

Considerații asupra preciziei de estimare a diametrelor de bază ale arborilor extrași pornind de la caracteristicile dimensionale ale cioatelor

Sergiu HORODNIC

1. Introducere

O problemă practică destul de curentă este cea a reconstituirii diametrului de bază al arborilor extrași (ilicite sau în alte împrejurări) în funcție de diametrul cioatei.

„Normele tehnice pentru evaluarea volumului de lemn destinat comercializării” (M.A.P.P.M., 2000) permit atât aplicarea procedurii tabelor generale, cât și a procedurii ecuației de regresie, acesta din urmă concretizându-se prin întocmirea unor tabele locale.

În privința tabelor generale, unii autori (Giurgiu et al., 2004; Nicolescu et al., 2004) consideră că acestea pot fi utilizate doar în scopul obținerii unor informații aproximative, fără un suficient grad de semnificație în diversele situații practice particulare.

În plus, tabelele sunt întocmite pentru înălțimea cioatei de 30 cm, ceea ce în condițiile standardelor actuale duce la frecvente supraestimări ale diametrului de bază și, evident, a volumului trunchiului arborilor.

Procedura ecuației de regresie, în varianta menționată în normative, constă în alegerea celei mai potrivite ecuații de regresie privind legătura corelativă dintre diametrul de bază și diametrul cioatei, ecuația liniară sau ecuația polinomială de gradul al doilea, după ce s-au determinat parametrii acestora în baza măsurătorilor unui număr suficient de mare de arbori în picioare din același arboret sau dintr-un arboret apropiat cu caracteristici structurale și dendrometrice similare.

Lucrarea de față analizează o asemenea situație concretă prin prisma erorilor de estimare a diametrului de bază, cu influență asupra calculului volumului arborilor extrași, în cazul aplicării procedurilor recomandate de normativele în vigoare și experimentează, în același timp, posibilitatea utilizării ecuației de regresie a curbei logistice pentru mărirea preciziei acestei estimări.

2. Metoda de cercetare și locul cercetărilor

Există multe preocupări pentru modelarea formei trunchiului arborilor, principalul scop al acestora fiind cel de a facilita determinarea cât mai precisă a volumului.

Într-o lucrare anterioară (Horodnic și Zarojanu, 2002) a fost prezentat un asemenea model care are avantajul că dă posibilitatea estimării volumului

trunchiului arborilor de molid în funcție de valorile diametrelor măsurate în zona accesibilă de la bază (până la nivelul de 2,0 m față de sol).

Ecuția de regresie ce se obține prin aplicarea procedurii respectiv permite determinarea diametrului la un nivel superior (de exemplu, la 1,30 m) în funcție de caracteristicile dimensionale ale bazei trunchiului arborelui.

Forma generală a ecuației de regresie pentru curba logistică este:

$$r = \frac{a}{1 + b \cdot e^{-c \cdot h}}, \quad (1)$$

r fiind raza secțiunii transversale prin trunchiul arborelui,

h – înălțimea secțiunii pe trunchi,

e – baza logaritmului natural,

a, b, c – coeficienți experimentali.

Pentru evidențierea diferențelor care apar în aplicarea modalităților de reconstituire a diametrelor de bază ale arborilor de molid în funcție de diametrul cioatei, s-a considerat un eșantion format din 25 arbori din u.a. 82 A, UP I Capu Câmpului, Ocolul Silvic Gura Humorului.

S-au determinat, pentru fiecare arbore, înălțimea (cu dendrometrul), diametrul la 1,30 m pe două direcții perpendiculare (cu clupa forestieră), elementele profilului bazei trunchiului (distanțe determinate de la aproximativ 1,5 m corespunzător înălțimii pieptului, la nivelurile de 130 cm, 80 cm, 50 cm, 30 cm și la nivelul cioatei, cu ruleta ultrasonică), diametrul minim și maxim al cioatei, sensul și mărimea înclinării trunchiului (dacă a fost cazul) și s-a estimat clasa de calitate.

3. Rezultatele cercetării

În baza datelor din teren s-a obținut profilul bazei trunchiului arborilor incluși în sondaj prin determinarea valorilor coeficienților a , b și c din ecuația de regresie (1), aplicându-se și eventualele corecții impuse de abaterile de la verticalitate. Pentru toți arborii analizați s-au determinat parametrii ecuațiilor de regresie liniară și polinom de gradul al doilea, ecuații de regresie care exprimă legătura corelativă dintre diametrul la 1,30 m și diametrul cioatei (figurile 1 și 2).

A fost posibilă, astfel, estimarea valorilor diametrelor de bază în funcție de diametrul cioatei prin cele trei metode și compararea lor cu valorile reale determinate prin măsurare. Sinteza rezultatelor este prezentată în tabelul 1.

S-a observat că erorile de estimare sunt atât pozitive cât și negative, pentru fiecare dintre metodele de estimare, iar suma acestora nu reprezintă un indicator concludent al preciziei metodei. De aceea s-a calculat suma pătratelor abaterilor valorilor determinate analitic față de cele măsurate în teren.

S-a pus în evidență faptul că metoda care aplică ecuația de regresie (1) generează, pentru eșantionul studiat, cea mai mică sumă a pătratelor erorilor ($0,00108 \text{ m}^2$, față de $0,05595 \text{ m}^2$ pentru ecuația liniară și $0,05588 \text{ m}^2$ pentru cea parabolică), ceea ce constituie un argument pentru folosirea ei cu rezultate bune în practică.

Pentru a verifica modul de reconstituire a diametrului la 1,30 m, s-a eliminat din sondaj, pe rând, câte un arbore din fiecare grupă de cinci (arborii cu numerele de ordine 11, 15, 18, 20 și 24), considerându-se că pentru acesta există doar măsurătorile efectuate asupra cioatei. Grupele au fost constituite după ordonarea arborilor în funcție de valoarea crescătoare a diametrului cioatei, în scopul de a se observa eventualele diferențieri datorate influenței acestui factor.

Pentru arborii rămași s-au determinat noile ecuații de regresie liniară și parabolică (tabelul 2), iar parametrii a , b și c s-au estimat ca medii aritmetice ale valorilor corespunzătoare celor mai apropiați doi arbori ca valoare a diametrului cioatei. S-au obținut valorile din tabelul 3.

Prin metoda care utilizează curba logistică pentru estimarea valorilor diametrului la nivelul de 1,30 m s-au înregistrat, pe ansamblu, rezultate mai precise. Cu o singură excepție, erorile de reconstituire a diametrului de bază au fost mai mici pentru această metodă comparativ cu cele două ecuații recomandate de normativele aplicate în practica silvică.

Nu s-a observat nici o influență evidentă a intervalului de diametre ale cioatei din fiecare grupă de 5 arbori asupra preciziei de estimare și nici tendința preferențială de supraestimare sau, dimpotrivă, de subestimare a valorilor diametrului de bază.

Precizia este mai ridicată atunci când cei doi arbori, în funcție de care s-au determinat coeficienții medii folosiți în relația (1), au avut diametrul la cioată foarte apropiat de cel al arborelui pentru care s-a reconstituit diametrul la 1,30 m.

4. Concluzii

Din acest studiu de caz se întrevide utilitatea practică a metodei care folosește curba logistică pentru mărirea preciziei estimării diametrului de bază comparativ cu aplicarea procedeeleor ecuațiilor de regresie recomandate de normativele în vigoare. Folosirea metodei tabelelor generale nu este indicată pentru că produce frecvente supraestimări ale diametrului de bază.

Sunt necesare măsurători suplimentare în teren pentru elementele necesare determinării formei bazei trunchiului, însă erorile de estimare mai mici contracarează acest dezavantaj.

Deși cercetările efectuate nu au luat în considerare situații mai diverse (ceea ce va constitui o etapă următoare neapărat necesară), recomandăm această modalitate de lucru în cazul unui număr mic de cioate, în arborete echine sau relativ echine. În cazul unui număr mai mare de arbori extrași, pentru care se reconstituie parametrii dendrometrici, din motive de expeditivitate este bine să se aplice metoda ecuației de regresie liniare sau parabolice, erorile de estimare compensându-se satisfăcător pe total.

Tabelul 1. Determinarea erorilor de estimare a diametrului de bază în funcție de diametrul cioatei prin cele trei procedee aplicate
Table 1. Determination of estimating errors for the diameter at breast height in function of the stump diameter

Arbore	Raza (m) măsurată la:		Coeficienți de regresie ai formei trunchiului					Diametrul la 1,20 m estimat din ecuația de regresie					Pătratul erorilor de estimare din ecuația de regresie																									
	1,3 m	cioată	a	b	c	liniară	parabolică	a	b	c	liniară	parabolică	a	b	c	liniară	parabolică	a	b	c																		
1	0,205	0,345	0,090	0,410	0,202439124	-0,531450755	2,484607655	0,397	0,355	0,414	0,00052	0,00061	0,00052	0,00061	0,00015	0,00015	0,00015	0,00015	0,00015	0,00015																		
2	0,183	0,265	0,530	0,365	0,173727908	-0,459630186	2,611903726	0,336	0,336	0,363	0,00075	0,00074	0,00075	0,00074	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011	0,00011																		
3	0,188	0,460	0,800	0,375	0,173138028	-0,691226528	2,220884377	0,421	0,420	0,373	0,00113	0,00110	0,00113	0,00110	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017	0,00017																		
4	0,154	0,270	0,540	0,308	0,132703070	-0,612904678	1,622166586	0,341	0,341	0,287	0,00020	0,00020	0,00020	0,00020	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001																		
5	0,173	0,300	0,600	0,345	0,171631060	-0,590566269	3,205598355	0,359	0,358	0,346	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
6	0,178	0,260	0,580	0,355	0,152195464	-0,526520207	1,055653656	0,353	0,352	0,351	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
7	0,208	0,375	0,750	0,415	0,172191176	-0,617988830	1,174692195	0,496	0,494	0,368	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
8	0,233	0,395	0,790	0,465	0,225343468	-0,528498530	2,283288512	0,418	0,417	0,464	0,00021	0,00021	0,00021	0,00021	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
9	0,203	0,330	0,660	0,405	0,184655564	-0,495612600	1,251546524	0,376	0,376	0,409	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
10	0,150	0,240	0,480	0,300	0,149662719	-0,582613186	4,397652259	0,322	0,324	0,300	0,00049	0,00047	0,00049	0,00047	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
11	0,164	0,230	0,460	0,308	0,164373026	-0,434217496	4,215668249	0,316	0,318	0,309	0,00014	0,00009	0,00014	0,00009	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
12	0,151	0,240	0,480	0,303	0,150264465	-0,525318555	3,393180554	0,322	0,324	0,302	0,00039	0,00039	0,00039	0,00039	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
13	0,134	0,220	0,440	0,268	0,136279948	-0,575912655	4,167096740	0,310	0,313	0,273	0,00179	0,00208	0,00179	0,00208	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003	0,00003																		
14	0,167	0,300	0,600	0,334	0,167112604	-0,625440067	3,458059427	0,359	0,358	0,337	0,00054	0,00058	0,00054	0,00058	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001																		
15	0,150	0,300	0,600	0,299	0,150293658	-0,806233513	4,796681812	0,359	0,358	0,301	0,00064	0,00064	0,00064	0,00064	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
16	0,270	0,470	0,940	0,540	0,264709012	-0,571608041	2,653161439	0,464	0,468	0,539	0,00072	0,00072	0,00072	0,00072	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
17	0,204	0,460	0,920	0,408	0,203485748	-0,820499212	3,859281529	0,456	0,461	0,409	0,00057	0,00057	0,00057	0,00057	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
18	0,204	0,270	0,540	0,468	0,203229809	-0,369174926	4,004266080	0,341	0,341	0,407	0,00445	0,00447	0,00445	0,00447	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
19	0,201	0,270	0,540	0,403	0,203026644	-0,349166455	3,047226256	0,341	0,341	0,403	0,00381	0,00383	0,00381	0,00383	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
20	0,248	0,410	0,820	0,495	0,239244445	-0,524576817	2,265575624	0,427	0,427	0,492	0,00459	0,00459	0,00459	0,00459	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001																		
21	0,145	0,460	0,920	0,290	0,143686595	-1,0659240075	5,002518630	0,421	0,420	0,288	0,01719	0,01702	0,01719	0,01702	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001																		
22	0,178	0,520	1,040	0,355	0,17046917	-0,452242055	3,494637961	0,336	0,335	0,358	0,00042	0,00042	0,00042	0,00042	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
23	0,181	0,360	0,720	0,363	0,177242880	-0,640104187	2,593816244	0,390	0,388	0,362	0,00077	0,00067	0,00077	0,00067	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
24	0,196	0,260	0,520	0,393	0,192540531	-0,422514892	2,311730690	0,353	0,352	0,393	0,00155	0,00155	0,00155	0,00155	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
25	0,183	0,320	0,640	0,365	0,184772622	-0,559659361	2,8655294401	0,372	0,370	0,375	0,00004	0,00002	0,00004	0,00002	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000	0,00000																		
26																																						
TOTAL (suma pătratelor abaterilor)																			0,05695	0,05588	0,05695	0,05588	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108	0,00108

Tabelul 2. Valorile coeficienților ecuațiilor de regresie utilizate pentru testare ($y = a_0 + a_1 \cdot x$ și $y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$)

Table 2. The regression coefficients values for the tested equations ($y = a_0 + a_1 \cdot x$ și $y = b_0 + b_1 \cdot x + b_2 \cdot x^2$)

Arbore	Coeficienții ecuației de regresie liniare			Coeficienții ecuației de regresie parabolice		
	a ₁	a ₀	b ₀	b ₁	b ₂	b ₀
11	0,3010	0,1800	0,1450	0,1026	0,1450	0,2449
15	0,3068	0,1763	0,0483	0,2412	0,0483	0,1976
18	0,3456	0,1530	0,4077	-0,1985	0,4077	0,3271
20	0,3226	0,1626	0,0977	0,1897	0,0977	0,2057
24	0,3126	0,1727	0,0252	0,2782	0,0252	0,1839

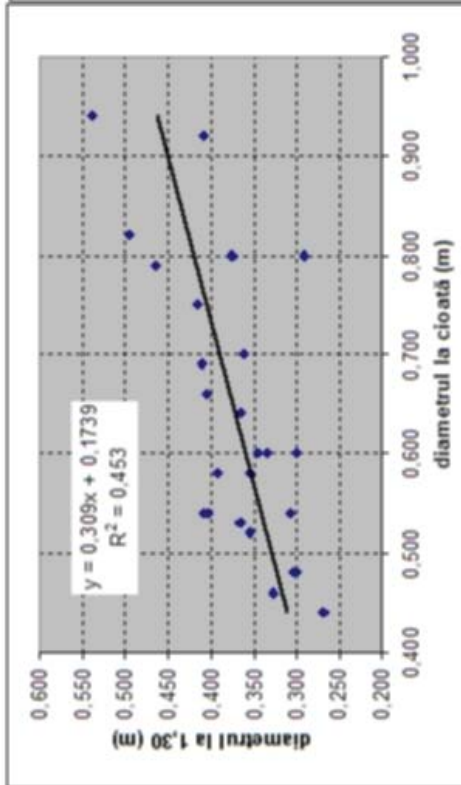


Figura 1. Legătura liniară dintre diametrul măsurat la 1,30 m și diametrul cioatei
 Figure 1. The linear regression between the diameter at 1.30 m and the stump diameter

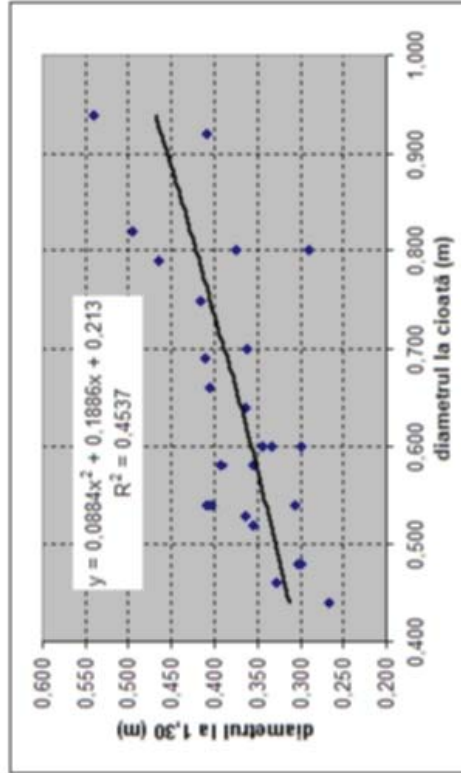


Figura 2. Legătura parabolică dintre diametrul măsurat la 1,30 m și diametrul cioatei
 Figure 2. The parabolic regression between the diameter at 1.30 m and the stump diameter

Table 3. Determinations of the estimating errors of the estimating errors of the breast height diameter by classes of values for the stump diameter

Arbore	Raza (m) măsurată la:		Diametrul (m) măsurat la:		Coeficienți de regresie ai formei trunchiului		Diametrul la 1,30 m estimat din ecuația de regresie:		Pătratul erorilor de estimare		
	1,3 m	ciocată	ciocată	1,3 m	a	b	liniară	parabolică	liniară	parabolică	
14	0,134	0,220	0,440	0,208	0,136279948	-0,576912655	4,1870991740	0,318	0,323	0,287	
12	0,154	0,230	0,460	0,328	0,154373920	-0,434217486	4,2150555445	0,324	0,328	0,316	0,00078
11	0,150	0,240	0,480	0,300	0,148862718	-0,582513186	4,3978522569	0,324	0,328	0,328	0,00025
13	0,151	0,240	0,480	0,303	0,150254495	-0,555318255	3,3931805284	0,337	0,337	0,327	
23	0,178	0,260	0,520	0,365	0,177046917	-0,452242055	3,494637901	0,287	0,334	0,316	
2	0,183	0,265	0,530	0,365	0,173727928	-0,459630186	2,611903728	0,290	0,337	0,378	
4	0,154	0,270	0,470	0,308	0,132703070	-0,612504678	1,622110668	0,290	0,337	0,340	0,00434
20	0,201	0,270	0,540	0,403	0,200266644	-0,349106455	3,047223666	0,290	0,337	0,340	0,00388
19	0,204	0,270	0,540	0,408	0,203228609	-0,369174828	4,004285060	0,303	0,349	0,398	
6	0,178	0,290	0,580	0,365	0,162195484	-0,426922007	1,096653660	0,344	0,354	0,307	
25	0,196	0,290	0,600	0,393	0,182540631	-0,422614882	2,311738980	0,344	0,354	0,340	
16	0,160	0,300	0,600	0,369	0,160253448	-0,505233413	4,766418112	0,344	0,350	0,340	
15	0,187	0,300	0,600	0,334	0,187112604	-0,624440067	3,446626487	0,340	0,360	0,323	0,00070
5	0,173	0,300	0,600	0,345	0,176518000	-0,592666069	3,255058365	0,345	0,360	0,344	0,00012
20	0,183	0,300	0,640	0,365	0,184772862	-0,595959381	2,895294401	0,345	0,360	0,352	
8	0,203	0,345	0,660	0,405	0,184565664	-0,485612600	1,4511438524	0,378	0,378	0,378	
9	0,205	0,345	0,660	0,410	0,205439124	-0,631450725	2,484607855	0,388	0,388	0,388	
24	0,181	0,350	0,700	0,363	0,177523890	-0,640104187	2,693819544	0,392	0,393	0,396	0,00081
7	0,208	0,375	0,750	0,415	0,172181170	-0,617689330	1,174952195	0,407	0,407	0,413	
8	0,233	0,395	0,790	0,465	0,225334446	-0,536489533	2,263286512	0,420	0,419	0,421	
22	0,145	0,400	0,800	0,390	0,143658595	-1,056420376	6,022418930	0,429	0,429	0,418	
3	0,188	0,400	0,800	0,376	0,178139029	-0,691224525	2,200884477	0,429	0,429	0,399	
21	0,248	0,410	0,820	0,485	0,239224445	-0,524678617	2,266274624	0,436	0,438	0,438	
18	0,204	0,460	0,920	0,468	0,203486748	-0,620469212	3,852616159	0,471	0,460	0,460	0,00403
17	0,270	0,470	0,940	0,540	0,284709612	-0,621603841	2,403161439	0,471	0,460	0,460	0,00235
TOTAL								0,01872	0,01330	0,00769	

Bibliografie

- Giurgiu, V., Decei, I., Drăghiciu, D., 2004, *Metode și tabele dendrometrice*, Editura Ceres, București, 576 p;
- Horodnic, S., Zarojanu, D., 2002, *Despre un model statistic al formei trunchiului arborilor de molid*, în *Lucrările sesiunii științifice "Pădurea și viitorul"*, Universitatea „Transilvania” Brașov, Facultatea de Silvicultură și Exploatare Forestiere, pp. 217-222;
- M.A.P.P.M., 2000, *Norme tehnice pentru evaluarea volumului de lemn destinat comercializării*, Ministerul Apelor, Pădurilor și Protecției Mediului, București, 192 p;
- Nicolescu, N.-V., et al., 2004, *O tabelă locală pentru stabilirea legăturii dintre diametrul de bază și diametrul cioatei la fag și brad, în zona Cristian - Brașov*, în *Revista Pădurilor*, nr.5, anul 119, pp. 15-18;

Abstract

Consideration on the Estimation Precision of Diameter at Breast Height of the Extracted Trees Using Dimensional Characteristics of the Stumps

This paper analyses a concrete situation of the determination of diameter at breast height using dimensional characteristics of the spruce fir stump.

The influences on the determination of extracted trees volume for the methods recommended by the technical norms and through the utilization of regression equation of the logistic curve model are presented.

Keywords: spruce fir, stump diameter, diameter at breast height, logistic curve

Conf.univ. dr. ing. Sergiu HORODNIC,
Universitatea „Ștefan cel Mare” Suceava,
Facultatea de Silvicultură,
horodnic@usv.ro