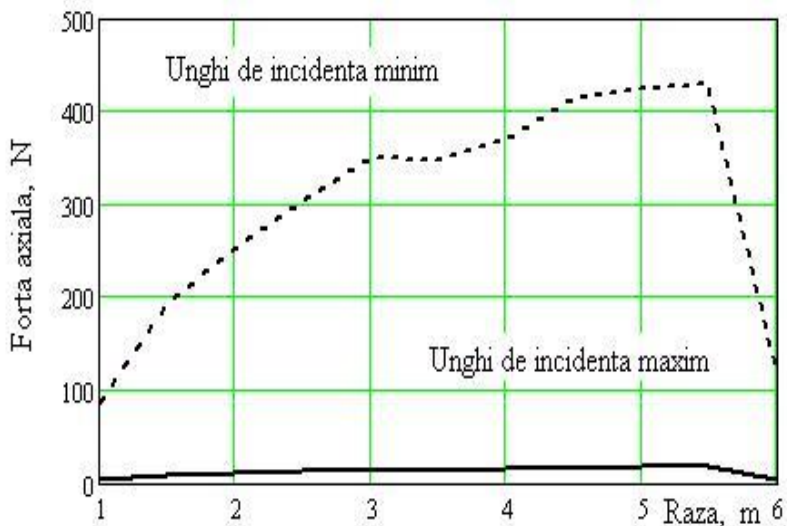


Fig. 12 Variația în funcție de rază a forței axiale

5. Concluzii

- Scopul lucrării a fost de a analiza modul în care se comportă o turbină de vânt în diferite regimuri de funcționare: la diferite viteze ale vântului, paletetele fiind fixe, respectiv la o anumită viteză a vântului, în condiții de reglaj al paletetei.

- Se constată că se pot stabili concluzii pertinente referitoare la funcționarea turbinei în regimurile respective.

Pentru o mai largă abordare a problemei, vom studia comportarea simultană la diferite viteze ale vântului simultan cu reglarea paletetei, urmărind să se stabilească domeniile optime de funcționare.

- De asemenea, în urma calculelor s-a constatat că în secțiunile dinspre butuc rezultă valori mari ale săgeții relative maxime.

Ne propunem, de asemenea să studiem modul de control mai stric al parametrilor geometrici ai paletetei, simultan cu optimizarea funcționării turbinei.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Dobândă, E., *The Dynamic Analyze of Horizontal Axis Wind Turbines Behaviour*, Buletinul Științific al Universității "Politehnica" din Timișoara, Seria Mecanică - Transactions on MECHANICS, Tom 47 (61), Fasc. 1, 2002, pag. 33 - 36 (4 pag.), ISSN 1224 - 6077.
- [2] Dobândă, E., *Modelarea matematică a turbinelor de vânt*, ȘTIINȚĂ ȘI INGINERIE, Lucrările celei de-a VIII-a Conferințe Naționale multidisciplinare - cu participare internațională "Profesorul Dorin Pavel - fondatorul hidroenergeticii românești", Editura AGIR, București, 2008, vol. 14, ISBN 973-8130-82-4 / 978-973-720-198-0, pag. 81 - 86 (6 pag.).
- [3] Dobândă, E., *On the Dynamic Behaviour of Horizontal Wind Turbines. Theoretical Approach*, Proceedings of the International Conference on Hydraulic Machinery and Equipments, HME 2008, Timișoara, România, October 16 - 17, 2008, published in SCIENTIFIC BULLETIN of the "POLITEHNICA" University of Timișoara, Transactions on Mechanics, Tom 53 (67), Special Issue, ISSN 1224 - 6077, pag. 181 - 186 (6 pag.).
- [4] Dobândă, E., *Note privind optimizarea rotoarelor turbinelor de vânt cu ax orizontal*, ȘTIINȚĂ ȘI INGINERIE, Lucrările celei de-a X-a Conferințe Naționale Multidisciplinare - cu participare internațională "Profesorul Dorin Pavel - fondatorul hidroenergeticii românești", Editura AGIR, București, 2010, vol. 17, ISSN 2067-7138, pag. 499 - 506 (8 pag.).
- [5] Dobândă, E., *Observations on the Improvement of hte Blades for Small Horizontal Wind Turbines*, Selected Topics in Energy, Environment, Sustainable Development and Landscaping, sept. 2010, Timisoara, ISSN 1782-5824/ISSN 1782-5843 ISBN 973-960-474-237-0, pag. 372 - 374 (3 pag).
- [6] Gyulai, Fr., Dobândă, E., *Câteva probleme privind garantarea performanțelor aerodinamice ale turbinelor de vânt*, Conferința Națională de Energetică, București, 27-29.oct.1988.
- [7] Gyulai, Fr., Dobândă, E., *Considerații cu privire la modelele de calcul ale turbinelor eoliene*, Conferința Mașini Hidraulice și Hidrodinamică, Timișoara, 1990, vol.5, pag.9.
- [8] Gyulai, Fr., Dobândă, E., *Consideration sur les modeles de calcul utilises pour les courbes caracteristiques des turbines a vent*, Conferința Națională de Energetică "Tendințe și orientări actuale în energetica românească", Neptun, 1992.
- [9] Gyulai, Fr., Dobândă, E., Merce, M., *Theoretical Studies Regarding the Calculus Models of Characteristic Curvess of Horisontal Axis Wind Turbines*, European Community Wind Energy Conference and Exhibition, Lubek-Travemünde, Germany, 1993.
- [10] Manea, Adriana Sida, Dobândă, E., *Flow Around Of Airfoils, Used As Active Part of The Distributor*, Scientific Bulletin of the "Politehnica" University of Timisoara, Romania, Transaction on Mathematics & Physics, Tom, Fascicula 2, 2012, ISSN 1224-6069, Ed. Politehnica, , pg. 68-77 (10 pag) (BDI).

[11] * * * *Java_FOIL_Users_GuideJavaFOIL, www.mh-aerotoools.de/jf_applet*

Şef de lucrări Dr. Ing. Eugen DOBÂNDĂ
membru AGIR
Universitatea POLITEHNICA Timișoara
Facultatea de Mecanică
Departamentul Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi
Colectivul de Mașini Hidraulice
Blv. Mihai Viteazu nr. 1
300222 - Timișoara
E-mail: eugendobanda@yahoo.com