

# ANALIZA PRIVIND ENERGIA MOTOARELOR DIN FIRE DE CAUCIUC ȘI A TRACȚIUNII ELICELOR UTILIZATE PENTRU MICROMODELE ȘI AEROMODELE

Ing. Traian TOMESCU<sup>1</sup>, Ing. Tudor TOMESCU<sup>2</sup>, Prof. dr. Marian POPESCU<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Filiala AGIR Brașov, <sup>2</sup>EADCO GmbH, Germania, <sup>3</sup>Federația Română de Modelism

**REZUMAT.** Lucrarea prezintă o analiză teoretică cu rezultatele experimentale originale referitoare la puterea dezvoltată de grupul motopropulsor la care tracțiunea este asigurată cu ajutorul elicelor. Ansamblul motor + elice transformă energia motorului în forța de tracțiune care asigură relizarea zborului.

**Cuvinte cheie:** grup motopropulsor, forță de tracțiune.

**ABSTRACT.** This paper presents an theoretical analysis with original experimental results on the power developed in the power unit where the traction provided with propellers. Motor + propeller assembly converts the engine power to ensure the traction that makes possible the flight.

**Keywords:** power unit, traction.

Aeromodelismul este abecedarul aviației, iar primele modele de aeronave care au zburat fără a avea oameni la bord au servit ca modelele pentru aeronavele de astăzi.

Sursa de putere pentru aeromodelele cu motor extensibil cu fire din cauciuc este constituită din mănunchiul de fire din cauciuc elastic care, prin răsucirea între două cârlige, înmagazinează o cantitate de energie, iar prin desfășurare dezvoltă energie cinetică, imprimând elicei o mișcare inversă față de sensul răsucirii.

Se poate determina valoarea energiei care poate fi dezvoltată de un motor din fire de cauciuc cu o greutate  $g$  dată, care este limitată de regulamentul categoriei și clasei de aeromodel respective.

Pentru micromodelele clasa F1D care au greutatea de minimum 1,9 g, greutatea maximă admisă a motorului din fire de cauciuc este de 0,6 grame, raportul de motorizare  $g_{\text{motor}}/g_{\text{aeromodel}}$  fiind  $0,6/1,9 = 0,316$ .

Pentru aeromodelele clasa Max Indoor, fostă F1M, care au greutatea de minimum 20 g, greutatea maximă admisă a motorului din fire de cauciuc este de 5 g, raportul de motorizare  $g_{\text{motor}}/g_{\text{aeromodel}}$  fiind  $5/20 = 1/4 = 0,25$ .

Pentru aeromodelele clasa FIG „Coupe d’hiver“, care au greutatea minimă de 70 grame se adaugă o greutate maximă admisă a motorului din fire de cauciuc de 10 grame raportul de motorizare  $g_{\text{motor}}/g_{\text{aeromodel}}$  fiind de  $10/80 = 1/8 = 0,125$ .

Pentru aeromodelele clasa F1B „Wakefield“, care au greutatea minimă de 200 g, se adaugă o greutate maximă admisă a motorului din fire de cauciuc de 30 g, raportul de motorizare  $g_{\text{motor}}/g_{\text{aeromodel}}$  fiind  $30/230 = 3/23 = 0,13$ .

Pentru secțiunea  $q$  [cm<sup>2</sup>] a mănunchiului de fire din cauciuc și lungimea motorului  $l$  [cm] se poate scrie ecuația  $g_{\text{motor}} = \delta \times l \times q$ , unde  $\delta$  este greutatea specifică a cauciucului, în g/cm<sup>3</sup>.

Pentru cauciucul de tip Super Tan de 1/8, deci la fir cu lățime de 3,175 mm tăiat în două jumătăți egale de  $3,175/2 = 1,5875$  mm, utilizat în prezent în aeromodelism, se poate determina prin măsurare și cântărire că la greutatea de 5 g corespunde o lungime a firului din cauciuc de 320 cm, din care pentru un motor din 6 fire rezultă o lungime a motorului între cele două inele de 53,33 cm și între cele două cârlige de 47 cm, luând în considerare o diferență de 6,33 cm, adică un raport de  $53,33/47 = 1,123$ . Lungimea se poate determina cu relația  $l = g_{\text{motor}} / \delta \times q$ , unde  $q = 6 \times 1,5875 = 9,525$  mm<sup>2</sup> =  $0,09525$  cm<sup>2</sup> și  $\delta = 5$  g/320 cm  $\times 0,09525$  cm<sup>2</sup> =  $0,164$  grame/cm<sup>3</sup>.

Lucrul mecanic pe care îl poate dezvolta acest mănunchi de 6 fire este dat de formula  $E = k \times l \times q$ , unde  $k$  este un coeficient, sau, pentru un motor din cauciuc cu un moment mediu de răsucire  $M_m$  și un număr de  $N$  rotații,  $E = 2 \times \pi \times k_m \times k_n \times l \times q$ , unde  $k_m = M_m / \sqrt{q^3}$  este un coeficient mediu de răsucire cu valoarea de 1-1,5 pentru cauciucul special de aeromodelism, iar  $k_n = N \times \sqrt{2/l}$  este un coeficient cu valoarea de 80-100 pentru cauciucul special de aeromodelism. Randamentul lagărului în care se rotește axul elicei este  $\eta_m = 0,95$ , lucrul mecanic al elicei este dat de relația  $E(1 - D) \times \eta_m$ , iar randamentul real al grupului

motopropulsor va fi  $\eta_r = \eta_p \times \eta_m$ , unde  $\eta_p$  este randamentul elicei. Puterea motorului se poate calcula cu relațiile  $P = (2 \times \pi \times M_m \times n) \times 1/100.000$  [kg·m/s] sau  $P = (2 \times \pi \times M_m \times n) \times 1/(75 \times 100.000)$  [CP], unde  $n = N/t$  este turația medie, iar  $t$  este timpul total de desfășurare a firelor din cauciuc, în secunde. Pentru un număr de  $N = 1000$  rotații și o turație medie de 200 rot./min, rezultă un timp  $t$  de 5 minute confirmate în zbor.

Forma în plan a palei cu  $D = 360$  mm din balsa cu grosime de 1 mm este dată de coordonatele din figura 2.

Forma în plan a palei cu  $D = 360$  mm din balsa cu grosime de 1 mm este dată de coordonatele din figura 2.

Tracțiune To grame 16	100%	62%	50%	25%	12%	0%	
Timp [s]	0	60	120	180	240	270	300
GI cu D 390 mm pas 30 grade	rotații/min	220	170	150	110	0	
IG cu D 360 mm pas 30 grade	rotații/min	250	200	160	120	0	
TT cu D 340 mm pas 30 grade	rotații/min	250	210	170	120	0	

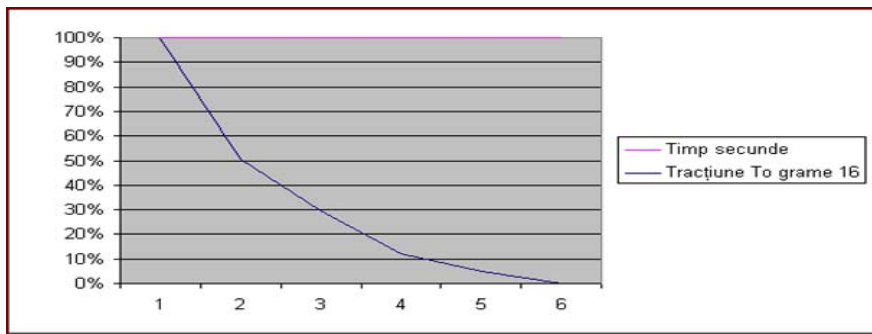


Fig. 1. Probe de tracțiune pentru aeromodelele clasa Ma<sup>x</sup> Indoor realizate în decembrie 1011.

x [mm]	20	25	30	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170	175	180
y+ (bord fugă)	0	0	0	13	18	20	21	22	23	23	23	22	22	21	20	18	16	12	10	0
y- (bord atac)	0	0	0	7	13	17	20	22	22	22	22	22	22	20	19	18	16	15	14	0

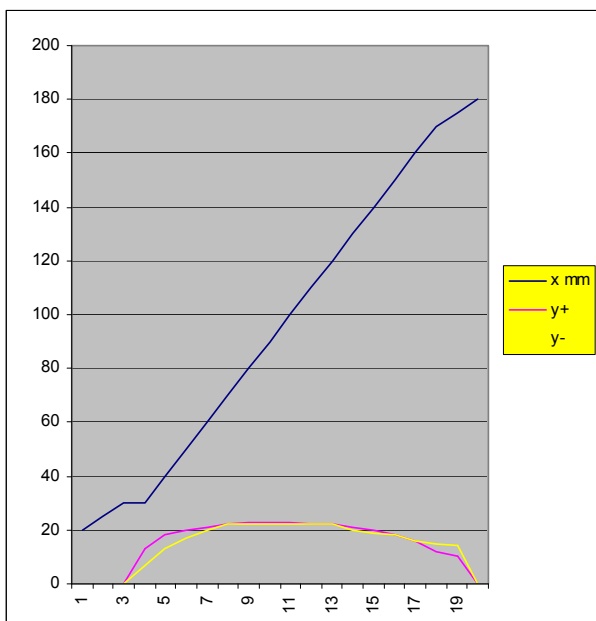


Fig. 2. Forma în plan a palei cu  $D = 360$  mm, din balsa.

Încercări cu elice cu pasul fix cu diametrul de 310 mm și motoare cu 6 și 8 fire din cauciuc cu lungimea între cârlige de 425 mm, efectuate de aeromodelistul Dan Moraru, au condus la rezultatele asemănătoare, cu observația că timpii maximi au fost între trei minute și

35 secunde și 4 minute și 30 secunde. Se poate constata că, din rezultatele probelor efectuate de aeromodeliștii Traian Tomescu și Dan Moraru, rezultă faptul că valoarea tracțiunii pentru desrăsucirea firelor de cauciuc la pasul mediu de 30° variază asemănător, conform tabelului 1.

## ENERGIA MOTOARELOR DIN FIRE DE CAUCIUC ȘI A TRACȚIUNII ELICELOR

Tabelul 1

Elice cu pas variabil cu diametrul $D = 395, 365$ și $345$ mm și lungime $L_{\text{motor}}$ din 6 fire de $6 \times (470+50)$ mm	La pornire Tracțiune 16 g	La 60 s Tracțiune 9,6 g	La 120 s Tracțiune 8 g	La 180 s Tracțiune 4 g	La 240 s Tracțiune 1,92 g	La 270 s Tracțiune 0 g
Elice cu pas $f \times$ cu diametrul $D = 310$ mm și lungime $L_{\text{motor}}$ din 6 fire de $6 \times (425+25)$ mm	La pornire Tracțiune 16 g	La 60 s Tracțiune 9,6 g	La 120 s Tracțiune 8 g	La 180 s Tracțiune 4 g	La 240 s Tracțiune 1,92 g	La 270 s Tracțiune 0 g
Elice cu pas $f \times$ cu diametrul $D = 310$ mm și lungime $L_{\text{motor}}$ din 8 fire de $6 \times (425+25)$ mm	La pornire Tracțiune 16 g	La 60 s Tracțiune 9,6 g	La 120 s Tracțiune 8 g	La 180 s Tracțiune 4 g	La 240 s Tracțiune 1,92 g	La 270 s Tracțiune 0 g

### BIBLIOGRAFIE

[2] Marian Popescu, *Aeromodelele mele*, Editura „Universitaria”, Craiova, 2010.

[1] Ilie Gh. Ionescu, Cimarion Ionescu, Maria Olimpia Ionescu – *Vademecum pentru modelisti*, Editura Sport Turism 1983.

### Despre autori

#### Ing. Traian TOMESCU

Filiala AGIR Brașov

A absolvit Facultatea de Aeronave și Instalații de Bord din Institutul Politehnic București, în anul 1970. În perioada 1970-2007 a lucrat ca inginer la IAR – Brașov, unde a contribuit la montajul a peste 1000 de plane, motoplanoare, avioane și elicoptere. Este aeromodelist din anul 1960 și pilot sportiv de plane în perioada 1965-1970. În perioada 2007-2011 a fost director general la S.C. Constructii Aeronautice S.A. Brasov în prezent fiind pensionar. Este președinte al filialei AGIR Brasov.

#### Ing. Tudor - Mihai TOMESCU

EADCO GmbH, Germania

A absolvit în anul 1997 Facultatea de Inginerie Tehnologică la Universitatea „Transilvania” din Brașov, secția Construcții aeronautice. A lucrat ca inginer proiectant la: SC Cambric SRL – Brașov (1998-2000), OMF – Germania; INA Schaffler – Germania, CAE Inc – Canada (pentru avionul Airbus A320), CTT System AB – Suedia (pentru avioanele Airbus A380 și Boeing B767), Bombardier Aerospace – Montreal, Canada (pentru avionul Global Express G 5000) și EADS în Germania (pentru proiecte ale companiei Airbus).

#### Prof. dr. Marian POPESCU

Vicepreședinte al Federației Române de Modelism