



A XVII-a Conferință internațională – multidisciplinară
„Profesorul Dorin Pavel – fondatorul hidroenergeticii românești”
SEBEȘ, 2017

OBSERVAȚII PRIVIND SOLICITĂRILE PALETELOR TURBINELOR EOLIENE CU AX ORIZONTAL

Eugen DOBÂNDĂ, Adriana Sida MANEA

NOTES ON THE MECHANICAL STRESSES OF THE BLADES OF HORIZONTAL AXIS WIND TURBINES

The paper presents an analysis of mechanical stresses on the blades of a small horizontal axis wind turbine.

Keywords: wind turbines, forces, deformations
Cuvinte cheie: turbine eoliene, forțe, deformări

1. Prezentarea turbinei de vânt

Din componența unei turbine de vânt, paleta constituie elementul cel mai sensibil atât ca și calcul cât și ca structură și comportament în exploatare.

În cadrul prezentei lucrări se va analiza modul de comportare a paletelor unei turbine de vânt de putere mică la solicitările impuse în funcționare. Ca exemplu, se va lua o turbină având puterea nominală electrică de 5 kW, turbină prezentată în [5].

În figura 1 ([5]) este reprezentată încărcarea paletii la punctul nominal. Încărcarea este dată de repartitia diferenței de presiune pe intradosul și extradadosul paletii, 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.

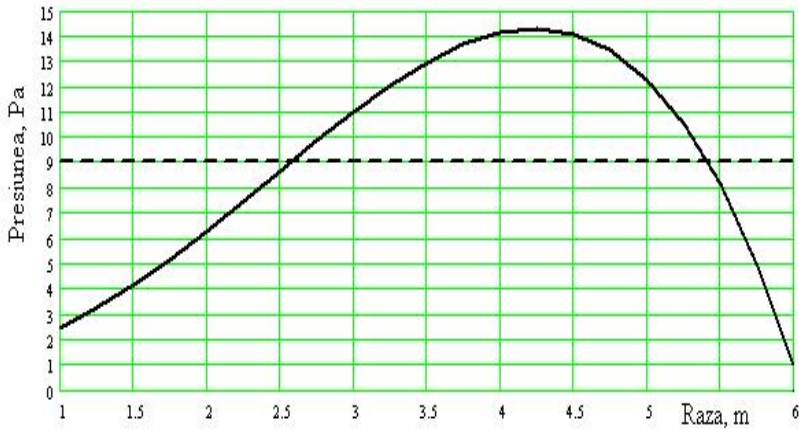


Fig. 1 Încărcarea paletei la punctul nominal

Paletile se vor asimila cu o grindă încastrată la un capăt și liberă la celălalt, torsionată, având secțiunea transversală variabilă ([9]), solicitată atât la forța centrifugă cât și la eforturi datorate încărcărilor aerodinamice.

Paleta se înscrie într-un sistem de coordonate xyz, ca în figura 2; originea sistemului este amplasată în axa rotorului; axa x este orientată în sensul vitezei vântului; axa z este orientată perpendicular pe axa x, în sens invers accelerației gravitaționale. Profilele generice ale paletei sunt de tip NACA x4xx, iar axa z înțeapă planul fiecărui profil în punctul corespunzător grosimii maxime a profilului.

Paleta este solicitată de forța centrifugă, generată de turația rotorului: $n = 55,704$ rot/min ([5]) și de forțe și momente generate de încărcările aerodinamice, prezentate în figura 3.

2. Problema test

Ca test a metodei, s-a considerat că paleta este redusă la longeron, de secțiune cilindrică, de tip țevă combinată cu bară. Geometria paletei test este prezentată în figura 4.

Repartiția forțelor în lungul paletei (a axei y) este prezentată în figura 5.

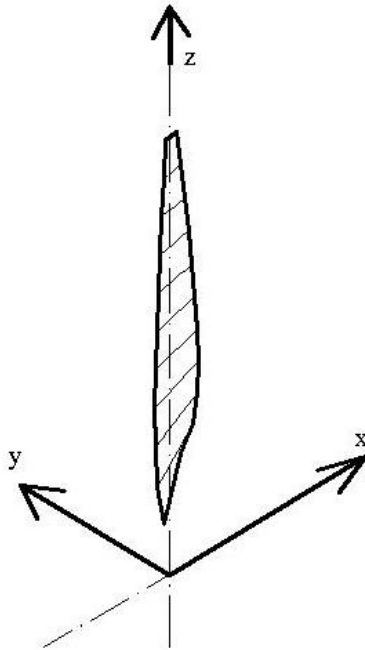
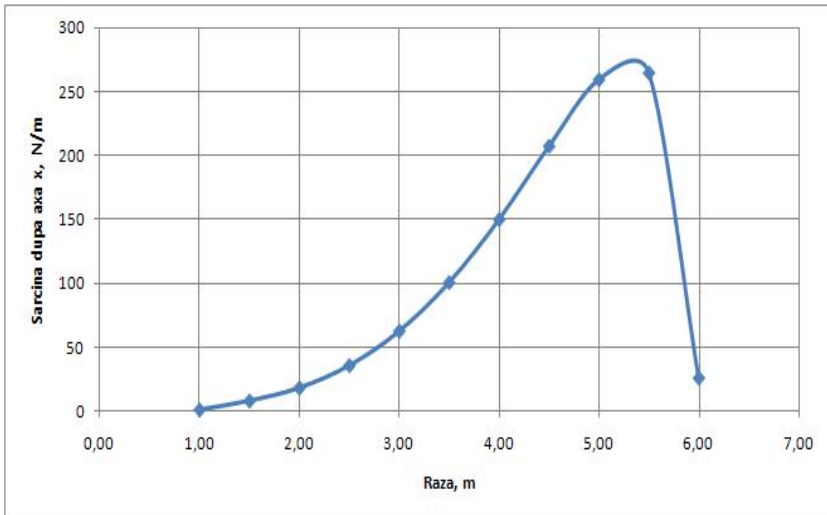


Fig. 2 Sistemul de coordonate



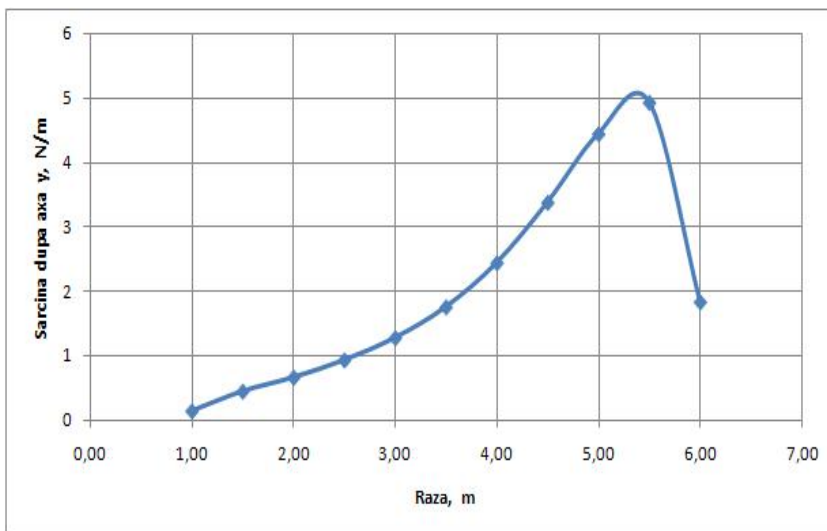


Fig. 3 Încărcările aerodinamice

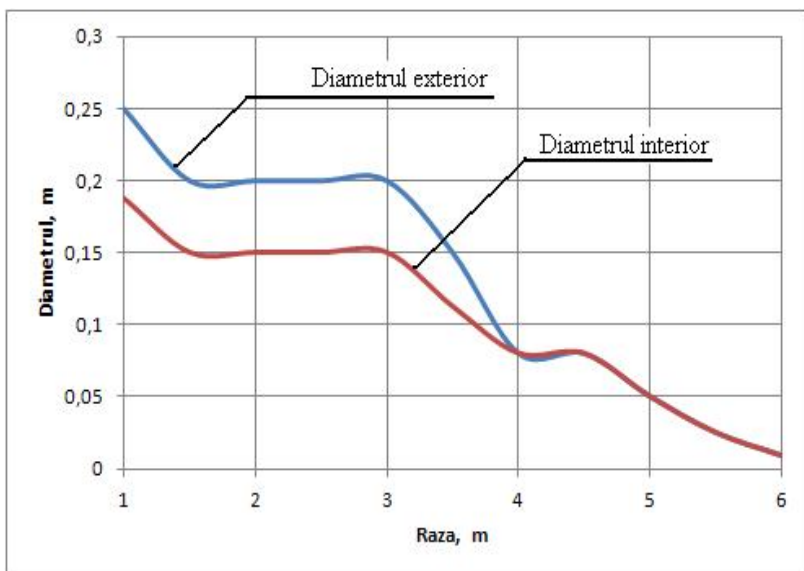


Fig. 4 Geometria paletii test

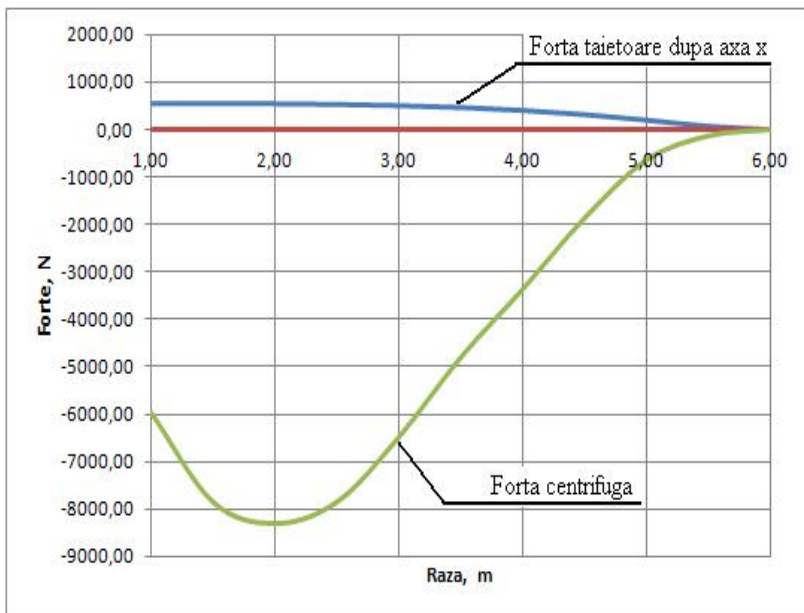


Fig. 5 Repartiția după rază a forțelor în cazul test

3. Problema paletei

În continuare, s-a considerat structura paletei drept înveliș, format din conturul profilului generic, cu diferite grosimi de scoarță. Ca parametru de calcul s-a luat grosimea cojii, de 2, 5, 10, 15, 20 și 30 mm.

Paleta s-a considerat executată din poliesteri armați cu fibră de sticlă ([1], [6], [10]).

În urma calculelor, conform [9], s-au obținut repartițiile forțelor, a momentelor și a deformațiilor în lungul paletei, pentru cazurile de grosimi de coajă menționate.

În figurile 6, 7 și 8 sunt reprezentate variațiile forțelor, a momentelor și a deformațiilor pentru cazul unei grosimi de 30 mm.

În figurile 9, 10 și 11 sunt reprezentate, sintetic, forțele, momentele și deformațiile în funcție de grosimea cojii, pentru secțiunea de la butucul paletei.

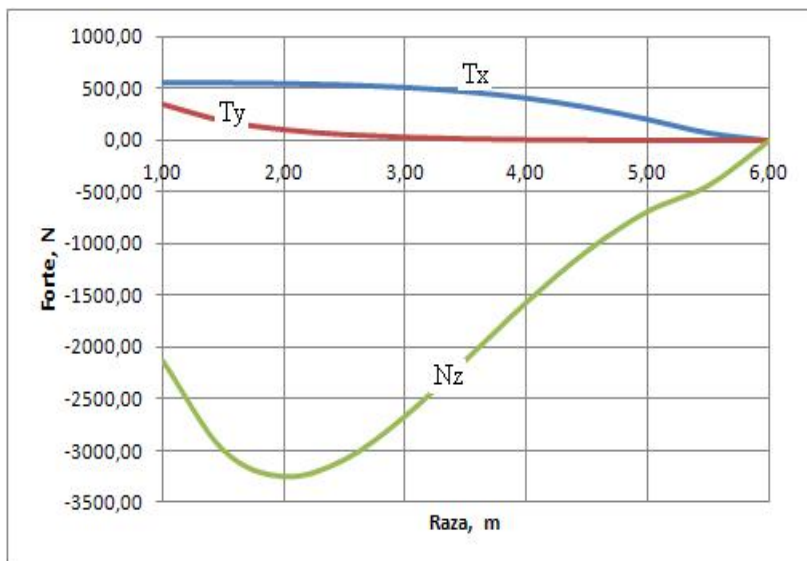


Fig. 6 Repartiția după rază a forțelor în cazul grosimii de 30 mm

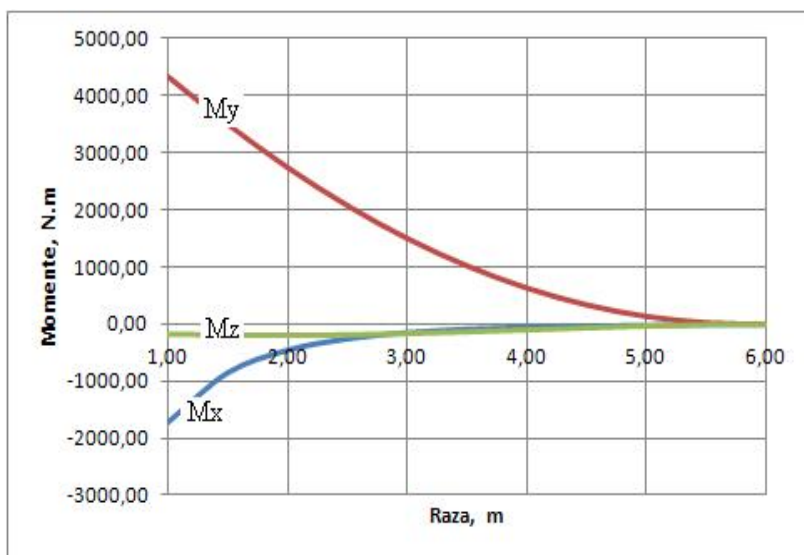


Fig. 7 Repartiția după rază a momentelor grosimii de 30 mm

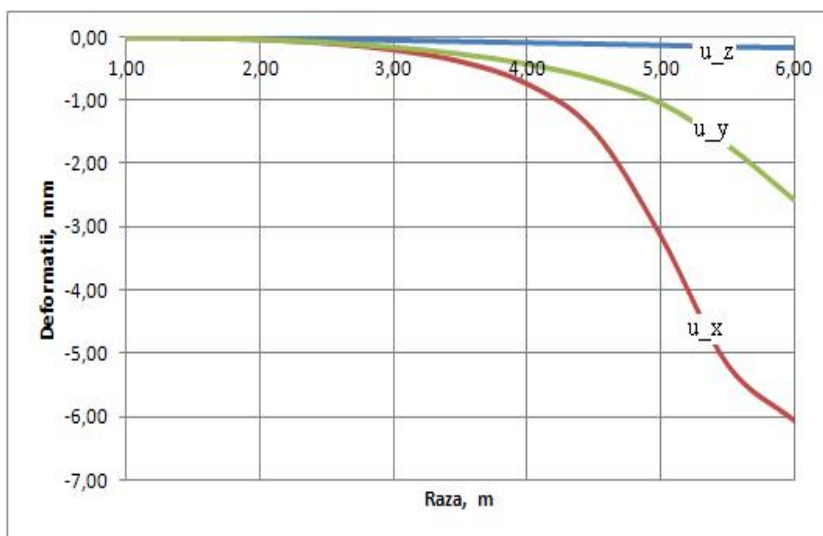


Fig. 8 Repartiția după rază a deformațiilor grosimii de 30 mm

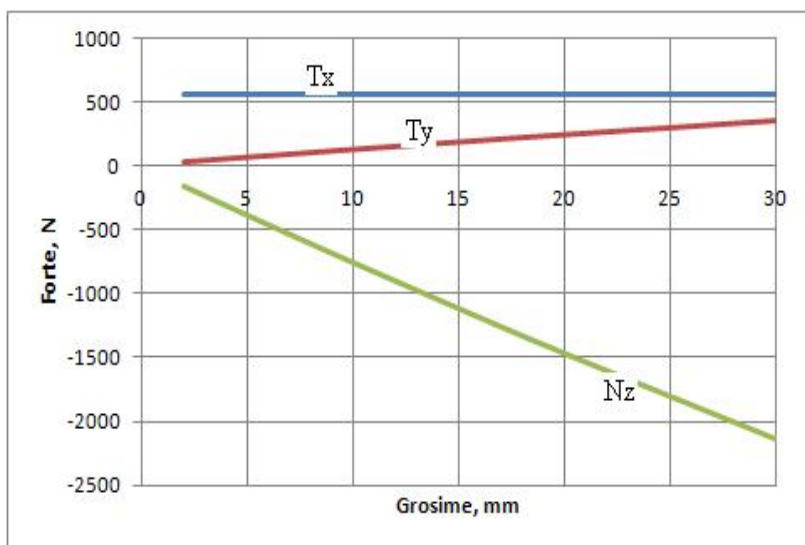


Fig. 9 Variația forțelor la butuc în funcție de grosimea cojii

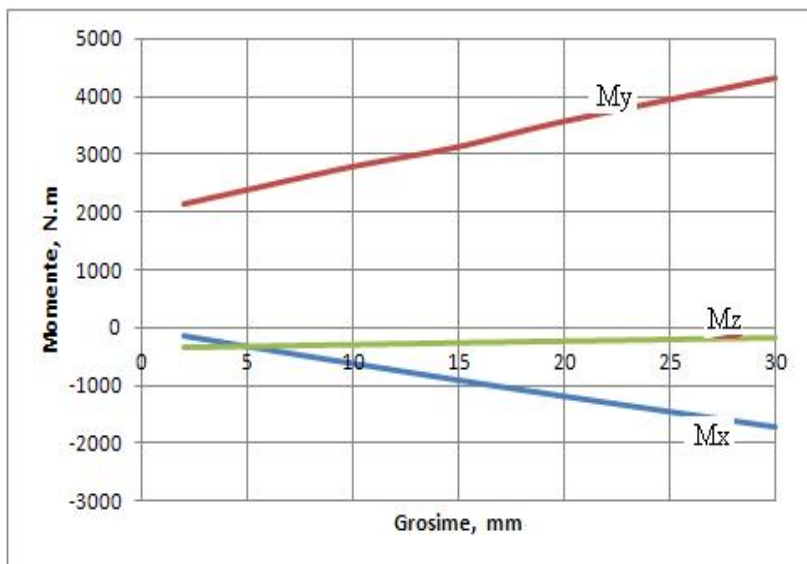


Fig. 10 Variația momentelor la butuc în funcție de grosimea cojii

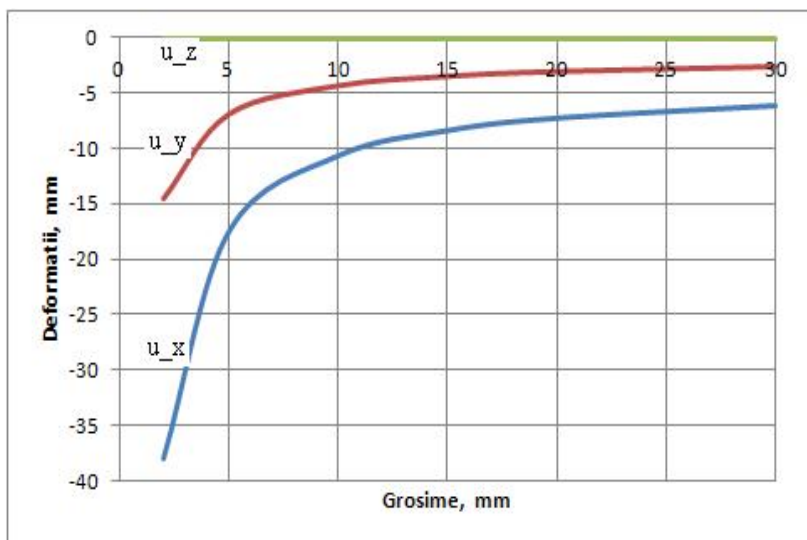


Fig. 11 Variația deformațiilor la periferie în funcție de grosimea cojii

3. Concluzii

■ Problema studiată a fost tratată astfel încât să constituie o metodă de verificare rapidă a structurii paletelor turbinelor de vânt cu ax orizontal, constituind, în același timp și un instrument de calcul relativ facil, pus la dispoziția studenților care tratează probleme ale turbinelor de vânt în cadrul lucrărilor de licență și/sau de disertație.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Alămoreanu, E., Negruț, C., Jiga, G., *Calculul structurilor din materiale compozite*, Universitatea "Politehnica" București, 1993.
- [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., *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.).
- [4] 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.).
- [5] Dobândă, E., *Observații privind comportarea 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, 2015, vol. 28, ISSN 2067-7138, pag. 253 – 262 (10 pag.).
- [6] Gheorghiu, H., Hadăr, A., Constantin, N., *Analiza structurilor din materiale izotrope și anizotrope*, Editura Printech, București, 1998.
- [7] Gyulai, Fr., Dobândă, E., *Câteva probleme privind garantarea performanțelor aerodinamice ale turbinelor de vânt*, Conferința Națională de Energetică, București, 27-29.oct.1988.
- [8] 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, Fascicola 2, 2012, ISSN 1224-6069, Ed. Politehnica, , pg. 68-77 (10 pag.) (BDI).
- [9] Ponomariov, S.D., s.a., *Calculul de rezistență în construcția de mașini*, vol III, Editura Tehnică, București, 196401,80,15,22,29.

[10] Țăranu. N. s.a., *Influența unor parametri de asamblare asupra comportării îmbinărilor la elemente pultrudate din compozite polimerice armate cu fibre*, Revista Română de Materiale, 2014, 44(3),236 – 248.

Șef de lucrări Dr. Ing. Eugen DOBÂNDĂ
membru AGIR
Universitatea POLITEHNICA Timișoara
Facultatea de Mecanică
Departamentul Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi
Colectivul de Mașini Hidraulice
Bv. Mihai Viteazu nr. 1
300222 - Timișoara
E-mail: eugen.dobanda@upt.ro

Șef de lucrări Dr. Ing. Adriana Sida MANEA
Universitatea POLITEHNICA Timișoara
Facultatea de Mecanică
Departamentul Mașini Mecanice, Utilaje și Transporturi
Colectivul de Mașini Hidraulice
Bv. Mihai Viteazu nr. 1
300222 - Timișoara
E-mail: adriana.manea@upt.ro