

# BAZELE STATISTICO-MATEMATICE ALE UNEI METODE DE ANALITICE DE ÎNTOCMIRE A TABELOR DE DESCREȘTERE A DIAMETRULUI FUSULUI ȘI A CELOR DE SORTARE ȘI CUBAJ CU AJUTORUL CALCULATORILOR ELECTRONICE

Dr. ing. V. GIURGIU

## I. INTRODUCERE

Metodele matematice și calculatoarele electronice sînt din ce în ce mai mult folosite la întocmirea tabelor de cubaj. Deosebit de utile s-au dovedit formulele propuse de Spurr, Schumacher, Näslund, Takata, Thornber ș.a. (B. Huchs, 1963).

Stabilirea coeficienților, ca și tabelarea acestor formule, se realizează cu multă ușurință la calculatoarele electronice.

Cu mult mai dificilă și nestudiată este problema elaborării pe cale analitică a tabelor de descrescere a diametrului fusului, precum și a tabelor de sortare dimensională. În cele ce urmează vom prezenta unele propuneri în acest domeniu, propuneri izvorîte din experiența acumulată în ultimii ani cu ocazia întocmirii tabelor dendrometrice la douglas verde (Giurgiu, Danciu, Dogaru, 1965), paltin și frasin (Giurgiu, 1964), pin negru (Armășescu ș.a., 1964) și larice (Giurgiu, R; Florescu, 1965).

## II. CONSIDERAȚII GENERALE

Diametrul fusului  $d_i$  la o oarecare înălțime relativă  $l_{r,i}$  este dat de expresia:

$$d_i = K_i d_{0,i} \quad (1)$$

unde

$d_{0,i}$  reprezintă diametrul fusului măsurat la 0,1 din înălțimea totală  $h$ ;

$K_i$  — indicii de formă naturali corespunzători înălțimilor relative  $l_{r,i}$  (după schema propusă de Hohenadl, folosită și de Krenn-Prodan (1944), Altherr (1953), Dittmar (1958), Zaharov (1958) ș.a.

Într-o lucrare recentă (Giurgiu, 1965) s-a arătat că:

$$K_i = a_i + K_{0,5} b_i \quad (2)$$

unde

$K_{0,5}$  reprezintă indicele de formă natural corespunzător înălțimii relative de 0,5. Coeficienții  $a_i$  și  $b_i$ , variază în raport cu înălțimea relativă  $l_{ri}$ . Această relație se poate exprima analitic prin diverse polinoame de interpolare (Newton, Lagrange etc.).

Pentru cazurile când  $K_{0,5}$  respectiv  $d_{0,1}$  și  $d_{0,5}$ , nu se măsoară, se pot deosebi următoarele trei situații:

—  $K_{0,5}$  pentru aceeași specie sau aceeași populație rămâne constant din punct de vedere stochastic;

— se pot stabili corelații simple semnificative între  $K_{0,5}$  și diametrul de bază sau între  $K_{0,5}$  și înălțimea totală sau alte caracteristici;

— între  $K_{0,5}$  pe de o parte și alte caracteristici ale arborelui ( $d$ ,  $h$ , proporția coroanei, grosimea cojii etc.) se constată corelații multiple semnificative.

Măsurarea diametrului la  $0,1 h$  poate fi evitată stabilind ecuații de regresie de forma:

$$d_{0,1} = d (\alpha + \beta h + \gamma h^2) \quad (3)$$

sau

$$\frac{d_{0,1}}{d} = \alpha + \beta h + \gamma h^2 \quad (4)$$

Așa încît

$$d_i = K_i d (\alpha + \beta h + \gamma h^2) \quad (5)$$

Diametrul fără coajă se calculează pe baza ecuației de regresie privind legătura dintre diametrele măsurate cu coajă și fără coajă.

Diametrele fusului la diferite înălțimi o dată cunoscute devine posibilă cunoașterea suprafețelor secțiunilor, determinarea volumului anumitor sortimente dimensionale, precum și stabilirea volumului total.

### III. CORELAȚIA DINTRE $K_i$ ȘI $K_{0,5}$

Distribuția arborilor în raport cu valorile indicilor de formă naturali urmează legea distribuției normale, ceea ce rezultă evident din datele prezentate în fig. 1. Într-adevăr, folosind criteriul Kolmogorov rezultă că pentru toți indicii de formă  $K_i$ , valoarea  $1 - K(\lambda)$  este mai mare decât 0,05.

După evidențierea caracterului distribuției se poate trece la analiza corelației privind indicii de formă reali.

Legătura dintre indicii de formă  $K_i$ , corespunzători diferitelor înălțimi relative  $l_{ri}$ , și indicele de formă  $K_{0,5}$  se poate exprima prin ecuații de regresie liniară. Legătura dintre  $K_{0,5}$  și respectiv  $K_{0,1}$  și  $K_{1,0}$  este funcțională, fapt explicabil dacă avem în vedere că prin definiție  $K_{0,1} = 1$ , iar  $K_{1,0} = 0$ .

În vederea stabilirii coeficienților  $a_i$  și  $b_i$ , pentru fiecare colectivitate statistică omogenă, se măsoară diametrele (la cel puțin 200 arbori) la următoarele înălțimi relative: 0, 0,05, 0,10, 0,15, ... 0,50 ..... 0,95. În scopul simplificării lucrărilor se pot măsura diametrele numai la 0, 0,1, 0,2, ... 0,9 din înălțimea totală. În baza acestor informații primare se calculează indicii

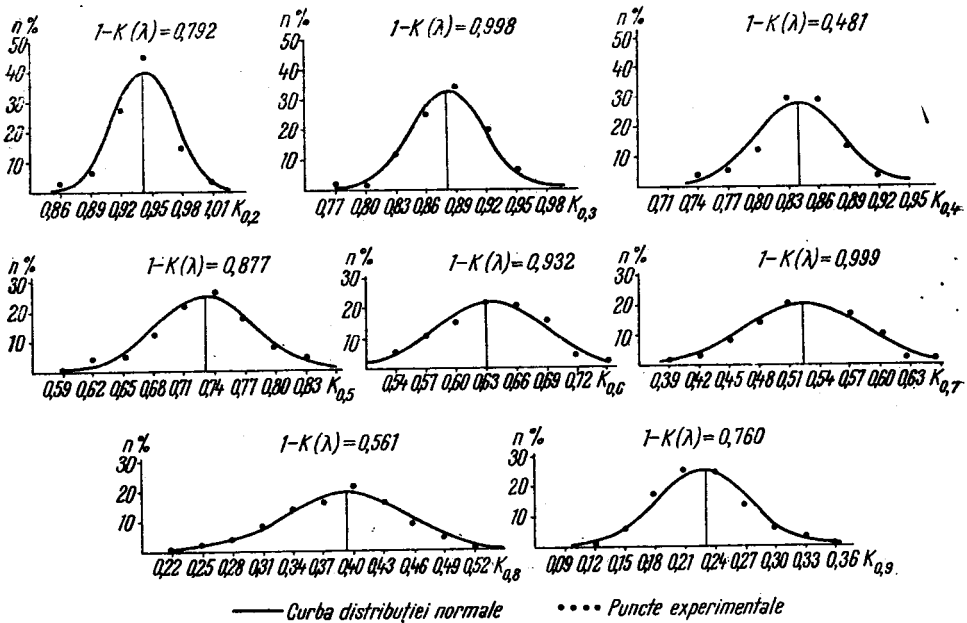


Fig. 1 — Distribuția arborilor în raport cu valorile indicilor de formă naturali

de formă  $K_i$  pentru toate înălțimile relative luate în considerare. În continuare se întocmesc *tabele de corelație* unde  $K_{0,5}$  este considerat variabilă independentă iar  $K_i$  — variabilă dependentă. Tabelele de corelație privind  $K_{0,5}$  și  $K_{0,4}$  pentru molidul neexploatabil din nordul țării se prezintă în tabelele 1 și 2.

Pentru molidul studiat au rezultat următoarele valori ale coeficientului de corelație (tabelul 3).

Valorile coeficienților de corelație pentru molid sînt foarte apropiate de cele stabilite anterior la larice (G i u r g i u, 1965). Diferența dintre acești coeficienți este totuși semnificativă, ceea ce se poate dovedi folosind transformarea  $Z$  propusă de Fisher. Într-adevăr pentru  $K_{0,6}$  obținem:

$$r_{larice} = 0,93 \quad ; \quad r_{molid} = 0,88$$

$$Z_1 = 1,658 \quad ; \quad Z_2 = 1,347$$

$$Z_1 - Z_2 = 0,282 \quad ; \quad s_{(z_1-z_2)} = \sqrt{\frac{1}{386-3} - \frac{1}{386-3}} = 0,072$$

Deoarece  $(Z_1 - Z_2)$  este mai mare decît  $2s_{(z_1-z_2)}$  conchidem că cei doi coeficienți de corelație se referă la două populații diferite, nefiind deci estimatii ale aceluiași coeficient de corelație general.

Pentru stabilirea ecuațiilor de regresie liniară se pot folosi mai multe metode: metoda celor mai mici pătrate, metoda mediilor, metoda punctelor alese, prin intermediul coeficientului de corelație și mediile celor două variabile etc. În cazul molidului luat în considerare s-a procedat astfel:

— s-au format 5 clase, stabilind pentru fiecare clasă medii atît pentru  $K_{0,5}$  cît și pentru  $K_i$  (tabelul 4);

Tabelul 1

Tabela de corelație privind legătura dintre  $K_{0,3}$  și  $K_{0,5}$  la molid

$K_{0,5}$ 0....	$K_{0,3}$ 0....																	Total						
	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92		93	94	95	96	97	
87																						1	1	
86																								
85																								
84																			1			1	2	
83																		1		4	1		6	
82																		2	1	3	1		7	
81																		2	3				5	
80															1	3	2	4		1	2		13	
79														1	2	4	4	3			1		15	
78															3	2	6						11	
77														3	9	7	2			2			23	
76											3	4	6	3	4	7	1	3	2				33	
75										1	2	6	4	7	7			2					29	
74											3	4	11	8	2	8	2	1					39	
73										1	5	4	6	8	4	4	1						33	
72							1	2			4	10	7	9	1	1	3						38	
71						2	1	1			5	4	7	4	1								25	
70									2		6	6	6	2									22	
69						1			2	3	6	3	1										16	
68							1	2	5	2	2	1	1	1		1							16	
67								4	5	2	1	1											13	
66							1	2	2	2													7	
65			1	1				1					2										6	
64	1					1	2	1			2												7	
63					1		2	1			1		1	1	1								8	
62	1								2	1	1												5	
61				2					1														3	
60						1																	1	
59	2																						2	
Total	4		1	3	1	2	9	13	22	13	41	45	50	47	35	37	21	18	7	10	5	2	386	

Tabelul 2

Tabela de corelație privind legătura dintre  $K_{0,4}$  și  $K_{0,5}$  la molid

$K_{0,5}$ 0,...	$K_{0,4}$ 0,...																				To- tal			
	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89		90	91	
87																						1	1	
86																								
85																								
84																1	1					1		3
83																		2			1	3		6
82																			2	2	2	1		7
81																	1	2		2				5
80															4	4	1	2	1		1			13
79													3	1	2	3	5		1					15
78													1		2		6	1				1		11
77										1	1	2	5	7	2	3	1					1		23
76									2	3	5	3	8	4	6	2								33
75										1	4	8	6	5	3									29
74									2	5	8	6	10	3	3	1	1							39
73								4	3	7	6	6	5	1										32
72					1			3	4	11	6	3	8	2										38
71			1					3	2	7	7	1	3	1										25
70				1		1	3	2	6	6	1	1	1											22
69						4	2	1	5	3	1													16
68						2	3	2	4	1	1	2	1											16
67					4	3	2	2	1	1														13
66			1		1	1	2	1	1															7
65	1				1	1					1													6
64	4			2		1																		7
63	2		2	1			2	1																8
62	1			1	1	1				1														5
61	1	1		1																				3
60	1																							1
59	2																							2
Total	12	1	5	4	8	10	14	15	19	32	45	35	37	45	30	22	20	11	4	6	6	4	386	

Tabelul 3

Valorile coeficientului de corelație dintre  $K_i$  și  $K_{0,5}$  pentru molidul neexploatabil din nordul țării

$K_i$	Coeficientul de corelație	Semnificația coeficientului de corelație
0	0,508	foarte semnificativ
0,1	relație funcțională	foarte semnificativ
0,2		
0,3		
0,4		
0,5	relație funcțională	foarte semnificativ
0,6		
0,7		
0,8		
0,9		

Tabelul 4

Valori medii ale indicilor de formă  $K_i$ , pe clase ale indicilor de formă  $K_{0,5}$ , la molidul neexploatabil din nordul țării

Clase	$K_{0,5}$ (media)	Valori medii $K_i$ la înălțimile relative $l_r$						
		0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,8	0,9
I	0,816	0,915	0,937	0,815	0,715	0,607	0,457	0,287
II	0,765	0,952	0,900	0,837	0,671	0,559	0,421	0,245
III	0,723	0,941	0,879	0,807	0,628	0,520	0,382	0,220
IV	0,675	0,920	0,847	0,769	0,579	0,470	0,341	0,202
V	0,624	0,903	0,826	0,724	0,535	0,426	0,290	0,175
	Valori medii <sup>1)</sup>							
$\bar{x}$	0,730	0,942	0,882	0,810	0,634	0,525	0,393	0,228
S	0,044	0,029	0,036	0,043	0,054	0,059	0,062	0,047
S%	6,7	3,1	4,1	5,3	8,6	11,2	15,8	20,6
Sx%	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,8	1,0

1) Valorile medii  $K_i$  pentru molidul neexploatabil din nordul țării sînt foarte apropiate de cele stabilite de Krenn - Prodan (1944) în Germania.

— aceste medii au fost reprezentate grafic (fig. 2) unde pe axa  $o x$  s-au trecut valorile medii ale indicelui  $K_{0,5}$ , iar pe axa  $o y$  s-au reprezentat, separat pentru fiecare înălțime relativă  $l_r$ , valorile indicelui  $K_i$ . S-au obținut atîtea drepte cîte înălțimi relative au fost luate în considerare;

— după trasarea dreptelor, prin metoda mediilor, s-au stabilit coeficienții  $a_i$  și  $b_i$  (tabelul 5);

— valorile coeficienților astfel obținuți se reprezintă grafic în raport cu înălțimea relativă  $l_r$  (fig. 3), urmărindu-se realizarea unei comode compensări în vederea obținerii unor curbe continue. Totodată se urmărește ca cele două curbe să treacă prin punctele obligatorii, condiționate de însuși modul în care a fost pusă problema. Astfel, curba coeficientului  $a$  va trebui să treacă

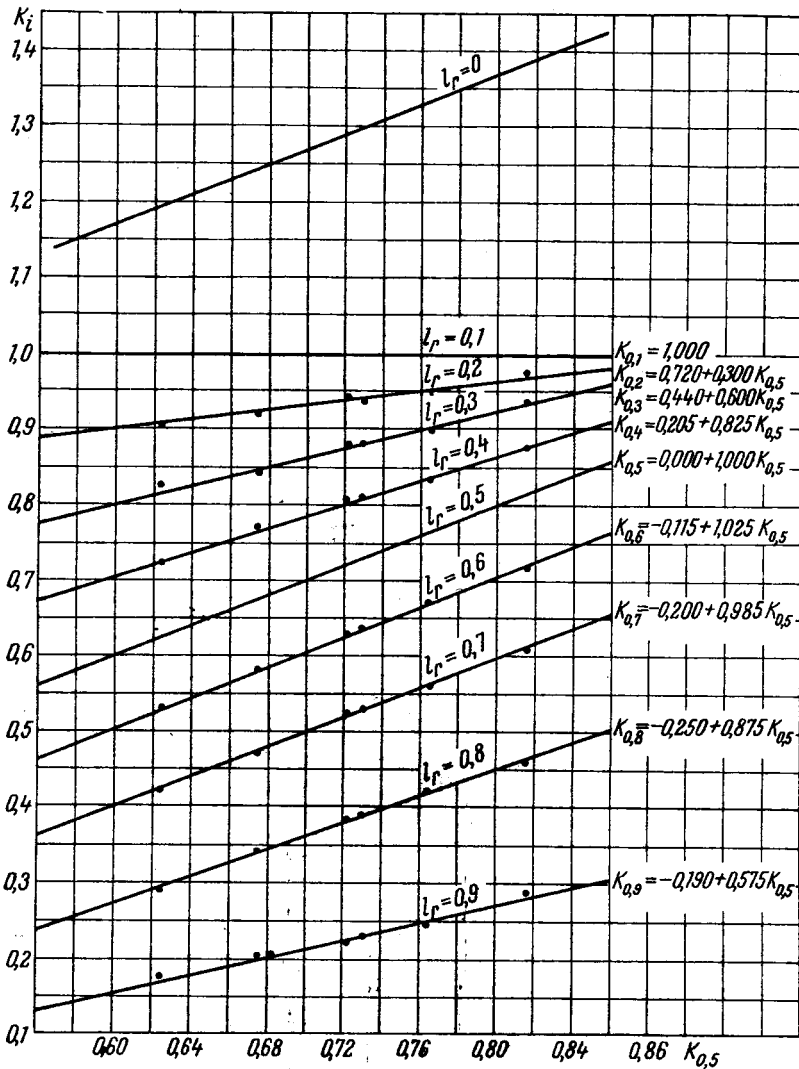


Fig. 2 — Reprezentarea grafică a mediilor din tabelul 4

prin punctele cu următoarele coordonate:  $(x = 0,1; y = 1,0)$ ,  $(x = 0,5; y = 0)$ ,  $(x = 1,0; y = 0)$ . În același timp linia coeficientului  $b$  va trece prin punctele:  $(x = 0,1; y = 0)$ ,  $(x = 0,5; y = 0,1)$ ,  $(x = 1,0; y = 0)$ . În tabelul 5 sînt trecute și valorile compensate ale coeficienților  $a$  și  $b$ ;

— din același grafic se citesc apoi valorile coeficienților și pentru alte înălțimi relative (tabelul 5);

— folosind ecuația (2), se calculează indicii de formă  $K$ , pentru diferite valori date lui  $K_{0,5}$ ;

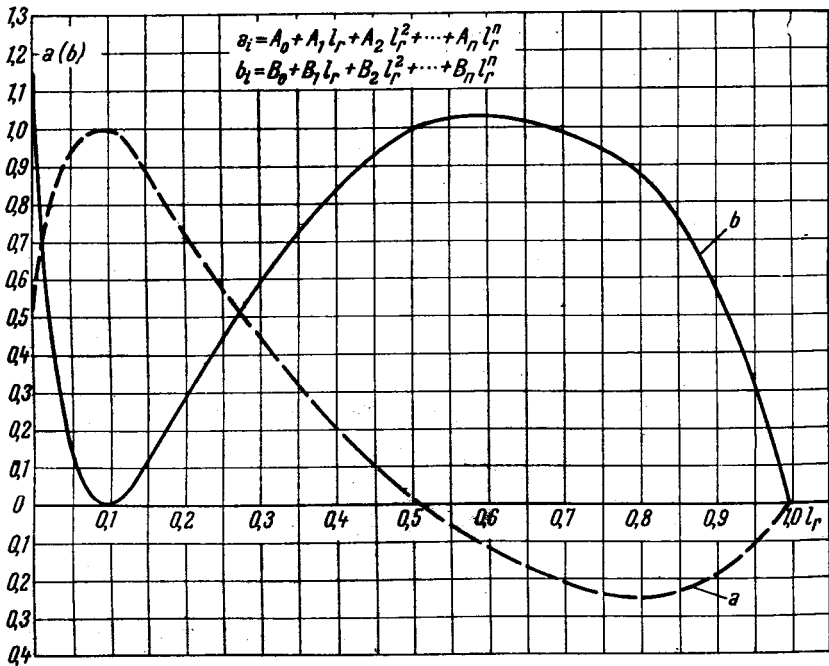


Fig. 3 — Reprezentarea grafică a coeficienților  $a_i$  și  $b_i$  în raport cu înălțimea relativă

Tabelul 5

Valorile inițiale și cele compensate ale coeficienților  $a$  și  $b$  din ecuația (2) pentru molidul neexploatabil din nordul țării

Înălțimi relative $l_r$	Valori inițiale		Valori compensate din fig. 2		Observații
	$a$	$b$	$a$	$b$	
0	0,503	1,092	0,503	1,092	Valori obligatorii
0,05			0,950	0,130	
0,10	1,000	0,000	1,000	0,000	
0,15			0,880	0,120	
0,20	0,720	0,300	0,720	0,300	
0,25			0,580	0,450	
0,30	0,440	0,600	0,440	0,600	
0,35			0,315	0,725	
0,40	0,230	0,790	0,205	0,825	
0,45			0,097	0,925	
0,50	0,000	1,000	0,000	1,000	Valori obligatorii
0,55			-0,060	1,020	
0,60	-0,115	1,020	-0,115	1,025	
0,65			-0,160	1,015	
0,70	-0,200	0,980	-0,200	0,985	
0,75			-0,230	0,945	
0,80	-0,250	0,875	-0,250	0,875	
0,85			-0,235	0,750	
0,90	-0,190	0,575	-0,190	0,575	
0,95			-0,110	0,325	
1,00	0,000	0,000	0,000	0,000	Valori obligatorii



— valorile astfel calculate se reprezintă grafic (fig. 4). Obținerea unor curbe continue dovedește o corectă compensare a coeficienților  $a$  și  $b$ . Tot pentru control mai este necesar ca aceste valori calculate să se transpună pe graficul din fig. 2; o apropiere a dreptelor teoretice de cele experimentale (inițiale) este o dovadă în plus a corectitudinii compensărilor efectuate. În caz contrar se impun anumite ajustări.

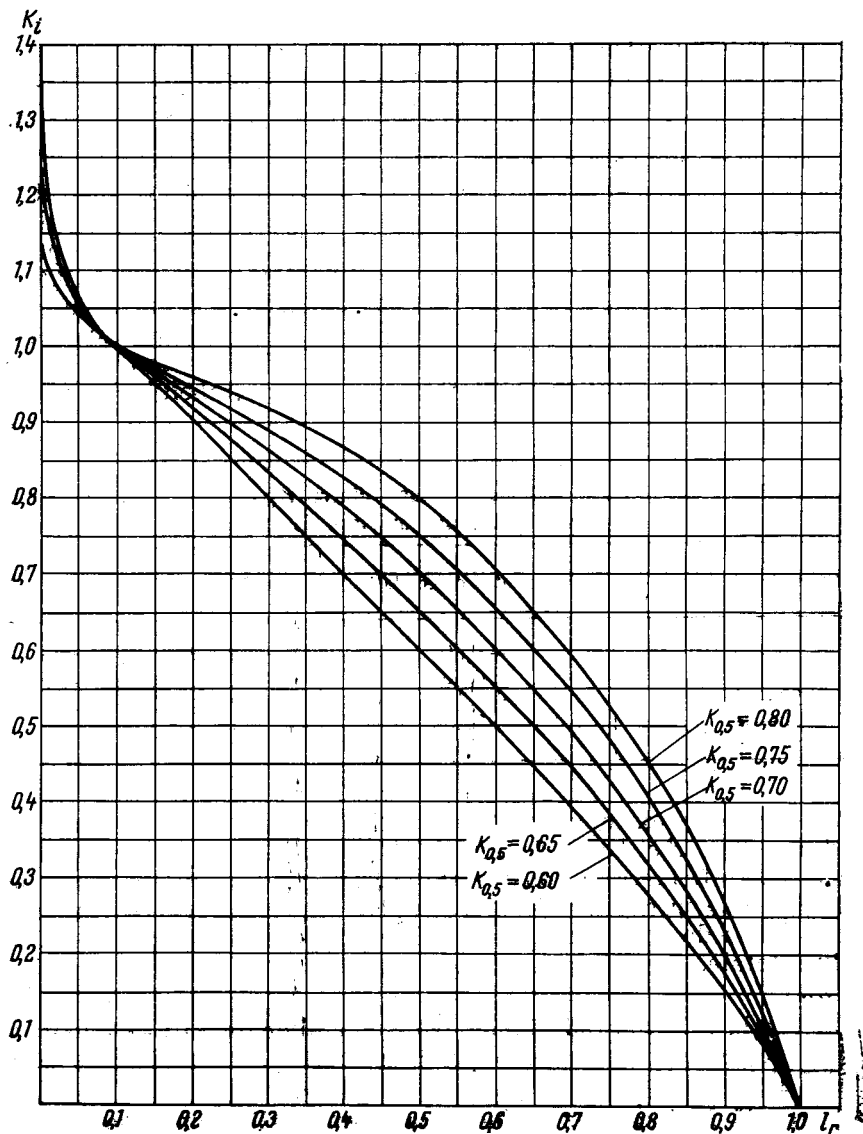


Fig. 4 — Reprezentarea grafică a coeficienților  $k_i$  în funcție de  $l_r$  și de  $K_{0.5}$ .

#### IV. CORELAȚIA DINTRE $K_{0,5}$ ȘI ALTE CARACTERISTICI DENDROMETRICE

După ecuațiile (1) și (2) se pot acum întocmi cu multă ușurință tabele de descreștere a diametrului fusului pentru diferite diametre  $d_{0,1}$  și diferite valori date indicelui de formă  $K_{0,5}$ . De aceea prezintă interes cunoașterea corelațiilor acestui coeficient cu alte caracteristici dendrometrice ale arborelui, caracteristici ușor măsurabile (diametrul de bază, înălțimea totală, grosimea cojii, lungimea coroanei etc.). Mai înainte s-a arătat că din acest punct de vedere deosebim trei cazuri:

*Primul caz* se referă la lipsa unor corelații semnificative între  $K_{0,5}$  și alte caracteristici dendrometrice ale arborelui. Aici se încadrează, așa cum s-a mai amintit în altă lucrare (Giurgiu, 1965), paltinul, frasinul, pinul negru și duglasul verde.

Nici pentru molidul neexploatabil din nordul țării nu s-au putut evidenția corelații semnificative. Astfel, legătura dintre  $K_{0,5}$  și diametrul de bază se caracterizează prin coeficientul de corelație de numai 0,089. În plus, acest coeficient nu este semnificativ nici la nivelul de semnificație de 0,10. Neînsemnată este și valoarea coeficientului de corelație privind legătura dintre  $K_{0,5}$  și înălțimea totală ( $r = +0,215$ ). Tot atât de redus este și coeficientul de corelație dintre  $K_{0,5}$  și înălțimea totală în cadrul anumitor clase de diametre, cu excepția claselor de diametre inferioare (tabelul 6).

Tabelul 6

Coeficienții de corelație privind legătura dintre  $K_{0,5}$  și înălțimea arborelui în cadrul anumitor clase de diametre

Clasa de diametre	Coeficientul de corelație	Semnificația coeficientului de corelație
6—14	+0,501	foarte semnificativ foarte semnificativ neseemnificativ neseemnificativ
14—22	+0,387	
22—30	+0,186	
30—38	+0,156	

Pentru același exemplu, coeficientul de corelație multiplu privind legătura dintre  $K_{0,5}$ ,  $d$  și  $h$  este de numai 0,28, ceea ce arată că nici această corelație nu poate fi luată în considerare la determinarea cu suficientă precizie a indicelui  $K_{0,5}$  în raport cu  $d$  și  $h$ . În aceste împrejurări stabilim o singură valoare medie de 0,730 independent de variația diametrului de bază sau a înălțimii totale. Acestei valori îi corespunde o singură curbă medie de contur (fig. 5).

Fluctuația valorilor individuale ale indicelui de formă  $K_{0,5}$  față de această valoare medie se caracterizează printr-un coeficient de variație de 6—7% (tabelul 4).

De regulă în acest caz se încadrează populațiile omogene sub raportul condițiilor staționale și al caracteristicilor dendrometrice ale arboretelor.

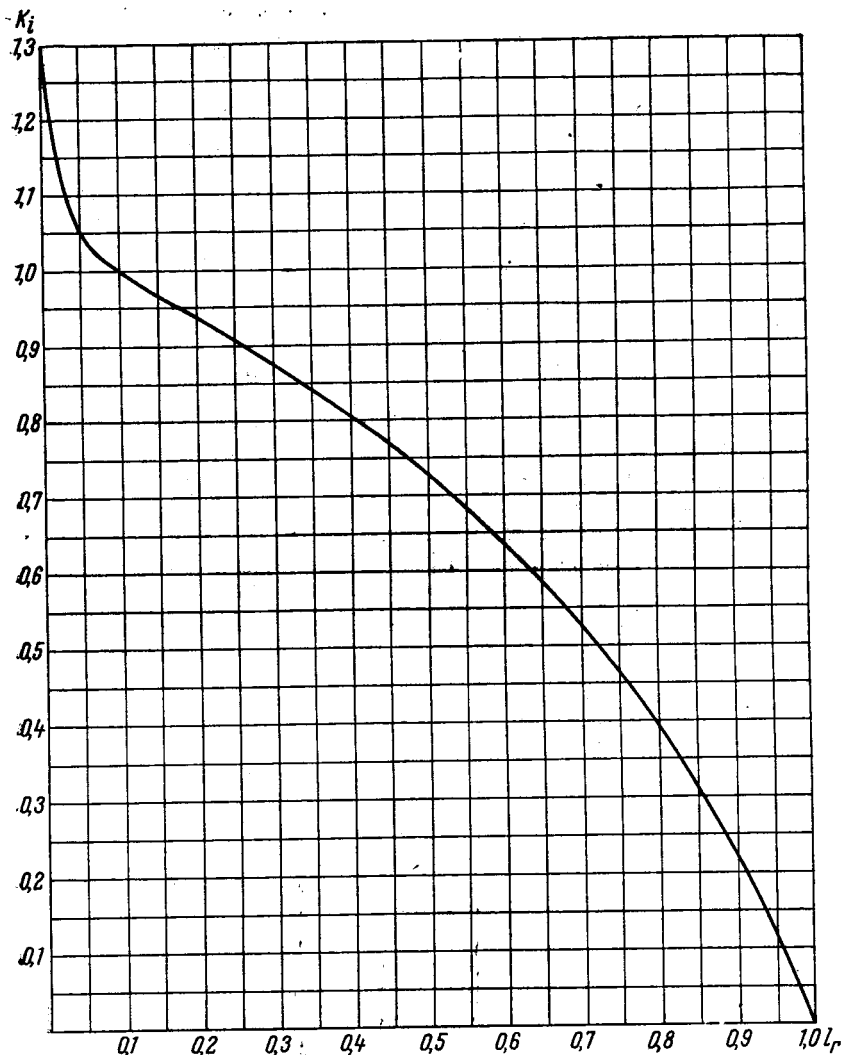


Fig. 5 — Curba medie de contur

Al doilea caz se referă la existența unei corelații simple între  $K_{0,5}$  și unele caracteristici dendrometrice ale arborilor. În raport cu diametrul sau înălțimea arborilor corelația amintită poate fi redată prin intermediul unei ecuații de regresie de forma  $y = a_0 + a_1x + a_2x^2$ .

Al treilea caz se referă la prezența unei corelații multiple între  $K_{0,5}$  și alte caracteristici dendrometrice. Pentru laricele natural și cel cultivat în R. S. România s-a putut evidenția o corelație multiplă semnificativă între  $K_{0,5}$ , pe de o parte, și diametrul și înălțimea arborilor, pe de altă parte (G i u r g i u, 1965). Expresia acestei legături este următoarea ecuație de regresie:  $K_{0,5} = (0,422 + 0,0153 h - 0,000155 h^2) (1,115 - 0,385 d)$ .

Spre deosebire de primul caz, aici se încadrează populațiile mai puțin omogene din punct de vedere al condițiilor naturalistice și al caracteristicilor dendrometrice ale arboretelor, precum și speciile cu un larg areal ecologic.

Așa cum s-a mai arătat, corelațiile dintre  $K_i$  ( $i = 0; 0,1; 0,2; \dots; 1,0$ ) și  $K_{0,5}$  prezintă o mare stabilitate în raport cu caracteristicile dendrometrice ale arboretelor, precum și în raport cu condițiile staționale. Mai mult decât atât, este posibilă chiar stabilirea unor corelații comune pentru grupe de specii. În schimb valoarea indicelui  $K_{0,5}$  prezintă o însemnată variabilitate pe specii, tipuri de pădure sau în raport cu vârsta și consistența arboretelor.

## V. CORELAȚIA DINTRE $d_{0,1}$ ȘI $d$

După cum rezultă din cele prezentate, scheletul metodei preconizate, se bazează pe indicii de formă reali, calculați în raport cu diametrul măsurat la înălțimea relativă de  $0,1 h$ . În valori absolute, această înălțime prezintă însemnate variații, ceea ce generează serioase dificultăți în lucrările practice. De aceea are un deosebit interes corelația dintre  $d_{0,1}$  și diametrul de bază  $d$ . Înălțimea arborilor de asemenea influențează semnificativ asupra mărimii diametrului  $d_{0,1}$ .

Expresia matematică a acestei legături are următoarea înfățișare:

$$d_{0,1} = d (\alpha + \beta h + \gamma h^2) \quad (7)$$

Pentru molidul neexploatabil din nordul țării ecuația de regresie se concretizează astfel (fig. 6)

$$\frac{d_{0,1}}{d} = 1,103 - 0,0088 h + 0,000107 h^2 \quad (8)$$

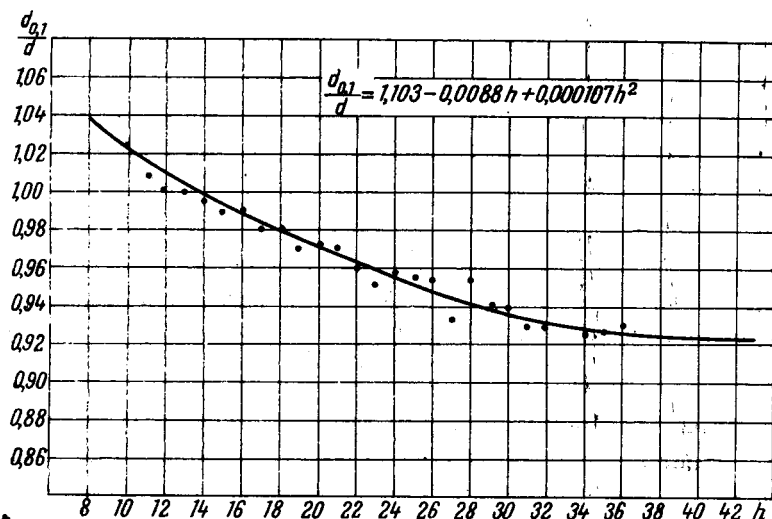


Fig. 6 — Reprezentarea grafică a ecuației de regresie (8)

Valorile coeficienților din ecuația (7) variază în raport cu specia. Curbele de variație ale raportului  $d_{0,1}/d$  în funcție de înălțime prezintă totuși multe asemănări, ceea ce nu exclude posibilitatea stabilirii unor ecuații generale pentru grupe mari de specii.

## VI. CORELAȚIA DINTRE GROSIMEA COJII ȘI CARACTERISTICILE DENDROMETRICE ALE ARBORELUI

Trecerea de la diametrele cu coajă la cele fără coajă se realizează prin intermediul unor ecuații de regresie corespunzătoare. În scopul elaborării lor trebuie avut în vedere că grosimea cojii variază (sub raport stochastic) în funcție de diametrul fusului, înălțimea totală, forma fusului, condițiile staționale, etc. O deosebită importanță uneori poate avea înălțimea relativă pe fus. În scopuri practice problema poate fi însă mult simplificată, folosind corelația simplă dintre grosimea cojii și diametrul fusului.

Tabelul 7

Tabelă de corelație privind legătura dintre grosimea dublă a cojii și diametrul fusului la molidul din nordul țării

Grosimea dublă a cojii mm	Categoriile de diametre, cm											Total
	4	8	12	16	20	24	28	32	36	44	44	
1	1											1
2	40											40
3	75	18										93
4	52	58	9									119
5	35	58	48	11								152
6	19	31	71	41	8	1						171
7	9	32	58	70	45	9	2					225
8		10	21	53	49	30	2	2	1			168
9		3	5	45	55	31	19	2	1			161
10		1	4	12	38	44	28	15	2	1		145
11			1	6	12	19	40	32	5			115
12					3	11	14	24	12	6		70
13				1		2	9	14	13	4	3	47
14						1	1	5	11	5	1	24
15								1	4	3		9
16									4	1		5
17												
18										1		1
19												
20												
Total	231	211	217	239	210	148	115	95	53	22	5	1 546

Pentru molidul neexploatabil din nordul țării această corelație poate fi urmărită în tabelul 7 și fig. 7. Coeficientul de corelație este ridicat (+0,881) și foarte semnificativ, iar ecuația de regresie liniară ( $c = 0,0275 d + + 0,30$ ) corespunde datelor experimentale (fig. 7). Ipoteza liniarității regresiei a fost confirmată prin intermediul testului F.

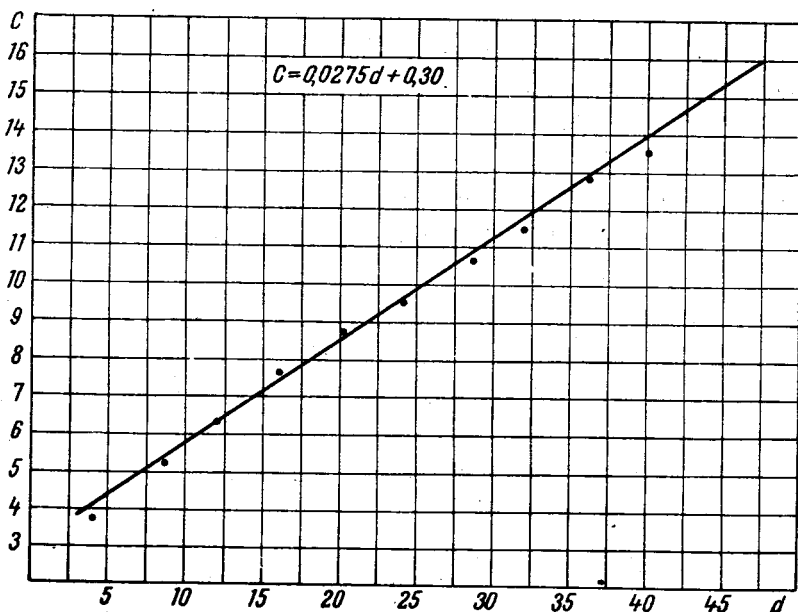


Fig. 7 — Corelația dintre grosimea cojii și caracteristicile dendrometrice ale molidului neexploabil din nordul țării.

Pentru diametrele fără coajă avem:

$$d_{f.c} = d - (0,0275 d + 0,30) = 0,9725 d - 0,30 \quad (9)$$

Pentru alte specii ecuațiile de regresie corespunzătoare au fost prezentate într-o lucrare recent apărută (G i u r g i u, 1965).

## VII. INTOCMIREA TABELOR DE DESCREȘTERE A DIAMETRULUI FUSULUI CU AJUTORUL CALCULATOARELOR ELECTRONICE

Din cele prezentate mai sus rezultă că dispunem de toate elementele necesare determinării diametrelor (cu coajă și fără coajă) la diferite înălțimi pe fus. Calculele fiind voluminoase se recomandă a se efectua la calculatoarele electronice. Programul de calcul se întocmește cu multă ușurință deoarece întreg procesul de calcul este algoritmat, iar valorile coeficienților din ecuațiile de regresie respective sînt cunoscute.

Calculele se desfășoară după cum urmează:

Se dă:

- diametrul de bază,  $d$ ;
- înălțimea totală a fusului,  $h$ .

Se cere:

— determinarea diametrelor fusului  $d_i$  la diferite înălțimi de la baza fusului. De regulă pentru înălțimi cu soț se cer diametrele la următoarele distanțe ( $l_i$ ) de la baza fusului: 1, 3, 5, 7, ...,  $h - 1$  metru.

Pentru rezolvarea acestei probleme sînt posibile mai multe variante. Dintre acestea prezentăm următoarele două variante.

*Prima variantă* necesită în primul rînd calculul înălțimii relative folosind formula:

$$l_r = \frac{l_i}{h} \quad (10)$$

În funcție de această înălțime relativă, prin intermediul unuia din polinoamele de interpolare cunoscute (Newton, Lagrange etc.), se determină valorile coeficienților  $a$  și  $b$ . În acest scop ca noduri de interpolare se folosesc datele furnizate de graficul din fig. 3 sau cele din tabelul 5 (pentru molidul luat în considerare). În același scop se pot folosi și coeficienții unui polinom ortogonal, stabiliți cu anticipație (fig. 3).

În continuare se determină valoarea indicelui de formă  $K_{0,5}$ . Cînd acesta variază atît în funcție de înălțime, cît și în raport cu diametrul de bază, se folosește ecuația de corelație multiplă (ecuația 6, pentru larice). În situația cînd variază numai în funcție de înălțime sau numai în funcție de diametru, se utilizează ecuații de corelație simplă. În multe cazuri se dovedește posibilă folosirea unei singure valori medii  $K_{0,5}$ , mai ales atunci cînd populațiile respective sînt suficient de omogene.

Coeficienții  $a$  și  $b$ , precum și indicele  $K_{0,5}$  o dată cunoscuți, se procedează la determinarea indicilor de descreștere  $K_i$ , corespunzători înălțimilor relative stabilite mai înainte. În acest scop se utilizează ecuația (2). În cazul cînd este posibilă folosirea unei singure valori medii  $K_{0,5}$ , așa cum s-a demonstrat pentru molidul neexploatabil, precum și pentru alte specii (G i u r g i u, 1965), în ecuația (2)  $b_i$  se consideră egal cu zero, iar  $a_i$  reprezintă însăși valorile indicilor de descreștere, determinate cu ajutorul polinoamelor de interpolare respective. De data aceasta ca noduri de interpolare se folosesc valorile medii ale indicilor  $K_{0,1}, K_{0,2}, K_{0,3}, \dots, K_{1,0}$  (tabelul 4).

În sfîrșit, după formula (1) se determină diametrele la diferite înălțimi de la baza fusului, după ce în prealabil se calculează diametrul  $d_{0,1}$  prin intermediul formulei (7). Apoi, se calculează diametrele fusului fără coajă utilizînd ecuații de regresie corespunzătoare (pentru molid, ecuația 9).

*Varianta a doua* se deosebește de precedentă prin faptul că nu mai apelează la polinoame de interpolare. Folosind direct ecuația (2) și coeficienții  $a$  și  $b$  din tabelul 5 și apoi formula (1) se calculează diametrele la înălțimile corespunzătoare înălțimilor relative de 0,05; 0,10; 0,15; 0,20; ...; 1,00. În raport cu aceste diametre se determină prin interpolare liniară (ori parabolică, după parabola de ordinul 2) diametrele la diferite înălțimi de la baza fusului, cerute prin problemă, adică la 1, 3, 5, ...,  $h - 1$  metri.

Diametrul la 1 m poate fi considerat egal cu diametrul de bază dat.

În tabelul 8 se prezintă un extras din tabelele de descreștere a diametrului fusului pentru paltin, elaborate la calculatorul electronic CIFA-4, potrivit variantei a doua de calcul.

Tabelul 8

Tabelă de descreștere a diametrului fusului la paltin ( $d=24$  cm), întocmită la calculatorul electronic CIFA-4.

Înălțimea m	Volum cu coajă		Înălțimea secțiunii											Volumul cojii, în %				
	Volum fără coajă		1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21					
8	0,179	diametre cu coajă, cm $d_1$	24,0	19,2	13,2	4,8												9
	0,163	diametre fără coajă, cm $d_2$	23,0	18,4	12,4	4,2												
10	0,215	$d_1$	24,0	20,2	16,4	10,7	3,9											9
	0,196	$d_2$	23,0	19,3	15,5	10,0	3,3											
12	0,252	$d_1$	24,0	20,8	17,8	13,9	8,8	3,2										9
	0,229	$d_2$	23,0	19,9	17,0	13,1	8,2	2,6										
14	0,287	$d_1$	24,0	21,1	18,7	15,9	12,1	7,5	2,7									9
	0,261	$d_2$	23,0	20,2	17,8	15,1	11,3	6,9	2,2									
16	0,321	$d_1$	24,0	21,3	19,2	16,9	14,1	10,6	6,6	2,3								9
	0,291	$d_2$	23,0	20,4	18,3	16,1	13,3	9,9	5,9	1,8								
18	0,354	$d_1$	24,0	21,4	19,5	17,6	15,5	12,6	9,4	5,8	2,0							9
	0,321	$d_2$	23,0	20,5	18,6	16,8	14,7	11,9	8,7	5,2	1,5							
20	0,386	$d_1$	24,0	21,5	19,7	18,1	16,3	14,1	11,5	8,4	5,2	1,8						9
	0,350	$d_2$	23,0	20,6	18,9	17,3	15,5	13,3	10,7	7,7	4,6	1,3						
22	0,418	$d_1$	24,0	21,7	19,9	18,5	16,9	15,1	12,9	10,4	7,6	4,7	1,6					9
	0,379	$d_2$	23,0	20,7	19,0	17,6	16,0	14,4	12,2	9,7	7,0	4,1	1,1					



## VIII. INTOCMIREA TABELELOR DE CUBAJ ȘI A CELOR DE SORTARE CU AJUTORUL CALCULATOARELOR ELECTRONICE

Diametrele fusului o dată cunoscute se trece la calculul volumului pe secțiuni iar prin însumare — la determinarea volumului întregului fus. Calculele se programează ușor la calculatoarele electronice. În tabelul 9 se prezintă, spre exemplificare, tabelele de cubaj pentru paltin, rezultate prin astfel de calcule efectuate la calculatorul electronic CIFA-4.

Tot atât de lesnicioasă este și determinarea volumului pe sortimente dimensionale. Cunoscînd lungimea și diametrul la capătul subțire al sortimentelor, cerute prin condiții tehnice, se însumează volumele pe secțiuni cu luarea în considerare a acestor cerințe.

## IX. AVANTAJELE METODEI PRECONIZATE

Metoda preconizată prezintă următoarele avantaje:

— reduce substanțial timpul necesar lucrărilor de teren și de calcule, necesitate de elaborarea tabelelor;

— prin folosirea de procedee analitice înlătură subiectivismul la trasarea curbelor (sau dreptelor compensatoare), permițînd totodată o perfectă armonizare a rezultatelor în raport cu caracteristicile factoriale luate în considerare;

— stabilitatea ridicată a corelațiilor dintre  $K_i$  și  $K_{0,5}$  face posibilă, prin eforturi minime, elaborarea de tabele dendrometrice locale sau adoptate anumitor caracteristici staționale, taxatorice și de structură ale arboretelor. În acest scop sînt suficiente informații privind valoarea indicelui  $K_{0,5}$  la cel puțin 200 arbori extrași din aceeași populație (colectivitate statistică omogenă);

— prelucrarea statistică a informațiilor primare permite estimarea erorilor probabilistice la aplicarea în practică a tabelelor dendrometrice astfel întocmite.

Pe lîngă cele arătate mai trebuie subliniat un aspect deosebit de important: ecuațiile de regresie prezentate și coeficienții acestora permit determinarea volumului total și pe sortimente fără a mai apela la tabelele dendrometrice respective. Pentru diferite lucrări practice cum sînt cele privind amenajarea și punerea în valoare a pădurilor, calculele se efectuează direct cu ajutorul calculatoarelor electronice. Astfel, un număr relativ redus de parametri și coeficienți înlocuiesc volume întregi de tabele dendrometrice, folosite în cazul calculului nemecanizat.

Totodată, pentru aceleași informații, se realizează o perfectă concordanță între rezultatele obținute prin lucrări de calcule nemecanizate, cînd se folosesc tabele dendrometrice — pe de o parte — și rezultatele lucrărilor de calcule automatizate, cînd se folosesc calculatoarele electronice, pe de altă parte. Concordanța este explicabilă dacă avem în vedere că ambele variante se bazează pe aceeași concepție, aceleași ecuații de regresie și pe aceeași coeficienți.

Tabelă de cubaj pentru paltin, întocmită la

Înălțimea m	Diame											
	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
8	0,031	0,045	0,061	0,080	0,101	0,124	0,150	0,179	0,211	0,244	0,280	
9	0,035	0,050	0,068	0,088	0,112	0,138	0,166	0,196	0,233	0,270	0,310	
10	0,038	0,054	0,074	0,096	0,122	0,151	0,182	0,215	0,255	0,295	0,339	
11	0,041	0,059	0,080	0,104	0,132	0,163	0,197	0,233	0,276	0,319	0,367	
12	0,043	0,063	0,086	0,112	0,142	0,175	0,212	0,252	0,296	0,343	0,394	0,448
13	0,047	0,068	0,092	0,120	0,152	0,187	0,227	0,270	0,322	0,367	0,422	0,480
14	0,050	0,072	0,098	0,128	0,162	0,199	0,242	0,287	0,337	0,391	0,449	0,511
15	0,053	0,076	0,104	0,136	0,171	0,211	0,256	0,304	0,357	0,414	0,475	0,541
16	0,056	0,080	0,109	0,143	0,180	0,223	0,269	0,321	0,376	0,437	0,501	0,570
17	0,058	0,084	0,115	0,150	0,190	0,235	0,283	0,337	0,395	0,459	0,527	0,600
18	0,061	0,088	0,120	0,157	0,199	0,246	0,297	0,354	0,415	0,481	0,553	0,629
19					0,208	0,257	0,311	0,370	0,434	0,503	0,578	0,658
20					0,217	0,268	0,324	0,386	0,453	0,525	0,603	0,686
21					0,226	0,279	0,338	0,402	0,472	0,547	0,628	0,714
22					0,235	0,290	0,351	0,418	0,490	0,568	0,652	0,742
23									0,509	0,590	0,677	0,770
24									0,527	0,611	0,701	0,798
25									0,546	0,633	0,726	0,827
26									0,564	0,655	0,751	0,855
27												0,884
28												0,912

## X. CONCLUZII

a) Folosind informații privind diametrul de bază, înălțimea totală și diametrele (cu coajă și fără coajă) măsurate pe fus la înălțimile relative  $l_r$  ( $i = 0; 0,05; 0,10; 0,15; \dots 1,00$ ), se stabilesc prin procedee ale statisticii matematice următoarele ecuații de regresie:

- ecuații de regresie liniare ( $K_i = a_i + b_i K_{0,5}$ ) între  $K_i$  și  $K_{0,5}$  (fig. 2);
- între  $l_r$  și coeficienții  $a_i$  și respectiv  $b_i$  (fig. 2) și tabelul 5 (legătura dintre  $l_r$  și  $a$  sau  $l_r$  și  $b$  se redă prin intermediul unor polinoame de interpolare);
- între  $K_{0,5}$  și alte caracteristici dendrometrice ale arborilor (pentru populații omogene  $K_{0,5}$  nu variază de regulă în raport cu aceste caracteristici);
- între  $d_{0,1}$  și  $d$  (ecuațiile 7 și 8);
- între grosimea cojii și alte caracteristici ale arborelui (formula 9, pentru larice).

b) Cu ajutorul calculatoarelor electronice, după formula  $d_i = K_i (\alpha + \beta h + \gamma h^2)$  se calculează diametrele cu coajă la diferite înălțimi. Se trece apoi la determinarea diametrelor fără coajă. Diametrele o dată cunoscute se calculează volumele pe secțiuni pentru anumite sortimente dimensionale sau pentru fusul întreg.

După această metodă s-au elaborat tabele de descreștere a diametrului fusului și tabele de cubaj pentru duglas verde, pin negru, larice, paltin (tabelele 8 și 9).

calculatorul electronic CIFA-4 (volumul fusului), m<sup>3</sup>

tre, cm													
34	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60
0,506	0,567	0,632											
0,541	0,607	0,677											
0,577	0,647	0,721											
0,610	0,685	0,763											
0,643	0,722	0,804	0,891	0,982	1,078	1,178	1,283	1,392	1,505	1,624	1,746	1,879	
0,677	0,759	0,845	0,937	1,033	1,133	1,238	1,349	1,464	1,582	1,708	1,836	1,966	
0,710	0,796	0,887	0,983	1,083	1,189	1,299	1,415	1,535	1,660	1,791	1,926	2,058	2,211
0,742	0,832	0,927	1,027	1,132	1,243	1,358	1,479	1,605	1,736	1,872	2,013	2,150	2,310
0,774	0,868	0,967	1,071	1,181	1,296	1,417	1,543	1,674	1,811	1,952	2,100	2,252	2,410
0,806	0,903	1,007	1,116	1,230	1,350	1,477	1,607	1,743	1,886	2,033	2,187	2,345	2,509
0,838	0,939	1,047	1,160	1,279	1,403	1,534	1,670	1,812	1,960	2,114	2,273	2,438	2,609
0,870	0,975	1,086	1,204	1,327	1,456	1,591	1,733	1,880	2,034	2,194	2,359	2,530	2,705
0,901	1,010	1,125	1,247	1,375	1,509	1,649	1,796	1,948	2,107	2,273	2,444	2,622	2,806
0,933	1,046	1,166	1,292	1,424	1,563	1,708	1,860	2,018	2,183	2,354	2,531	2,716	2,905
0,965	1,082	1,206	1,336	1,473	1,616	1,767	1,924	2,087	2,258	2,435	2,618	2,809	3,004
0,997	1,118	1,246	1,381	1,522	1,670	1,826	1,988	2,157	2,333	2,516	2,705	2,902	3,105
1,029	1,154	1,286	1,425	1,571	1,724	1,884	2,051	2,226	2,480	2,596	2,792	2,995	3,205

Dintre avantajele mai importante ale metodei preconizate subliniem;

— reducerea timpului necesar lucrărilor de teren și birou;

— înlăturarea subiectivismului la trasarea curbelor compensatoare și armonizarea datelor în raport cu factorii luați în considerare;

— posibilitatea elaborării de tabele dendrometrice locale sau adaptate anumitor caracteristici taxatoare și staționale ale arboretelor, folosind un volum redus de informații de teren.

Tabelele astfel întocmite sînt destinate lucrărilor de calcule nemecanizate. Pentru lucrări de calcule automatizate se folosesc direct ecuațiile de regresie stabilite fără a fi nevoie de tabele dendrometrice, ceea ce permite folosirea cu mare randament a calculatoarelor electronice.

#### BIBLIOGRAFIE

- Altherr, E. — Vereinfachung des Hohenadl'schen Massenermittlungsverfahrens durch Verwendung des „echten“ Formquotienten, *Mittlung der Württ. Forstl Versuchsanstalt, Band X, Heft 2.*
- Anucin, N. P. — *Lesnaia Taxația*, Goslesbumizdat, Moscova 1960.
- Arbonnier, P. — *Le forestier de alhure l'électronique R. f.f. nr. 3, 1962*
- Armășescu, S. ș.a. — Cercetări asupra conținutului în masă lemnoasă a arborilor de pin negru (*Pinus nigra*) din culturi, *Manuscris INCEF, 1964.*
- Belanovschi, I. I. — Ob isslendovanii formi drevesnovo stvola, *Leșnoi jurnal nr. 1—3, 1917.*

- Biolley, H.** — L'aménagement des forêts par la méthode de controle. Neuchatel, 1920.
- Cavadia, I. ș. a.** — Programarea cu ajutorul schemelor logice de calcul; Buletin de informare științifică. Academia R.S.R. Institutul de fizică atomică, 1962.
- Costea, I.** — Codru grădinărit. Editura Agro-Silvică, Buc. 1962.
- Decei, I.** — Volumul și structura pe sortimente la salcia din scaun (sulinari). În: Revista pădurilor nr. 1, 1965.
- Dittmar, O.** — Untersuchungen über die Zusammenhänge zwischen der Hohenadl'schen echten Schaftholzformzahl 0,9, dem echten Formquotienten 0,5, und echter Ausbauchungsreihe in mittel und nordostdeutschen Waldbeständen. Archiv für Forstwesen, 7 Band. Heft 1, 1958.
- Dittmar, O.** — Formzahluntersuchungen mit dem Ziel der Verbesserung von Holzmassen-Zuwachsermittlung langfristiger Forstliche Versuchsflächen. Verlag, Berlin, 1958.
- Enghardt, Hans Derr, S.** — Height accumulation far rapid estimates of cubic volume. J. For. 61, nr. 2, 1963.
- Fekete, Z.** — Erdöbescléstan, Academiai Kiado, Budapest, 1949.
- Flury, Ph.** — Taxatorische Grundlagen zur Forsteinrichtung. Mitteilungen der Schweizerischen Centralanstalt für das forstliche Versuchswesen, 1927.
- Giurgiu, R. Florescu I.** — Cercetări privind creșterea și producția arboretelor de larice din R.P.R. Manuscris INCEF, 1964.
- Giurgiu, V.** — O metodă analitică de întocmire a tabelelor dendrometrice la calculatoarele electronice. În: Revista Pădurilor nr. 7. 1963.
- Giurgiu V. ș.a.** — Metode dendrometrice pentru lucrări de calcule automatizate și manuale — Manuscris INCEF, 1963.
- Giurgiu, V.** — În problema determinării volumului și creșterii la arboretele pluriene. În: Revista Pădurilor, nr. 7, 1964.
- Giurgiu, V.** — Bazele statistico-matematicale ale unei metode analitice de cubaj adaptată calculului electronic. În: Revista pădurilor nr. 9, 1964.
- Giurgiu, V. Martin, G.** — Determinarea volumului total și pe sortimente cu ajutorul mașinilor matematice moderne. În: Revista pădurilor nr. 10, 1964.
- Giurgiu, V. Danciu, I. Dogaru, L.** — Conținutul în masă lemnoasă și structura pe sortimente la duglasul verde (Pseudotsuga Menziesii Franco) cultivat în Banat. În: Revista pădurilor, nr. 1.
- Giurgiu, V., Decei, I., Armășescu, S.** — Tabele dendrometrice pentru amenajarea și punerea în valoare a pădurilor. CDF București, 1964.
- Giurgiu, V.** — Algoritmi pentru calcule dendrometrice. C.D.F. București, 1965.
- Hohenadl, W.** — Der Aufbau der Baumschäfte. Forstw. Centralblatt. 1924.
- Hohenadl, W.** — Einführung in die Bestandesberechnung mit Hilfe von 2 Mittelstämmen. Forstwissenschaftliches Centralblatt, 1939.
- Kozitin, P. D.** — Teoreticescaia proverca udelnih massovih tablits dlia berezi. Tr. M.L.O.VTp III, 1909.
- Krenn-Prodan** — Die Bestimmung der echten Schaftholzformzahl und Ausbauchungsreihe aus dem echten Formquotienten. Mitteilung der Akademie d. Forstwis., Band 8 (Anhang). 1943.
- Marschall, N.** — Plot or point sample volumes in evenaged stands using a computer, J. Forestry 61, nr. 1, 1963.
- Mendeleev, D. I.** — Ismerenia dereviev i drughie dannie o priroste lesov v Uralskikh Kraiah Soc. T. XII, 1899.
- Näslund, M.** — Functioner och tabeller för Kubering av Slående träd (norra Sverige), Medd. fr. stat. skogsförsöksanstalt, Häfte 32 nr. 4, 1940.
- Pardé, J.** — Dendrometrie — Nancy, 1961.
- Pollanschütz, I.** — Eine neue form-BZW Kubierungsfunktion. Internationaler Verband forstlicher Forschungsanstalten, 2, Teill, Band 2, Wien, 1961.

- Petrovski, V. S. — Voprosi teorii rascroia drevesnih stvolov, Lesnoi jurnal, 4, 1963.
- Popescu-Zeletin, I. ș.a. — Tabele dendrometrice. Edit. Agro-Silvică de stat, București, 1957.
- Prodan, M. — Messung der Waldestände Frankfurt/M. 1951.
- Prodan, M. — Zur Lochkarten und Elektronenauswertung in der Forstwirtschaft. Sand. aus Forst im Dienste der Praxis, München, 1961.
- Zaharov, V. K. — Izledovanie formi drevesnih stvolov N. d.v.ș. Lesoinjenernoe delo, vîp. 1, Moskva, 1958.
- Volkman, I. — Die Programmierung eines taxatorischen Massenberchnungsverfahrens für Konventioneele Hollerithmaschinen, Allgemeine Forstzeitschrift, nr. 51, 1961.
- Wenk, G. — Zur mathematischen Formulierung der Form köhen Formzahl und Massenkurven. Archiv für Forstwesen nr. 2. 1962.
- Wimmenauer, K. — Schaffform und Formzahl, 1918.

## LES BASES STATISTIQUES-MATHEMATIQUES D'UNE NOUVELLE METHODE D'ÉLABORATION DES TABLES DE DÉCROISSANCE DU DIAMÈTRE DU FÛT ET DES TABELLES DE CLASSEMENT ET DE CUBAJE À L'AIDE DE CALCULATRICES ÉLECTRONIQUES.

dr. ing. V. GIURGIU

(Résumé)

En usant des informations concernant le diamètre au gros bout, la hauteur totale et les diamètres (sur et sous l'écorce) mesurés sur la fût à des hauteurs relatives  $1_i$ , ( $i = 0; 0,05; 0,10 \dots 1,00$ ) on établit par des procédés de statistique-mathématique les suivantes équations de régression:

- équation de régression linéaire ( $K_i = a_i + b_i K_{0,5}$ ) entre  $K_i$  et  $K_{0,5}$  (fig. 2)
- entre  $1_i$  et les coefficients  $a_i$  respectivement  $b_i$  (fig. 2 et tab. 5) (La liaison entre  $1_i$  et  $a_i$ , ou bien  $1_i$  et  $b_i$  est exprimée par l'intermède de certains polynômes d'interpolation);
- entre  $K_{0,5}$  et d'autres caractéristiques dendrométriques des arbres (dans le cas des peuplements homogènes,  $K_{0,5}$  en général n'est pas une variable dépendente de ces caractéristiques);
- entre  $d_{0,1}$  et  $d$  (équation 7 et 8)
- entre l'épaisseur de l'écorce et d'autres caractéristiques de l'arbre (formule 9, pour le mélèse).

A l'aide des calculatrices électroniques d'après la formule  $d_i = K_d (\alpha + \beta h + \gamma h^2)$  on calcule les diamètres sur l'écorce à des hauteur différentes. On détermine en suite les diamètres, sous l'écorce. Les diamètres, on calcule les volumes par sections pour certaines classes dimensionnelles ou pour le fût entier.

Conformément à cette méthode ont été élaborées des tables de décroissance du diamètre du fût et des tables de cubage pour le douglas, le pin noir, le mélèze, l'éroble (tabl. 8 et 9);

Parmi les avantages les plus importants, que présente la méthode préconisée, il faut souligner:

- la réduction du temps nécessaire aux travaux de terrain et du bureau;
- l'élimination de la subjectivité pendant le traçage des courbes compensatrices;
- la mise en concordance des données par rapport aux facteurs.
- la possibilité d'élaborer des tables dendrométriques locales ou adaptées aux caractéristiques de station et dendrométriques des peuplements, en usant d'un volume réduit d'informations de terrain.

Les tables ainsi élaborées sont destinées aux calculs non-mécanisés. Pour les calculs automatiques, on utilise directement les équations de régression établies sans recourir aux tables dendrométriques, ce que permet l'utilisation des calculateurs électroniques avec plus de rendement.

## STATISTICAL AND MATHEMATICAL BASIS OF AN ANALYTIC METHOD FOR THE CALCULATION OF THE BOLE — DIAMETER DECREASE TABLES AND OF THOSE OF SORTING AND VOLUM DETERMINATION BY MEANS OF ELECTRONIC DIGITAL COMPUTERS.

dr. ing. V. GIURGIU

### (Summary)

a) Using informations concerning the base diameter, the total height and the diameters (over-bark and under-bark) measured on the bole at the relative heights:

$$l_{r_i} \quad (i = 0; 0,05; 0,10) \dots 1,00)$$

are established through statistical-mathematical proceedings the following regression functions:

- linear regression functions ( $K_i = a_i + b_i K_{0,5}$ ) between  $K_i$  and  $K_{0,5}$  (fig. 2).
- between  $l_{r_i}$  and the coefficients  $a_i$  respectively  $b_i$  (fig 2 and table 5) (The relation between  $l_{r_i}$  and  $a_i$ , or  $l_{r_i}$  and  $b_i$  is obtained by the intermede of some intrapolation polynoms).
- between  $K_{0,5}$  and other measurement characteristics of the trees (for homogeneous stands  $K_{0,5}$  is not generally variable with these characteristics).
- between  $d_{0,5}$  and  $d$  (functions 7 and 8).
- between the bark thickness and other characteristics of the tree (formula 9 for European larch).

b) By means of Electronic digital computers with the formula:

$$d_i = K_i d (\alpha + \beta h + \gamma h^2)$$

can be calculated the diameters over bark at variable heights and then determined the diameters under-bark. When the diameters are known, then also the volumes per sections for certain dimensional assortments of for the whole bole can be calculated.

According to this method were elaborated decrease tables of the bole diameter and volume tables for Douglas fir, black pine, European larch (table 8 and 9).

Among the more important advantages of the preconized method are to be accentuated:

- the reduced time necessary to the outside labour and inside work,
- the eliminated subjectivity by curves-fitting,
- the possibility to harmonize the data reported to the considered factors,

- the possibility to calculate local forest measurement tables or adapted to certain measurement and site characteristics of the stands, using only a reduced ground informations volume.

The tables thus calculated are destined for not mechanical calculations. For automatic calculations are to be used directly the established regression functions, having no need to use the forest measurement tables, what permit the using with a great efficiency of the Electronic Digital Computers.