HƯỚNG DẪN XÂY DỰNG CÁC HÀM ĐỘ THON VÀ SẢN LƯỢNG GỖ 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 bi để ghi chép; (9) Bút dầu màu đỏ và màu xanh để đánh dấu các vị trí Dh theo chiều dài thân; (10) Cặp nhựa để lưu số liệu; (11) 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 loại rừng trồng có tuổi từ giai đoạn bắt đầu tỉa thưa lần 1 đến tuổi cao nhất (Tuổi 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

Bước 1.1: Phân chia các loại rừng trồng thuần loài đồng tuổi 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: Thống kê 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 500-1.000m^2. Tiếp đến xác định các đặc trưng thống kê mô tả D và H của quần thụ ở những cấp A khác nhau. Sau đó lập bảng phân bố số cây (Ni, cây/ha) theo các cấp D (Phân bố N/D); trong đó cấp D = 2-4cm tùy theo A (năm) của các loại rừng trồng. Số cấp D = 6-12.

Bước 1.2: Xác định số lượng cây giải tích. Đối với mỗi cấp A, mỗi cấp D được chọn 3 cây giải tích; trong đó 1 cây ở giữa cấp, còn 2 cây ở ranh giới dưới và trên. Tổng số cây giải tích ở mỗi cấp A là N = 3*Số cấp D. Sau đó tổng hợp các cây giải tích trong Bảng Excel theo thứ tự từ cấp A thấp đến cấp A cao; trong đó sắp xếp kích thước cây tăng dần theo cấp D. 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 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 OTC với diện tính từ 500-1.000m^2. Tiếp đến xác định các đặc trưng thống kê mô tả D và H của quần thụ ở những cấp A khác nhau. Tiếp theo lập bảng phân bố N/D 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 tuổi (A, năm) hoặc cấp A > 5.

Bước 2.2: Xác định số lượng cây giải tích. Mỗi cấp A chỉ chọn 1 cây giải tích với D bằng D_{BQ} của quần thụ. Tổng số cây giải tích bằng số lượng cấp A. Thực chất của phương pháp này dựa trên cơ sở: Phân bố N/D trong mỗi cấp A có dạng phân bố tiệm cận chuẩn. Từ đó trữ lượng quần thụ tại A năm $M_A = N_A \times V_A$; trong đó N_A (cây/ha) = mật độ quần thụ tại A năm, V_A (m^3) = thể tích cây bình quân của quần thụ tại A năm ($V_A = 0{,}00007854 \times D_{BQA}^2 \times H_A \times F_A$). 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.

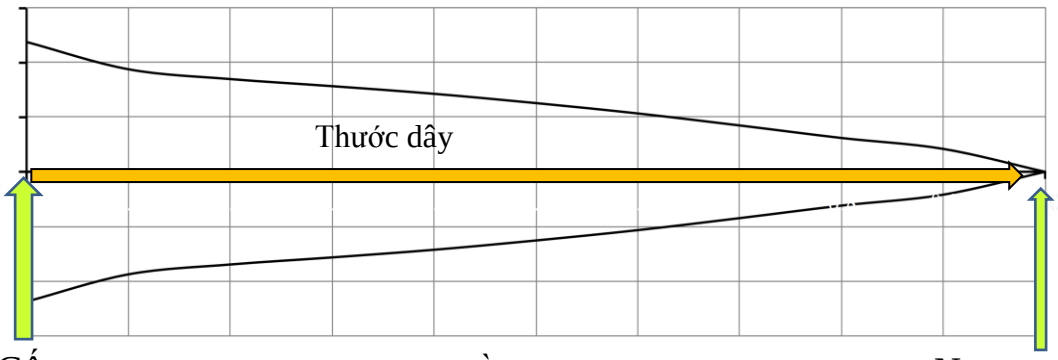
Bước 3. Xác định tiêu chuẩn cây giải tích. Các cây giải tích phải thỏa mãn một số tiêu chuẩn cơ bản sau đây: (a) Sinh trưởng bình thường đến tốt; (b) Thân thẳng, tròn đều và không bị cụt ngọn; (c) Tán lá tròn đều.

Bước 4. Giải tích thân cây mẫu. Bước 4.1: Chặt hạ cây mẫu. Từ những cây được chọn để giải tích, chặt hạ chúng tại vị trí sát gốc (Cách mặt đất =

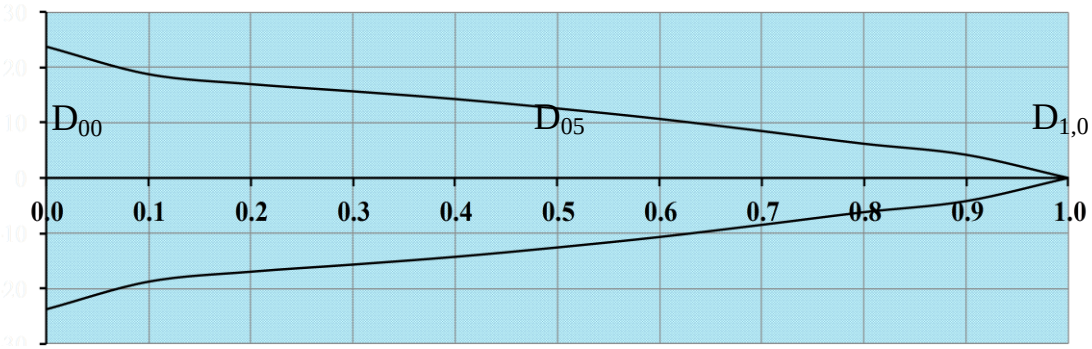
10-30cm tùy theo kích thước cây to hay nhỏ). Sau khi chặt hạ, các cây mẫu được phát dọn sạch các cành.

Bước 4.2: Đo chiều dài toàn thân (H, m) từ gốc đến đỉnh sinh trưởng (ngọn) bằng thước dây (20, 25…50m) với độ chính xác 1,0cm (Hình 1).

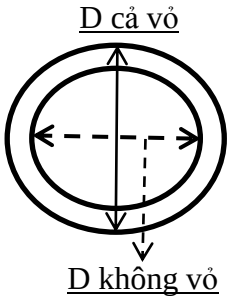
Bước 4.3: Giải tích thân cây mẫu. Trước hết đánh dấu D tại vị trí 1,3m kể từ mặt đất. Tiếp đến phân chia chiều dài toàn thân cây mẫu thành 10 phân đoạn bằng nhau; mỗi phân đoạn = 1/10H (Hình 2). Ở Hình 2, kí hiệu D_{00} là D ở vị trí gốc (Vị trí cắt cây); Doi = D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07, D08 và D09 là D ở vị trí 1/10H, 2/10H…9/10H; D10 = 0 là D ở đỉnh sinh trưởng. Đối với mỗi cây giải tích, đánh dấu các vị trí $D_{1.3}$ và Doi trên thân bằng bút dầu màu xanh. Tiếp theo cắt ngang thân tại các vị trí $D_{1.3}$ và Doi (D01, D02, D03, D04, D05, D06, D07, D08 và D09). Sau đó đo $D_{1,3}$ và Doi cả vỏ (Kí hiệu: Dh_{CV}, cm) và không vỏ (Kí hiệu: Dh_{OV}, cm) bằng thước dây với độ chính xác 0,1cm (Hình 3).



Hình 1. Đo chiều dài cây giải tích.



Hình 2. Phân chia thân cây giải tích thành 10 phân đoạn bằng nhau.



Hình 3. Đo D cả vỏ và D không vỏ tại các vị trí khác nhau trên thân.

Bước 4.4: Tổng hợp D, H, (h/H), Dh_{CV} và Dh_{OV} của các cây mẫu vào sổ tay và bảng tính Excel (Bảng 1). Cách ghi số liệu vào Bảng 1 như sau:

Bảng 1. Số liệu các cây giải tích. Ví dụ cây gỗ ở tuổi 10.

Cột 1	Cột 2	Cột 3	Cột 4	Cột 5	Cột 6	Cột 7
A (năm)	D(cm)	H (m)	(h/H)	Dh_{CV} (cm)	Dh_{OV} (cm)	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: A (năm) = Tuổi rừng (Xác định theo lý lịch rừng hoặc đếm vòng năm tại D1.3m).
- ✓ Cột 2: D (cm) = D tại vị trí 1,3m kể từ mặt đất.
- ✓ Cột 3: H (m) = Chiều cao toàn thân cây.
- ✓ 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 ($D_V = D_{CV} - D_{OV}$).

Lưu ý: Về lí thuyết, thân cây giải tích có thể được phân chia thành nhiều phân đoạn với chiều dài bất kì. Khi phân chia thân cây giải tích thành nhiều phân đoạn, thì thể tích của mỗi phân đoạn (Vi, m^3) càng gần với V của hình viên trụ. Kết quả nhận được tổng V của thân cây gỗ với độ chính xác cao hơn. Vì thế, để so sánh độ chính xác của các phương pháp giải tích thân cây gỗ, chiều dài thân cây giải tích có thể được phân chia thành 3, 5, 10, 20…phân đoạn.

Bước 6. Kiểm tra khả năng ứng dụng của các hàm Dh và V thân. Để kiểm định khả năng ứng dụng của các hàm Dh, mỗi cấp A sử dụng 5-10 cây giải tích ở các D bất kí từ nhỏ đến lớn. Đây là những cây không tham gia vào việc xây dựng các hàm Dh. Những cây này cũng được giải tích thân và được ghi riêng vào Bảng Excel giống như Bảng 1. Tuy vậy, khi số lượng cây giải tích đủ lớn (≥ 30 cây mẫu), thì Bước 6 có thể được bỏ qua.

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

Bước 1. Chuẩn bị số liệu để xây dựng các hàm Dh. Tập số liệu đối với mỗi loại rừng trồng thuần loài đồng tuổi bao gồm tuổi (A, năm), D, H, Dh_{CV}, Dh_{OV} và chiều cao tương đối (h/H) của tất cả các cây giải tích. Tập số liệu này được ghi vào bảng tính Excel như ở Bảng 1.

Bước 2. Chọn các hàm Dh dự tuyển. Để xây dựng các hàm Dh_{CV} và Dh_{OV}, trước hết chọn các hàm Dh dự tuyển. Số lượng hàm Dh dự tuyển càng nhiều càng tốt, tối thiểu 3÷5 hàm. Bảng 2 giới thiệu hình thái của 22 hàm Dh khác nhau. 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. Mục đích của phân tích hồi quy là chọn hàm Dh với độ chính xác cao nhất. Theo mục đích này, 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 dự tuyển

2.1. 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
15	Q		$Q = (1 - Y^{1/3})$

2.2. 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	**$KD = (Dh/D_0) = b_0 + b_1Y + b_2Y^2 + \ldots + b_kY^k$**	**Hệ số độ thon**

	• Trường hợp 1: Xây dựng hàm KD chung cho các cấp A. Ưu điểm: (1) Chỉ phải xây dựng 1 hàm KD; (2) Gảm số bước xử lí; (3) Dễ áp dụng vào thực tế. Nhược điểm: (1) Phản ánh không rõ sự thay đổi hình dạng thân theo các cấp A khác nhau; (2) Sai số (SSE_{Min}) lớn. • Trường hợp 2: Xây dựng hàm KD riêng rẽ theo từng cấp A. Ưu điểm: (1) Phản ánh rõ sự thay đổi hình dạng thân theo các cấp A; (2) Sai số nhỏ (SSE_{Min}). Nhược điểm: (1) Phải xây dựng rất nhiều hàm KD ở các cấp A khác nhau; (2) Khó áp dụng vào thực tế.	

Bước 3. Xây dựng biểu độ thon thân cây gỗ. Trình tự xử lí số liệu như sau.

Bước 3.1. Xây dựng các hàm H = f(D). Sau đó sử dụng các hàm này để ước lượng H của các cấp D ở các A hay cấp A khác nhau. Hàm H = f(D) có thể được xây dựng theo 2 phương pháp.

Phương pháp 1: Xây dựng hàm H = f(D) để ước lượng và dự đoán H của từng cấp A đối với mỗi loại rừng trồng. Trước hết thống kê H theo các cấp D ở mỗi cấp A. Tiếp đến xây dựng hàm H = f(D). Hàm này có thể được xây dựng 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 ở mỗi cấp A với sai lệch nhỏ. Nhược điểm: Số lượng cấp A càng nhiều, thì chi phí thời gian để xây dựng các hàm H = f(D) cũng càng nhiều.

Phương pháp 2: Xây dựng hàm H = f(D) chung để ước lượng và dự đoán H đối với mỗi loại rừng trồng ở các A hay cấp A khác nhau. Trước hết thống kê H theo các cấp D đối với mỗi loại rừng trồng ở các A hay cấp A khác nhau. 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: Số lượng hàm H =

f(D) bằng số lượng rừng trồng thuần loài đồng tuổi. Nhược điểm: Sử dụng hàm H = f(D) để ước lượng H đối với từng cấp D với sai lệch lớn hơn so với phương pháp 1.

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

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

$$H_{Gompertz} = m\exp(-b\exp(-cD)) \quad (10)$$

Bước 3.2. 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 khoảng cách 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 (Hàng 2 của Bảng 3) được xác định theo hàm H = f(D). Bảng 3 giới thiệu cấu trúc của biểu độ thon thân đối với một loại rừng trồng thuần loài đồng tuổi.

Bước 3.3. Xác định đường kính vỏ ($D_{Vỏ}$, cm). $D_{Vỏ} = D_{CV} - D_{OV}$.

Bảng 3. Biểu độ thon thân cả vỏ theo các cấp D của rừng trồng A

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 thể tích thân cây gỗ

Các bước xử lí số liệu như sau.

Bước 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 V_{CV}, V_{OV}, V_{SPCV} và V_{SPOV} 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 12a); 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. Đại lượng V_{ij} cũng có thể tính theo công thức của Smalians (Công thức 12b).

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 2. Xây dựng các hàm tổng V_{CV}, V_{OV}, V_{SPCV} và V_{SPOV}. Bốn hàm này có thể được xây dựng theo các Hàm 14÷17; trong đó D = đường kính ở vị trí 1,3 m kể từ mặt đất, H = chiều cao toàn thân được ước lượng theo hàm H = f(D), còn a, b, c, i và j là các tham số của các hàm.

Bước 3. Xây dựng các hàm ước lượng tổng thể tích lũy kế từ gốc đến chiều cao (h, m) 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 2 dạng hàm.

Dạng hàm 1: Khi biết D (cm), H(m) và (h/H), thì Vij được ước lượng theo Hàm 18. 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 19. Hàm này được sử dụng để ước lượng Vij từ gốc đến Dh bất kì.

Khi thay h = H vào Hàm 18, xác định được tổng V_{CV} (m^3) và V_{OV} (m^3) đối với các cấp D khác nhau.

Khi thay Dh = D vào Hàm 19, xác định được tổng V_{CV} (m^3) và V_{OV} (m^3) đối với các cấp D khác nhau.

Biến H ở các Hàm 14-20 được ước lượng theo Hàm H = f(D).

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

$$V_{ij}\ (m^3) = (\pi \times L/(3\times 4\times 10.000))(D_1^2 + D_2^2 + (D_1\times D_2)) \quad (12a)$$

$$V_{ij}\ (m^3) = (0{,}0000218\times L)\times(D_1^2 + D_2^2 + (D_1\times D_2))$$

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

$$V_{nj}\ (m^3) = (1/3)\times g_{nj}\times L_n = 0{,}00002618\times(D^2\times L_n) \quad (13)$$

$$V\ (m^3) = a(D^2H) \quad (14)$$

$$V\ (m^3) = a(D^bH^c) \quad (15)$$

$$V\ (m^3) = a + b(D^2H) \quad (16)$$

$$V\ (m^3) = a + b(D^2H) + c(D^iH^j) \quad (17)$$

$$V_h\ (m^3) = Vij = \exp(a1 + a2\times\ln(D\times H) + a3\times(h/H)^{-a4}) \quad (18)$$

$$V_{Dh}\ (m^3) = Vij = \exp(b1 + b2\times\ln(D\times H) + b3\times(Dh/D)^{b4}) \quad (19)$$

$$D_{Vo} = a_1(D^3H)^{a2}(a_3 - \sqrt{Y})^J \quad (20)$$

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

$$F = m\exp(-bD) + k \quad (21)$$

Bước 4. Xác định thể tích vỏ ($V_{Vỏ}$, m^3): $V_{Vỏ} = V_{CV} - V_{OV}$.

Bước 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 21.

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

Bước 1. Xây dựng các hàm sản lượng gỗ ở mức cây gỗ (V, m^3/ha). Sau đó tổng hợp V theo các cấp D và các cấp A. Bước 1.1: Xây dựng các hàm phân bố N/D theo các cấp A. Bước 1.2: Sử dụng các hàm phân bố N/D để ước lượng số cây (Ni, cây/ha) ở các cấp D khác nhau trong mỗi cấp A. Bước 1.3: Xác định sản lượng gỗ theo các cấp D theo công thức M_i (m^3/ha) = Ni×Vi; trong đó Ni (cây/ha) = số cây ở cấp Di, còn Vi = thể tích bình quân ở cấp Di. Bước 1.4: Xác định sản lượng gỗ của quần thụ tại cấp A năm (M_A, m^3/ha). Giá trị M_A = Tổng M_i của các D.

Bước 2. Xây dựng các hàm 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). Để xây dựng các hàm sản lượng gỗ (M, m^3/ha) ở mức quần thụ, trước hết tập hợp M_{CV}, M_{OV}, M_{SPCV} và M_{SPOV} theo các cấp A. Tiếp đến xây dựng hàm M = f(A). Hàm này 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.