

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO**  
**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

**NGUYỄN THỊ THU HIỀN**

**NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH TĂNG  
TRƯỞNG ĐƯỜNG KÍNH RỪNG TỰ NHIÊN LÁ RỘNG  
THƯỜNG XANH MIỀN BẮC VIỆT NAM**

**Chuyên ngành: Lâm sinh**

**Mã số: 62.62.02.05**

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ LÂM NGHIỆP**

**THÁI NGUYÊN - 2015**

*Công trình được hoàn thành tại:*

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÁI NGUYÊN**

**Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS.TS. Trần Văn Con**

**2. PGS.TS. Trần Thị Thu Hà**

**Người phản biện 1:** .....

.....

**Người phản biện 2:** .....

.....

**Người phản biện 3:** .....

.....

**Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận án cấp Đại học**

**Họp tại: TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM - ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**

*Vào hồi      giờ      ngày      tháng      năm 2015*

**Có thể tìm hiểu luận án tại:**

**Thư viện Quốc gia**

**Trung tâm học liệu Đại học Thái Nguyên**

**Thư viện Trường Đại học Nông lâm Thái Nguyên**

## DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH CÓ LIÊN QUAN ĐẾN ĐỀ TÀI

- 1) **Nguyễn Thị Thu Hiền**, Trần Văn Con, Trần Thị Thu Hà (2014), “Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia Ba Bể - Bắc Kạn”, *Tạp chí NN & PTNT*, Số 6, tr. 187-191.
- 2) **Nguyễn Thị Thu Hiền**, Trần Văn Con, Trần Thị Thu Hà (2014), “Động thái cấu trúc rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại Vườn Quốc gia Ba Bể”, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, Số 3, tr. 3417-3423.
- 3) **Nguyễn Thị Thu Hiền**, Trần Thị Thu Hà (2014), “Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại VQG Vũ Quang – Hà Tĩnh”, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, Số 3, tr. 3408-3416.
- 4) **Nguyễn Thị Thu Hiền**, Trần Thị Thu Hà (2015), “Xây dựng mô hình quá trình chết, tái sinh bổ sung, chuyển cấp cho rừng tự nhiên ở Vườn Quốc gia Vũ Quang và đề xuất ứng dụng”, *Tạp chí NN & PTNT*, Số kỳ 3 + 4/Tháng 2, tr. 250-256.
- 5) **Nguyễn Thị Thu Hiền**, Trần Văn Con, Trần Thị Thu Hà (2015). “Nghiên cứu phân nhóm loài theo một số đặc trưng sinh trưởng phục vụ xây dựng mô hình tăng trưởng đường kính theo nhóm loài cho bốn khu rừng đặc dụng miền Bắc Việt Nam”, *Tạp chí Khoa học Lâm nghiệp*, Số 2, (Đang chờ in).

## MỞ ĐẦU

### 1. Đặt vấn đề

Rừng tự nhiên trên phạm vi toàn thế giới đang bị giảm sút một cách báo động cả về diện tích và chất lượng kéo theo nhiều hệ lụy về khung khoảng sinh thái. Vì vậy, quản lý rừng tự nhiên bền vững đã, đang và sẽ là chủ đề nóng được nhiều quốc gia, nhiều tổ chức và toàn nhân loại quan tâm. Để quản lý rừng tự nhiên bền vững, chúng ta cần có hiểu biết về 3 vấn đề cơ bản sau: (i) tăng trưởng đường kính làm cơ sở xác định đường kính khai thác tối thiểu và luân kỳ khai thác; (ii) tăng trưởng trữ lượng rừng để xác định lượng khai thác cho phép hàng năm một cách bền vững; và (iii) động thái cấu trúc lâm phần để dự báo cấu trúc rừng trong tương lai.

Rừng tự nhiên ở Việt Nam đã được quản lý trong nhiều thập niên trở lại đây nhưng những hiểu biết về cấu trúc và quá trình động thái của rừng vẫn còn rất tản mạn. Phần lớn các nghiên cứu về tăng trưởng và cấu trúc rừng đều dựa trên số liệu thu thập một lần từ ô tiêu chuẩn tạm thời và giải tích thân cây hay đẽo vát cây tiêu chuẩn do đó độ chính xác không cao.

Xuất phát từ những lý do trên chúng tôi tiến hành thực hiện đề tài “*Nghiên cứu cấu trúc và xây dựng mô hình tăng trưởng đường kính rừng tự nhiên lá rộng thường xanh một số khu rừng đặc dụng miền Bắc Việt Nam*”.

### 2. Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

Góp phần hoàn thiện phương pháp luận và xác định mô hình mô phỏng các quá trình động thái bao gồm quá trình tăng trưởng đường kính, quá trình chết và quá trình tái sinh bổ sung cho rừng tự nhiên lá rộng thường xanh ở một số khu rừng đặc dụng miền Bắc Việt Nam.

### 3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

#### 3.1. Ý nghĩa khoa học

Luận án góp phần bổ sung các phương pháp nghiên cứu tăng trưởng rừng và động thái cấu trúc bằng các ô tiêu chuẩn định vị là một trong những lĩnh vực khó và còn ít công trình nghiên cứu. Các

kết của luận án có giá trị tham khảo cho nghiên cứu và giảng dạy trong lĩnh vực sản lượng rừng.

### **3.2. Ý nghĩa thực tiễn**

Vận dụng kết quả nghiên cứu của đề tài vào dự đoán động thái cấu trúc và tăng trưởng rừng tự nhiên lá rộng thường xanh ở các điểm nghiên cứu nói riêng và ở Việt Nam nói chung.

Kết quả thu được sẽ là cơ sở thực tiễn cho việc đề xuất dự báo các nội dung tác động đến rừng tự nhiên trong quá trình quản lý kinh doanh nếu được áp ở những trạng thái rừng sản xuất có điều kiện tương tự.

### **4. Những đóng góp mới của luận án**

- Là công trình đầu tiên nghiên cứu về các quá trình: tăng trưởng, chết và tái sinh bổ sung của rừng tự nhiên một cách có hệ thống bằng hệ thống ô tiêu chuẩn định vị.

- Cung cấp các dữ liệu khoa học để dự đoán tăng trưởng và động thái cấu trúc của rừng làm cơ sở cho quản lý rừng bền vững.

### **5. Cấu trúc luận án**

Luận án dài 137 trang được cấu trúc ngoài phần mở đầu và kết luận thành 3 chương: tổng quan nghiên cứu; giới hạn, nội dung và phương pháp nghiên cứu, kết quả và thảo luận. Luận án có 24 bảng, 17 hình. Tham khảo 103 tài liệu tham khảo, trong đó 49 tài liệu tiếng Việt và còn lại là tiếng Anh.

## **CHƯƠNG 1**

### **TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU**

#### **1.1. Trên thế giới**

Trên cơ sở tham khảo 54 công trình bằng tiếng Anh, luận án đã tổng quan các kết quả nghiên cứu trên thế giới liên quan đến các vấn đề: (1) nghiên cứu cấu trúc rừng tự nhiên: cấu trúc tổ thành, cấu trúc phân bố N-D, tương quan H-D; (2) phân nhóm loài: có nhiều cách phân nhóm dựa vào các tiêu chí khác nhau để phục vụ mục tiêu nghiên cứu khác nhau. Tuy nhiên, việc sử dụng cách phân nhóm nào

thích hợp nhất cho nghiên cứu mô hình hóa qui luật tăng trưởng đường kính lâm phần rừng tự nhiên hỗn loài khác tuổi đã và đang được thử nghiệm là căn cứ vào một số đặc trưng sinh trưởng như lượng tăng trưởng đường kính bình quân ( $zd$ ), đường kính quan sát tối đa loài đạt được ( $D_{max}$ ) trong chu kỳ nghiên cứu; (3) mô hình sinh trưởng rừng tự nhiên: có rất nhiều công trình đã công bố về kết quả nghiên cứu mô hình hóa các quá trình sinh trưởng, chết và tái sinh bổ sung cho hệ sinh thái rừng, chủ yếu là cho rừng trồng thuần loài đều tuổi. Rừng tự nhiên cũng đã được đầu tư nghiên cứu nhưng kết quả còn nhiều hạn chế so với rừng trồng bởi tính phức tạp của đối tượng. Từ những nghiên cứu đã tổng quan cho thấy, ước lượng tỷ lệ chết, mô hình tái sinh bổ sung và tăng trưởng đường kính lâm phần có ý nghĩa vô cùng quan trọng cho việc dự đoán, dự báo và quyết định các phương án kỹ thuật lâm sinh tác động vào rừng hợp lý, góp phần vào việc phát triển bền vững hệ sinh thái rừng bền vững trong tương lai. Đây là những yếu tố quan trọng đối với động thái cấu trúc lâm phần, nó ảnh hưởng đáng kể đến sản lượng lâm phần.

## **1.2. Ở Việt Nam**

Đã tham khảo 49 tài liệu trong nước liên quan đến các vấn đề: (1) cấu trúc rừng tự nhiên: cấu trúc tổ thành, cấu trúc N-D, tương quan H-D; (2) phân nhóm loài; (3) mô hình sinh trưởng rừng tự nhiên

## **1.3. Thảo luận xác định vấn đề nghiên cứu**

Đã có rất nhiều các công trình nghiên cứu xây dựng các mô hình mô phỏng các quá trình động thái: tăng trưởng đường kính, chết và tái sinh bổ sung cho rừng tự nhiên; tuy nhiên ở Việt Nam các nghiên cứu này còn khá mới mẻ và chỉ mới được chú trọng trong vài năm gần đây. Các công trình nghiên cứu các quá trình tăng trưởng đường kính, quá trình chết và quá trình tái sinh bổ sung của rừng tự nhiên dựa trên số liệu theo dõi từ hệ thống ô tiêu chuẩn định vị ở Việt Nam cũng mới được bắt đầu. Trước những thực trạng này, để có được những cơ sở khoa học về quá trình động thái của hệ sinh thái rừng tự

nhiên lá rộng thường xanh, luận án sẽ nghiên cứu tại 4 khu rừng đặc dụng miền Bắc Việt Nam, tập trung vào các vấn đề sau:

- Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên tại 4 khu rừng đặc dụng, để nắm được và hiểu biết được bản chất các quá trình động thái ở mỗi khu rừng đặc dụng.

- Nghiên cứu các quá trình động thái: tăng trưởng đường kính, chết và tái sinh bổ sung để có cái nhìn tổng quát về động thái cấu trúc rừng. Sử dụng các hàm toán học để mô phỏng các quá trình đó trong lâm phần. Đây là cơ sở khoa học đáng tin cậy để dự đoán xu hướng phát triển của quần xã thực vật rừng cho loại rừng này trong tương lai trên phạm vi rộng. Đây cũng là cơ sở khoa học cho các nghiên cứu tiếp theo nghiên cứu về các biện pháp tác động thích hợp để quản lý rừng một cách hiệu quả và bền vững.

## **CHƯƠNG 2**

### **GIỚI HẠN, NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU**

#### **2.1. Đối tượng và giới hạn nghiên cứu**

##### **2.1.1. Đối tượng nghiên cứu**

Đối tượng nghiên cứu là tầng cây cao ( $D_{1,3} \geq 10\text{cm}$ ) rừng tự nhiên lá rộng thường xanh một số khu rừng đặc dụng miền Bắc Việt Nam.

##### **2.1.2. Phạm vi nghiên cứu**

- Về nội dung: Nghiên cứu về cấu trúc và xây dựng mô hình tăng trưởng đường kính lâm phần rừng tự nhiên khu vực nghiên cứu.

- Về không gian: Nghiên cứu ở 4 khu rừng đặc dụng bao gồm: VQG Vũ Quang, tỉnh Hà Tĩnh (06 OTCĐV); VQG Xuân Sơn, tỉnh Phú Thọ (03 OTCĐV); VQG Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn (06 OTCĐV); KBT Hang Kia - Pà Cò, tỉnh Hòa Bình (06 OTCĐV).

- Về thời gian: Nghiên cứu với chu kỳ 5 năm, từ năm 2007 - 2012 trên đối tượng nghiên cứu.

#### **2.2. Nội dung nghiên cứu**

(1) Nghiên cứu một số đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên lá rộng thường xanh khu vực nghiên cứu (cấu trúc tổ thành và đa dạng thực vật; phân bố N-D; tương quan H-D).

(2) Nghiên cứu phân nhóm loài theo đặc điểm sinh trưởng.

(3) Nghiên cứu xây dựng mô hình tăng trưởng, quá trình chết và tái sinh bổ sung ở rừng tự nhiên lá rộng thường xanh khu vực nghiên cứu.

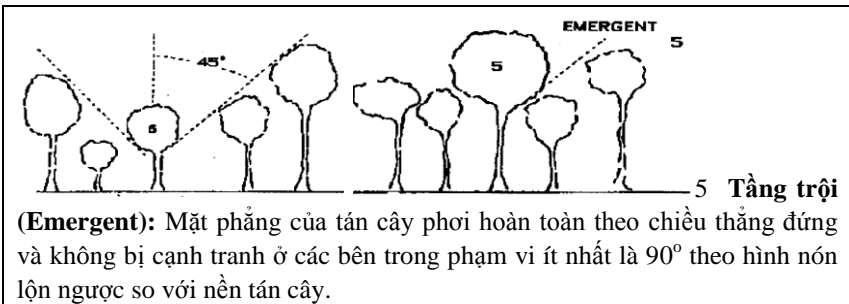
(4) Mô hình hóa động thái cấu trúc lâm phần rừng lá rộng thường xanh khu vực nghiên cứu.

## 2.3. Phương pháp nghiên cứu

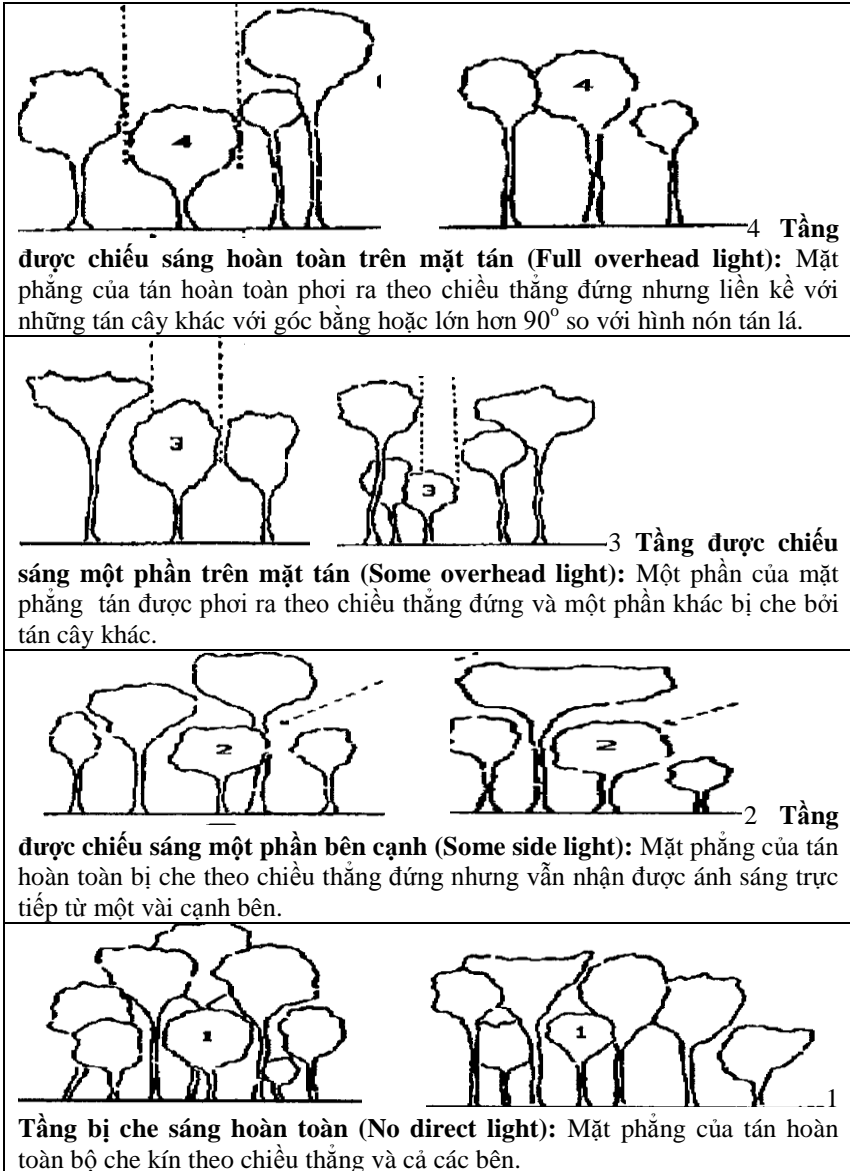
### 2.3.1. Khái quát phương pháp tiếp cận

### 2.3.2. Phương pháp thu thập số liệu

Số liệu nghiên cứu của luận án được thu thập từ hệ thống 21 ô tiêu chuẩn định vị được thiết lập từ năm 2007 trong khuôn khổ của đề tài “Nghiên cứu đặc điểm cấu trúc một số hệ sinh thái rừng tự nhiên chủ yếu ở Việt Nam do PGS.TS. Trần Văn Con, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam chủ trì. Luận án kế thừa toàn bộ số liệu đo đếm lần thứ nhất vào năm 2007 và trực tiếp tham gia thu thập số liệu lần thứ hai vào năm 2012 cùng với nhóm nghiên cứu. Phương pháp thiết lập ô tiêu chuẩn và đo đếm số liệu trong ô tiêu chuẩn được tuân thủ theo quy trình của đề tài (Trần Văn Con và cs., 2008). Đề tài chỉ sử dụng số liệu đo đếm tầng cây cao (với  $D_{1,3} \geq 10\text{cm}$ ) với các chỉ tiêu:  $D_{1,3}$ , H, Vị thế tán PC Trong đó, PC là vị thế tán được phân cấp theo hệ thống của Dawkins (1958) và lấy các giá trị từ 1-5 như ở Hình 2.7.







**Hình 2.7: Phân cấp vị thế tầng tán trong rừng tự nhiên của Dawkins (Theo Synnott, 1979)**

### 2.3.3. Phương pháp xử lý số liệu

#### 2.3.3.1. Phương pháp tính toán cấu trúc tổ thành loài thực vật, tính đa dạng, cấu trúc $N/D_{1,3}$ và tương quan $H/D_{1,3}$

- Xác định công thức tổ thành loài theo chỉ số IV%.
- Tính đa dạng loài theo: Hệ số hỗn loài:  $HL = S/N$ , chỉ số đa dạng Shannon-Wiener, chỉ số đa dạng Simpson, chỉ số Renyi.
- Mô phỏng qui luật phân bố  $N/D_{1,3}$  theo hàm phân bố khoảng cách, Mayer và Weibull.
- Xây dựng tương quan  $H/D_{1,3}$  bằng các hàm toán học Logarit, Compound, Power và S.

#### 2.3.3.2. Phương pháp phân nhóm loài

Phương pháp phân nhóm loài sử dụng trong đề tài dựa trên các chỉ tiêu: lượng tăng trưởng đường kính bình quân năm của loài (zd), đường kính quan sát tối đa loài đạt được ( $D_{max}$ ) và dạng sống. Phương pháp được tiến hành theo 3 bước: (i) bước phân tích nhóm (*Cluster analysis*) các loài có dung lượng quan sát  $\geq 50$  cá thể bằng chiến lược K-Means trên spss; (ii) bước phân tích biệt thức (*Discriminant analysis*) với những loài có  $n < 50$  nhưng  $\geq 30$  cá thể để gán vào các nhóm đã tạo ra ở bước 1; (iii) bước gán nhóm chủ quan với những loài dung lượng quan sát nhỏ hơn 30 cá thể.

Do các loài được thu thập từ bốn địa điểm nghiên cứu khác nhau, chúng tôi đã tiến hành kiểm tra sự sai khác zd trước khi gộp chung loài giữa 4 vùng nghiên cứu với nhau. Kết quả kiểm tra cho thấy, không có sự sai khác zd loài cây ở 4 vùng nên có thể gộp chung các loài giữa các vùng nghiên cứu để tiến hành phân nhóm loài. Việc kiểm tra sự sai khác zd loài cây được thực hiện như sau:

- Trường hợp loài cây được phân bố ở 3 hoặc 4 vùng nghiên cứu, tiến hành phân tích phương sai một nhân tố theo đường lệnh: *Analyze/Compare Means/One - Way Anova/Ok*.
- Trường hợp loài cây phân bố ở 2 vùng nghiên cứu thì kiểm tra sự sai khác zd bằng T-test theo đường lệnh: *Analyze/Compare Means/Indepent - Sameples T Test/Ok*.

### 2.3.3.3. Phương pháp mô hình hóa tăng trưởng đường kính

Sử dụng số liệu tăng trưởng thực nghiệm bình quân của tất cả các loài trong các OTCĐV (trong chu kỳ nghiên cứu 5 năm) theo cỡ kính để xây dựng mô hình dự đoán tăng trưởng đường kính theo từng dạng phương trình. Đã thử nghiệm các dạng phương trình:

$$\text{- Bậc 2: } zD = a + b \cdot D + c \cdot D^2 \quad (2.16)$$

$$\text{- Hàm mũ: } zG = a \cdot (G)^b \cdot \exp(c \cdot G) \quad (2.17)$$

- Hàm Beta đã điều chỉnh:

$$zD = a \cdot (D_{\max} - D)^b \cdot D^c \quad (2.18)$$

$$zD = a \cdot (D_{\max} - D)^b \cdot D^c \cdot (PC)^d \quad (2.19)$$

Trong đó:  $zD$  là tăng trưởng đường kính bình quân,  $D$  là đường kính ngang ngực,  $G$  là tiết diện ngang lâm phần,  $D_{\max}$  là đường kính tối đa đạt được của loài và  $PC$  là vị thế tán.

Ở dạng phương trình (2.18) và (2.19) với hệ số  $b = 1$ . Khi  $b = 1$  các hàm này sẽ được chuyển đổi bằng cách chia cả hai vế cho  $(D_{\max} - D)$  và lấy Log hóa, đưa phương trình về dạng hồi quy hai và ba tham số như sau:

$$\ln(zD / (D_{\max} - D)) = a + c \cdot \ln(D) \quad (2.18')$$

$$\ln(zD / (D_{\max} - D)) = a + c \cdot \ln(D) + d \cdot PC \quad (2.19')$$

Hai phương trình (2.18') và (2.19') có thể viết lại dưới dạng:

$$Y = a + c \cdot X \quad (2.18'')$$

$$Y = a + c \cdot X_1 + d \cdot Z \quad (2.19'')$$

Trong đó  $Y = \ln(zD / (D_{\max} - D))$ ;  $X = \ln(D)$  và  $Z = PC$ .

Dùng dãy số liệu thực nghiệm để xác định hệ số  $a$  và  $c$  ở phương trình (2.18'') và hệ số  $a$ ,  $c$  và  $d$  ở phương trình (2.19'') bằng phương pháp phân tích hồi quy.

### 2.3.3.4. Phương pháp mô hình hóa tỷ lệ chết

Tỷ lệ chết là một hàm của kích thước cây và mật độ rừng theo công thức tổng quát:

$$M_p = f(N, D) \text{ hoặc } M_p = f(G) \quad (2.20)$$

Trong đó:  $M_p$  là tỷ lệ chết,  $N$  số cây,  $D$  là đường kính và  $G$  là tổng tiết diện ngang của lâm phần.

$$\text{Tỷ lệ chết: } M_p = (M/N_o) \times 100 \quad (2.21)$$

$$\text{Hệ số chết: } M_r = (\ln N_o - \ln N_s)/t \quad (2.22)$$

Trong đó: -  $M_p$ ,  $M_r$  lần lượt là tỷ lệ chết và hệ số chết.  $N_o$ ,  $N_t$  lần lượt là số cây ở thời điểm 0 và  $t$ .  $N_s$ ,  $M$  lần lượt là số cây sống và chết ở thời điểm  $t$ .

Số liệu cây chết có thể được phân tích bằng phân tích hồi qui theo phương pháp tương tự như đã áp dụng với mô hình tăng trưởng đường kính đã trình bày ở trên. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã lựa chọn các hàm sau đây để mô phỏng tỷ lệ chết với đường kính: Logarit, Power, Compound, S.

#### 2.3.3.5. Phương pháp mô hình hóa tỷ lệ chuyển cấp

Về mặt toán học, quá trình chuyển cấp kính của các cây trong lâm phần có thể diễn đạt như sau:

$$N_{k,t+1} = N_{k,t} + I_k - O_k - M_k - H_k \quad (2.27)$$

Trong đó: -  $N_{k,t+1}$  là số cây trong cỡ kính  $k$  ở thời điểm  $t+1$ ;

-  $N_{k,t}$  là số cây của cỡ kính  $k$  tại thời điểm  $t$ ;

-  $I_k$  là số cây chuyển vào cỡ kính  $k$  trong thời gian giữa 2 lần đo;

-  $O_k$  là số cây chuyển ra khỏi cỡ kính  $k$  trong thời gian giữa 2 lần đo;

-  $M_k$  là số cây bị chết ở cỡ kính  $k$  trong thời gian giữa 2 lần đo;

-  $H_k$  là số cây bị khai thác trong cỡ kính  $k$  trong thời gian giữa 2 lần đo.

Số liệu chuyển vào, chuyển ra và chết về nguyên tắc là có thể thu thập được từ hệ thống ô định vị theo định kỳ đo đếm 5 năm rõ ràng nhận thấy rằng số cây chuyển vào cỡ kính  $k$  đúng bằng số cây chuyển ra khỏi cỡ kính  $k-1$ . Số cây chuyển vào cỡ kính nhỏ nhất được gọi “chuyển từ ngoài vào” và ký hiệu là  $R$  (tái sinh bổ sung vào tầng cây cao). Như vậy, phương trình (2.27) có thể viết thành:

$$N_{k,t+1} = N_{k,t} + R_k + O_{k-1} - O_k - M_k - H_k$$

Số cây chuyển ra khỏi cỡ kính k được tính như sau:

$$O_k = N_{k,t} + R_k - M_k - H_k - N_{k,t+1} \quad (2.28)$$

Trong nhiều trường hợp, việc xác định số cây chuyển ra khỏi một cỡ kính ( $O_k$ ) gặp nhiều khó khăn do các nguyên nhân sau:

- Không phải tất cả cỡ kính đều tồn tại làm cho việc ước lượng số cây chuyển ra ở các cỡ kính đó là không thể.

- Số liệu có thể phân tán hoặc phân bố không đồng đều giữa các cỡ kính, đòi hỏi phải sử dụng các phương pháp điều chỉnh để nhận được kết quả phù hợp.

- Có thể chỉ có các số liệu về tăng trưởng đã xử lý hay đã công bố về.

- Dữ liệu có thể được thu thập từ các cây mẫu mà không nằm trong ô định vị được đo đếm toàn diện lâm phần.

Trong trường hợp đó chúng ta phải dự đoán ( $O_k$ ) thông qua tăng trưởng đường kính trong các cỡ kính khác nhau.

$$O_k = t \cdot zd/w \quad (2.29)$$

Trong đó:  $zd$  là tăng trưởng đường kính của cỡ  $k$ ;  $w$  là khoảng cách cỡ kính;  $t$  là số năm của chu kỳ nghiên cứu.

## CHƯƠNG 3

### KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

#### 3.1. Đặc điểm cấu trúc rừng lá rộng thường xanh khu vực nghiên cứu

##### 3.1.1. Đặc điểm cấu trúc tổ thành và tính đa dạng loài thực vật

###### 3.1.1.1. Đặc điểm cấu trúc tổ thành loài thực vật

Kết quả cho thấy, tại 4 khu rừng đặc dụng khu vực nghiên cứu có mức độ ưu thế của tổ hợp loài ưu thế khác nhau rất lớn:

- Lâm phần ở khu vực VQG Ba Bể và KBT Hang Kia - Pà Cò có các loài ưu thế thể hiện rõ rệt hơn hẳn (thể hiện qua IV%) so với lâm phần ở VQG Xuân Sơn và VQG Vũ Quang.

- Lâm phần ở VQG Vũ Quang, VQG Ba Bể có tổ hợp loài ưu thế phong phú hơn so với 2 khu vực VQG Xuân Sơn, KBT Hang Kia - Pà Cò, và đạt lần lượt là 18, 16 loài ưu thế.

### *3.1.1.2. Tính đa dạng loài thực vật*

Trong phạm vi nghiên cứu, kết quả sử dụng hệ số hỗn loài và chỉ số đa dạng Simpson, Shannon-Wiener, Rényi để đánh giá tính đa dạng loài cho thấy: ở chu kỳ nghiên cứu thì lâm phần khu vực VQG Vũ Quang có sự phong phú về loài và độ đồng đẳng cao nhất, đứng thứ hai là ở VQG Xuân Sơn, tiếp đó là ở KBT Hang Kia - Pà Cò và thấp nhất ở VQG Ba Bể (Hình 3.1).

### *3.1.2. Quy luật phân bố số cây theo cỡ kính (N/D)*

Kết quả cho thấy: Khi sử dụng hàm Khoảng cách nắn phân bố N/D, trong 21 OTCĐV có tới 15 ô có giá trị  $\chi^2$  nhỏ hơn  $\chi^2_{05}$  tra bảng, chiếm 71,43%. Trong trường hợp sử dụng hàm Weibull nắn phân bố N/D thì cho kết quả 17/21 ô tiêu chuẩn có giá trị  $\chi^2$  nhỏ hơn  $\chi^2_{05}$  tra bảng, chiếm 80,95%. Kết quả này có thể khẳng định phân bố Weibull là phân bố lý thuyết phù hợp nhất dùng để mô tả phân bố số cây theo đường kính của lâm phần thuộc khu vực nghiên cứu. Tham số  $\alpha$  tính toán được dao động trong khoảng từ 0,85 - 1,26, do vậy đường cong phân bố N/D lâm phần có dạng giảm.

### *3.1.3 Quy luật tương quan giữa chiều cao và đường kính (H/D)*

Với kết quả kế thừa lựa chọn một số dạng hàm toán học để thử nghiệm cho mỗi tương quan H/D trong đề tài, tác giả đã xác định được phương trình hàm Logarit ( $Y = a + b \cdot \ln X$ ) là phương trình tổng quát mô phỏng tốt nhất cho tương quan H/D của đối tượng nghiên cứu với hệ số xác định  $R^2$  cao nhất, sai tiêu chuẩn hồi quy (SE) nhỏ và các tham số đều tồn tại trong tổng thể  $\text{Sig.f} < 0,05$ . Kết quả thử nghiệm phương trình tương quan H/D tại Bảng 3.6 - 3.9 cũng đã xác định được phương trình chung (Total) cho các OTCĐV ở mỗi khu vực nghiên cứu như sau:

$$\text{- VQG Ba Bể: } H_{vn} = -12,009 + 9,067 \cdot \ln D_{1,3} \quad (3.7)$$

$$\text{- VQG Vũ Quang: } H_{vn} = -12,595 + 8,701 \cdot \ln D_{1,3} \quad (3.14)$$

$$- \text{VQG Xuân Sơn: } H_{vn} = -16,957 + 10,967 * \ln D_{1,3} \quad (3.18)$$

$$- \text{KBT Hang Kia - Pà Cò: } H_{vn} = -11,194 + 8,763 * \ln D_{1,3} \quad (3.25)$$

### 3.2. Phân nhóm loài theo một số đặc trưng sinh trưởng

Dữ liệu sử dụng để phân nhóm loài được thu thập từ hệ thống 21 OTCVĐV (21 ha) với hai lần đo: năm 2007 và 2012. Tổng số có 10.224 cây ( $D_{1,3} \geq 10$  cm) của 442 loài được ghi nhận, trong đó có 2382 cây thuộc 260 loài bị chết và 1147 cây thuộc 238 loài tái sinh bổ sung trong thời gian 5 năm; 6695 cây thuộc 373 loài được đo 2 lần và có thể tính được tăng trưởng đường kính, trong đó chỉ có 50 loài có  $n \geq 30$  cây và 323 loài có  $n < 30$  cây; trong số 323 loài này có 40 loài chưa xác định được tên (191 cây sp), những loài này sẽ không được sử dụng trong phân nhóm loài. Tổng số loài cây đủ số liệu 2 lần đo sử dụng phân nhóm loài được tổng hợp ở Bảng 3.10.

**Bảng 3.10: Bảng thống kê nguồn số liệu dùng để phân nhóm loài**

TT	Nhóm	Tổng loài	Dung lượng mẫu (cây)	Tỉ lệ loài (%)	Tỉ lệ cây (%)	Ghi chú
1	Dung lượng $\geq 50$	25	3.576	15,02	69,28	Dùng phân nhóm ở bước cluster analysis
2	$30 \leq$ Dung lượng $< 50$	25	930			Dùng phân nhóm ở bước discriminant analysis
3	Dung lượng $< 30$	283	1998	84,98	30,72	Dùng ở bước gán nhóm chủ quan
<b>Tổng số</b>		<b>333</b>	<b>6504</b>			

Kết quả phân nhóm 25 loài có  $n \geq 50$  theo chiến lược K-Means trên spss với hai chỉ tiêu: đường kính lớn nhất loài đạt được ( $D_{max}$ ) và tăng trưởng đường kính bình quân năm của loài ( $zd$ ) theo đường lệnh: *Analyze/Classify/K-Means Cluster/Ok*. Kết quả đã tạo ra được 7 nhóm loài thể hiện tại sơ đồ phân nhóm ở Hình 3.4 và Bảng 3.11.

**Bảng 3.11: Kết quả phân nhóm loài theo chiến lược K-Means với chỉ tiêu  $D_{\max}$  và zd cho 25 loài có dung lượng quan sát  $\geq 50$**

Tên loài	Tên khoa học	Dung lượng mẫu (cây)	Zd (cm/năm)	$D_{\max}$ (cm)	Ghi chú
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<b>NHOM 1</b>					
Lông mang bạc	<i>Pterospermum argenteum</i>	51	0,33	60	<b>GOT</b>
Nhọc Law	<i>Polyalthia lawii</i>	58	0,30	64,4	<b>GOT</b>
Hu đay	<i>Trema orientalis</i>	116	0,53	59,2	GON
Ruổi	<i>Streblus saper</i>	133	0,25	58,0	GON
Cơm rượu bắc bộ	<i>Glycosmis cymosa</i>	285	0,24	59,2	GON
<b>NHOM 2</b>					
Thị rừng	<i>Diospyros sylvatica</i>	157	0,24	116,2	GOL
<b>NHOM 3</b>					
Máu chó thâu kính	<i>Knema lenta</i>	52	0,38	80	GOL
Lộc vùng	<i>Barringtonia acutangula</i>	53	0,30	76,4	<b>GOT</b>
Nang	<i>Alangium ridleyi</i>	76	0,30	86,1	GOL
Dê đỏ	<i>Lithocarpus ducampii</i>	82	0,33	80	GOL
Tấu trắng	<i>Vatica odorata</i>	94	0,32	80	GOL
Giền trắng	<i>Xylopia pierrei</i>	123	0,31	79	<b>GOT</b>
Trai	<i>Garcinia fagraeoides</i>	146	0,23	80	GOL
Ngát	<i>Gironniera subaequalis</i>	102	0,43	76,1	<b>GOT</b>
<b>NHOM 4</b>					
Dê ăn	<i>Castanopsis indica</i>	351	0,24	116,2	GOL
<b>NHOM 5</b>					
Chín tầng	<i>Diospyros pilosula</i>	61	0,30	55,0	GON
An phong nhiều trái	<i>Alphonsea philastreana</i>	299	0,22	54,3	GON
Ô rô	<i>Streblus ilicifolius</i>	548	0,25	55,8	GON
Nhọ nôi	<i>Diospyros apiculata</i>	74	0,37	55,1	GON
<b>NHOM 6</b>					
Cà lô	<i>Caryodaphnopsis tonkinensis</i>	70	0,34	100	GOL
Nghiễn	<i>Excentrodendron tonkinense</i>	176	0,28	105,4	GOL
Tấu mật	<i>Vatica odorata</i>	82	0,29	100	GOL
<b>NHOM 7</b>					
Vàng anh lá nhỏ	<i>Saraca indica</i>	97	0,26	92	<b>GOT</b>
Dê trắng	<i>Lithocarpus dealbatus</i>	181	0,32	93,6	GOL
Trâm trắng	<i>Syzygium wightianum</i>	108	0,29	95	<b>GOT</b>

*Ghi chú:* Cột (3) là tăng trưởng đường kính bình quân của loài; cột (4) là đường kính lớn nhất loài đạt được; cột (5) là ký hiệu dạng sống của loài: GOL, GOT, GON lần lượt là gỗ lớn, gỗ trung bình, gỗ nhỏ. Cột này được bỏ sung sau khi tổng hợp kết quả tính trên phần mềm spss.

Kết quả Bảng 3.11 cho thấy:

- Đường kính lớn nhất ( $D_{\max}$ ) của loài đạt được trong chu kỳ nghiên cứu ở mỗi nhóm loài tương đối đồng đều.

- Lượng tăng trưởng đường kính bình quân (zd) giữa các loài trong nhóm 6 và nhóm 7 có sự tương đồng nhau. Ở ba nhóm loài 1, 3 và 5 có sự biến động, cụ thể: giá trị zd biến động của nhóm loài 1 từ 0,24 - 0,53 cm/năm; ở nhóm loài 3 từ 0,23 - 0,43 cm/năm; nhóm loài 5 từ 0,22 - 0,37 cm/năm. Kết quả này sẽ được sắp xếp lại để đạt được cả



sự tương đồng về zd khi thực hiện bước phân tích biệt thức trong phân nhóm loài.

- Ở nhóm loài 2, 4 chỉ có một loài ở mỗi nhóm đó là Dẻ ấn và Thị rừng với dung lượng quan sát là 157 cây và 351 cây được quan sát.

Để kiểm tra thêm mức độ phù hợp của kết quả phân nhóm loài trên phần mềm spss theo chiến lược K-Means. Tác giả, đã tiến hành sử dụng các nguồn tài liệu: Cây rừng Việt Nam (Viện ĐTQHR, 2000), Tên cây rừng Việt Nam (Bộ NN&PTNT, 2009), Thực vật rừng (Lê Mộng Chân và Lê Thị Huyền, 2000) và kiến thức chuyên gia để kiểm định lại dạng sống tất cả các loài ở các nhóm đã phân (*cột 5, Bảng 3.11*). Kết quả cho thấy, ngoài biến động nhỏ về zd loài ở một số nhóm thì còn tồn tại sự biến động nhỏ về dạng sống của số ít loài trong từng nhóm loài.

Để giải quyết vấn đề còn tồn tại biến động về zd và dạng sống trong các nhóm loài ở Bảng 3.11 và để đơn giản hơn, chúng tôi tiến hành gộp các loài ở Bảng 3.11 dựa trên khung các nhóm loài ban đầu theo chỉ tiêu lượng tăng trưởng đường kính bình quân năm (tăng trưởng nhanh, trung bình, chậm) và dạng sống (gỗ lớn, gỗ trung bình, gỗ nhỏ). Từ đó xây dựng các nhóm loài theo các nhóm gỗ lớn, trung bình, nhỏ. Ở mỗi nhóm gỗ lớn, trung bình và gỗ nhỏ sẽ lại được phân chia ra các nhóm phụ là tăng trưởng nhanh, trung bình và chậm.

Với kết quả tính lượng tăng trưởng bình quân của loài trên 21 OTCĐV cho thấy, hầu như các loài chỉ đạt zd ở mức trung bình và chậm; đặc biệt đối tượng nghiên cứu của đề tài là các lâm phần rừng tự nhiên thuộc Vườn Quốc gia và Khu Bảo tồn - không có tác động biện pháp kỹ thuật lâm sinh thông qua tía thưa, điều chỉnh không gian dinh dưỡng. Điều này cũng đã được một số tác giả khẳng định khi nghiên cứu trên đối tượng rừng tự nhiên, như tác giả Trần Văn Con (2007), Đào Công Khanh (1996). Từ kết quả này chúng tôi có thể tạm phân chia thành 3 cấp tăng trưởng sau: (i) tăng trưởng chậm:  $zd \leq 0,3$  cm/năm; (ii) tăng trưởng trung bình:  $zd > 0,3 - 0,5$  cm/năm; (iii) tăng trưởng nhanh:  $zd > 0,5$  cm/năm. Đồng thời chúng tôi tiến hành sử dụng bước 2 (phân tích biệt thức) với 25 loài có  $50 > n \geq 30$  cây và bước 3 gán nhóm chủ quan 283 loài mẫu nhỏ ( $n < 30$ ). Kết quả cuối cùng phân nhóm loài theo 3 bước cho tổng thể 333 loài của khu vực nghiên cứu được ghi lại ở Bảng 3.13:

**Bảng 3.13: Tổng hợp kết quả phân nhóm loài cho lâm phần rừng tự nhiên thuộc khu vực nghiên cứu**

TT	Nhóm loài	Tổng loài	Dung lượng mẫu (cây)	zd (cm/năm)	D <sub>max</sub> (cm)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Gỗ nhỏ, tăng trưởng chậm	53	1738	0,06 ÷ 0,30	59,2
2	Gỗ nhỏ, tăng trưởng trung bình	26	366	0,31 ÷ 0,46	57,3
3	Gỗ nhỏ, tăng trưởng nhanh	8	140	0,51 ÷ 0,78	59,2
4	Gỗ trung bình, tăng trưởng chậm	73	912	0,06 ÷ 0,30	95
5	Gỗ trung bình, tăng trưởng trung bình	61	1019	0,31 ÷ 0,49	84,5
6	Gỗ trung bình, tăng trưởng nhanh	15	58	0,51 ÷ 1,21	70
7	Gỗ lớn, tăng trưởng chậm	44	917	0,06 ÷ 0,30	129
8	Gỗ lớn, tăng trưởng trung bình	44	1319	0,31 ÷ 0,49	154,4
9	Gỗ lớn, tăng trưởng nhanh	9	35	0,51 ÷ 0,96	100
<b>Tổng</b>		<b>333</b>	<b>6504</b>		

*Ghi chú:* Cột (5) là biến động lượng tăng trưởng đường kính bình quân năm ở mỗi nhóm loài; Cột (6) là đường kính tối đa loài đạt được ở mỗi nhóm.

Kết quả phân nhóm cuối cùng sau khi thực hiện bước gán chủ quan các loài dung lượng quan sát nhỏ đã bổ sung thêm 2 nhóm loài: nhóm gỗ lớn, tăng trưởng nhanh và nhóm gỗ trung bình, tăng trưởng nhanh so với kết quả phân nhóm ở bước phân nhóm Cluster analysis và Discriminant analysis.

Tóm lại, với 4504 cá thể thuộc 50 loài mẫu lớn (trong đó có 25 loài  $n \geq 50$  và 25 loài  $30 \leq n < 50$ ) và 1998 cá thể 283 loài mẫu nhỏ ( $n < 30$ ), chúng tôi đã tiến hành phân nhóm loài theo 3 bước (như trình bày ở Chương 2) và đã phân được 9 nhóm loài như tổng hợp ở Bảng 3.13.

### **3.3. Mô hình tăng trưởng đường kính, quá trình chết và quá tái sinh bổ sung lâm phần rừng tự nhiên khu vực nghiên cứu**

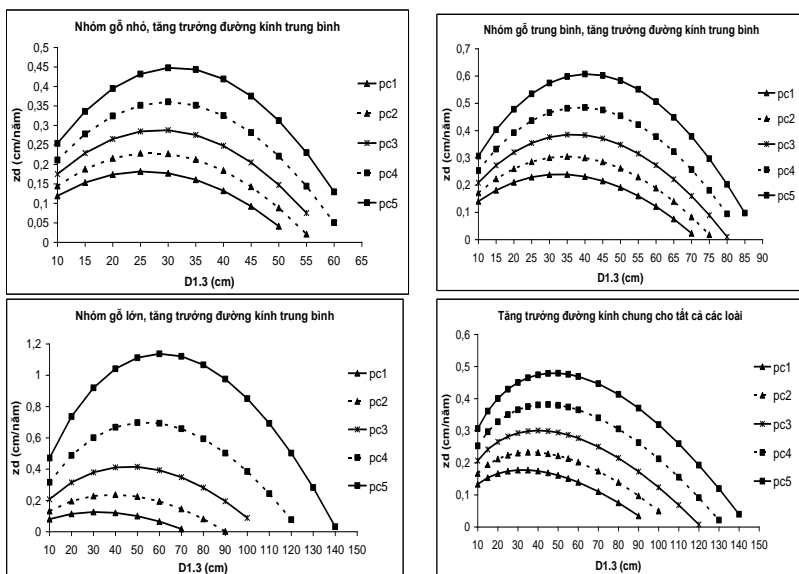
#### *3.3.1. Mô hình tăng trưởng đường kính lâm phần*

Để xây dựng được mô hình tăng trưởng đường kính lâm phần rừng tự nhiên của khu vực nghiên cứu, kế thừa kết quả lựa chọn các hàm của các tác giả đi trước như Alder (1995), Alemdag I. S (1978); Rai S. N (1979), West P. W (1980), Vanclay J. K (1989a), Trần Văn Con (2011). Kết quả kiểm nghiệm đã xác định được mô hình thích hợp nhất mô phỏng tăng trưởng đường kính cho tất cả các loài và từ nhóm

loài 1 đến nhóm loài 9 làm là:  $\ln(zd/(D_{\max} - D)) = a + b \cdot \ln(D) + c \cdot PC$  (2.19').

Trong đó: PC là vị thế tán;  $D_{\max}$  là đường kính tối đa loài đạt được.  $D_{\max}$  là một tham số phụ thuộc vào nhóm loài và vị thế tán. Chúng tôi đã sử dụng phương trình  $D_{\max} = k + m \cdot PC$  (3.27) để ước lượng  $D_{\max}$  theo vị thế tán cho từng nhóm loài.

Từ hàm (3.19') ta có  $zd = \exp(a) \cdot \exp(c \cdot PC) \cdot (D_{\max} - D) \cdot D^b$ . Thay thế  $D_{\max}$  bằng phương trình (3.27) ta có  $zd = \exp(a) \cdot \exp(c \cdot PC) \cdot ((k + m \cdot PC) - D) \cdot D^b$  (3.28). Sử dụng tham số a, b, c và  $D_{\max}$  (thông qua tham số k, m) đối với từng nhóm loài ta ước lượng tăng trưởng đường kính của các nhóm loài theo cỡ kính. Kết quả cho thấy, vị thế tán càng cao (ít bị cạnh tranh) thì tăng trưởng đường kính càng lớn cả 9 nhóm loài và tổng thể các loài. Hình 3.6 là ví dụ biểu diễn đồ thị hàm tăng trưởng đường kính theo nhóm loài và vị thế tán (PC) cho một số nhóm loài:



**Hình 3.6: Ví dụ biểu đồ tăng trưởng đường kính một số nhóm loài và tổng thể các loài theo phương trình  $zd = \exp(a) \cdot \exp(c \cdot PC) \cdot ((k + m \cdot PC) - D) \cdot D^b$  (3.28)**

Từ kết quả lựa chọn dạng phương trình  $\ln(zd/(D_{\max} - D)) = a + b \cdot \ln D + c \cdot PC$  (3.28), chúng tôi bổ sung thêm biến vùng nghiên cứu thông qua đó đã cải thiện được độ chính xác của phương trình. Hệ số xác định  $R^2$  cao hơn, sai tiêu chuẩn hồi quy (SE) cũng như tổng sai lệch bình phương giữa giá trị lý thuyết và giá trị thực tế (RSS) đều nhỏ hơn nhiều so với phương trình (2.19'). Và mô hình tăng trưởng đường kính chung cho tất cả các loài (Total) và từ nhóm loài 1 đến nhóm loài 9 được ghi lại tại phương trình (3.30) ÷ (3.39) dưới đây:

$$Zd_{\text{Total}} = \exp(-8,074) \cdot \exp(0,091 \cdot PC) \cdot [(85,95 + 11,8 \cdot PC) - D] \cdot D^{0,763} \cdot \exp(0,131)$$

$$Zd_1 = \exp(-8,818) \cdot \exp(0,24 \cdot PC) \cdot [(49,2 + 3,2 \cdot PC) - D] \cdot D^{0,879} \cdot \exp(0,229)$$

$$Zd_2 = \exp(-8,633) \cdot \exp(0,117 \cdot PC) \cdot [(50,4 + 3,2 \cdot PC) - D] \cdot D^{1,094} \cdot \exp(-0,164)$$

$$Zd_3 = \exp(-8,388) \cdot \exp(0,216 \cdot PC) \cdot [(18,9 + 7,5 \cdot PC) - D] \cdot D^{1,198} \cdot \exp(0,623)$$

$$Zd_4 = \exp(-8,391) \cdot \exp(-0,053 \cdot PC) \cdot [(47 + 11,6 \cdot PC) - D] \cdot D^{0,939} \cdot \exp(0,083)$$

$$Zd_5 = \exp(-8,092) \cdot \exp(0,164 \cdot PC) \cdot [(67,7 + 4,3 \cdot PC) - D] \cdot D^{0,795} \cdot \exp(-0,17)$$

$$Zd_6 = \exp(-8,224) \cdot \exp(0,053 \cdot PC) \cdot [(34,5 + 7,1 \cdot PC) - D] \cdot D^{1,615} \cdot \exp(-0,596)$$

$$Zd_7 = \exp(-7,145) \cdot \exp(-0,338 \cdot PC) \cdot [(37,8 + 19,4 \cdot PC) - D] \cdot D^{0,773} \cdot \exp(-0,272)$$

$$Zd_8 = \exp(-8,678) \cdot \exp(0,257 \cdot PC) \cdot [(56,2 + 17 \cdot PC) - D] \cdot D^{0,737} \cdot \exp(0,281)$$

$$Zd_9 = \exp(-5,363) \cdot \exp(-1,232 \cdot PC) \cdot [(11,8 + 8,4 \cdot PC) - D] \cdot D^{2,403} \cdot \exp(0,812)$$

Ngoài ra, từ phương trình tổng cho tất cả các loài tại 4 khu rừng đặc dụng thuộc vùng nghiên cứu ta cũng có thể xây dựng được riêng cho mỗi vùng. Các phương trình này khác nhau bởi biến vùng nghiên cứu Dummy (thể hiện ở giá trị  $d_1$  đến  $d_4$ ). 4 phương trình xây dựng được cho khu vực VQG Vũ Quang, KBT Hang Kia - Pà Cò, VQG Xuân Sơn và VQG Ba Bể lần lượt được ghi tại phương trình (3.40) ÷ (3.43):

$$Zd_{VQ} = \exp(-8,074) \cdot \exp(0,091 \cdot PC_{Vq}) \cdot [(85,95 + 11,8 \cdot PC_{Vq}) - D_{Vq}] \cdot D_{Vq}^{0,763}$$

$$Zd_{HK} = \exp(-8,074) \cdot \exp(0,091 \cdot PC_{Hk}) \cdot [(85,95 + 11,8 \cdot PC_{Hk}) - D_{Hk}] \cdot D_{Hk}^{0,763}$$

$$Zd_{XS} = \exp(-8,074) \cdot \exp(0,091 \cdot PC_{Xs}) \cdot [(85,95 + 11,8 \cdot PC_{Xs}) - D_{Xs}] \cdot D_{Xs}^{0,763}$$

$$Zd_{BB} = \exp(-8,074) \cdot \exp(0,091 \cdot PC_{Bb}) \cdot [(85,95 + 11,8 \cdot PC_{Bb}) - D_{Bb}] \cdot D_{Bb}^{0,763}$$

### 3.3.2. Mô hình quá trình chết

Kết quả kiểm tra mối liên hệ giữa 2 đại lượng số cây chết với cỡ đường kính lâm phần bằng tỷ tương quan đều cho thấy giữa 2 đại lượng có mối liên hệ bản chất với nhau.

Sử dụng các dạng hàm toán học Logarit, Compound, Power và S mô phỏng cho mô hình quá trình chết ta đạt được bảng kết quả 3.21:

**Bảng 3.21: Tổng hợp kết quả lựa chọn dạng hàm toán học mô phỏng mô hình chết ở khu vực nghiên cứu trong chu kỳ nghiên cứu**

Địa điểm	Dạng hàm	R <sup>2</sup>	SE	RSS	Sig.f	Siga	Sigb	a	b
KBT	Logarit	0,691	8,944	479,92	0,011	0,007	0,011	97,674	-26,93
	Compound	0,817	0,662	2,628	0,002	0,178*	0,000	69,784	0,90
Hang Kia - Pà Cò	Power	0,931	0,407	0,994	0,000	0,406*	0,000	63012,5	-3,01
	<b>S</b>	<b>0,973</b>	<b>0,255</b>	<b>0,391</b>	0,000	0,000	0,000	-1,746	70,434
VQG Xuân Sơn	Logarit	0,712	2,571	39,67	0,008	0,005	0,008	30,40	-8,15
	Compound	0,811	0,447	1,201	0,002	0,065*	0,000	16,89	0,932
	Power	0,922	0,287	0,494	0,000	0,252*	0,000	1516,04	-1,989
	<b>S</b>	<b>0,97</b>	<b>0,179</b>	<b>0,192</b>	0,000	0,000	0,000	-1,141	46,704
VQG Ba Bể	Logarit	0,837	2,47	36,62	0,001	0,001	0,001	41,836	-11,26
	Compound	0,853	0,467	1,306	0,001	0,074*	0,000	31,676	0,918
	Power	0,936	0,308	0,568	0,000	0,282*	0,000	6514,14	-2,376
	<b>S</b>	<b>0,939</b>	<b>0,301</b>	<b>0,545</b>	0,000	0,002	0,000	-1,277	54,479
VQG Vũ Quang	Logarit	0,724	5,476	179,95	0,007	0,005	0,007	65,313	-17,85
	Compound	0,843	0,542	1,76	0,001	0,112*	0,000	46,997	0,91
	Power	0,94	0,335	0,673	0,000	0,319*	0,000	19029,6	-2,668
	<b>S</b>	<b>0,965</b>	<b>0,255</b>	<b>0,392</b>	0,000	0,000	0,000	-1,469	61,897

*Ghi chú: RSS là tổng sai lệch bình phương giữa giá trị thực tế và giá trị lý thuyết; SE là sai tiêu chuẩn hồi quy.*

Kết quả Bảng 3.21 cho thấy, mặc dù 2 hàm Power và Compound đều có hệ số xác định R<sup>2</sup> cao, sai tiêu chuẩn hồi quy (SE) thấp, tổng sai lệch bình phương (RSS) nhỏ nhưng tham số a không tồn tại trong tổng thể (Siga > 0,05) vì thế không thể sử dụng 2 hàm này để mô phỏng quá trình chết cho đối tượng nghiên cứu; hàm S và Logarit đều có thể mô phỏng được mô hình quá trình chết ở rừng tự nhiên khu vực nghiên cứu, tuy nhiên hàm S là phù hợp nhất vì có hệ số xác định R<sup>2</sup> cao nhất và sai tiêu chuẩn hồi quy (SE) cũng như tổng sai lệch bình phương (RSS) bé nhất.

Mô hình quá trình chết của lâm phần tại các khu vực nghiên cứu có dạng hàm S như ở phương trình 3.44 – 3.47 dưới đây:

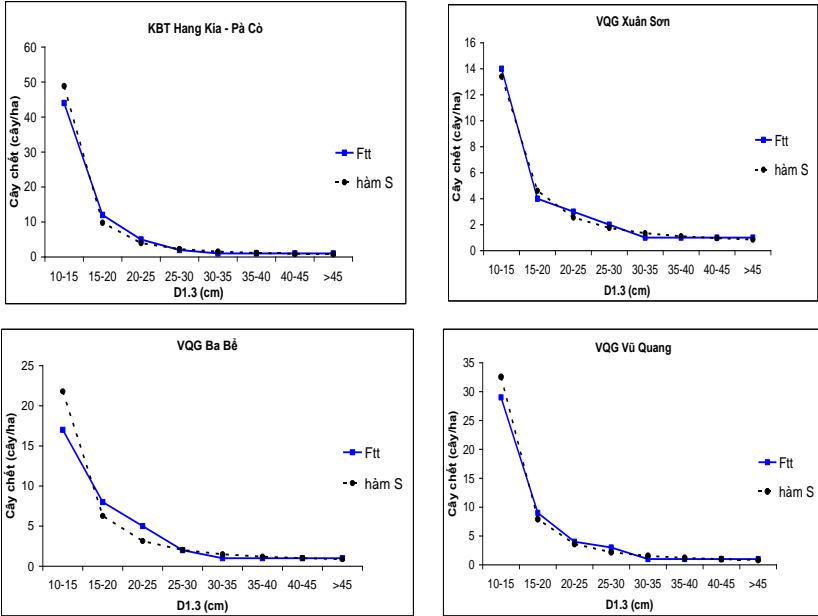
$$M_{hk} = \text{Exp}(-1,746 + 70,434/D) \quad (3.44)$$

$$M_{xs} = \text{Exp}(-1,141 + 46,704/D) \quad (3.45)$$

$$M_{bb} = \text{Exp}(-1,277 + 54,479/D) \quad (3.46)$$

$$M_{vq} = \text{Exp}(-1,469 + 61,897/D) \quad (3.47)$$

Từ phương trình (3.44) ÷ (3.47) xác định được đường cong mô hình quá trình chết cho khu vực nghiên cứu tại hình 3.7:



**Hình 3.7: Mô phỏng số cây chết theo cỡ đường kính lâm phần ở khu vực nghiên cứu trong chu kỳ nghiên cứu theo hàm S**

### 3.3.3. Mô hình tái sinh bổ sung

Kế thừa kết quả lựa chọn hàm tuyến tính của tiết diện ngang lâm phần ( $m^2/ha$ ) và số cây (cây/ha) mô phỏng quá trình tái sinh bổ sung của một số tác giả trên thế giới và Trần Văn Con (2011) để thử nghiệm xây dựng mô hình tái sinh bổ sung trên cơ sở số liệu quan sát của 21 OTCĐV, kết quả không xác định được mối tương quan này. Tuy nhiên, với thử nghiệm quan hệ giữa cây tái sinh bổ sung với tiết diện ngang lâm phần và mật độ lâm phần bằng một số hàm phi tuyến cho thấy giữa 2 đại lượng cây tái sinh bổ sung với mật độ lâm phần khu vực nghiên cứu trong chu kỳ nghiên cứu có mối tương quan.

**Bảng 3.22: Tổng hợp kết quả lựa chọn dạng hàm toán học mô phỏng mô hình tái sinh bổ sung chung cho khu rừng đặc dụng**

Hàm tương quan	R	R <sup>2</sup>	SE	RSS	Sig.f	Siga	Sigb	a	b
Logarit	0,572	0,328	13,358	3390,3	0,007	0,02	0,007	-174,9	34,788
<b>Compound</b>	<b>0,576</b>	<b>0,331</b>	<b>0,403</b>	<b>3,079</b>	0,006	0,012	0,000	10,858	1,002
Power	0,575	0,33	0,403	3,083	0,002	0,637*	0,006	0,054	1,056
S	0,568	0,323	0,405	3,117	0,007	0,000	0,007	4,488	-419,6

Như vậy hàm Power không phù hợp cho mô phỏng mối tương quan giữa số cây tái sinh bổ sung và mật độ lâm phần cho khu vực nghiên cứu, bởi vì có Siga > 0,05. Các hàm Logarit, Compound và hàm S đều thỏa mãn có các tiêu chuẩn tổng sai lệch bình phương (RSS) cũng như sai tiêu chuẩn hồi quy (SE) nhỏ, các tham số đều tồn tại trong tổng thể Sig.f < 0,05, hệ số tương quan ở mức tương đối chặt (tương ứng với hệ số xác định R<sup>2</sup> ở mức quan hệ vừa phải và R<sup>2</sup> = 0,323 - 0,331). Tuy nhiên, phương trình hàm Compound có giá trị RSS và SE nhỏ nhất, với R<sup>2</sup> cao nhất. Vì vậy Compound là phương trình phù hợp nhất:  $R_{TSBS} = 10,858 \cdot (1,002)^N$  (3.48).

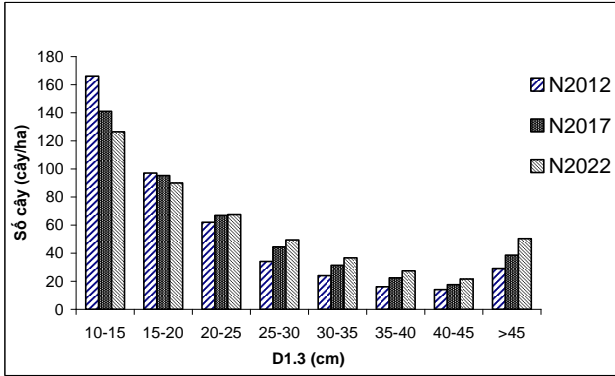
### 3.4. Mô hình động thái cấu trúc lâm phần rừng tự nhiên lá rộng thường xanh khu vực nghiên cứu

Các kết quả nghiên cứu trên đây được sử dụng để dự đoán động thái cấu trúc lâm phần của rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại khu rừng đặc dụng trong tương lai. Để trình bày chi tiết thuật toán, đề tài đưa ra ví dụ về việc ứng dụng mô hình đã xây dựng được cho 1 ha lâm phần rừng lá rộng thường xanh tại VQG Ba Bể.

Bằng các phương trình số 3.7, 3.43, 3.46 về tương quan H/D, tăng trưởng đường kính, mô hình quá trình chết ở lâm phần rừng tự nhiên VQG Ba Bể đã có, chúng tôi sử dụng để mô phỏng động thái cấu trúc lâm phần trong tương lai và rút ra một số phát hiện chính về sự thay đổi động thái cấu trúc từ 2012 - 2022 tại rừng tự nhiên ở VQG Ba Bể thông qua các hình 3.8, 3.9, 3.10:

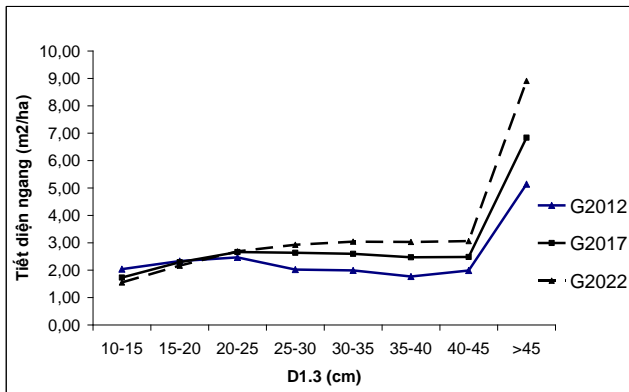
(+) Từ năm 2012 - 2022 ở cỡ đường kính 10 - 20 cm có phân bố số cây theo cỡ kính đều giảm, từ cỡ kính 20 - 25 cm trở đi thì mật độ tăng lên khi đường kính (D<sub>1,3</sub>) tăng. Nhìn chung, đường cong biểu diễn mật độ cây từ năm 2012 - 2022 với chu kỳ giãn cách 5 năm tăng tương đối đồng đều từ cỡ kính 25 - 30 cm đến 40 - 45 cm; cỡ kính

cuối cùng là tổng hợp của các cỡ kính lớn hơn 45 cm nên có mật độ cây nhiều hơn so với cỡ kính trước đó. (Hình 3.8).



**Hình 3.8: Biểu đồ mô phỏng dự đoán động thái cấu trúc N/D rừng lá rộng thường xanh thuộc VQG Ba Bể**

(+) Tương tự như phân bố số cây, tiết diện ngang từ cỡ kính 10 - 20 cm năm 2017 - 2022 đều giảm so với năm 2012; tiết diện ngang tăng dần từ cỡ kính thứ ba trở đi ( $D > 20$  cm) và đạt cực đỉnh ở cỡ kính 30 - 45 cm. Tăng trưởng tiết diện ngang đạt giá trị cao nhất ở năm 2017 và năm 2022 tại cỡ kính 35 - 40 cm và 40 - 45 cm. Cỡ kính cuối cùng là tổng hợp của các cỡ kính lớn hơn 45 cm nên có giá trị tiết diện ngang đạt đã tăng vượt bậc so với các cỡ kính trước (Hình 3.9).



**Hình 3.9: Biểu đồ mô phỏng dự đoán động thái cấu trúc G/D rừng lá rộng thường xanh thuộc VQG Ba Bể**



(+) Tăng trưởng trữ lượng rừng thể hiện ở Hình 3.10. Trữ lượng lâm phần tăng từ 177,01 m<sup>3</sup>/ha (năm 2012) đến 258,29 m<sup>3</sup>/ha (năm 2022); với lượng tăng trưởng trữ lượng (ZM) trong giai đoạn năm 2012 - 2017 đạt 1,51 m<sup>3</sup>/ha/năm (năm 2012) lên đến 7,93 m<sup>3</sup>/ha/năm (năm 2027).

**Như vậy**, bằng thuật toán này ta có thể mô phỏng dự đoán động thái cấu trúc tương lai xuất phát từ một lâm phần ban đầu được xác định bằng công tác điều tra rừng và ứng dụng các mô hình tăng trưởng đường kính, mô hình chết, mô hình tái sinh bổ sung và tương quan H/D. Kết quả nghiên cứu của luận án đã xây dựng cơ sở khoa học và thực tiễn cho dự đoán động thái cấu trúc và tăng trưởng rừng tự nhiên lá rộng ở Việt Nam. Ngoài ra, kết quả nghiên cứu của đề tài còn có thể được xem là tài liệu tham khảo tốt cho những nghiên cứu tiếp theo về tăng trưởng rừng tự nhiên và có thể bổ sung vào giáo trình giảng dạy và điều tra rừng ở bậc đại học trở lên.

## **KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ**

### **1. Kết luận**

#### ***1.1. Một số đặc điểm cấu trúc rừng tự nhiên khu vực nghiên cứu***

- *Cấu trúc tổ thành*: rừng tự nhiên ở 4 khu vực nghiên cứu có sự khác biệt cơ bản về mức độ ưu thế loài và tổ thành loài ưu thế. Khu vực VQG Vũ Quang có tổ thành loài ưu thế phong phú nhất (đạt 18 loài), kế tiếp là VQG Ba Bể (16 loài), thấp nhất là ở KBT Hang Kia - Pà Cò (14 loài) và VQG Xuân Sơn. Loài ưu thế ở khu vực VQG Ba Bể và KBT Hang Kia - Pà Cò đều thể hiện vai trò ưu thế rất rõ ràng với hệ số tổ thành cao và tổng giá trị IV% của tổ hợp loài ưu thế đều cao hơn so với ở VQG Vũ Quang và VQG Xuân Sơn.

- *Tính đa dạng loài*: đánh giá tính đa dạng loài theo chỉ số đa dạng Shannon - Wiener, Simpson và Rényi đều cho thấy tính đa dạng loài cao nhất là ở lâm phần thuộc khu vực VQG Vũ Quang, kế tiếp là VQG Xuân Sơn, thấp nhất ở KBT Hang Kia - Pà Cò và VQG Ba Bể.

- *Cấu trúc phân bố N/D<sub>1,3</sub>*: đường biểu diễn phân bố N/D<sub>1,3</sub> đều đạt cực đỉnh tại cỡ kính nhỏ nhất (D<sub>1,3</sub>= 10 - 15cm) và giảm dần khi

đường kính tăng. Hàm Weibull là hàm mô phỏng cấu trúc phân bố  $N/D_{1,3}$  tốt nhất với giá trị  $\alpha = 0,85 - 1,26$ .

- *Tương quan  $H_{vn}/D_{1,3}$* : giữa chiều cao ( $H_{vn}$ ) và đường kính thân ( $D_{1,3}$ ) tồn tại mối quan hệ ở mức vừa phải đến chặt và được biểu thị dưới dạng phương trình (3.1) - (3.25).

### **1.2. Phân nhóm loài theo một số đặc trưng sinh trưởng**

Đã phân 333 loài thành 9 nhóm loài cây dựa vào kết quả điều tra của 21 OTCĐV kiểu rừng lá rộng thường xanh dựa theo tốc độ tăng trưởng đường kính trung bình năm (zd), kích thước tối đa loài có thể đạt được ( $D_{max}$ ) và dạng sống của loài. 9 nhóm loài đó gồm: (1) nhóm gỗ nhỏ tăng trưởng chậm; (2) nhóm gỗ nhỏ tăng trưởng trung bình; (3) nhóm gỗ nhỏ tăng trưởng nhanh; (4) nhóm gỗ nhỏ tăng trưởng chậm; (5) nhóm gỗ nhỏ tăng trưởng trung bình; (6) nhóm gỗ nhỏ tăng trưởng nhanh; (7) nhóm gỗ lớn tăng trưởng chậm; (8) nhóm gỗ lớn tăng trưởng trung bình; (9) nhóm gỗ lớn tăng trưởng nhanh.

### **1.3. Xây dựng các mô hình tăng trưởng đường kính, quá trình chết và quá trình tái sinh bổ sung**

- *Mô hình tăng trưởng đường kính*: Đã xây dựng được hàm tăng trưởng đường kính chung cho tất cả các loài (Total) và 9 nhóm loài với ba biến  $D_{1,3}$ , PC (vị thế tán),  $S_i$  (biến Dummy). Các phương trình đã xác định được ghi tại phương trình (3.30) - (3.39).

- *Mô hình quá trình chết*: Đã xác định được phương trình dạng hàm S là phương trình tương quan tốt nhất mô phỏng cho quá trình chết của lâm phần khu vực nghiên cứu, với các chỉ tiêu RSS, SE nhỏ nhất và  $R^2$  cao nhất. Phương trình tương quan đã xác định được ghi tại phương trình (3.44) - (3.47):

- *Mô hình quá trình tái sinh bổ sung*: Ở mỗi khu vực nghiên cứu riêng lẻ không xác định được mối tương quan giữa cây tái sinh bổ sung với mật độ và tiết diện ngang lâm phần, bởi lẽ các cặp quan sát chưa đủ lớn. Song, trên phạm vi tổng thể cả 4 khu vực nghiên cứu (gộp 21 OTCĐV) đã xác định được phương trình dạng hàm

Compound có thể mô phỏng tốt cho mối quan hệ giữa cây tái sinh bổ sung với mật độ lâm phần (tại phương trình 3.48).

#### ***1.4. Mô phỏng dự đoán động thái cấu trúc lâm phần rừng tự nhiên khu vực nghiên cứu***

Đã trình diễn việc mô phỏng dự đoán động thái cấu trúc lâm phần từ năm 2012 - 2022 cho rừng tự nhiên lá rộng thường xanh thuộc khu vực VQG Ba Bể dựa vào kết quả xây dựng các mô hình tăng trưởng đường kính, mô hình quá trình chết và quá trình tái sinh bổ sung. Tương tự, bằng phương pháp này chúng ta cũng có thể dự đoán động thái cấu trúc lâm phần ở các khu vực còn lại. Hơn thế, với kết quả đạt được luận án còn có ý nghĩa phục vụ mục đích nghiên cứu về phương pháp rất tốt.

### **2. Tồn tại**

- Thời gian theo dõi và thu thập số liệu mới thực hiện với 1 chu kỳ nghiên cứu 5 năm (2007 - 2012), nên các quy luật động thái cấu trúc và mô hình tăng trưởng rừng lâm phần chưa thể hiện hết bản chất.

- Đề tài mới tiến hành mô hình hóa các quy luật tăng trưởng cho tổng thể toàn bộ đối tượng nghiên cứu tại từng địa điểm. Việc dự đoán động thái cấu trúc của lâm phần căn cứ vào phương trình chung cho toàn bộ đối tượng, nên kết quả nghiên cứu còn hạn chế trong việc ứng dụng trên các đối tượng có đặc điểm khác nhau.

### **3. Khuyến nghị**

- Cần có các nghiên cứu tiếp theo tại các khu vực khác để có cái nhìn toàn diện hơn về đặc điểm cấu trúc của từng đối tượng.

- Cần tiếp tục nghiên cứu ở các chu kỳ (chu kỳ 5 năm) tiếp theo trên các ô định vị này để có đánh giá toàn diện hơn về mô hình tăng trưởng trên đối tượng nghiên cứu.

- Cần tiến hành mô hình hóa các quy luật tăng trưởng cho từng đối tượng cụ thể (hoặc trạng thái) để có kết quả phù hợp nhất.