HƯỚNG DẪN GIẢI TÍCH THÂN CÂY GỖ ĐỂ TÍNH ĐỘ THON VÀ SẢN LƯỢNG GỖ Ở MỨC CÂY GỖ VÀ QUẦN THỤ

Áp dụng đối với rừng trồng thuần loài đồng tuổi

Độ thon thân cây gỗ (Kí hiệu: Dh, cm) biểu thị sự suy giảm đường kính theo chiều cao thân từ gốc đến ngọn.

Trong điều tra rừng, độ thon thân được sử dụng để:

(1) Ước lượng đường kính ở các vị trí khác nhau trên thân.

(2) Tính tổng thể tích thân cây đứng (cây còn sống tại rừng).

(3) Tính tổng thể tích thân cây ngả (cây đã bị chặt hạ và nằm trên mặt đất).

(4) Tính tổng thể tích gỗ thu hoạch (cả vỏ và không vỏ) từ gốc đến đường kính đầu nhỏ được thu hoạch.

(5) Tính thể tích các phân đoạn gỗ (cả vỏ và không vỏ) với chiều dài bất kỳ.

(6) Tính tổng sinh khối thân.

(7) Tính tỷ lệ vỏ…

Theo khái niện về độ thoan thân (Dh), nhà lâm nghiệp cần biết Dh của các cây gỗ ở rừng tự nhiên và rừng trồng thay đổi theo tuổi (A, năm), kích thước thân (D, H), lập địa và các phương thức lâm sinh.

Phần I. Giải tích thân cây gỗ

Bước 1. Chuẩn bị các công cụ giải tích thân cây gỗ. Công cụ giải tích và đo đạc thân cây gỗ bao gồm: (1) Cưa máy cầm tay để cắt cây; (2) Dao quắm để phát cành; (3) Thước đo chiều cao thân cây (Blume-leise); (4) Thước dây 2,0m với độ chính xác 0,1cm để đo chu vi thân và Dh; (5) Thước dây 20-50m với độ chính xác 1,0cm để đo chiều dài thân; (6) Thước kẻ nhựa hoặc thước panme với độ chính xác 0,1cm để đo chiều dày vỏ trên thân;

(7) Sổ tay hoặc giấy A_4 để ghi chép số liệu; (8) Bút dầu màu đỏ và màu xanh để đánh dấu các vị trí Dh theo chiều dài thân; (9) Đồ dùng cá nhân...

Bước 2. Xác định đối tượng thu thập số liệu (nghiên cứu). Đó là các loại rừng trồng thuần loài đồng tuổi ở một khu vực nhất định (BQL rừng, tỉnh, vùng sinh thái); trong đó phân chia chúng theo loài cây gỗ. Chọn các rừng trồng có tuổi từ giai đoạn bắt đầu tỉa thưa lần 1 đến tuổi cao nhất (Tuổi đưa vào khai thác chính).

Bước 3. Chọn các cây gỗ để giải tích (Cây giải tích). Tùy theo điều kiện và yêu nghiên cứu (nhân lực, kinh phí, mục tiêu nghiên cứu), các cây giải tích có thể được chọn theo 2 phương pháp khác nhau.

Phương Pháp 1: **Chọn các cây giải tích theo các cấp D trong từng cấp tuổi**

Bước 1.1: Phân chia rừng trồng thuần loài đồng tuổi đối với mỗi loài cây gỗ thành các cấp tuổi khác nhau (Cấp A, năm). Đối với các loài cây gỗ sinh trưởng nhanh, đời sống ngắn đến trung bình (A < 30 năm), mỗi cấp A = 2 năm. Đối với các loài cây gỗ sinh trưởng trung bình và chậm, đời sống trung bình đến dài (A > 30 năm), mỗi cấp A = 5 năm.

Bước 1.2: Xác định các đặc trưng lâm học của quần thụ. Ở mỗi cấp A, thống kê mật độ (N, cây), D(cm) và H(m); trong đó mỗi cấp A là 3 ô têu chuẩn (OTC) với diện tính từ 500-1000m^2. Sau đó lập bảng phân bố số cây (N, cây/ha) theo các cấp D trong mỗi cấp A (Phân bố N/D).

Bước 1.2: Xác định số lượng cây giải tích. Mỗi cấp D chỉ chọn 1 cây ở giữa cấp. Tổng số cây giải tích ở mỗi cấp A bằng số lượng cấp D. Sau đó tổng hợp số lượng cây giải tích theo các cấp A. Ưu điểm: Dung lượng mẫu lớn cho phép ước lượng chính xác Dh, thể tích thân (V, m^3) và trữ lượng quần thụ (M, m^3/ha). Nhược điểm: Dung lượng mẫu lớn làm tăng các chi phí nghiên cứu (người, kinh phí, thời gian) và phá hủy nhiều tài nguyên gỗ.

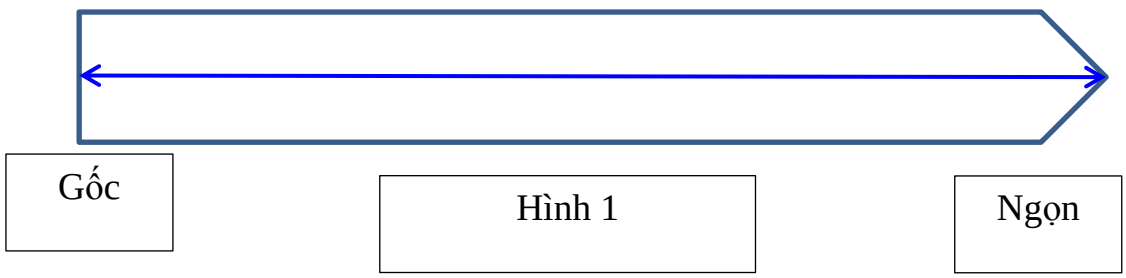
Phương pháp 2: **Chọn các cây giải tích bình quân theo các cấp A**

Bước 2.1: Thống kê các đặc trưng quần thụ theo các cấp A. Sau đó xác định D bình quân (D_{BQ}, cm) của quần thụ ở các cấp A theo phương pháp bình quân gia quyền hay trọng số. Phương pháp này đòi hỏi số A hoặc cấp A > 5.

Bước 2.2: Xác định số lượng cây giải tích. Mỗi cấp A chỉ chọn 1 cây giải tích ở D_{BQ}. Tổng số cây giải tích bằng số lượng cấp A. Thực chất của phương pháp này dựa trên giả định: Phân bố N/D trong mỗi cấp A có dạng phân bố tiệm cận chuẩn. Từ đó trữ lượng quần thụ = N×V; trong đó V = $0{,}00007854 \times D_{BQ}^2 \times H \times F$. Ưu điểm: Giảm số lượng cây giải tích và tiết kiệm tài nguyên. Nhược điểm: Khi phân bố N/D trong mỗi cấp A có dạng phân bố lệch chuẩn, thì ước lượng V của cây bình quân và M quần thụ bị sai lệch lớn.

Bước 4. Xác định tiêu chuẩn cây giải tích. Các cây giải tích phải phải thỏa mãn một số tiêu chuẩn cơ bản sau đây: (a) Sinh trưởng bình thường đến tốt; (b) Thân thẳng, tròn đều và không bị cụt ngọn; (c) Tán lá tròn đều.

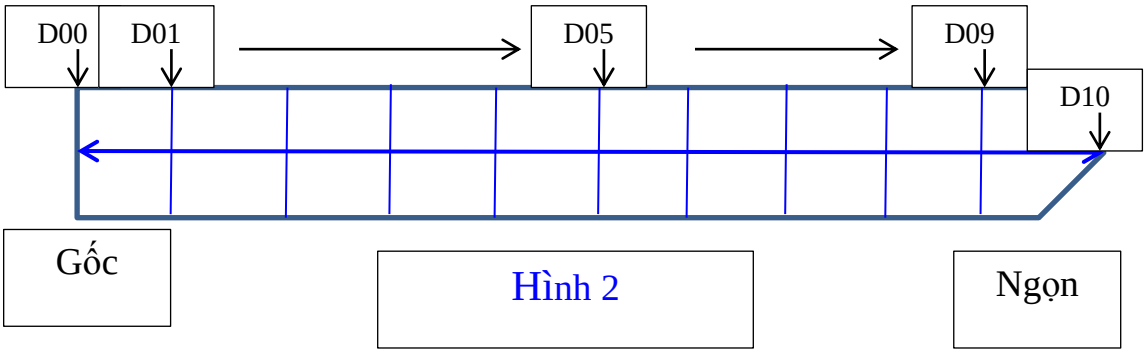
Bước 5. Giải tích thân cây mẫu. Bước 5.1: Chặt hạ cây mẫu. Từ những cây được chọn để giải tích, chặt hạ ở vị trí sát gốc (Cách mặt đất = 10-20cm tùy theo cây to hay nhỏ). Sau khi chặt hạ, các cây mẫu được phát dọn sạch các cành. Bước 5.2: Đo chiều dài toàn thân (H, m) từ gốc đến vút ngọn bằng thước dây (20, 25…50m) với độ chính xác 1,0cm (Hình 1). Bước 5.3: Đo D ngang ngực ở vị trí 1,3m kể từ mặt đất. Bước 5.3: Tổng hợp số liệu D và H của từng cây mẫu vào bảng Excel hay sổ tay (Bảng 1).



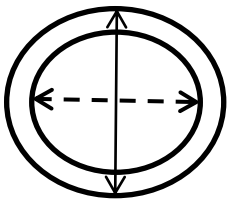
Hình 1

Bước 5.4: Giải tích thân cây mẫu. Trước hết phân chia chiều dài của thân cây mẫu đã chặt hạ thành 10 phân đoạn bằng nhau; mỗi phân đoạn = 1/10H (Hình 2). Ở Hình 2, kí hiệu D_{00} là D ở vị trí gốc (Vị trí cắt cây). Kí hiệu Doi = D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07, D08 và D09 là D ở vị trí 1/10H, 2/10H…9/10H, còn D10 là D ở đỉnh sinh trưởng và bằng 0cm. Ở mỗi đoạn, dùng bút màu xanh đánh dấu các vị trí Doi trên thân.

Bước 5.5: Đo đạc D ở các phân đoạn. Trước hết cắt thân tại vị trí 1,3m (Kí hiệu D). Sau đó đo D cả vỏ (D_{CV}, cm) và không vỏ (D_{OV}, cm) tại vị trí 1,3m kể từ mặt đất (Hình 3). Tiếp đến đo D_{CV} và D_{OV} tại các vị trí D00, D01, D02…D09 tương tự như D tại vị trí 1,3m kể từ mặt đất.



Hình 2



Hình 3. Mũi tên liền là D cả vỏ, còn mũi tên đứt đoạn là D không vỏ.

Tất cả các số đo đếm trên đây được ghi vào Bảng 1. Cách ghi số liệu vào Bảng 1 (Sổ tay và Bảng tính Excel) như sau:

Bảng 1. Số liệu các cây giải tích. Ví dụ cây 1 ở tuổi 10 được ghi như sau:

Cột 1	Cột 2	Cột 3	Cột 4	Cột 5	Cột 6	Cột 7
Tuổi (năm)	**D(cm)**	**H (m)**	**h/H**	**Dh (Ca vỏ)**	**Dh (0 vỏ)**	**D vỏ**
10	10	12	0.0	12.0	10.0	2.0
10	10	12	0.1	10.0	9.0	1.0
10	10	12	0.2	10.0	9	1.0
10	10	12	0.3	9.5	8.5	1.0
10	10	12	0.4	8.7	8	0.7
10	10	12	0.5	8.4	7.7	0.7
10	10	12	0.6	8.1	7.4	0.7
10	10	12	0.7	7.5	7	0.5
10	10	12	0.8	7.0	6.5	0.5
10	10	12	0.9	6.0	5.5	0.5
10	10	12	1.0	0.0	0	0.0
12	14	15	Từ cây 2-k cũng ghi tương tự như cây 1			

- ✓ Cột 1 là tuổi rừng (Theo lý lịch hoặc đếm vòng năm tại D1.3m).
- ✓ Cột 2: D (cm).
- ✓ Cột 3: H (m).
- ✓ Cột 4: Chiều cao tương đối (h/H).
- ✓ Cột 5: D cả vỏ tại (h/H) hay 1/10H.
- ✓ Cột 6: D không vỏ tại (h/H) hay 1/10H.
- ✓ Cột 7: D vỏ ($D_V = D_{CV} - D_{OV}$). Sau khi ghi D_{CV} và D_{OV}, lập công thức để bảng tính Excel tự động xác định D_V.
- ✓ Các cây khác cũng được ghi tương tự như cây 1.

Bước 6. Kiểm tra khả năng ứng dụng của các hàm độ thon và thể tích thân. Để đạt mục đích này, đối với mỗi cấp A, chặt hạ 3-5 cây thuộc ranh giới trên hoặc dưới của các cấp D từ nhỏ đến lớn. Các cây này cũng được giải tích

như ở Bước 5. Số liệu giải tích được ghi riêng vào sổ tay và chuyển vào Bảng Excel giống như Bảng 1.

Phần II. Xây dựng các hàm ước lượng độ thon thân cây gỗ

Bước 1. Xây dựng các hàm độ thon thân cả vỏ (Dh_{CV}, cm) và không vỏ (Dh_{OV}, cm). Để xây dựng các hàm độ thon thân, trước hết chọn các hàm độ thon dự tuyển. Số lượng hàm Dh dự tuyển càng nhiều càng tốt, tối thiểu 3÷5 hàm. Hình thái của các hàm Dh được giới thiệu ở Bảng 2. Sau đó xây dựng các hàm Dh; trong đó xác định hệ số xác định (R^2) và các thống kê sai lệch theo các Hàm 1-7. Hàm Dh thích hợp được chọn theo tiêu chuẩn SSE_{Min} hoặc $SEE_{Min.}$

$$R^2 = [1- \frac{\sum_{(i = 1, n)}(Dh_i - Dh_J)^2}{\sum_{(i = 1, n)}(Dh_i - Dh_{Bq})^2}]100 \quad (1)$$

$$SSR = \sum_{(i = 1, n)}(Dh_i - Dh_J)^2 \quad (2)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{SSR}{n-p}} \quad (3)$$

$$MAE = |(Dh_i - Dh_J)/n| \quad (4)$$

$$MAPE = \frac{MAE}{Dh_i}100 \quad (5)$$

$$ME = (Dh_i - Dh_J) \quad (6)$$

$$MPE = \frac{(Dh_i - Dh_J)}{Dh_i}100 \quad (7)$$

Bảng 2. MỘT SỐ HÀM ĐỘ THON THÂN CÂY GỖ

Những kí hiệu trong các hàm độ thon

TT	Viết tắt	Tên gọi	Định nghĩa
1	D_0(cm)	Đường kính gốc	Đường kính tại vị trí sát mặt đất
2	D(cm)	Đường kính ngang ngực	D từ gốc đến 1.3m kể từ gốc
3	Dh(cm)	Độ thon thân	D ở vị trí bất kì trên thân (h)
4	KD = (Dh/D)	Hệ số độ thon	Độ thon thân tương đối
5	H(m)	Chiều cao toàn thân	H từ gốc đến đỉnh sinh trưởng

6	h(m)	Chiều cao từng phân đoạn kể từ gốc	Chiều cao từ gốc đến vị trí h bất kì trên thân
7	KH = (h/H)	Hệ số chiều cao	Chiều cao tương đối: Tỉ lệ (h/H).
8	Y	Chiều cao tương đối	Y = (h/H)
9	X	Chiều cao tương đối	X = (H-h)/(H-1.3)
10	Xi		$Xi = (1 - Y^{1/2})/(1 - P^{1/2})$
11	Xj		$Xj = (1 - Y^{1/4})/(1 - 0.01^{1/4})$
12	Xk		$Xk = Q/(1 - P^{1/3})$
13	P		P = 1,3/H
14	Z		Z = h/1.3
	Q		$Q = (1 - Y^{1/3})$

Hình thái của các hàm độ thon

TT	Các hàm độ thon	Tác giả
1	$Dh = a_1(D^2H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6Y^3 + a7(D/H))}$	Them-Binh (2022a)
2	$Dh = a_1(D^2H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y^2 + a5Y^3 + a6Y^4 + a7(D/H))}$	Them-Binh (2022b)
3	$Dh = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6Y^3 + a7(D/H))}$	Them-Binh (2022c)
4	$Dh = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y^2 + a5Y^3 + a6Y^4 + a7(D/H))}$	Them-Binh (2022d)
5	$Dh = a_1(D^4H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y^2 + a5Y^3 + a6Y^4 + a7(D/H))}$	Them-Binh (2022e)
6	$Dh = a_1D^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6Y^3 + a7(D/H))}$	Thêm (2022)
7	$Dh = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6X + a7(D/H))}$	Them(2022-1)
8	$Dh = a_1(D^2H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6X + a7(D/H))}$	Them(2022-2)
9	$Dh = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6X + a7exp(D/H))}$	Them(2022-3)
10	$Dh = a_1(D^2H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6X + a7exp(D/H))}$	Them(2022-4)
11	$Dh = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6/exp(D/H) + a7exp(D/H))}$ $Dh = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6/exp(D/H) + a7*(D/H))}$	Them(2022-5a) Them(2022-5b)
12	$Dh = a_1(D^2H) + a_2(D^{a3}H^{a4})(a_5 - \sqrt{Y})^{(a6Y + a7Y^2 + a8Y^3 + a9(D/H))}$	Them(2022-6)
13	$Dh = a_1(D^2H)^{a2}(a_5 - \sqrt{Y})^{(a4Y + a5Y^2 + a6X + a7X^2 + a8(D/H))}$	Them(2022-7)

14	$KD = a_1(D^2H) + a_2(D^{a3}H^{a4})(a_5 - \sqrt{Y})^{(a6Y + a7Y^2 + a8Y^3 + a9(D/H))}$	Them(2022-8)
15	$Dh = a_1D^{a2}a_3{}^{D}Xi^{(a4Y^2 + a5Ln(Y + 0.001) + a6Y^1/2 + a7exp(Y) + a8(D/H)}$	Kozak (1988)
16	$Dh = a_1D^{a2}X_j{}^{(a3 + a4/exp(Z) + a5D^Xj + a6Xj^Z}$	Kozak (2001)
17	$Dh = a_1D^{a2}H^{a3}X_k{}^{(a4Y^4 + a5/exp(D/H) + a6Xj^0.1 + a7/D + a8H^Q + a9Xk}$	Kozak (2002)
18	$Dh = a_1D^{a2}(1 - \sqrt{Y})^{(a3Y + a4Y^2 + a5/Y + a6Y^3 + a7D + a8(D/H))}$ $Dh = a_1D^{a2}(1 - \sqrt{Y})^{(a3Y + a4Y^2 + a5/Y + a6Y^3 + a7D + a8(D/Y))}$	Muhairwe (1999)
19	$Dh = a_1D^{a2}(1 - Y)^{(a3Y^2 + a4/Y + a5)}$	Lee (2003)
20	$Dh^2 = a_1D^2XZ^{(2 - a2 + a3Y + a4Y^2))}$	Sharma-Zhang (2004)
21	$(Dh/D) = KD = a_1D^2XY^{(a2 + a3Y + a4Y^2)}$	Sharma-Parton (2009)
22	**$KD = (Dh/D_0) = b_0 + b_1Y + b_2Y^2 + \ldots + b_kY^k$** • Trường hợp 1: Xây dựng hàm KD chung cho các cấp D. Ưu điểm: (1) Chỉ phải xây dựng 1 hàm KD. (2) Số bước tính toán không nhiều. Nhược điểm: (1) Kết quả chỉ nhận được hình dạng thân ở các cấp D là như nhau. (2) Không chỉ rõ sự khác nhau về hình dạng thân ở các cấp tuổi (A, năm), cấp D và điều kiện môi trường...(3) Sai số (SSE_{Min}) rất lớn. • Trường hợp 2: Xây dựng hàm KD riêng rẽ theo từng cấp A, cấp D và điều kiện môi trường…Ưu điểm: (1) Cho biết hình dạng thân thay đổi theo các cấp cấp A, cấp D và điều kiện môi trường. (2) Sai số (SSE_{Min}) rất nhỏ. Nhược điểm: (1) Phải xây dựng rất nhiều hàm Dh cho các cấp tuổi, cấp D và điều kiện môi trường. (2) Số bước tính toán rất nhiều.	**Hệ số độ thon**

Bước 2. Xây dựng biểu độ thon thân cây gỗ. Trình tự xử lí số liệu như sau.

Bước 2.1. Xây dựng các hàm H = f(D). Hàm này được sử dụng để ước lượng H của các cấp D khác nhau. Hàm H = f(D) được xây dựng theo 2 phương pháp.

Phương pháp 1: Xây dựng Hàm H = f(D) theo từng cấp A. Theo phương pháp này, trước hết thống kê H theo các cấp D ở mỗi cấp A. Tiếp đến xây dựng hàm H = f(D) theo hàm Korf (Hàm 8), hàm Chapman-Richards (Hàm 9) và hàm Gompertz (Hàm 10); trong đó hàm thích hợp được chọn theo tiêu chuẩn SSE_{Min}. Ưu điểm: Sử dụng hàm H = f(D) để ước lượng H ở các cấp D với sai lệch nhỏ. Nhược điểm: Số lượng hàm H = f(D) cần được xây dựng là rất nhiều.

Phương pháp 2: Xây dựng hàm H = f(D) chung cho mỗi loại rừng. Theo phương pháp này, trước hết thống kê H theo các cấp D. Tiếp đến xây dựng hàm H = f(D) theo hàm Korf (Hàm 8), hàm Chapman-Richards (Hàm 9) và hàm Gompertz (Hàm 10); trong đó hàm thích hợp được chọn theo tiêu chuẩn SSE_{Min}. Ưu điểm: Giảm thiểu số lượng hàm H = f(D) cần được xây dựng. Nhược điểm: Sử dụng hàm H = f(D) để ước lượng H ở các cấp D với sai lệch lớn hơn so với phương pháp 1.

$$H_{Korf} = mexp(-bD^{-c}) \quad (8)$$

$$H_{Chapman} = m(1 - exp(-bD))^{c} \quad (9)$$

$$H_{Gompertz} = mexp(-bexp(-cD)) \quad (10)$$

Bước 2.2. Xác định Dh_{CV} và Dh_{OV} ở các cấp D đối với mỗi loại rừng trồng. Từ các hàm Dh_{CV} và Dh_{OV} thích hợp, ước lượng D_{CV} và Dh_{OV} ở các cấp D_{Min} đến cấp D_{Max}; trong đó mỗi cấp D = 2-4cm tùy theo loại rừng, cấp D_{Min} = 6cm, cấp D_{Max} tùy theo chuỗi phân bố N/D của các loại rừng trồng. Chiều cao ở các cấp D được xác định theo hàm H = f(D). Bảng 3 giới thiệu cấu trúc của biểu độ thon thân.

Bước 2.3. Xác định đường kính vỏ (D_{Vo}, cm). $D_{Vo} = D_{CV} - D_{OV}$.

Bảng 3. Biểu độ thon thân cả vỏ ở các cấp D của rừng trồng Keo lai

D(cm)	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
H(m)	**8.1**	**10.5**	**13.0**	**15.5**	**17.8**	**19.9**	**21.8**	**23.4**	**24.9**	**26.1**	**27.1**	**28.0**	**28.7**
(h/H)													
0,0	7,6	10,0	12,3	14,6	16,8	19,1	21,4	23,8	26,3	29,0	24,5	35,1	38,6
0,1	6,2	8,1	9,9	11,8	13,5	15,3	17,0	18,8	20,6	22,5	21,9	26,6	29,0
0,2	5,7	7,4	9,1	10,7	12,4	13,9	15,5	17,0	18,6	20,2	20,0	23,7	25,6
0,3	5,3	6,9	8,5	10,0	11,5	12,9	14,3	15,7	17,1	18,5	18,0	21,5	23,1
0,4	4,9	6,3	7,8	9,2	10,5	11,8	13,1	14,3	15,5	16,7	15,8	19,3	20,7
0,5	4,4	5,7	6,9	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6	13,7	14,7	13,2	16,9	18,0
0,6	3,7	4,8	5,9	7,0	8,0	8,9	9,8	10,7	11,5	12,3	10,3	14,0	14,9
0,7	3,0	3,9	4,8	5,6	6,4	7,1	7,8	8,5	9,1	9,7	7,5	10,9	11,6
0,8	2,3	2,9	3,6	4,2	4,8	5,3	5,8	6,2	6,7	7,1	4,9	7,8	8,2
0,9	1,6	2,0	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4	4,7	3,2	5,1	5,3
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Phần III. Xây dựng các hàm ước lượng thể tích thân cây gỗ

Bước 1. Xây dựng các hàm thể tích thân cây. Các bước xử lí số liệu như sau.

Bước 1.1. Xác định thể tích thân ở các cấp D. Các loại thể tích thân cần được xác định: (1) Thể tích thân cây đứng cả vỏ (V_{CV}); (2) Thể tích thân cây đứng không vỏ (V_{OV}); (3) Thể tích gỗ sản phẩm cả vỏ (V_{SPCV})' (4) Thể tích gỗ sản phẩm không vỏ (V_{SPOV}). Bốn đại lượng này được xác định theo công thức 11; trong đó V_j = thể tích cây j, V_{ij} = thể tích phân đoạn i của cây j, V_{nj} = thể tích đoạn ngọn của cây j. Đại lượng V_{ij} được xác định theo công thức hình nón cụt (Công thức 12); trong đó L = chiều dài của mỗi phân đoạn), D_1 (cm) = đường kính đầu nhỏ cả vỏ và không vỏ của mỗi phân đoạn, D_2 (cm) = đường kính đầu lớn cả vỏ và không vỏ của mỗi phân đoạn. Thể tích đoạn ngọn của từng cấp D (V_{nj}) được tính theo công thức hình nón (Công thức 13); trong đó $g_n = 0{,}00007854*D_n^2$ với D_n = đường kính đáy đoạn ngọn cả vỏ và không vỏ, L_n = chiều dài đoạn ngọn.

Bước 1.2. Xây dựng các hàm tổng V_{CV}, V_{OV}, V_{SPCV} và V_{SPOV}. Bốn hàm này có thể được xây dựng theo 2 hàm V_1 (Hàm 14) và V_2 (Hàm 15); trong đó D = đường kính ở vị trí 1,3 m kể từ mặt đất, H = chiều cao toàn thân, còn a, b, c, i và j là các tham số của các hàm.

Bước 1.3. Xây dựng các hàm ước lượng tổng thể tích lũy kế từ gốc đến chiều cao và Dh bất kì. Tổng thể tích từ gốc đến phân đoạn thứ i ở cấp D thứ j (Vij, m^3) có thể được xây dựng theo hai dạng hàm.

Dạng hàm 1: Khi biết D (cm), H(m) và (h/H), thì Vij được ước lượng theo Hàm 16. Hàm này được sử dụng để ước lượng Vij từ gốc đến chiều dài bất kì (h, m) trên thân cây.

Dạng hàm 2: Khi biết D, H và hệ số độ thon thân (KD = Dh/D), thì Vij được đề xuất ở dạng Hàm 17. Hàm này được sử dụng để ước lượng Vij từ gốc đến Dh bất kì.

Hai Hàm 16 và 17 cũng được sử dụng để: (1) Ước lượng tổng V_{CV} (m^3) và V_{OV} (m^3) đối với các cấp D khác nhau. (2) Xác định tổng thể tích gỗ sản phẩm cả vỏ và không vỏ (V_{SP}, m^3) ở các cấp D khác nhau.

Biến H ở Hàm 14-18 được ước lượng theo Hàm H = f(D).

$$V_J = V_{ij} + V_{nj} \quad (11)$$

$$V_{ij}\ (m^3) = (\pi L/(3*4*10000))(D_1^2 + D_2^2 + (D_1D_2)) \quad (12)$$

$$V_{nj} = (1/3)g_{nj}L_n \quad (13)$$

$$V_1 = aD^bH^c \quad (14)$$

$$V_2 = a + b(D^2H) + c(D^iH^j) \quad (15)$$

$$V_h = Vij = \exp(a1 + a2\times\ln(D\times H) + a3\times(h/H)^{-a4}) \quad (16)$$

$$V_{Dh} = Vij = \exp(c1 + c2\times\ln(D\times H) + c3\times(Dh/D)^{c4}) \quad (17)$$

$$D_{Vo} = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^J \quad (18)$$

$$J = (a4Y + a5Y^2 + a6/\exp(D/H) + a7(D/H))$$

$$F = m\exp(-bD) + k \quad (19)$$

Bước 1.4. Xác định thể tích vỏ (V_{Vo}, m^3) bằng $V_{CV} - V_{OV}$.

Bước 1.5. Xác định hình số thân cây (F). Giá trị F = tỉ lệ ($V_{CV}/V_{Viên\ trụ}$); trong đó đường kính hình viên trụ = D, còn chiều cao = H của cây gỗ. Hình số F được ước lượng theo Hàm 19.

Phần III. Xây dựng hàm sản lượng gỗ ở mức quần thụ

Bước 1. Xây dựng hàm ước lượng phân bố số cây N (cây/ha) theo các cấp D ở mỗi cấp A. Sau đó sử dụng hàm N = f(D) để ước lượng N theo các cấp D khác nhau trong cấp A. Số liệu này dùng để tính tổng thể tích theo từng cấp D.

Bước 2. Xây dựng hàm ước lượng phân bố số cây (N, cây/ha) theo các cấp A. Sau đó sử dụng hàm N = f(A) để ước lượng N theo các cấp A. Số liệu này dùng để tính tổng thể tích theo từng cấp A.

Bước 3. Xây dựng hàm ước lượng sản lượng gỗ (M, m^3/ha) ở mức quần thụ. Sản lượng gỗ của mỗi loại rừng trồng được phân chia thành sản lượng gỗ cây đứng cả vỏ (M_{CV}, m^3/ha), sản lượng gỗ cây đứng không vỏ vỏ (M_{OV}, m^3/ha), sản lượng gỗ sản phẩm cây đứng cả vỏ (M_{SPCV}, m^3/ha), sản lượng gỗ sản phẩm cây đứng không vỏ (M_{SPOV}, m^3/ha). Hàm M = f(A) có thể được xây dựng theo hàm Korf, hàm Chapman-Richards và hàm Gompertz. Sau đó sử dụng hàm M = f(A) để ước lượng và dự đoán M cho toàn bộ quần thụ và các cấp D khác nhau.

Bước 3.1. Xác định sản lượng gỗ (M, m^3/ha) theo các cấp D. Phương pháp: M = Ni×Vi; trong đó Ni = số cây ở cấp Di, còn Vi = thể tích bình quân ở cấp Di.

Bước 3.2. Xác định sản lượng gỗ (M, m^3/ha) theo các cấp A. Phương pháp 1: M_A = Tổng sản lượng gỗ theo các cấp D ở mỗi cấp A. Phương pháp 2: $M_A = N_A \times V_A$; trong đó N_A = số cây ở mỗi cấp A, còn V_A = thể tích cây bình quân ở mỗi cấp A. Phương pháp 3: Sử dụng hàm M = f(A) để ước lượng M ở các cấp A khác nhau.