



A XVIII-a Conferință internațională – multidisciplinară  
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”  
CLUJ NAPOCA, 2018

## **OBERVAȚII PRIVIND INFLUENȚA PUTERII ASUPRA GEOMETRIEI TURBINELOR DE VÂNT CU AX ORIZONTAL**

Eugen DOBÂNDĂ, Adriana Sida MANEA

### **NOTES ON THE INFLUENCE OF THE POWER ON THE GEOMETRY OF HORIZONTAL AXIS WIND TURBINES**

The paper analysis the influence of power of horizontal axis wind turbines on the geometry of the blade of the turbine.

Keywords: wind turbines, power, geometry  
Cuvinte cheie: turbine eoliene, putere, geometrie

#### **1. Considerații inițiale**

În mod cert, puterea unei turbine de vânt cu ax orizontal influențează în mod direct diametrul turbinei, deci dimensiunea ei.

Ca urmare a acestui fapt, puterea influențează direct și înălțimea stâlpului pe care este montată turbina.

În cadrul prezentei lucrări se va analiza modul în care puterea turbinei influențează alegerea profilelor care compun paleta, pentru cazul unei turbine de vânt cu ax orizontal cu palete fixe - nereglabile.

Puterile semnificative preluate de turbină din vânt sunt puterea la arborele turbinei - puterea preluată direct din vânt - și puterea la bornele generatorului electric - puterea electrică livrată efectiv în rețea.

Legătura dintre cele două puteri este dată de randamentul generatorului electric și al transmisiei (mecanice, de regulă) care face legătura între rotorul turbinei și generator.

## 2. Influența puterii asupra încărcării paletelor

Utilizând metodologia de proiectare a paletelor turbinelor de vânt ([2], [3], [4]), plecând de la datele inițiale pentru turbină, s-a determinat încărcarea paletelor, respectiv variația în lungul razei paletelor a căderii de presiune.

Rezultatele calculelor sunt prezentate în figura 1.

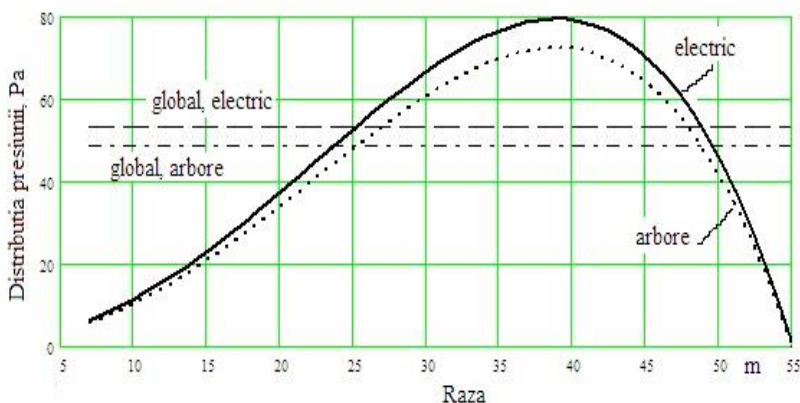


Fig. 1 Variația distribuțiilor de diferență de presiune pe profilele componente ale paletelor

În figură, prin “electric” s-a notat varianta în care definiția pentru proiectare s-a ales puterea la bornele generatorului electric, iar prin “arbore” s-a notat varianta în care definiția pentru proiectare s-a ales puterea la arborele turbinei.

## 3. Influența puterii asupra geometriei paletelor

Pe baza [4], [5], [7], [9], s-au calculat, plecând de la repartiția încărcării paletelor, elementele geometrice și unghiulare caracteristice fiecărei secțiuni de calcul, obținându-se, în final, repartiția coeficientului de portanță (figura 2) și a coeficientului forței tangențiale (forță care generează momentul activ al paletelor) (figura 3).

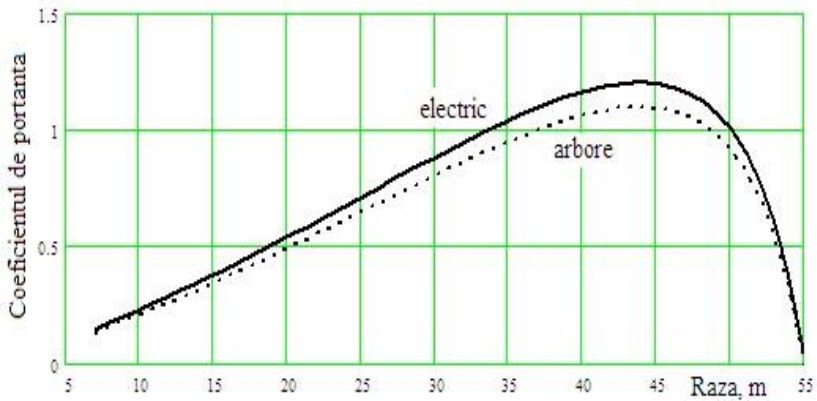


Fig. 2 Variația coeficientului de portanță cu raza

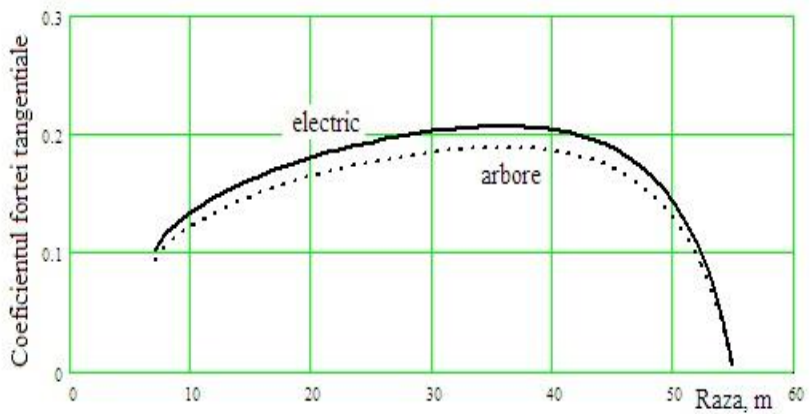


Fig. 3 Variația coeficientului forței tangențiale cu raza

Pentru geometria paletelor s-au ales profile NACA cu patru cifre (NACA xxxx).

Mărimile geometrice caracteristice ale profilelor sunt reprezentate în figura 4.

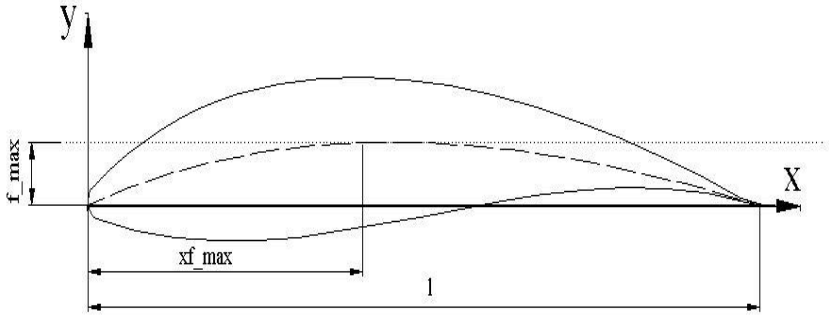


Fig. 4 Elementele geometrice caracteristice ale profilului

Având calculate elementele cinematice și unghiulare ale profilurilor, se pot determina caracteristicile lor geometrice.

Astfel, în figura 5 este reprezentată variația săgeții maxime relative ale profilurilor, iar în figura 6, variația poziției relative a săgeții maxime (față de bordul de atac).

Se constată că, în cazul săgeții maxime relative, influența puterii este neesențială.

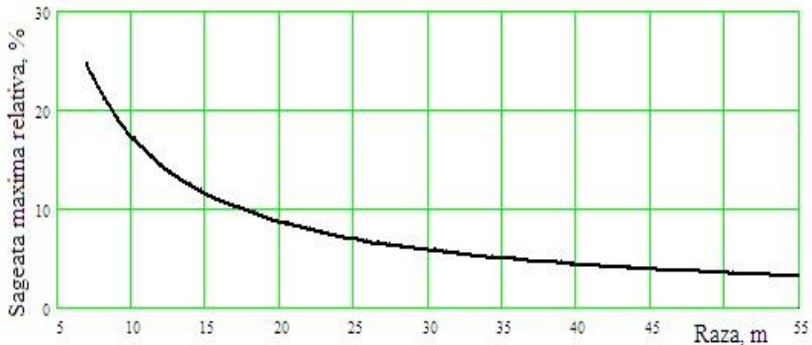


Fig. 5 Variația săgeții maxime relative cu raza

În cazul poziției relative a săgeții maxime există o diferență între cele două variante de lucru.

Se constată, de asemenea, că diferența respectivă este cu semn contrar diferențelor dintre variante, conform figurilor 1, 2 și 3.

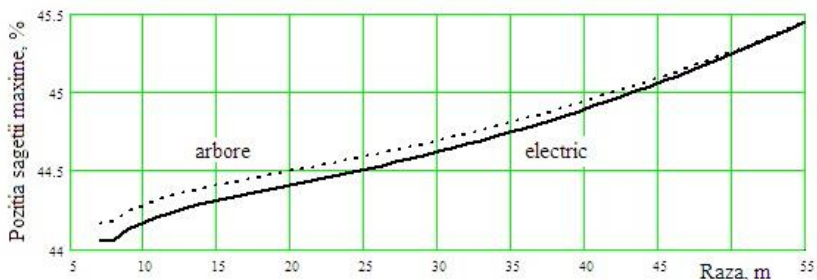


Fig. 6 Variația poziției săgeții maxime relative cu raza

#### 4. Observații asupra performanțelor globale ale turbinei

Pentru analiza funcționării turbinei la diferite viteze ale vântului, s-a considerat că paletele sunt fixe. De asemenea, s-a luat în considerare că viteza vântului se modifică în intervalul  $2 \div 20$  m/s.

Utilizând softul QBlade [10], s-au determinat performanțele energetice ale turbinei.

Astfel, în figura 7 este reprezentată variația coeficientului de putere în funcție de funcția caracteristică (tip speed ratio - TSR), iar în figura 8 este reprezentată variația coeficientului forței tangențiale cu funcția caracteristică.

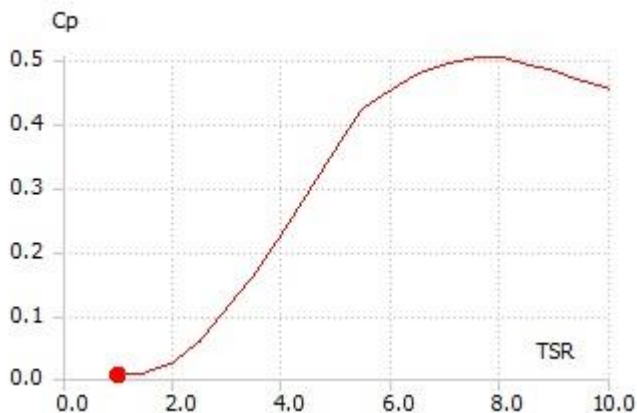


Fig. 7 Variația coeficientului de putere cu funcția caracteristică

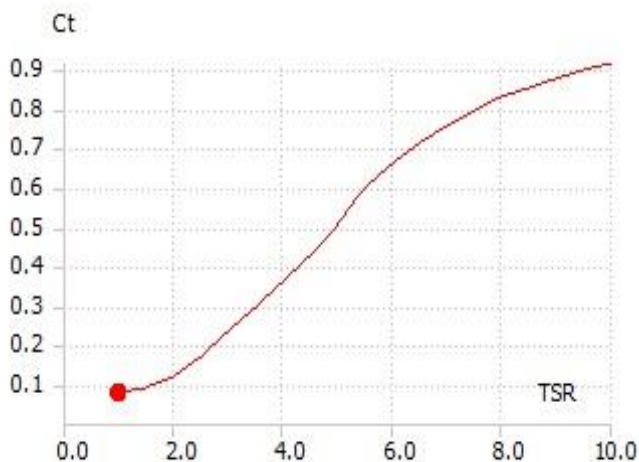


Fig. 8 Variația coeficientului forței tangențiale cu funcția caracteristică

În figura 9 este reprezentată variația puterii în funcție de viteza vântului. În figură se remarcă faptul că puterea se plafonează, ceea ce implică reglajul paletelor.

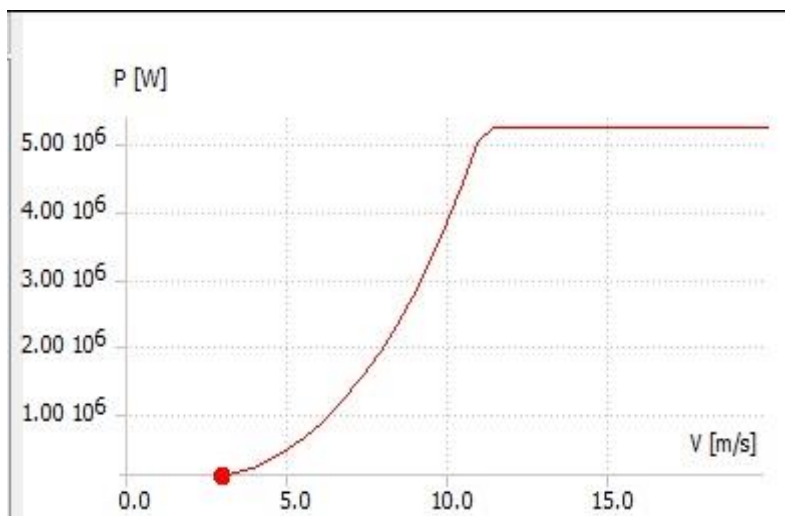


Fig. 9 Variația puterii în funcție de viteza vântului

## 5. Concluzii

- La o turbină eoliană, puterea este caracteristică unei anumite secțiuni transversale pe linia de mașini, secțiunea respectivă trebuind să fie precizată.

- În lucrare s-a analizat influența definirii puterii asupra geometriei paletei turbinei. Astfel, s-au comparat puterea la arborele turbinei - al rotorului și puterea la bornele generatorului electric.

- Se constată că eroarea variației căderii de presiune pe paletă - încărcarea paletei are o abatere maximă (eroare) de 8,8 %, abaterea săgeții maxime relative este de sub 1 %, iar abaterea poziției săgeții maxime relative este de maxim 0,27 %.

- În urma analizei efectuate, se constată că puterea influențează efectiv mărimea turbinei - diametrul paletei la periferie, deci și înălțimea stâlpului turbinei. DE asemenea, se constată că abaterile de geometrie necesară pentru definirea paletei este mică, pentru cele două variante luate în calcul.

- Pentru exactitatea clacului, se recomandă ca la proiectarea paletei să se aleagă drept putere de referință puterea la bornele generatorului, făcându-se aproximările corespunzătoare pentru randamentele elementelor componente ale liniei de mașini.

## 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 - fonda-

torul hidroenergeticii românești", Editura AGIR, București, 2010, vol. 17, ISSN 2067-7138, pag. 499 – 506 (8 pag.).

[5] Dobândă, E., *Observations on the Improvement of the 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 "Tendențe 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] Marten, D., Wendler, J., *QBlade Guidelines V0.6* T.U. Berlin, 2013.

Șef lucr. Dr.Ing. Eugen DOBÂNDĂ  
membru AGIR

Universitatea POLITEHNICA Timișoara, Facultatea de Mecanică  
Departamentul Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi, Colectivul de Mașini  
Hidraulice

Biv. Mihai Viteazu nr. 1, 300222 - Timișoara  
E-mail: eugendobanda@upt.ro

Conf. Dr.Ing. Adriana Sida MANEA

Universitatea POLITEHNICA Timișoara, Facultatea de Mecanică  
Departamentul Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi, Colectivul de Mașini  
Hidraulice

Biv. Mihai Viteazu nr. 1, 300222 - Timișoara  
E-mail: adriana.manea@upt.ro