

# ASPECTE PRIVIND MIȘCAREA PE ARBORII ÎN PICIOARE, A AGREGATELOR DE ELAGAJ ARTIFICIAL CU AUTOTRACTARE (I)<sup>1</sup>

**Prof. dr. ing. Ilie Popescu**

**Ing. Lucian Alexandru Curtu**

**Ing. Sorin Cristian Popescu**

*Universitatea "Transilvania " Brașov*

## 1.1 Aspecte generale

Problema elagajului artificial a fost și este abordată sub multiple aspecte atât în lucrări fundamentale (Negulescu, 1973; Florescu, 1981), cât și într-o serie de studii și cercetări ale căror rezultate fac obiectul unor articole de revistă (Florinică, 1966; Gava, 1969; Niculescu, 1992, 1994). Lucrările menționate aduc valoroase precizări și contribuții cu privire la scopul și domeniul de aplicare, vârsta și sezonul optim de executare a elagajului artificial, gradul de extindere asupra arborilor dintr-un anumit arboret, avantajele tehnologice și economice obținute prin efectuarea corectă a intervenției.

Referitor la problema mijloacelor tehnice cu care trebuie să se facă lucrările de elagaj artificial, se apreciază că lucrurile sunt clarificate doar parțial. Astfel, dacă în ceea ce privește arboretele tinere (cu diametrul de bază sub 14 cm) păreri converg către folosirea mijloacelor manuale, cu totul altfel trebuie privită problema în cazul arboretelor mature. În astfel de arborete, folosirea mijloacelor manuale devine inefficientă economic. La aceasta se pot adăuga, după considerațiile noastre, și unele riscuri tehnologice, precum și altele de ordin fito-sanitar, care, de altfel sunt

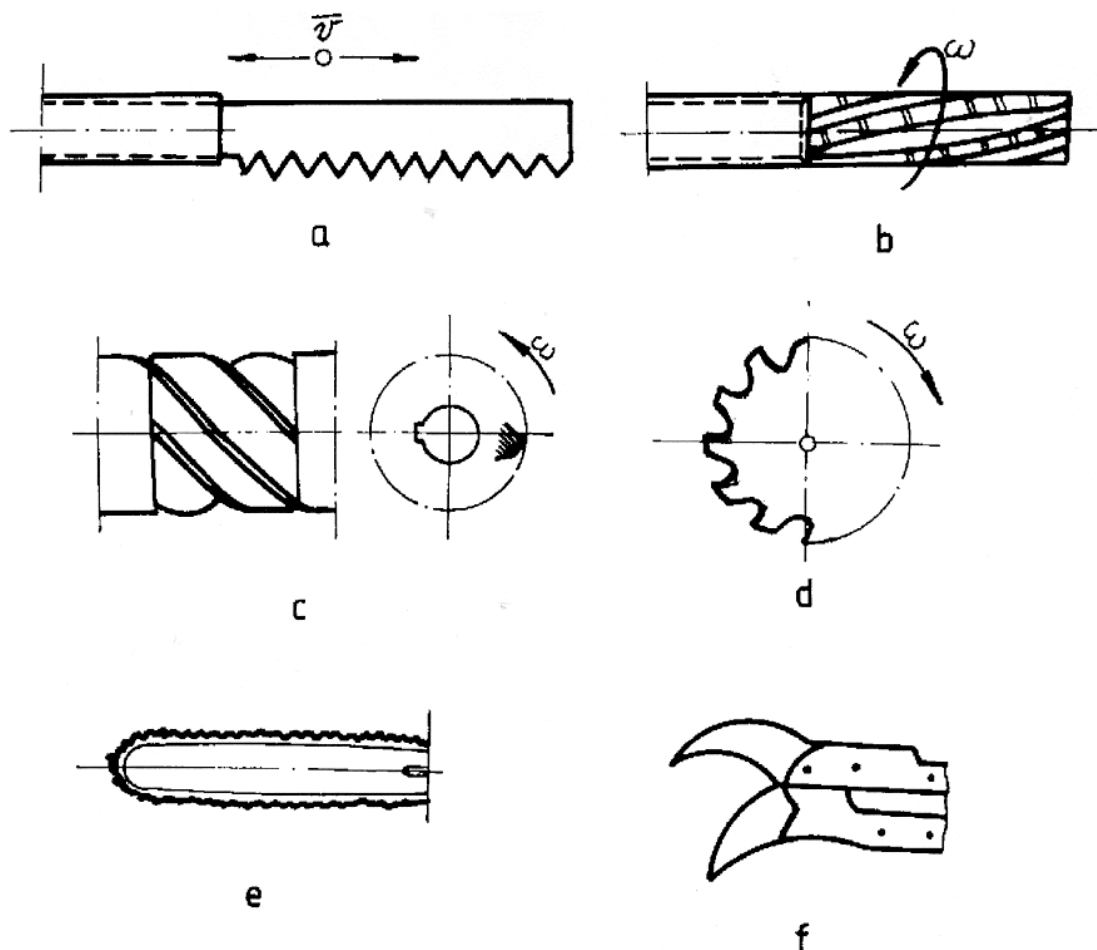
semnalate de unii specialiști în domeniu (Soutrenon, citat de Nicolescu & Nicolescu, 1992). Cele două categorii de riscuri sunt cauzate, în general, de imperfecțiunea suprafeței tăiate (asperități mari, denivelări, așchier etc.) care îngreunează cicatrizarea și favorizează totodată instalarea dăunătorilor biotici. Astfel de probleme sunt mai puțin frecvente în cazul elagajului executat cu ajutorul mașinilor. Aparatele de tăiere ale acestor mașini lucrează, în majoritatea cazurilor, la viteze mari ( $v=15-20$  m/s), ceea ce face ca suprafețele tăiate să fie mult mai netede. Unele inconveniente ale mașinilor sunt de-a dreptul neglijabile, în raport cu calitatea și randamentele de lucru, de aceea apreciem că opiniile defavorabile mașinilor (Popescu, 1984; Nicolescu, 1994) nu sunt decât parțial justificate. În multe situații, asemenea poziții sunt cauzate de o incompletă cunoaștere a particularităților constructiv-funcționale și a modului de desfășurare a procesului de lucru propriu fiecărei mașini. Pentru o mai bună edificare în problemă, în relațiile ce se prezintă în materialul de față se încearcă unele clarificări de detaliu pe marginea uneia dintre cele mai controversate mașini de elagaj artificial. Ne referim la mașina de elagat Sachs KS - 30 (Anonym.), echipată cu aparat de tăiere tip freză-lanț și prevăzută cu posibilități de autotractare pe trunchiul arborilor în picioare, în timpul efectuării operației de elagaj.

---

<sup>1</sup> Lucrarea este structurată în mai multe părți: I - probleme generale; II - mișcarea agregatului pe trunchi; III studiul forțelor în procesul de elagaj; IV - analiza factorilor de influență asupra consumului energetic.

Deplasarea pe trunchi se realizează prin intermediul a 8 roți, dintre care patru sunt motoare. Spre deosebire de aparatele de tăiere ale unor unelte (fig. 1.1 a) și mașini (fig. 1.1 b-d) purtate și manevrate de om, mașina Sachs scutește personalul de deservire de efort în timpul desfășurării procesului de lucru. Cu alte cuvinte, în timpul procesului de lucru mașina se comportă ca un robot mecanic.

Mașina Sachs (fig.1.2) poate provoca tăierea crăcilor (uscate și verzi), precum și a cioturilor de pe arborii care în zona diametrului de bază (măsurat la 1,3 m de la sol) au valori de 12-25 cm. Pe înălțime, regimul normal de lucru este limitat între 1 și 14 m, măsurată tot începând de la diametrul de bază. În timpul procesului de lucru, mașina se urcă în arbore cu viteza de 0,16 m/s, iar



**Fig. 1.1** Tipuri de organe active din componenta aparatelor de tăiere ale mașinilor de elagat  
*Types of active organs from pruning machines cutting apparatus*

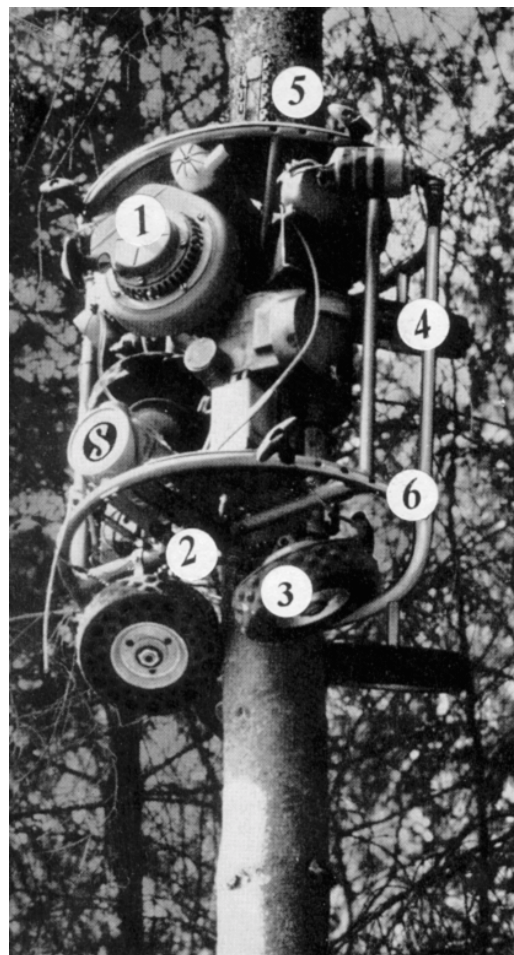
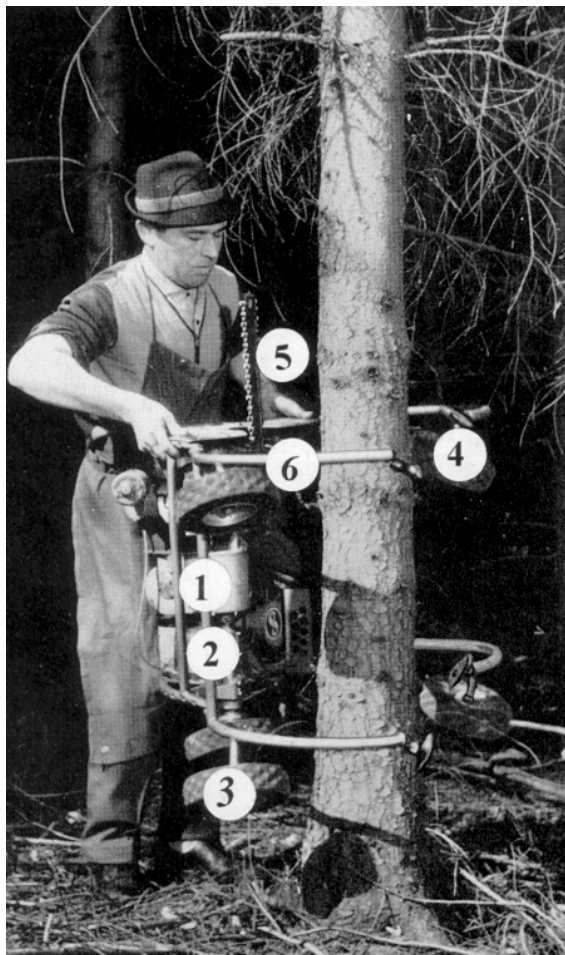
După cum s-a menționat, aparatul de tăiere al mașinii (fig.1.1,e) funcționează pe principiul frezelor-lanț, fiind un lanț tăietor de tip universal, identic cu cel de la fierăstraiele mecanice utilizate în expoatările forestiere. Antrenarea lanțului tăietor se face de la motorul mașinii care asigură o putere de 2kW (2,7 CP), la o turație nominală de 7000 rot/min.

lanțul tăietor înregistrează o viteză de tăiere de 16 m/s. La atingerea cotei de lucru se inversează sensul de mers, în mod automat (Anonim.; Popescu, 1984).

Posibilitățile de lucru ale mașinii asigură extinderea intereselor de mecanizare și în domeniul exploatării lemnului, deoarece aceasta se pretează foarte bine și pentru cepuirea arborilor în picioare.

În cele arătate, s-a recurs la o sumară prezentare a mașinii cu gândul de a facilita parcurgerea mai comodă și a unor detalii de analiză a procesului de lucru, cu referiri la cinematica și

folosește un sistem de opt roți de rulare între care patru sunt roți motoare, iar celelalte sunt roți de sprijin. Altfel spus, roțile motoare sunt roți de împingere, iar cele de sprijin sunt roți împinse (cu



**Fig. 1.2** Vedere de ansamblu a mașinii de elagat Sachs (1-motor; 2-transmisie; 3-roți motoare; 4-roți conduse; 5- freză lanț; 6- cadru metalic)  
*General view of the pruning machine Sachs (1-engine; 2-transmission; 3-motor wheels; 4- guided wheels; 5- chain milling device; 6-metallic frame)*

dinamica acestui proces. Toate observațiile desprinse din acestea sunt subordonate ideii de a sugera unele măsuri practice de îmbunătățire a regimului de funcționare a mașinii în timpul intervențiilor de elagaj artificial.

## 1.2 Traectoria punctelor de contact ale roților pe trunchiul arborelui

Pentru deplasarea agregatului de elagat (AE) pe arborele în picioare se Anul VI 1998, nr. 1-2

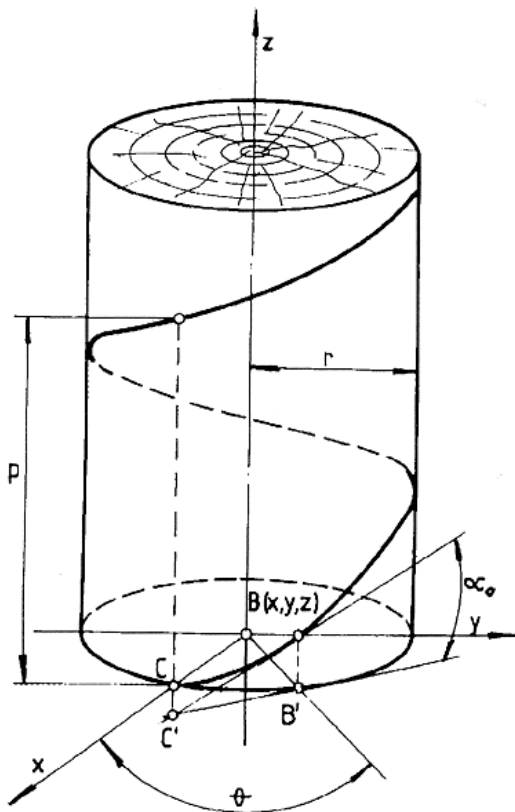
mişcare imprimată). Indiferent de rolul roților, punctele de contact ale acestora cu trunchiul se desfășoară după o traiectorie în spirală. La urcare sensul traiectoriei este din stânga spre dreapta, iar la coborâre este invers.

Folosind următoarele notații (fig.1.3):  $r$  este raza arborelui la un moment dat, în metri;  $\alpha_0$  - unghiul pantei traiectoriei (elicei), în radiani sau grade;  $\theta$  - spațiul ungiular în plan, în radiani sau grade;  $t$  - timpul în secunde;  $\dot{\theta} = \omega =$

viteza unghiulară în rad/s;  $\theta = \omega \cdot t$ , coordonatele unui punct B de pe traiectorie, la timpul t, într-un sistem fix de axe Oxyz, sunt:

$$\begin{aligned} x &= r \cdot \cos \theta \\ y &= r \cdot \sin \theta \\ z &= r \cdot \theta \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 \end{aligned} \quad (1.1)$$

Acestea constituie **ecuațiile parametriche ale mișcării** punctului B.



**Fig. 1.3** Urmele roților pe arbore  
*Wheels traces on the tree*

Unghiul  $\theta$  este funcție de timp, respectiv  $\theta = \theta(t)$ .

Ecuațiile parametriche ale vitezei liniare sunt:

$$\begin{aligned} v_x = \dot{x} &= \frac{dx}{dt} = -r \cdot \dot{\theta} \cdot \sin \theta \\ v_y = \dot{y} &= \frac{dy}{dt} = r \cdot \dot{\theta} \cdot \cos \theta \\ v_z = \dot{z} &= \frac{dz}{dt} = r \cdot \dot{\theta} \operatorname{tg} \theta \end{aligned} \quad (1.2)$$

Viteza rezultantă are expresia:

$$v = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2} = r \cdot \dot{\theta} \cdot \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_0} = \frac{r \cdot \dot{\theta}}{\cos \alpha_0} \quad (1.3)$$

Legătura dintre viteza pe elice v și cea pe direcția verticală  $v_0$  este prezentată grafic în figurile 1.4 și 1.5, în funcție de unghiul  $\alpha_0$  de înclinare a elicei.

**Ecuațiile parametriche ale accelerației liniare sunt:**

$$\begin{aligned} a_x = \ddot{x} &= \frac{d^2x}{dt^2} = -r \ddot{\theta} \sin \theta - r \dot{\theta}^2 \cos \theta \\ a_y = \ddot{y} &= \frac{d^2y}{dt^2} = r \ddot{\theta} \cos \theta - r \dot{\theta}^2 \sin \theta \\ a_z = \ddot{z} &= \frac{d^2z}{dt^2} = r \ddot{\theta} \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 \end{aligned} \quad (1.4)$$

Din compunerea celor trei se obține rezultanta accelerațiilor care are expresia:

$$v = \sqrt{\ddot{x}^2 + \ddot{y}^2 + \ddot{z}^2} = r \cdot \sqrt{\ddot{\theta}^4 + \dot{\theta}^2 (1 + \operatorname{tg}^2 \alpha_0)},$$

respectiv

$$a = r \cdot \sqrt{\ddot{\theta}^4 + \frac{\dot{\theta}^2}{\cos^2 \alpha_0}} \quad (1.5)$$

Spațiul parcurs pe elice la o rotație completă este:

$$\overline{CB} = s = \overline{C'B} = \frac{\overline{C'A'}}{\cos \alpha_0} = \frac{r \cdot \theta}{\cos \alpha_0} \quad (1.6)$$

Viteza pe arcul s va fi:

$$v = \dot{s} = \frac{ds}{dt} = \frac{r \cdot \dot{\theta}}{\cos \alpha_0} = \frac{\omega \cdot r}{\cos \alpha_0} \quad (1.7)$$

Componentele accelerației față de traiectorie vor fi :

- accelerația tangențială

$$a_{\tau} = \dot{v} = \ddot{s} = \frac{d^2 s}{dt^2} = \frac{r \cdot \ddot{\theta}}{\cos \alpha_0} = \frac{r \cdot \varepsilon}{\cos \alpha_0} \quad (1.8)$$

- accelerația normală

$$a_v = \frac{v^2}{\rho} = \frac{r^2 \cdot \dot{\theta}^2}{\rho \cdot \cos^2 \alpha_0} \quad (1.9)$$

$\rho$  fiind raza de curbură a traiectoriei.

-accelerația totală are expresia

$$a = \sqrt{a_{\tau}^2 + a_v^2} = \sqrt{\frac{r^2 \cdot \dot{\theta}^4}{\rho^2 \cdot \cos^4 \alpha_0} + \frac{\dot{\theta}^2}{\cos^2 \alpha_0}} \quad (1.10.)$$

Din egalitatea relațiilor (1.5) și (1.10) rezultă expresia razei de curbură a elicei:

$$\rho = \frac{r}{\cos^2 \alpha} \quad (1.11)$$

Știind că între pasul  $p$  al elicei și unghiul  $\alpha_0$  există relația  $p = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \operatorname{tg} \alpha_0$  (1.12) rezultă că:

$$\rho = \frac{p}{\pi \cdot \sin 2\alpha_0} \quad (1.13)$$

Corelațiile dintre parametrii cinematici caracteristici mișcării pe elice sunt redată grafic în figurile 1.4 ...1.7 în funcție de unghiul  $\alpha_0 \in (24^\circ..32^\circ)$  pentru  $r \in (6..28)$  cm și pasul  $p \in (40..60)$  cm.

Pe distanța unui pas ( $p$ ) în figura 1.8 se prezintă caracteristicile mișcării pe trunchi.

Pentru un unghi  $\alpha_0 = \text{const.}$ , raportul  $p$  este o constantă, respectiv:

$$c = \frac{p}{r} = 2 \cdot \pi \cdot \operatorname{tg} \alpha_0 = \text{const.}$$

(1.14)

Relația (1.14) este prezentată grafic în figura 1.8.

### 1.3 Concluzii (I)

Din cele prezentate mai sus rezultă câteva concluzii parțiale:

- la elagajul artificial deplasarea agregatului AE de tip Sachs se realizează după o elice de pas  $p$  direct dependent de unghiul de înclinare  $\alpha_0$  și raza  $r$  a trunchiului;

- între pasul  $p$  și raza  $r$  există un raport constant, dependent de unghiul  $\alpha_0$ ; acest aspect este important în sensul că, pe măsură ce AE se ridică pe trunchi, raza se

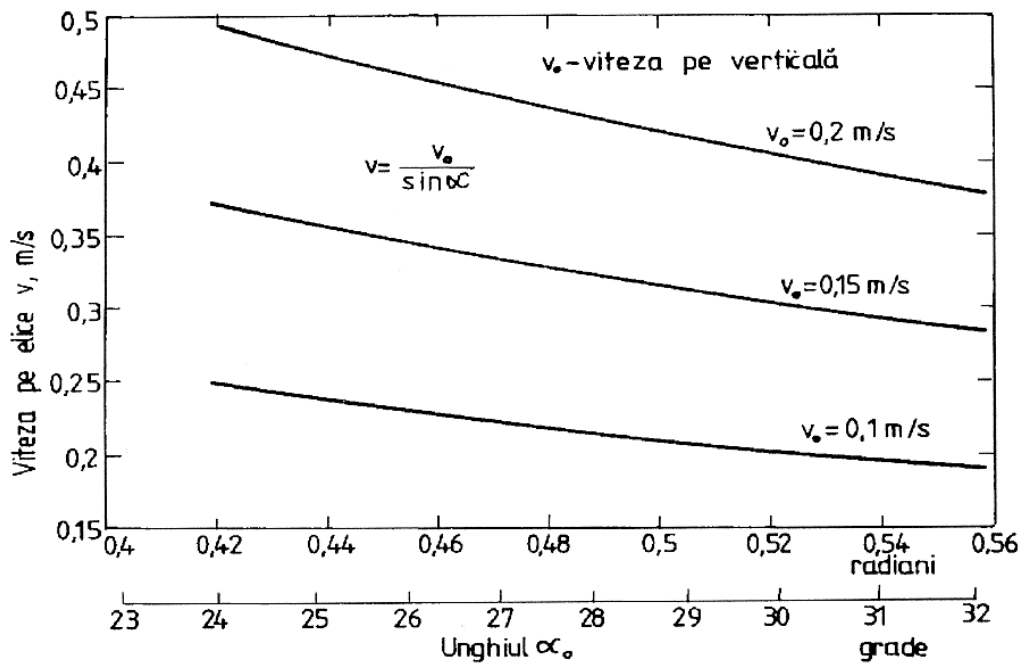
micșorează iar pasul se reduce;

-valorile pasului  $p$  trebuie corelate cu distanța dintre două verticile consecutive;

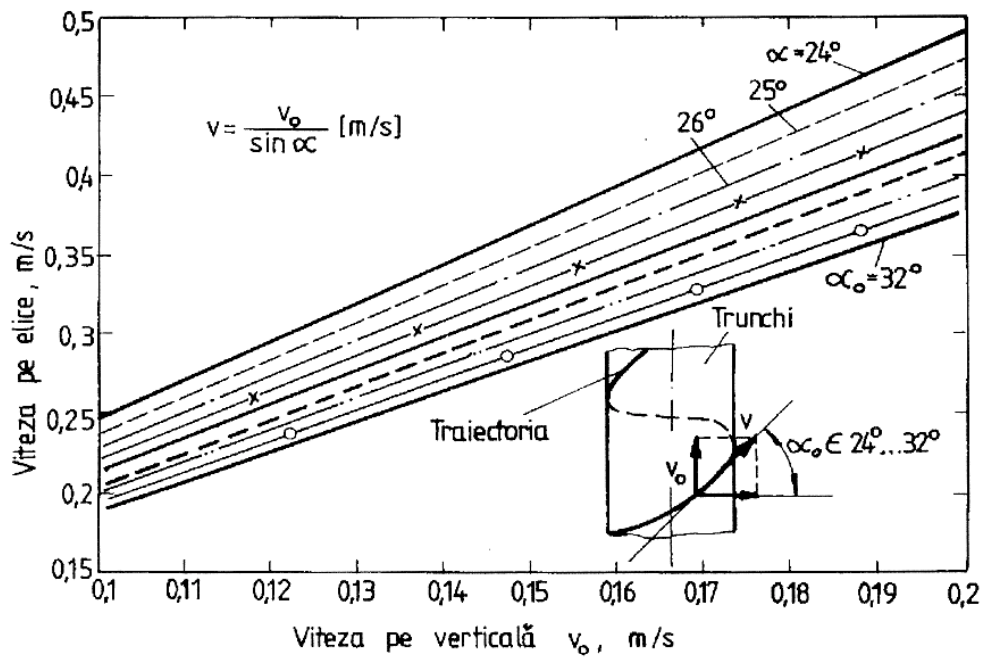
- viteza pe elice este de circa două ori mai mare decât viteza pe verticală (pe axa trunchiului). Cunoașterea parametrilor cinematici ai mișcării permite evaluarea caracteristicilor deplasării întregului agregat de elagat (AE) pe trunchiul arborelui. (*va urma*)

### Bibliografie

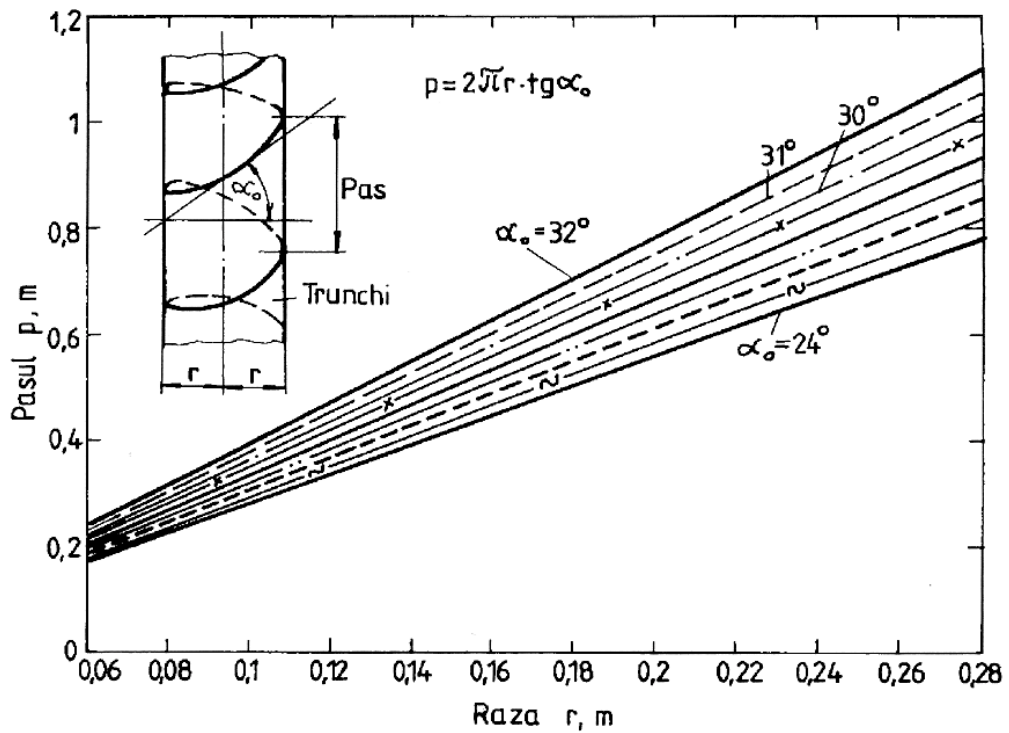
- Anonymus: Notița tehnică Sachs KS-30 (l. română).
- Florescu, I., 1981: Silvicultură. Editura Didactică și Pedagogică, București.
- Floriciă, N., 1966: Elagajul artificial în arboretele de plop euramericani din regiunea București, Revista Pădurilor nr. 2.
- Gava, M., 1969: Cercetări privind aplicarea elagajului artificial la molid și brad. Centrul de documentare tehnică pentru economia forestieră, București.
- Negulescu, E. G., 1973: Silvicultură, vol. II, Editura Ceres, București.



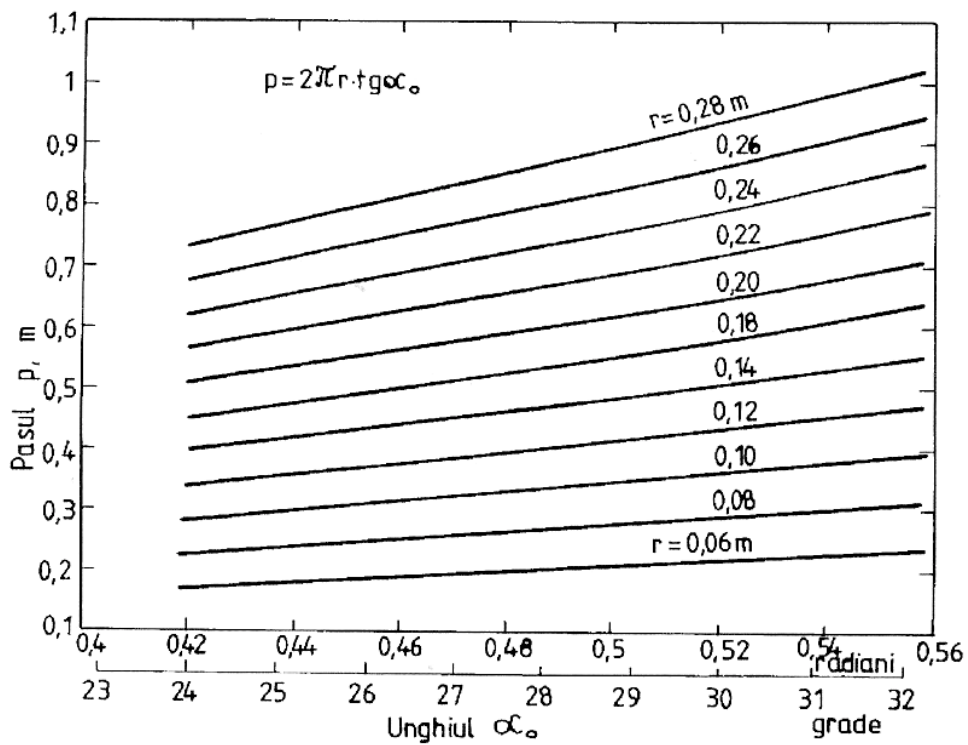
**Fig. 1.4** Influența unghiului de înclinare a elicei ( $\alpha_0$ ) asupra vitezei de urcare ( $v$ )  
*Influence of propeller inclination angle on climbing velocity*



**Fig. 1.5** Corelația între vitezele pe elice ( $v$ ) și urcarea pe verticală ( $v_0$ ) în funcție de unghiul  $\alpha_0$  (unghiul pasului)  
*Correlation between velocity on propeller ( $v$ ) and vertical climbing velocity ( $v_0$ ) depending on angle  $\alpha_0$  (step angle)*



**Fig. 1.6** Variația pasului ( $p$ ) în funcție de raza ( $r$ ) a trunchiului  
*Step variation ( $p$ ) depending on trunk ray ( $r$ )*



**Fig. 1.7** Variația pasului ( $p$ ) în funcție de unghiul traiectoriei ( $\alpha_0$ )  
*Step variation ( $p$ ) depending on trajectory angle ( $\alpha_0$ )*

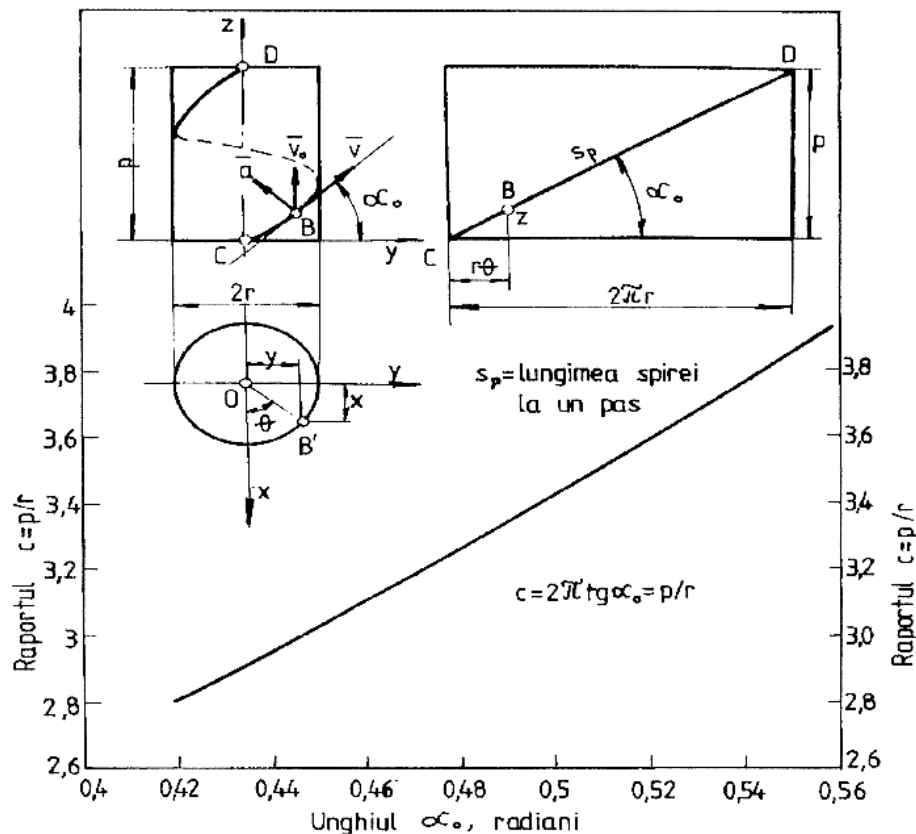
Nicolescu, L., Nicolescu, N., 1992: Tendințe noi în teoria și aplicarea elagajului artificial. Revista Pădurilor, nr. 4.

Nicolescu, N. V., 1994: Artificial pruning - technical, productive and economic considerations a review, M. Sc. thesis, Oxford Forestry Institute.

## Summary

### Aspects regarding artificial pruning self-planer motion on standing trees

This work is the first from a series of four - "Aspects regarding artificial pruning self-planer motion on standing trees", which



**Fig. 1.8** Corelații dintre parametrii cinematici ai agregatului de elagat (AE) în funcție de unghiul de înclinare a traiectoriei ( $\alpha_0$ )  
*Correlation between kinematics parameters of pruning planer depending on trajectory inclination angle ( $\alpha_0$ )*

Popescu, I., 1984: Mecanizarea lucrărilor silvice. Editura Ceres, București. Silaș, Gh., Groșanu, N., 1981: Mecanica. Editura Didactică și Pedagogică, București.

Sima, P., Curtu, I., 1981: Probleme de mecanică aplicată în economia forestieră. Editura Ceres, București.

Q. Sutton, W. R. J., 1971: Mechanization of pruning - a summary. In: Techniques in silvicultural operations. Proceedings, XVth IUFRO World Congress Gainesville, pag. 165-183.

presents general aspects of artificial pruning with machines (Sachs type).

The subject of interest is the cinematic of the contact points between wheels and tree.

The graphics presents obviously correlation between cinematic parameters (space, velocity, acceleration) of motion on tree trunk.