

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÂY NGUYÊN
KHOA NÔNG LÂM NGHIỆP**

LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

Tên đề tài:

**ỨNG DỤNG THIẾT BỊ LASER ĐỂ XÂY DỰNG HỆ THỐNG
BIỂU ĐIỀU TRA ĐÁNH GIÁ TÀI NGUYÊN RỪNG TỰ
NHIÊN
TẠI HUYỆN KON PLÔNG, TỈNH KONTUM**

**Họ và tên tác giả : GIANG THỊ THANH
Ngành học : LÂM NGHIỆP
Khóa học : 2003-2007**

Đăk Lăk, tháng 9 năm 2007

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÂY NGUYÊN
KHOA NÔNG LÂM NGHIỆP**

LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP

Tên đề tài:

ỨNG DỤNG THIẾT BỊ LASER ĐỂ XÂY DỰNG HỆ THỐNG BIỂU ĐIỀU TRA ĐÁNH GIÁ TÀI NGUYÊN RỪNG TỰ NHIÊN TẠI HUYỆN KON PLÔNG, TỈNH KONTUM

Giảng viên hướng dẫn: PGS.TS.BẢO HUY

Họ và tên tác giả: GIANG THỊ THANH

Ngành học : LÂM NGHIỆP

Khóa học : 2003-2007

Đăk Lăk, tháng 9 năm 2007

Lời cảm ơn

Hoàn thành đề tài khoa học này, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc nhất đến thầy giáo PGS.TS Bảo Huy là người đã hướng dẫn chỉ bảo tận tình tôi trong suốt thời gian làm luận văn này.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến toàn thể cán bộ và nhân viên làm việc tại UBND cùng các nông dân Xã Hiếu, Huyện KonPlong, Tỉnh Kon Tum đã nhiệt tình giúp đỡ và tạo mọi điều kiện để tôi hoàn thành đợt thực tập này.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến ban lãnh đạo nhà trường, các thầy cô trong khoa Nông Lâm Nghiệp Trường Đại Học Tây Nguyên và toàn thể các bạn sinh viên lớp Lâm Nghiệp K03 đã tạo điều kiện, giúp đỡ tôi thực hiện đề tài này.

Do điều kiện thời gian có hạn nên đề tài này chắc hẳn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý của quý thầy cô và các bạn sinh viên để đề tài được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn

Buôn Ma Thuột, tháng 9 năm 2007

Sinh viên

Giang Thị Thanh

Mục lục

1	Đặt vấn đề	1
2	Tổng quan vấn đề nghiên cứu	2
2.1	<i>Các thiết bị, phương tiện để điều tra cây rừng:</i>	<i>2</i>
2.2	<i>Các phương pháp lập biểu hình số, thể tích, hình cao cây rừng.....</i>	<i>5</i>
3	Đối tượng nghiên cứu	9
3.1	<i>Đối tượng nghiên cứu cụ thể.....</i>	<i>9</i>

3.2	<i>Đặc điểm khu vực nghiên cứu</i>	9
4	Mục tiêu, nội dung và phương pháp nghiên cứu	14
4.1	<i>Mục tiêu nghiên cứu và giới hạn của đề tài</i>	14
4.2	<i>Nội dung nghiên cứu</i>	14
4.3	<i>Phương pháp nghiên cứu</i>	14
5	Kết quả nghiên cứu và thảo luận	22
5.1	<i>Xây dựng biểu hình số</i>	22
	<i>Từ biểu trên ta thấy: đường kính $D_{1.3}$ tương quan tỷ lệ thuận với hình số. Khi đường kính tăng dần thì hình số cũng tăng theo. Như vậy trong điều tra rừng, muốn tính hình số $F_{1.3}$ của một cây bất kì, ta chỉ cần đo đường kính $D_{1.3}$ của cây đó sau đó tra biểu ta sẽ có ngay giá trị hình số cần tìm. Hoặc muốn tính hình số tại một vị trí bất kì nào đó trên một cây ta chỉ cần đo đường kính tại vị trí cần đo, sau đó tra biểu hình số ta sẽ có ngay giá trị cần tìm.</i>	25
5.2	<i>Xây dựng biểu hình cao</i>	25
	<i>Từ biểu hình cao trên ta thấy: trong cùng một cấp kính, khi chiều cao thay đổi thì hình cao cũng thay đổi theo, chiều cao tăng thì hình cao cũng tăng theo. Ngược lại tại một cấp chiều cao, khi đường kính tăng lên thì hình cao lại giảm xuống. Nói cách khác: hình cao tỷ lệ thuận với chiều cao và tỷ lệ nghịch với đường kính cây rừng. Như vậy trong điều tra rừng, muốn tính hình cao của một cây ta chỉ cần đo hai chỉ tiêu đường kính và chiều cao của cây đó, sau đó tra vào biểu hình cao ta sẽ có ngay giá trị hình cao cần tìm.</i>	30
5.3	<i>Xây dựng biểu thể tích</i>	30
	<i>Từ biểu thể tích trên ta thấy: thể tích tỷ lệ thuận với đường kính và chiều cao cây rừng. Khi đường kính và chiều cao tăng thì thể tích cũng tăng theo và ngược lại. Như vậy trong điều tra rừng, để tính thể tích cây rừng, ta chỉ cần đo hai chỉ tiêu đơn giản là đường kính và chiều cao cây, sau đó tra trong biểu thể tích ta có được thể tích của cây đó. Sau khi có được thể tích của các cây trong một ô tiêu chuẩn, nhân lên theo tỷ lệ ta có được thể tích của các cây trên một hecta.</i>	35
5.4	<i>Tương quan H/D</i>	35
5.5	<i>Cách sử dụng các biểu đã lập:</i>	36
5.6	<i>Kiểm tra phương pháp Haga cho từng trạng thái</i>	38
6	Kết luận và kiến nghị	42
6.1	<i>Kết luận</i>	42
6.2	<i>Kiến nghị</i>	44
	Tài liệu tham khảo	45
	Phụ lục	46
	<i>Phụ lục 1 :</i>	46
	<i>Phụ lục 2:</i>	48
	<i>Phụ lục 3:</i>	54

Danh sách bảng biểu:

Bảng 5.1: Biểu hình số	24
Bảng 5.2: Biểu hình cao	28
Bảng 5.3: Biểu thể tích.....	33
Bảng 5.4: So sánh trữ lượng tính theo công thức và trữ lượng tính theo biểu thể tích ở trạng thái rừng non.	38
Bảng 5.5: So sánh trữ lượng tính theo công thức và trữ lượng tính theo biểu thể tích ở trạng thái rừng trung bình.	39
Bảng 5.6: So sánh trữ lượng tính theo công thức và trữ lượng tính theo biểu thể tích ở trạng thái rừng nghèo.	40

Danh sách hình ảnh:

Hình 5.2: Tương quan H/D	35
Hình 6.1: Sơ đồ mối quan hệ giữa các nhân tố đầu vào và sản phẩm đầu ra	Error! Bookmark not defined.

1 Đặt vấn đề

Rừng là một tài nguyên vô cùng phong phú và quý giá của đất nước. Nó có vai trò quan trọng đối với đời sống con người. Nó không những cung cấp gỗ củi và các lâm đặc sản khác đáp ứng nhu cầu xã hội mà còn góp phần bảo vệ an ninh quốc phòng, phát triển kinh tế nông thôn, miền núi, ngoài ra nó còn có ý nghĩa đặc biệt quan trọng mà con người chưa thể tính hết được đó là giá trị về môi trường sinh thái.

Tuy nhiên trong những năm gần đây rừng ngày càng suy giảm nghiêm trọng cả về số lượng và chất lượng. Nguyên nhân dẫn đến sự suy giảm tài nguyên rừng là do ý thức bảo vệ tài nguyên rừng của người dân chưa cao và công tác quản lý rừng chưa được chặt chẽ. Rừng bị khai thác một cách bừa bãi, không đúng quy trình quy phạm kỹ thuật dẫn đến rừng sau khi khai thác thường bị nghèo kiệt, không đáp ứng được nhu cầu kinh doanh một cách tổng hợp. Do đó việc khai thác rừng một cách hợp lý và bền vững đang là vấn đề được nhiều tổ chức, các đơn vị chủ rừng quan tâm để rừng sau khi khai thác vẫn đảm bảo khả năng tái sinh, ổn định về cấu trúc, phù hợp với mục đích kinh doanh.

Để lập kế hoạch khai thác rừng hợp lý và bền vững thì đòi hỏi các đơn vị tổ chức kinh doanh rừng phải có số liệu giám sát, đánh giá rừng một cách chính xác và đầy đủ. Tuy nhiên việc đo đếm các chỉ số của rừng rất phức tạp, nhiều công đoạn. Việc điều tra thường chấp nhận hình số với một số tương đối là 0.45 – 0.50, chiều cao thường được ước lượng bằng mắt dẫn đến độ chính xác không cao. Việc tính trữ lượng rừng và lượng khai thác thông qua lượng tăng trưởng của rừng đòi hỏi người điều tra phải giải tích thân cây, phương pháp này gặp trở ngại nếu chưa nắm vững quy luật mùa sinh trưởng của cây, vòng năm không hiện rõ ràng, bề rộng của vòng năm quá hẹp (với cây sinh trưởng chậm) hoặc không phân biệt được các vòng năm giả (những vòng năm không khép kín), dẫn đến tốn nhiều thời gian, kinh phí và gây tác động đến tài nguyên vì phải chặt hạ cây, đặc biệt khi dùng khoan hoặc dùng đục tăng trưởng thay cho việc của thốt gốc để đếm số vòng năm thường cho kết quả kém chính xác. Hiện nay các bảng biểu hỗ trợ cho điều tra rừng còn thiếu, trong khi đó công tác điều tra với công cụ thông thường đạt độ tin cậy thấp. Với

mục tiêu dùng thiết bị công nghệ cao để đo đếm tất cả các chỉ tiêu của rừng để tiết kiệm thời gian và chi phí cho công tác điều tra rừng và góp phần bảo vệ tài nguyên . Được sự đồng ý của trường Đại Học Tây ả guyên, khoa ả ông – Lâm nghiệp và dưới sự hướng dẫn của PGS.TS Bảo Huy, chúng tôi tiến hành thực hiện đề tài: **“Ứng dụng thiết bị Laser để xây dựng hệ thống các bảng biểu điều tra đánh giá tài nguyên rừng ”** để từ đó đưa ra mối quan hệ giữa các chỉ tiêu giúp người quản lý có thể điều tra nhanh các chỉ tiêu, dự báo cần thiết, góp phần khai thác, quản lý, bảo vệ tài nguyên rừng một cách hiệu quả.

2 Tổng quan vấn đề nghiên cứu

Căn cứ vào mục tiêu và nội dung của đề tài, tổng quan tiến hành ở hai khía cạnh:

- Các phương tiện, thiết bị dùng để điều tra thẩm định tài nguyên
- Các phương pháp lập các biểu thể tích, chiều cao, hình số

2.1 Các thiết bị, phương tiện để điều tra cây rừng:

Hiện nay ở hầu hết các đơn vị chủ rừng tiến hành điều tra rừng bằng công cụ thông thường, do đó gặp rất nhiều khó khăn trong việc xác định những chỉ tiêu điều tra gián tiếp như thể tích, chiều cao, hình số, trữ lượng lâm phần. Thông thường chỉ đo đường kính, chiều cao và chấp nhận các giá trị bình quân về hình số, hình cao, ... vì vậy việc điều tra rừng rất kém chính xác. Bên cạnh đó cũng có một số dụng cụ

điều tra quang học để cố gắng tiếp cận với các vị trí đo khác nhau trên thân cây để xác định chính xác hơn sinh khối cây rừng

2.1.1 Dụng cụ đo đường kính ở vị trí chuẩn trên cây đứng:

Dụng cụ thông thường để đo đường kính cây đứng là: thước kẹp kính, thước dây đo chu vi hoặc đường kính, thước kẹp Phần Lan (Hay còn được gọi là thước kẹp cong). Đo đường kính được xem là một chỉ tiêu cơ bản để tiếp cận với nhân tố kích thước, thể tích cây. ả ó dễ đo đếm và chế tạo các dụng cụ

Thước kẹp kính:

Gồm có 3 phần:

Thân thước có khắc các vạch mét và các vạch cỡ để có thể dễ dàng thống kê, đường kính theo những cỡ định sẵn khi cần thiết.

Hai chân thước: một chân cố định và một chân lưu động được đặt vuông góc với thân thước.[1]

Thước dây đo đường kính:

Có 2 mặt khắc vạch khác nhau, một mặt khắc như một thước mét bình thường dùng để đo chu vi, còn mặt kia khắc các trị số đường kính hoặc cỡ kính ứng với độ dài chu vi đó. Một đầu thước có gắn ghim nhọn để có thể găm vào thân cây khi thực hiện thao tác đo đạc. [1]

Thước kẹp Phần Lan:

Gồm 3 bộ phận chính: tay nắm, chân thước thẳng vuông góc với tay nắm và chân cong có khắc vạch cả 2 mặt để xác định đường kính. [1]

2.1.2 Dụng cụ đo đường kính trên cao ở thân cây đứng

Để tiếp cận được chính xác hình số và thể tích thân cây, cần phải đo đạc đường kính ở các vị trí khác nhau trên cây đứng, do vậy cũng có một vài dụng cụ nhằm giải quyết vấn đề này

Thước Ruler: Rẻ tiền, dễ chế tạo nhưng độ chính xác không cao.

Thước kẹp sào: Là thước kẹp được gắn với 1 sào để có thể đo được đường kính trên cao. Chân thước di động được điều khiển bằng 1 hệ thống dây và ròng rọc. Kết quả đo đạc được xác định nhờ đoạn dây điều khiển dịch chuyển được. [1]

Thước Relascope: Là một dụng cụ đa năng được chế tạo theo nguyên lý đo góc của Bitterlich, có thể đo được:

- Đường kính ở vị trí bất kỳ trên thân cây.
- Chiều cao của cây.
- Hình số hoặc là hình cao của cây.
- Tổng tiết diện ngang của cây trên một ha.
- Khoảng cách từ người đo đến tâm của cây cần đo.[1]

Tuy nhiên dụng cụ này dùng chức năng quang học, nên trong thực tế rất khó quan sát chính xác sự thay đổi của các dải ánh sáng, vì vậy cũng ít được áp dụng

2.1.3 Đo chiều cao thân cây đứng.

ả ngoài đường kính, chiều cao cây là một chỉ tiêu quan trọng trong hình thành sinh khối, đồng thời việc đo cao nếu kém chính xác sẽ mang lại sai số rất lớn về hình số và thể tích. Vì vậy đã có nhiều công cụ, thiết bị được chế tạo để tiếp cận chính xác chiều cao cây rừng

Có nhiều loại thước đo bằng phương pháp lượng giác, nhưng phổ biến ở nước ta có 2 loại:

Thước Blumme-liess: Gồm

- Ống ngắm.
- Kim chỉ kết quả đo cao.
- ả út hãm, mở kim.
- Hệ thống thang chia ghi chiều cao ứng với cự ly ngang khác nhau và một thang chia độ dốc θ .
- Thấu kính để đo cự ly ngang
- Bảng tính sẵn $\text{Sin}^2 \theta$

- Mía để đo cự ly ngang.[1]

Thước Sunto:

Gồm:

- Lỗ ngắm đọc kết quả đo.
- Hệ thống thang chia hình tròn.
- Thấu kính để đo cự ly ngang. [1]

Thước đo cao Christen: Là một thanh gỗ hay một hợp kim nhẹ, có chiều dài thường là 30cm, trên thước có khắc các chiều cao giả định tương ứng với một mia có chiều dài định trước (thường là 4m).[1]

Thước JAL: Là thước mét bình thường được khoét một khe ngắm chuẩn tương ứng với độ dài của mia. [1]

2.2 Các phương pháp lập biểu hình số, thể tích, hình cao cây rừng

2.2.1 Biểu thể tích và sản phẩm

Biểu thể tích là biểu ghi thể tích bình quân của những cây rừng có cùng kích thước và hình dạng được sắp xếp theo một trình tự nhất định. Khi lập biểu thể tích thường phải nghiên cứu các quy luật liên quan giữa thể tích và các nhân tố cấu thành nên thể tích. Do đó có thể coi biểu thể tích là loại biểu ghi bằng số liệu các quy luật liên quan giữa thể tích với các nhân tố cấu thành thể tích như đường kính, chiều cao, hình dạng...

Căn cứ vào phạm vi sử dụng ta có biểu địa phương và biểu chung.

Căn cứ vào nhân tố lập biểu ta có biểu thể tích một nhân tố, biểu thể tích hai nhân tố, biểu thể tích ba nhân tố.

- *Biểu thể tích một nhân tố:*

Là biểu lập trên mối quan hệ giữa thể tích V và đường kính D . Trong biểu ghi thể tích bình quân của một cây tương ứng với từng cỡ kính. Khi sử dụng cần đo đường kính $D_{1,3}$ tất cả các cây trong lâm phần hoặc trong 1 OTC, sau đó chỉnh lý số cây theo cỡ kính. Tương ứng với từng cỡ kính ta có thể tích bình quân của 1 cây. ả hân thể tích này với số cây tương ứng của cỡ kính đó được tổng thể tích của các

cây ở các cỡ kính đó. Tổng hợp thể tích ở các cỡ kính ta có được trữ lượng lâm phần

- *Biểu thể tích hai nhân tố:*

Là biểu ghi giá trị thể tích bình quân của một cây tương ứng với từng tổ hợp D, H. trong biểu này V được coi là một hàm của D và H

$$V = f(D.H). \quad (2.1)$$

- *Biểu thể tích ba nhân tố:*

Là biểu ghi giá trị thể tích bình quân của một cây tương ứng với từng tổ hợp D, H, $F_{1.3}$. Với $F_{1.3}$ là hình số được đo tại vị trí chiều cao 1.3m được tính thông qua hình suất q_2 [1]

Bên cạnh các biểu thể tích, trong thâm canh rừng trồng, người ta còn lập các biểu sản phẩm. Biểu được lập trên cơ sở lý luận của phương pháp cây tiêu chuẩn, vì được lập trên cơ sở là các cây có cùng kích thước, hình dạng, chất lượng. Chúng sẽ cho các sản phẩm với chất lượng như nhau, thể tích như nhau. Từ đó có thể tập hợp những loại sản phẩm và thể tích tương ứng của chúng ở mỗi cây bình quân của từng đơn vị trong lâm phần vào một biểu. Biểu đó được gọi là biểu sản phẩm.

Ảnh hưởng của biểu sản phẩm là loại biểu ghi thể tích thân cây và các loại sản phẩm có thể lấy được ở cây bình quân theo từng đơn vị kích thước và hình dạng (thông thường theo cỡ kính tương ứng với cấp chiều cao).

Ảnh hưởng ra cũng có trường hợp biểu ghi thể tích của cây bình quân và tỉ lệ phần trăm thể tích V% mỗi loại sản phẩm chiếm trong tổng thể tích của cây. [1]

Trong quản lý rừng yêu cầu chính xác cao thì các biểu nói trên hết sức quan trọng, vì vậy đã có rất nhiều công trình nghiên cứu lập biểu thể tích và sản phẩm. Tiên phong là Đồng Sĩ Hiền đã lập biểu độ thon và biểu thể tích cho rừng tự nhiên (1974) [1]. Sau đó một số tác giả chỉ tập trung lập biểu thể tích và sản phẩm cho rừng trồng.

Việc hạn chế lập các biểu thể tích cho rừng tự nhiên là do các nguyên nhân:

- Sự phức tạp về tổ thành loài của rừng hỗn loại
- Sự đa dạng về lập địa đã tạo nên hình thân khác nhau

- Tốn kém vì cần phải chặt hạ giải tích thân cây với khối lượng lớn. Đồng Sĩ Hiến khi lập biểu thể tích cây đứng cho rừng miền Bắc ã phải chặt hạ hàng vạn cây tiêu chuẩn

2.2.2 Phương pháp và công cụ lập các biểu điều tra rừng: Thể tích, hình cao, hình số, độ thon

Về phương pháp luận lập biểu đã được Đồng Sĩ Hiến tổng kết rất đầy đủ, bao gồm các phương pháp chính:

- Sử dụng phương trình đường sinh để tiếp cận hình dạng thân cây
- Sử dụng các mô hình quan hệ giữa các nhân tố cấu thành kích thước, hình dạng, sinh khối thân cây
- Sử dụng các biểu đồ biểu diễn các quan hệ

Từ các phương pháp đó sẽ lập được các biểu có độ chính xác khác nhau phục vụ thâm định tài nguyên rừng.

Dù sử dụng bất kỳ phương pháp nào, nhưng để lập được các biểu xác định các nhân tố điều tra cây rừng, lâm phần gián tiếp như hình số, thể tích, ... đều phải chặt hạ cây để đo đếm tỉ mỉ, từ đó mới xây dựng được các mô hình tương quan phục vụ lập biểu. Vì vậy rất tốn kém về tiền của, công sức và phá hoại tài nguyên rừng khá nhiều.

Vì vậy trên thế giới, cùng với tiến bộ của công nghệ Laser, lần đầu tiên dụng cụ điều tra rừng sử dụng tia Laser được sản xuất, nó nhằm giải quyết vấn đề tồ tại nói trên trong giám sát tài nguyên rừng. Có nghĩa là không cần chặt hạ cây nhưng vẫn tiếp cận được hầu hết các thông số như giải tích thân cây. Vì vậy nó đạt được 2 yêu cầu: Tiết kiệm và không ảnh hưởng đến rừng.

Sử dụng công nghệ Laser trong điều tra rừng: dụng cụ này mới xuất hiện, khả năng đo đạc được các chỉ tiêu: đường kính tại một vị trí bất kì trên cây, chiều cao bất kỳ của cây, chiều dài tán, tổng tiết diện ngang lâm phần, độ dốc ... từ đó tính toán được trữ lượng, thể tích, hình số, hình cao,... mà không cần lập ô mẫu, không giải tích thân cây. Sử dụng công cụ này sẽ thu thập được nhiều nhân tố gián tiếp mà trước đây phải tốn nhiều thời gian, công sức, tiền bạc mới thu thập được.

Với những hạn chế trong việc nghiên cứu lập biểu truyền thống đã phân tích, đề tài tiếp cận với phương tiện mới để nhanh chóng lập các biểu địa phương phục vụ cho công tác quản lý rừng hiện nay

3 Đối tượng nghiên cứu

3.1 Đối tượng nghiên cứu cụ thể

Đối tượng nghiên cứu bao gồm:

- Kiểu rừng lá rộng thường xanh ở các trạng thái khác nhau
- Chi tiêu nhân tố nghiên cứu: Là hầu hết các chỉ tiêu điều tra cây các biệt và lâm phần phục vụ lập các biểu giám sát tài nguyên rừng.

3.2 Đặc điểm khu vực nghiên cứu

3.2.1 Điều kiện tự nhiên khu vực nghiên cứu

3.2.1.1 Vị trí địa lý

Trước đây xã Hiếu thuộc huyện Kon Plông cũ - Tỉnh Kon Tum. Cho đến năm 2002 sau khi chia tách thành hai Huyện Kon Plông và Kon Rẫy thì địa phận xã Hiếu thuộc huyện Kon Plông.

Địa bàn xã Hiếu nằm cách trung tâm huyện huyện Kon Plông là 28 km (theo quốc lộ 24).

Xã có địa giới hành chính như sau:

- + Phía Bắc giáp xã Pờ Ê và xã ả gọc Tem - huyện Kon Plông.
- + Phía Đông giáp tỉnh Quảng ả gãi.
- + Phía ả am giáp tỉnh Gia Lai.
- + Phía Tây giáp xã Măng Cành - huyện Kon Plông.

Với tổng diện tích: 20505,20 ha.

Xã Hiếu nằm ở toạ độ địa lý 108022'44'' đến 108031'11'' kinh độ Đông từ 14032'29'' đến 14041'15'' vĩ độ Bắc.

3.2.1.2 Địa hình

- Dạng địa hình phổ biến trong khu vực là núi cao liền dải hệ thống núi kéo dài với nhiều đỉnh cao sườn dốc tạo bề mặt địa hình chia cắt hiểm trở.

Xen kẽ các thung lũng nhỏ hẹp phân bố theo các hợp thủy, khe suối.

- + Độ cao tuyệt đối lớn nhất: 1428m.
- + Độ cao tuyệt đối nhỏ nhất: 420m.
- + Độ cao trung bình: 800 – 1000m.

- + Độ dốc lớn nhất: 500.
- + Độ dốc nhỏ nhất: 80.
- + Độ dốc bình quân: 200.

- Kiểu địa hình núi cao.

Địa hình núi cao dốc trên 200 diện tích 14.107 ha chiếm 69.56% diện tích tự nhiên phân bố dọc theo đường ranh giới phía đông và phía tây của xã.

- Kiểu địa hình núi cao trung bình.

Địa hình núi cao trung bình độ dốc 8 – 150, phân bố thành hệ thống núi đồi liên dải ở khu trung tâm xã, dọc theo đường quốc lộ 24 có diện tích 3965 ha, chiếm 19.55% tổng diện tích tự nhiên.

- Kiểu địa hình vùng trũng ven suối.

Địa hình trũng ven suối, hợp thủy. độ dốc từ 3–8⁰ diện tích 2208 ha chiếm 10,89% tổng diện tích tự nhiên.

3.2.1.3 Khí hậu

- Do vị trí xã Hiếu nằm về phía đông bắc của tỉnh Kon Tum có địa hình khá cao, độ cao trung bình trên 1000m cho nên đặc điểm của khí hậu cơ bản của vùng này là khí hậu ẩm khá cao, do lượng mưa nhiều, lượng nhiệt phong phú, về mùa đông trong khi các vùng khác trong tỉnh đang thời kỳ khô hạn thì ở đây vẫn có một số ngày mưa nhỏ và mưa phùn.
- Xã hiếu nằm trong tiểu vùng khí hậu Đông Trường Sơn, nhiệt đới ẩm núi cao vì vậy điều kiện nhiệt hạn chế. ả nhiệt độ trung bình của năm từ 20 -21⁰C, không có mùa nóng, lượng mưa trung bình 2200mm – 2600mm và chia làm hai mùa.
- Mùa mưa từ tháng 5 đến tháng 12 chiếm 80 - 82% lượng mưa cả năm.
- Mùa khô từ tháng 1 đến tháng 4 năm sau lượng mưa ít (10 -18% lượng mưa cả năm)

3.2.2 Điều kiện kinh tế - xã hội khu vực nghiên cứu

3.2.2.1 Dân số và lao động

- Dân số toàn xã Hiếu đến năm 2006 có khoảng 2297 khẩu trong đó có 1148 nam, 1149 nữ; Tỷ lệ tăng dân số của xã theo kết quả điều tra là 2,07%; Trong đó tỉ lệ tăng tự nhiên là 2,07%, tỉ lệ tăng cơ học không có, chưa tính cán bộ, dân nhập cư và lao động từ nơi khác đến.

- Xã Hiếu là xã vùng III thuộc vùng đồng bào dân tộc thiểu số đa số là dân tộc Mơ ả âm sống rải rác trên địa bàn rộng không tập trung chính những nét đặc thù đó cho nên việc phát triển kinh tế văn hoá xã hội còn rất chậm so với các vùng khác.

3.2.2.2 Kinh tế

Xã Hiếu đang trên đà phát triển về mọi mặt, hoạt động sản xuất nông nghiệp là chính với số liệu thống kê như sau:

- Diện tích đất sản xuất nông nghiệp là: 510,9 ha trong đó :
 - + Diện tích lúa nước là 251 ha, năng suất bình quân 2,5 tấn/ha, tăng 0,1 tấn so với kế hoạch năm 2006.
 - + Diện tích trồng cây hàng năm là 215,89 ha.
 - + Diện tích cây lâu năm là 44,10 ha.
 - + Diện tích trồng cây mỳ là 48,5 ha.
 - + Diện tích trồng bắp là 36 ha.
 - + Diện tích trồng rau đậu các loại là 9 ha.

3.2.2.3 Chăn nuôi :

UBẢ D xã đã xác định chăn nuôi là ngành mũi nhọn và rất quan trọng để phát triển kinh tế của xã vì vậy xã đã chỉ đạo cho nhân dân làm chuồng trại có mái che để phát triển cho đàn gia súc đến nay toàn xã đã có 140 chuồng trại có mái che tăng 75 chuồng.

Xã goài ra xã còn phối hợp với ngân hàng chính sách xã hội Huyện lập hồ sơ cho nhân dân vay vốn với số tiền là 265 triệu, hầu hết nhân dân đã sử dụng nguồn vốn vào chăn nuôi có hiệu quả, đến nay tổng số đàn gia súc là : 13.089 con.

- + Đàn trâu có: 966 con.
- + Đàn bò có: 383 con.
- + Đàn heo có: 930 con.
- + Gia cầm có: 10.820 con.

Ảnh hưởng chung ngành chăn nuôi của xã rất khả quan đáp ứng được nhu cầu phục vụ trong nông nghiệp, mặt khác đem lại nguồn thực phẩm cho nhân dân góp phần nâng cao thu nhập kinh tế hộ gia đình.

- Dưới sự lãnh đạo của Đảng Ủy - HĐND – UBẢ D và các ban ngành vì vậy mà đời sống của người dân được cải thiện, thu nhập bình quân đầu người đến nay đã

được tăng lên. Trong năm 2006 thu nhập từ 2.2 triệu đồng đến 2.3 triệu đồng/người/năm.

- Là nơi lấy sản xuất nông nghiệp là chính cho nên lực lượng lao động trong xã là 1090 người chiếm 47% tổng dân số của xã, số lao động phụ khoảng 1148 người, lực lượng lao động phi nông nghiệp rất thấp chỉ ít người biết làm rèn và mộc. Hầu hết biết đan lát nhưng chủ yếu là để sử dụng vì không có nơi tiêu thụ. Số người biết dệt thổ cẩm cũng rất thấp và người dân không phát triển được nghề này do không có điều kiện đi lại để mua vật liệu cũng như phương tiện để làm nghề và nơi tiêu thụ sản phẩm

3.2.2.4 Giáo dục:

Trong những năm qua Đảng và ả hà ả ước đã đầu tư đúng mức vào công tác giáo dục, trường học được đầu tư kiên cố. Tỷ lệ học sinh ra lớp ngày càng tăng cả về số lượng và chất lượng, đội ngũ giáo viên được đào tạo cơ bản về nghiệp vụ; cơ sở vật chất, thiết bị dạy học được đầu tư đúng hướng. Lớp học được xây dựng kiên cố 11/11 thôn đều có trường học, làm mới 2 phòng học diện tích 70m² (ở thôn Kon Plinh và thôn Kon Piêng); 4 phòng học ở cho học sinh bán trú với diện tích là 80m². ngoài ra tu sửa 2 phòng học ở hai thôn Kon Klùng và thôn ViChoong, hiện toàn xã có 3 cấp học với tổng số học sinh là 608 em trong đó :

- + Cấp I có 29 lớp với 422 học sinh.
- + Cấp II có 5 lớp với 106 học sinh và 6 lớp bổ túc.
- + Bậc học mầm non có 160 cháu với 8 lớp.

ả ói chung về điều kiện tự nhiên và điều kiện xã hội đã có ảnh hưởng sâu sắc đến đời sống vật chất cũng như tinh thần của nhân dân trong xã, với nguồn thu nhập của nhân dân còn thấp trình độ nhận thức về văn hoá chưa cao, thời gian rảnh của người dân chủ yếu dành cho việc phát triển kinh tế ... Chính điều này đã ảnh hưởng trực tiếp đến yêu cầu hưởng thụ văn hoá của người dân nơi đây. ả hưng đa phần người dân đã hoà nhập vào cuộc sống mới luôn giữ gìn và phát huy truyền thống văn hoá của dân tộc mình ngày một tốt đẹp hơn.

3.2.2.5 Giao thông:

- So với các xã trong huyện thì xã Hiếu là một địa bàn có đường giao thông đi lại thuận tiện (ở ảm trên trục đường quốc lộ 24 là tuyến đườn huyết mạch quan trọng từ Kon Tum sang Quảng ả rãi).
- Hầu hết các thôn đều có đường giao thông liên thôn nối liền với trung tâm xã, thuận tiện cho việc đi lại và giao lưu Kinh Tế - Văn Hóa – Xã Hội.
- Trong những năm qua xã được đầu tư nhiều vốn để phát triển kinh tế, cơ sở hạ tầng được đầu tư xây dựng cơ bản hoàn chỉnh tuy không có sông suối lớn nhưng đối với khu vực miền núi thì có các ngầm các suối lớn chảy qua các đường giao thông nên các dự án đầu tư, làm cầu kiên cố, xxay ngầm, cầu trei cũng được đặc biệt quan tâm. ả goài ra còn có tuyến đường vành đai của Bộ Quốc Phòng chạy qua địa bàn xã. Trong tương lai tuyến đường quốc lộ 24 sẽ là đoạn đường Xuyên Á nối từ Cảng Dung Quất – Kon Tum - ả gọc Hồi đến các Tỉnh ả am Lào và các Tỉnh Đông Bắc Thái Lan, việc thông thương với các tỉnh lân cận được dễ dàng và thuận tiện hơn, góp phần đổi mới bộ mặt xã nhà ngày càng văn minh hiện đại.

4 Mục tiêu, nội dung và phương pháp nghiên cứu

4.1 Mục tiêu nghiên cứu và giới hạn của đề tài

4.1.1 Mục tiêu nghiên cứu:

Ứng dụng công nghệ Laser để lập các mô hình quan hệ giữa các nhân tố điều tra rừng, từ đó xây dựng hệ thống các bảng biểu phục vụ điều tra tài nguyên.

4.1.2 Giới hạn của đề tài

Với thời gian có hạn và trong khuôn khổ của đề tài chúng tôi có giới hạn:

- Xây dựng các bảng biểu: hình số $F_{1,3}$, hình cao FH, thể tích V thông qua các chỉ tiêu điều tra là: đường kính của cây ở 10 vị trí tương đối $1/10H$ của cây rừng $D_{00}, D_{01}, D_{02}, \dots$ đến D_{09} , đường kính của cây tại vị trí $D_{1,3}$, chiều cao H của cây.
- Lập các biểu không phân biệt loài.

4.2 Nội dung nghiên cứu

Để đáp ứng mục tiêu nghiên cứu cụ thể đã nêu, đề tài tiến hành một số nội dung sau:

4.2.1 Nghiên cứu các mối quan hệ giữa các nhân tố điều tra rừng. Xây dựng các bảng biểu điều tra

- Xây dựng mô hình quan hệ giữa các nhân tố cây rừng và lâm phần từ các số liệu đo đếm được bằng thiết bị trên.
- Xây dựng các bảng biểu điều tra thẩm định tài nguyên nhanh.

4.2.2 Kiểm tra sai số của phương pháp Haga khi xác định trữ lượng cho từng trạng thái

So sánh trữ lượng rừng được tính theo công thức khi áp dụng điều tra theo phương pháp phổ biến Haga với trữ lượng rừng được tính theo biểu thể tích cây rừng được lập từ thiết bị Laser.

4.3 Phương pháp nghiên cứu

4.3.1 Phương pháp luận và tiếp cận nghiên cứu

Đề tài nghiên cứu liên quan đến hai khía cạnh chính:

- Tiếp cận với các chỉ tiêu điều tra cây đứng: Cố gắng khắc phục hạn chế của phương pháp nghiên cứu thông thường, công nghệ Laser được sử dụng để rút ngắn thời gian nghiên cứu và bảo đảm độ tin cậy cho phép

- ả nghiên cứu mối quan hệ giữa các nhân tố điều tra: Tiếp cận với mô hình đòi quy đơn và đa biến, tuyến tính và phi tuyến tính để có được các mô hình có độ tin cậy và khách quan. Khi thiết lập các mối quan hệ giữa các nhân tố, phải trên quan điểm sự thay đổi của nhân tố này sẽ ảnh hưởng nhân tố khác và có mối quan hệ sinh học chặt chẽ. Đồng thời ứng dụng phần mềm thooqns kế để có thể có được nhiều lựa chọn tốt trong xây dựng các mô hình đa biến

4.3.2 Phương pháp nghiên cứu cụ thể

4.3.2.1 Phương pháp điều tra, thu thập số liệu:

i) *Sử dụng máy đo cây laser: RD 1000 Laser*

Giới thiệu chức năng và phương pháp sử dụng công cụ RD 1000 Laser trong điều tra rừng và lập biểu thể tích:

Thao tác cài đặt và sử dụng tổng quát:

- Thay Pin: Dùng Tuavit
- Tắt mở: Giữ nút Power 2 giây
- Mở và tắt đèn: Ấn nút Power
- Thay đổi đơn vị đo: HUD – Sys – FWD và Up/Down để chuyển từ **hệ mét sang feet**
- Sử dụng ống kính khuyến đại: Magnifier:
 - o Thay đổi chế độ phóng đại: Mode/Sys > FWD và Up/Down để ON/OFF. Bấm chìm Edit, sau đó Up/Down để thay đổi hệ số phóng đại
- Hai nút quan trọng để đo đạc:
 - o **Trigger Button (Nút phía trước): Nút bấm (Cò súng)**



- Ấn nhanh: Để xác định phạm vi, và xác định giá trị
- Giữ chìm nút: Mở chế độ cảm ứng để đo lường trạng thái động, độ nghiêng
- **Scale Adjust (Nút phía sau): Chỉnh sửa mức độ, tỷ lệ, mở rộng thu hẹp phạm vi ngắm**
 - Ấn nhanh: Tăng phạm vi từng nấc
 - Ấn chìm: Tăng liên tục bề rộng phạm vi đo
- **Đo đường kính theo 2 kiểu: Solid and Gap:** Giữ nút HUD để chuyển đổi chế độ đo
 - Solid Bar Scale: Đo đặc, theo bề rộng đường kính, sử dụng để đo BA tốt hơn
 - Gap Bar Scale: Đo từ ngoài vào, sử dụng đo đường kính cây tốt hơn

Đo % độ dốc

Percent Slope (% độ dốc) = (Tanx) x 100

- Mode > Xuất hiện Sys và Prcnt trên LCD
- Ngắm dọc theo chiều dốc và giữ nút Trigger để sử dụng chế độ cảm ứng
- Thả nút Trigger sẽ đọc được % độ dốc: Ví dụ P 18 (dốc 18%)

Đo tổng tiết diện ngang: BA (Basal Area)

Không sử dụng kính phóng đại trong trường hợp này

- Mode – Màn hình xuất hiện BAF (Basal Area Function).
- Edit, sau đó up / down để chọn giá trị BA cơ sở. **Thường lấy = 1.0**
- Giữ chìm nút Trigger và quay vòng đếm số cây có giá trị BA cơ sở, tổng lại sẽ là tổng BA của lâm phần.
 - Khi quay ngắm tại DBH
 - Giữ nút Trigger trên đất dốc để bộ phận cảm ứng tự điều chỉnh độ rộng thanh bar thích hợp với BA cơ sở.

Đo đường kính tại chiều cao bất kỳ trên thân cây và chiều cao cây

- Để đo được rõ nên dùng ống kính phóng đại
- Mode để xuất hiện chế độ đo đường kính: DIAMETER, HD nhấp ngáy để đề nghị nhập khoảng cách ngang (Horizontal Distance)
- Edit và nhập khoảng cách ngang (m) – Enter
- Lấy độ dốc cơ sở: Giữ chìm nút Trigger, ngắm tại sát gỗ cây, thả nút để xác định độ.
- Ngắm vào thân cây:
 - **Đo chiều cao cây và chiều cao dưới cành:** Giữ chìm nút Trigger, ngắm đến ngọn cây hoặc vị trí phân cành. Đọc được chiều cao cả cây hoặc chiều cao dưới cành

o **Đo đường kính ở vị trí có chiều cao xác định:**

- Giữ chìm nút Trigger để lấy độ cao trên thân cây muốn đo đường kính.
- Điều chỉnh nút Scale Adjust để xác định đường kính (Lưu ý nên dùng chế độ Gap: HUD để đổi từ GAP sang SOLID)

Đo chiều cao ứng với đường kính cho trước H/D

Dùng để đo chiều cao ứng với một đường kính cho trước, để đo được rõ nên dùng kính phóng đại

- Mode để xuất hiện chế độ HT/DIAMETER, HD nhấp máy để nhập khoảng cách ngang
- Edit và nhập khoảng cách (m)/Enter
- Lấy độ dốc cơ sở: Giữ chìm nút Trigger, ngắm tại sát gỗ cây, thả nút để xác định độ.

Với chức năng nói trên, công nghệ Laser với máy RD 1000, có thể tiếp cận hầu hết các nhân tố điều tra cây rừng và lâm phần trực tiếp hoặc gián tiếp mà không cần phải chặt hạ cây rừng. Đề tài sử dụng máy này để tiếp cận lập các biểu điều tra cho địa phương nghiên cứu.

ii) Số liệu thu thập cây cá biệt

Trên mỗi trạng thái rừng tiến hành điều tra cây rừng bằng máy RD 1000, với số lượng trên 30 cây rải rác ở các cấp kính.

Điều tra tên loài cây, đo các chỉ tiêu bằng thiết bị laser: Đo chiều cao cả cây H, đường kính $D_{1,3}$, đo đường kính tại các vị trí $1/10H$ từ D_{00} đến D_{09} .

Kết quả đã điều tra được 105 cây trên ba trạng thái rừng non, rừng nghèo và rừng trung bình.

iii) Số liệu điều tra lâm phần

Trên mỗi trạng thái rừng tiến hành điều tra các đặc trưng của lâm phần bao gồm các chỉ tiêu sau:

- ả hân tổ thực vật (độ tàn che, tổng tiết diện ngang $G_{(m^2/ha)}$ bằng thước biterlich, tổng tiết diện ngang $G_{(m^2/ha)}$ bằng RD laser, le tre tổng số bụi trong ôtc, Số cây trong bụi tb, H_{bq} , D_{bq} , % che phủ, thực bì (2-3 loài chính), % che phủ mặt đất).
- ả hân tổ địa hình (địa hình (chân, sườn, đỉnh), độ dốc, độ cao(m), hướng phơi).
- ả hân tổ đất đai (loại đất, màu sắc đất, độ dày tầng đất mặt, độ ẩm đất, đất von(%), đá nổi(%), PH đất, vi sinh vật đất (loài, mức độ: nhiều, trung bình, ít))

- ảm hân tố khí hậu thủy văn (cự ly đến nguồn nước gần nhất (km), thủy văn (hệ sông suối chính), lượng nước, lượng mưa (mm), nhiệt độ không khí, độ ẩm không khí, Lux: 1024).
- ảm hân tác (mức độ tác động, lửa rừng).

Phương pháp điều tra theo ô Haga:

Diện tích ô là 500m², ô có dạng hình tròn với bán kính là : 12.6m

Các chỉ tiêu điều tra gồm: Tên loài điều tra, D_{1,3} của cây bằng thước dây; D_{1,3} của cây bằng thiết bị laser; chiều cao H của cây bằng thước Sunto.; chiều cao của cây bằng thiết bị laser.

Kết quả lập được 7 ô Haga trên trạng thái rừng non, 6 ô Haga trên trạng thái rừng trung bình, 10 ô Haga trên trạng thái rừng nghèo.

4.3.2.2 Phương pháp nghiên cứu lập các biểu

Sử dụng các mô hình toán mô phỏng các mối quan hệ của các nhân tố điều tra, dạng tổng quát: $y = f(x_i)$, trong đó y là biến số phụ thuộc, cần xác định gián tiếp như V, H, fl.3, Hfl.3, và x_i là các biến độc lập có thể đếm trực tiếp.

Phần mềm Excel dùng để tạo lập cơ sở dữ liệu và lập biểu, trong khi đó Statgraphics Plus được sử dụng để dò tìm các hàm đa biến, nhiều lớp, tuyến tính và phi tuyến. Tiêu chuẩn thống kê được giới hạn là phải bảo đảm $P < 0.05$ qua kiểm tra hệ số tương quan và sự tồn tại các tham số của các mô hình.

i) Tính toán các nhân tố

Biên thể tích cây đứng là rất quan trọng, nó được xác định qua máy đo RD và được tính toán như sau:

V là thể tích của cây được tính theo công thức :

$$V = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_{00}^2}{2} + d_{01}^2 + d_{02}^2 + \dots + d_{09}^2 \right) \frac{H}{10} \quad (4.1)$$

Trong đó :

- $d_{00}, d_{01}, d_{02}, \dots, d_{09}$: là các đường kính của cây rừng đo được ở các vị trí tương đối 1/10H cây
- H : là chiều cao cây rừng đo được trên thực tế.

$F_{1,3}$ là hình số của cây được tính theo công thức :

$$F_{1,3} = \frac{V_{cây}}{G_{1,3}.H} \quad (4.2)$$

Trong đó :

- $V_{cây}$: là thể tích cây được tính theo công thức trên.
- $G_{1,3}$: là tiết diện ngang của cây được tính theo công thức :
- H : là chiều cao cây rừng đo được trên thực tế.

FH là hình cao được tính theo công thức: $FH = H.F$

ii) Xây dựng mô hình quan hệ.

Tương quan H/D được thiết lập như sau :

Xử lý trong Excel và Statgrahics plus 3.0, từ đó chọn ra phương trình với hệ số tương quan cao nhất. Đó chính là phương trình cần tìm.

Lập quan hệ giữa hình số $F_{1,3}$ với đường kính $D_{1,3}$, và chiều cao H của cây:

- Lập quan hệ giữa $F_{1,3}$ với $D_{1,3}$
- Lập quan hệ giữa $F_{1,3}$ Với H .
- Lập quan hệ giữa $F_{1,3}$ Với $D_{1,3}$ và H .

Từ ba phương trình : $F_{1,3} = f(D_{1,3})$, $F_{1,3} = f(H)$, $F_{1,3} = f(D_{1,3},H)$ đã chọn được ở trên, tiến hành so sánh và chọn ra phương trình tối ưu với hệ số tương quan cao nhất. Đó chính là phương trình cần tìm.

Lập quan hệ giữa HF với đường kính $D_{1,3}$, và chiều cao H của cây:

- Lập quan hệ giữa HF với $D_{1,3}$
- Lập quan hệ giữa HF với H .
- Lập quan hệ giữa HF với $D_{1,3}$ và H .

Từ ba phương trình : $FH = f(D_{1,3})$, $FH = f(H)$, $FH = f(D_{1,3},H)$ đã chọn được ở trên, tiến hành so sánh và chọn ra phương trình tối ưu với hệ số tương quan cao nhất. Đó chính là phương trình cần tìm.

Lập quan hệ giữa V với đường kính $D_{1,3}$, và chiều cao H của cây:

- Lập quan hệ giữa V với $D_{1,3}$
- Lập quan hệ giữa V Với H .
- Lập quan hệ giữa V với $D_{1,3}$ và H .

Từ ba phương trình : $V = f(D_{1,3})$, $V = f(H)$, $V = f(D_{1,3}, H)$ đã chọn được ở trên, tiến hành so sánh và chọn ra phương trình tối ưu với hệ số tương quan cao nhất. Đó chính là phương trình cần tìm.

iii) Lập biểu: Các biểu sau được thiết lập

- Biểu hình số : Từ phương trình hình số đã lập được ở trên, ta xác định được các nhân tố có quan hệ chặt với hình số và lập được biểu điều tra về hình số với các nhân tố đó.
- Biểu hình cao : Từ phương trình hình cao đã lập được ở trên, ta xác định được các nhân tố có quan hệ chặt với hình cao và lập được biểu điều tra về hình cao với các nhân tố đó.
- Biểu thể tích : Từ phương trình thể tích đã lập được ở trên, ta xác định được các nhân tố có quan hệ chặt với thể tích thân cây và lập được biểu điều tra về thể tích với các nhân tố đó.

4.3.2.3 Phương pháp kiểm tra phương pháp Haga khi xác định M cho từng trạng thái

Đối với từng trạng thái, tổng hợp đường kính đo được nhờ thiết bị laser để phân chia thành các cấp kính, với cự ly cỡ kính là 5cm.

Tính số cây trên một ô Haga theo các cấp kính $\hat{a}_{\text{cây/ha}}$. Từ đó tính được số cây trên một hecta $\hat{a}_{\text{cây/ha}}$.

$$\hat{a}_{\text{cây/ha}} = (\hat{a}_{\text{cây/ô}} \times 10^4) / S_{\text{các ô}}$$

Tính chiều cao của cây theo đường kính D dựa vào quan hệ H/D đã lập được ở trên.

Tính thể tích V của cây rừng theo công thức: $V_{\text{ct}} = G.H.F$ với F được lấy giá trị là: 0,45.

Tính trữ lượng rừng trên một hecta $M_{\text{ct/ha}}$: $M_{\text{ct/ha}} = V_{\text{ct}} \cdot \hat{a}_{\text{cây/ha}}$.

Tính thể tích V_{la} của cây rừng theo biểu thể tích đã lập được từ thiết bị laser theo các cấp đường kính và chiều cao.

Tính trữ lượng rừng theo thể tích cây rừng được tra trong biểu thể tích trên một hecta $M_{\text{la/ha}}$: $M_{\text{la/ha}} = V_{\text{la}} \cdot \hat{a}_{\text{cây/ha}}$.

Tính sai số phần trăm về trữ lượng rừng được tính theo công thức từ ô haga với trữ lượng rừng được tính theo biểu thể tích lập bằng công cụ RD 1000.

$$\text{Sai số \%} = \frac{M_{ct} - M_{la}}{M_{la}} \cdot 100\% \quad (4.3)$$

5 Kết quả nghiên cứu và thảo luận

Với sự trợ giúp của máy RD1000, đã tiếp cận được các chỉ tiêu điều tra cây cá biệt, lâm phần bao gồm chỉ tiêu đo trực tiếp hoặc gián tiếp, vì vậy có đủ cơ sở dữ liệu để lập các biểu điều tra như hình số, hình cao, thể tích. Với công cụ này đã cho việc không cần chặt hạ cây tiêu chuẩn – một việc tốn thời gian và công sức, phá hoại đối tượng nghiên cứu; và đây là cơ sở để có thể lập nhiều biểu địa phương phù hợp với điều kiện hoàn cảnh.

Vấn đề đặt ra là tìm mối tương quan giữa các nhân tố cần điều tra nhưng khó đo đếm với các nhân tố dễ đo đếm thông qua các phương trình tương quan. Từ đó đưa ra các nhân tố cần điều tra trên thực tế (các yếu tố đầu vào) một cách đơn giản và có độ chính xác cao nhất.

Với số liệu đo được của ba trạng thái rừng: rừng non, rừng nghèo và rừng trung bình được 105 cây, tổng hợp và xử lý trên Excel kết hợp với phần mềm stasgraphic Plus 3.0 để thiết lập các phương trình tương quan hồi quy tuyến tính và phi tuyến tính để tìm mối tương quan giữa các nhân tố. Các phương trình tương quan được chấp nhận với giá trị P-value < 0.05, hệ số tương quan $R > 0.5$. Phương trình tương quan được lựa chọn là phương trình có hệ số tương quan cao nhất.

5.1 Xây dựng biểu hình số

Hình số là một chỉ tiêu quan trọng trong xác định chính xác thể tích, trữ lượng rừng, trong thực tiễn hiện tại thường phải chấp nhận một hình số bình quân để tính toán do đó thường mắc sai số hệ thống hoặc âm hoặc dương rất lớn.

Vì vậy lập biểu xác định hình số $f_{1,3}$ thông qua nhân tố dễ đo đếm là việc làm có ý nghĩa

Hình số có quan hệ chặt chẽ với đặc điểm hình thái loài, giai đoạn sinh trưởng, kích thước thân cây, vùng sinh thái. Trong phạm vi đề tài, ở một vùng cụ thể, tiến hành xác lập hình số chung cho các loài.

5.1.1 Mô hình quan hệ giữa hình số $F_{1,3}$ với đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao H

i) *Quan hệ giữa $F_{1,3}$ với $D_{1,3}$:*

Thăm dò mối quan hệ giữa hình số $f_{1,3}$ với nhân tố $D_{1,3}$ theo các hàm dưới đây:

- $F_{1.3} = 0.7248 * e^{-0.0052 * D_{1.3}}$ (5.1)

Với R = 0,657115

- $F_{1.3} = -0.003 * (D_{1.3}) + 0.7172$ (5.2)

Với R = 0,62538

- $F_{1.3} = -0.0925 \ln(D_{1.3}) + 0.9261$ (5.3)

Với R = 0,588558

- $F_{1.3} = -0.00004 * (D_{1.3})^2 - 0.0023 * (D_{1.3}) + 0.7064$ (5.4)

Với R = 0,626578

- $F_{1.3} = 1.0305 * (D_{1.3})^{-0.1566}$ (5.5)

Với R = 0,610492

ii) Quan hệ giữa F1.3 với H

Thăm dò quan hệ giữa fl.3 với H theo các hàm dưới đây

- $F_{1.3} = -0.15 \ln(H) + 1.024$ (5.6)

Với R = 0,401248

- $F_{1.3} = 0.789 * e^{-0.01 * H}$ (5.7)

Với R = 0,411096

- $F_{1.3} = -0.011 * (H) + 0.769$ (5.8)

Với R = 0,404969

- $F_{1.3} = 6E-0.6 * (H)^2 + 0.011 * (H) + 0.77$ (5.9)

Với R = 0,404969

- $F_{1.3} = 1.222 * (H)^{-0.27}$ (5.10)

Với R² = 0,406202

iii) Quan hệ giữa F1.3 với D1.3 và H:

Ấ hân tố hình số thường bị ảnh hưởng không chỉ bởi một nhân tố D hoặc H, do vậy thử xem xét mối quan hệ giữa fl.3 với 2 nhân tố D và H:

- $F_{1.3} = 0.738333 - 0.00238468 * (D_{1.3}) - 0.00424663 * (H)$ (5.11)

Với R = 0,486899

- $\ln(F_{1.3}) = 0.198893 - 0.115007 * \ln(D_{1.3}) - 0.130206 * \ln(H)$ (5.12)

Với R = 0,479681

- $F_{1.3} = 0.66942 - 0.0000274705 * (D_{1.3})^2 - 0.000130171 * (H)^2$ (5.13)

Với R = 0,470718

- $F1.3 = 0.709282 - 0.0000264024*(D_{1.3})^2 - 0.00490754*(H)$ (5.14)

Với $R = 0,477678$

- $F1.3 = 0.70568 - 0.00246605*(D_{1.3}) - 0.000115449*(H)^2$ (5.15)

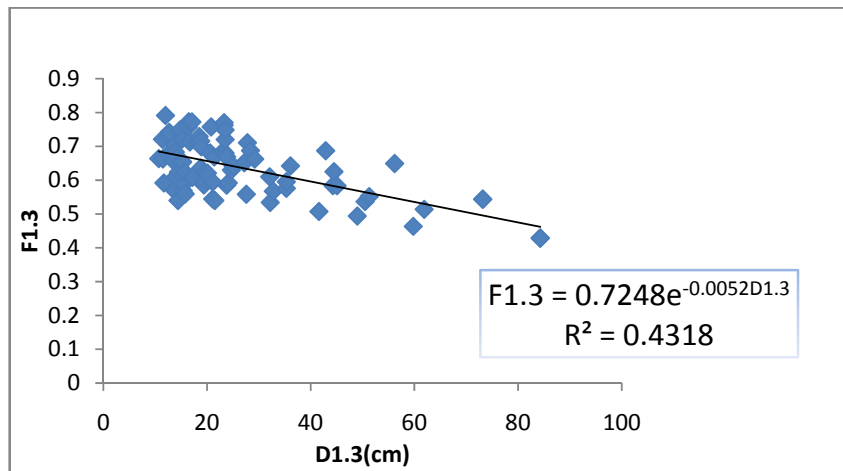
Với $R = 0,482846$

- $F1.3 = 0.621742 - 4.27726E -38*\exp(D_{1.3}) - 7.03239E -13*\exp(H)$ (5.16)

Với $R = 0.283539$

Từ phương trình (5.1) đến (5.16) ta thấy phương trình (5.1) có hệ số tương quan cao nhất, với $R = 0,657115$. Vậy hình số F1.3 có quan hệ chặt chẽ với đường kính D1.3 của cây thể hiện quan phương trình:

$$F1.3 = 0.7248*\exp(-0.0052*D1.3)$$



Hình 5.1: Quan hệ f1.3/D

5.1.2 Biểu hình số

Sau khi đã chọn được phương trình có hệ số tương quan cao nhất, để lập biểu hình số, ta thay các giá trị đường kính vào phương trình (5.1) đã chọn ở trên, kết quả thể hiện ở bảng dưới đây.

Bảng 5.1: Biểu hình số

D1.3	F1.3	D1.3	F1.3
6	0.702535	52	0.553076
8	0.695267	54	0.547354
10	0.688074	56	0.541691
12	0.680955	58	0.536087
14	0.673909	60	0.53054
16	0.666937	62	0.525051
18	0.660037	64	0.519619
20	0.653208	66	0.514243

22	0.64645	68	0.508923
24	0.639762	70	0.503657
26	0.633143	72	0.498446
28	0.626592	74	0.493289
30	0.620109	76	0.488186
32	0.613694	78	0.483135
34	0.607344	80	0.478136
36	0.601061	82	0.473189
38	0.594842	84	0.468294
40	0.588688	86	0.463449
42	0.582597	88	0.458654
44	0.576569	90	0.453909
46	0.570604	92	0.449212
48	0.564701	94	0.444565
50	0.558858	96	0.439965
		98	0.435413
		100	0.430908

Từ biểu trên ta thấy: đường kính $D_{1.3}$ tương quan tỷ lệ nghịch với hình số. Khi đường kính tăng dần thì hình số giảm. ả hư vậy trong điều tra rừng, muốn tính hình số $F_{1.3}$ của một cây bất kì, ta chỉ cần đo đường kính $D_{1.3}$ của cây đó sau đó tra biểu ta sẽ có ngay giá trị hình số cần tìm.

5.2 Xây dựng biểu hình cao

Hình cao lần đầu tiên được Đồng Sĩ Hiền sử dụng để tính toán nhanh thể tích, trữ lượng lâm phần. Đó là tích số giữa chiều cao và hình số (HF1.3), đây là 2 nhân tố khó đo đếm hoặc không thể đo trực tiếp, vì vậy thiết lập mối quan hệ với nhân tố dễ xác định hơn.

5.2.1 Mô hình quan hệ giữa hình cao HF với đường kính $D_{1.3}$ và chiều cao H.

+ Quan hệ giữa FH với $D_{1.3}$

- $FH = 6.981e^{0.005 * D_{1.3}}$ (5.17)

Với $R = 0,328634$

- $FH = 0.0438D_{1.3} + 7.102$ (5.18)

Với $R = 0,331662$

- $FH = 1.467 \ln(D_{1.3}) + 3.652$ (5.19)

Với $R = 0,353553$

- $FH = -0.0003 * (D_{1.3})^2 + 0.066 * D_{1.3} + 6.771$ (5.20)

Với $R = 0,334664$

- $FH = 4.628 * (D_{1.3})^{0.174}$ (5.21)

Với $R = 0,352136$

+ Quan hệ giữa FH với H

- $FH = 4.065 e^{0.0049 * H}$ (5.22)

Với $R = 0,746324$

- $FH = 0.423 * (H) + 2.48$ (5.23)

Với $R = 0,76092$

- $FH = 6.106 \ln(H) - 7.484$ (5.24)

Với $R = 0,767463$

- $FH = -0.012 * (H)^2 + 0.823 * (H) - 0.39$ (5.25)

Với $R = 0,770714$

- $FH = 1.222 * (H)^{0.728}$ (5.26)

Với $R = 0,766812$

+ Quan hệ giữa FH với D1.3 và H:

- $FH = 1.89299 - 0.0456585 * D_{1.3} + 0.555703 * H$ (5.27)

Với $R = 0,802596$

- $\ln(FH) = 0.198893 - 0.115007 * \ln(D_{1.3}) + 0.869794 * \ln(H)$ (5.28)

Với $R = 0,787786$

- $FH = 5.25417 - 0.000660248 * (D_{1.3})^2 + 0.0181787 * (H)^2$ (5.29)

Với $R = 0,787065$

- $FH = 8.17069 + 3.46191E - 37 * \exp(D_{1.3}) + 2.63761E - 11 * \exp(H)$ (5.30)

Với $R = 0,273861$

- $FH = 1.19479 - 0.000568284 * (D_{1.3})^2 + 0.5579 * H$ (5.31)

Với $R = 0,806991$

- $FH = 6.02834 - 0.0465452 * D_{1.3} + 0.0173249 * H^2$ (5.32)

Với $R = 0,772043393$

So sánh các phương trình trên từ (5.16) đến (5.32) ta thấy phương trình (5.31) có hệ số tương quan cao nhất.

Vậy hình cao FH có quan hệ chặt chẽ với đường kính $D_{1.3}$ và chiều cao H của cây thể hiện qua phương trình tương quan là:

$$FH = 1.19479 - 0.000568284*(D_{1.3})^2 + 0.5579*(H)$$

Với hệ số tương quan là $R = 0,806991$

5.2.2 Biểu hình cao

Từ phương trình tương quan đã chọn với hệ số tương quan cao nhất, để lập biểu hình cao, thay các giá trị đường kính $D_{1.3}$ và chiều cao H của cây vào phương trình (5.31) ta được các giá trị của hình cao. Kết quả ta thu được bảng sau:

Bảng 5.2: Biểu hình cao

D1.3	H															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
6	2,290	3,406	4,522	5,638	6,753	7,869	8,985									
8		3,390	4,506	5,622	6,737	7,853	8,969	10,085	11,201	12,316						
10			4,485	5,601	6,717	7,833	8,949	10,064	11,180	12,296						
12			4,460	5,576	6,692	7,808	8,924	10,039	11,155	12,271	13,387					
14				5,547	6,662	7,778	8,894	10,010	11,126	12,241	13,357	14,473				
16					6,628	7,744	8,860	9,976	11,092	12,207	13,323	14,439	15,555			
18						7,705	8,821	9,937	11,053	12,169	13,284	14,400	15,516			
20						7,662	8,778	9,894	11,010	12,125	13,241	14,357	15,473	16,589		
22							8,730	9,846	10,962	12,078	13,194	14,309	15,425	16,541		
24							8,678	9,794	10,910	12,025	13,141	14,257	15,373	16,489	17,604	
26							8,621	9,737	10,853	11,969	13,084	14,200	15,316	16,432	17,548	18,663
28							8,560	9,676	10,791	11,907	13,023	14,139	15,255	16,370	17,486	18,602
30							8,494	9,610	10,726	11,841	12,957	14,073	15,189	16,305	17,420	18,536
32							8,423	9,539	10,655	11,771	12,887	14,002	15,118	16,234	17,350	18,466
34							8,348	9,464	10,580	11,696	12,812	13,927	15,043	16,159	17,275	18,391
36							8,269	9,385	10,500	11,616	12,732	13,848	14,964	16,079	17,195	18,311
38							8,185	9,301	10,416	11,532	12,648	13,764	14,880	15,995	17,111	18,227
40							8,096	9,212	10,328	11,444	12,559	13,675	14,791	15,907	17,023	18,138
42							8,003	9,119	10,235	11,350	12,466	13,582	14,698	15,814	16,929	18,045
44								9,021	10,137	11,253	12,368	13,484	14,600	15,716	16,832	17,947
46								8,919	10,035	11,150	12,266	13,382	14,498	15,614	16,729	17,845
48								8,812	9,928	11,043	12,159	13,275	14,391	15,507	16,622	17,738
50								8,700	9,816	10,932	12,048	13,164	14,279	15,395	16,511	17,627

D1.3	H															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
52								8,585	9,700	10,816	11,932	13,048	14,164	15,279	16,395	17,511
54								8,464	9,580	10,696	11,811	12,927	14,043	15,159	16,275	17,390
56								8,339	9,455	10,571	11,686	12,802	13,918	15,034	16,150	17,265
58								8,209	9,325	10,441	11,557	12,673	13,788	14,904	16,020	17,136
60									9,191	10,307	11,423	12,539	13,654	14,770	15,886	17,002
62									9,053	10,168	11,284	12,400	13,516	14,632	15,747	16,863
64									8,909	10,025	11,141	12,257	13,372	14,488	15,604	16,720
66									8,762	9,877	10,993	12,109	13,225	14,341	15,456	16,572
68									8,609	9,725	10,841	11,957	13,072	14,188	15,304	16,420
70										9,568	10,684	11,800	12,916	14,031	15,147	16,263
72										9,407	10,523	11,638	12,754	13,870	14,986	16,102
74										9,241	10,357	11,472	12,588	13,704	14,820	15,936
76										9,070	10,186	11,302	12,418	13,534	14,649	15,765
78										8,895	10,011	11,127	12,243	13,359	14,474	15,590
80										8,716	9,832	10,947	12,063	13,179	14,295	15,411
82										8,532	9,647	10,763	11,879	12,995	14,111	15,226
84										8,343	9,459	10,575	11,690	12,806	13,922	15,038
86										8,150	9,266	10,381	11,497	12,613	13,729	14,845
88										7,952	9,068	10,184	11,299	12,415	13,531	14,647
90										7,750	8,865	9,981	11,097	12,213	13,329	14,444
92										7,543	8,659	9,774	10,890	12,006	13,122	14,238
94										7,331	8,447	9,563	10,679	11,795	12,910	14,026
96										7,115	8,231	9,347	10,463	11,579	12,694	13,810
98										6,895	8,011	9,127	10,242	11,358	12,474	13,590
100										6,670	7,786	8,902	10,017	11,133	12,249	13,365

Từ biểu hình cao trên ta thấy: trong cùng một cấp kính, khi chiều cao thay đổi thì hình cao cũng thay đổi theo, chiều cao tăng thì hình cao cũng tăng theo. Ngược lại tại một cấp chiều cao, khi đường kính tăng lên thì hình cao lại giảm xuống. Ở cách khác: hình cao tỷ lệ thuận với chiều cao và tỷ lệ nghịch với đường kính cây rừng. Ở vụ này trong điều tra rừng, muốn tính hình cao của một cây ta chỉ cần đo hai chỉ tiêu đường kính và chiều cao của cây đó, sau đó tra vào biểu hình cao ta sẽ có ngay giá trị hình cao cần tìm.

5.3 Xây dựng biểu thể tích

Biểu thể tích đóng vai trò quan trọng trong điều tra đánh giá tài nguyên rừng, giá trị cuối cùng trong điều tra tài nguyên gỗ là thể tích và trữ lượng của rừng. Tuy vậy trong thực tế chúng ta không có đủ biểu thể tích cây đứng để sử dụng, biểu của Đồng Sĩ Hiền lập chủ yếu cho các vùng phía bắc, chưa cụ thể hóa cho từng vùng, đặc biệt là ở Tây Nguyên, trong khi đó việc tính toán thể tích chủ yếu chấp nhận một hình số bình quân $f_{1.3} = 0.45 - .55$; điều này gây sai số lớn đối với các cây có kích thước khác nhau.

Để tài sử dụng công cụ RD1000 để thu thập nhanh và nhiều dữ liệu để lập biểu thể tích mà không cần phải giải tích thân cây.

5.3.1 Mô hình quan hệ giữa thể tích thân cây với đường kính và chiều cao:

+ Quan hệ giữa thể tích V của cây với đường kính D_{1.3}:

$$\bullet V = 0.058 * e^{-0.065 * D_{1.3}} \quad (5.33)$$

Với R = 0,936483

$$\bullet V = 0.064 * (D_{1.3}) - 1.019 \quad (5.34)$$

Với R = 0,924121

$$\bullet V = 1.772 \ln(D_{1.3}) - 4.873 \quad (5.35)$$

Với R = 0,804984

$$\bullet V = 0.001 * (D_{1.3})^2 - 0.021 * (D_{1.3}) + 0.235 \quad (5.36)$$

Với R = 0,980306

$$\bullet V = 0.0005 * (D_{1.3})^{2.174} \quad (5.37)$$

Với $R^2 = 0,977753$

+ **Quan hệ giữa thể tích V của cây với chiều cao H:**

$$\bullet V = 0.015e^{0.226*H} \quad (5.38)$$

Với $R = 0,756968$

$$\bullet V = 0.211*(H) - 2.192 \quad (5.39)$$

Với $R = 0,71624$

$$\bullet V = 2.724 \ln(H) - 6.328 \quad (5.40)$$

Với $R = 0,644981$

$$\bullet V = 0.02*(H)^2 + 0.408*(H) + 2.262 \quad (5.41)$$

Với $R = 0,800625$

$$\bullet V = 9E - 0.5*(H)^{0.728} \quad (5.42)$$

Với $R = 0,744983$

+ **Quan hệ giữa thể tích V của cây với đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao H:**

$$V = -1.46347 + 0.056681*(D_{1,3}) + 0.0473898*(H) \quad (5.43)$$

Với $R = 0,931862$

$$\ln(V) = -9.25301 + 1.88499*\ln(D_{1,3}) + 0.869794*\ln(H) \quad (5.44)$$

Với $R = 0,990547$

$$V = 0.57496 + 1.18648E-36*\exp(D_{1,3}) + 1.2063E-11*\exp(H) \quad (5.45)$$

Với $R = 0,662711$

$$V = -0.286343 + 0.000729614*(D_{1,3})^2 + 0.00137572*(H)^2 \quad (5.46)$$

Với $R = 0,982862$

$$V = -0.488288 + 0.000753411*(D_{1,3})^2 + 0.033321*(H) \quad (5.47)$$

Với $R = 0,981023$

$$V = -1.1538 + 0.0529987*(D_{1,3}) + 0.00217091*(H)^2 \quad (5.48)$$

Với $R = 0,938958$

So sánh các phương trình trên từ (5.32) đến (5.48) ta thấy phương trình (5.44) có hệ số tương quan cao nhất.

Vậy thể tích thân cây có quan hệ chặt chẽ với đường kính $D_{1,3}$ và chiều cao H của cây thể hiện qua phương trình tương quan :

$$\ln(V) = -9.25301 + 1.88499.\ln(D_{1,3}) + 0.869794.\ln(H)$$

Với hệ số tương quan: $R = 0.990547$

5.3.2 Biểu thể tích

Sau khi đã chọn được phương trình với hệ số tương quan cao nhất, để xây dựng biểu thể tích, ta thay các giá trị của đường kính và chiều cao cây vào phương trình tương quan đã chọn được ở trên ta được các giá trị của thể tích. Kết quả thu được bảng sau:

Bảng 5.3: Biểu thể tích cây đưng 2 nhân tố

D1.3	H															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
6	0.005	0.009	0.013	0.017	0.021	0.024	0.028									
8		0.016	0.023	0.029	0.036	0.042	0.048	0.054	0.060	0.065						
10			0.035	0.045	0.054	0.064	0.073	0.082	0.091	0.100						
12			0.049	0.063	0.077	0.090	0.103	0.116	0.128	0.140	0.153					
14				0.085	0.103	0.120	0.138	0.155	0.171	0.188	0.204	0.220				
16					0.132	0.155	0.177	0.199	0.220	0.241	0.262	0.283	0.303			
18						0.193	0.221	0.248	0.275	0.301	0.328	0.353	0.379			
20						0.236	0.270	0.303	0.336	0.368	0.400	0.431	0.462	0.493		
22						0.282	0.323	0.362	0.402	0.440	0.478	0.516	0.553	0.590		
24							0.380	0.427	0.473	0.519	0.563	0.608	0.651	0.695	0.738	
26							0.442	0.497	0.550	0.603	0.655	0.707	0.758	0.808	0.858	
28							0.508	0.571	0.633	0.693	0.753	0.813	0.871	0.929	0.987	1.044
30							0.579	0.650	0.721	0.790	0.858	0.925	0.992	1.058	1.124	1.188
32							0.654	0.735	0.814	0.892	0.969	1.045	1.120	1.195	1.269	1.342
34							0.733	0.823	0.912	1.000	1.086	1.172	1.256	1.340	1.423	1.505
36							0.817	0.917	1.016	1.114	1.210	1.305	1.399	1.492	1.584	1.676
38							0.904	1.016	1.125	1.233	1.340	1.445	1.549	1.652	1.754	1.856
40							0.996	1.119	1.239	1.358	1.476	1.592	1.706	1.820	1.933	2.044
42							1.092	1.226	1.359	1.489	1.618	1.745	1.871	1.995	2.119	2.241
44								1.339	1.483	1.626	1.766	1.905	2.042	2.178	2.313	2.446
46								1.456	1.613	1.768	1.920	2.071	2.221	2.369	2.515	2.660
48								1.577	1.748	1.915	2.081	2.244	2.406	2.566	2.725	2.882
50								1.704	1.887	2.068	2.247	2.424	2.599	2.772	2.943	3.113

D1.3	H															
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32
52								1.834	2.032	2.227	2.420	2.610	2.798	2.984	3.169	3.352
54								1.969	2.182	2.391	2.598	2.802	3.004	3.204	3.403	3.599
56								2.109	2.337	2.561	2.782	3.001	3.218	3.432	3.644	3.854
58								2.253	2.497	2.736	2.973	3.206	3.438	3.666	3.893	4.118
60									2.661	2.917	3.169	3.418	3.664	3.908	4.150	4.390
62									2.831	3.103	3.371	3.636	3.898	4.158	4.415	4.670
64									3.006	3.294	3.579	3.860	4.138	4.414	4.687	4.958
66									3.185	3.491	3.792	4.091	4.386	4.678	4.967	5.254
68									3.369	3.693	4.012	4.327	4.639	4.948	5.254	5.558
70										3.900	4.237	4.570	4.900	5.226	5.549	5.870
72										4.113	4.468	4.820	5.167	5.511	5.852	6.190
74										4.331	4.705	5.075	5.441	5.803	6.162	6.518
76										4.554	4.948	5.337	5.722	6.103	6.480	6.854
78										4.783	5.196	5.605	6.009	6.409	6.805	7.198
80										5.017	5.450	5.879	6.302	6.722	7.138	7.550
82										5.256	5.710	6.159	6.603	7.042	7.478	7.910
84										5.500	5.975	6.445	6.910	7.370	7.825	8.277
86										5.749	6.246	6.737	7.223	7.704	8.180	8.653
88										6.004	6.523	7.036	7.543	8.045	8.543	9.036
90										6.264	6.805	7.340	7.869	8.393	8.912	9.427
92										6.529	7.093	7.650	8.202	8.748	9.289	9.826
94										6.799	7.386	7.967	8.541	9.110	9.674	10.232
96										7.074	7.685	8.290	8.887	9.479	10.065	10.646
98										7.354	7.990	8.618	9.239	9.855	10.464	11.068
100										7.640	8.300	8.953	9.598	10.237	10.870	11.498

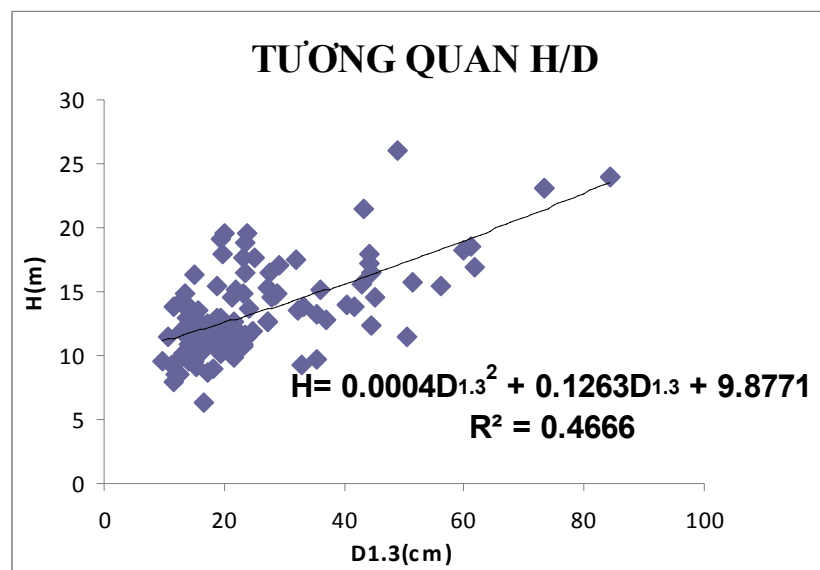
Từ biểu thể tích trên ta thấy: thể tích tỷ lệ thuận với đường kính và chiều cao cây rừng. Khi đường kính và chiều cao tăng thì thể tích cũng tăng theo và ngược lại. ả hư vậy trong điều tra rừng, để tính thể tích cây rừng, ta chỉ cần đo hai chỉ tiêu đơn giản là đường kính và chiều cao cây, sau đó tra trong biểu thể tích ta có được thể tích của cây đó.

Tuy nhiên chiều cao thông thường khó đo hơn và tốn nhiều thời gian đối với rừng thường xanh. Vì vậy giải pháp lập quan hệ H/D là cần thiết để có thể nhanh chóng xác định H thông qua D, từ đó tra vào biểu để biết thể tích.

Để tính thể tích lâm phần, cần lập ô mẫu và tính toán \bar{H}/D , từ đó xác định thể tích cây bình quân cho từng cấp kính, nhân với số cây sẽ có trữ lượng từng cấp, cộng dồn sẽ có trữ lượng lâm phần

5.4 Tương quan H/D

Phương trình tương quan H/D thể hiện mối quan hệ của đường kính và chiều cao của cây. Mục đích của xây dựng tương quan H/D là để tính toán chiều cao thông qua đường kính của cây, vì trong điều tra thông thường thì đường kính $D_{1.3}$ là chỉ tiêu dễ đo đếm còn chiều cao H là chỉ tiêu khó đo đếm.



Hình 5.1: Tương quan H/D

Từ phương trình tương quan trên ta thấy: đường kính và chiều cao cây có mối quan hệ chặt chẽ với hệ số tương quan là: $R = 0.683081$

5.5 Cách sử dụng các biểu đã lập:

5.5.1 Biểu hình số:

Với mỗi cấp kính ta có các hình số tương ứng. Ở đây hình số có quan hệ chặt chẽ với đường kính. Trong điều tra rừng, chỉ cần đo đường kính của cây ở $D_{1,3}$, sau đó tra trong bảng hình số ta suy ra được ngay hình số .

5.5.2 Biểu hình cao:

Từ phương trình tương quan ta thấy hình cao có quan hệ chặt chẽ với đường kính và chiều cao cây rừng. Với mỗi cấp kính và cấp chiều cao cây rừng ta có các hình cao tương ứng. Trong điều tra rừng, sau khi đo các chỉ tiêu đường kính và chiều cao của cây, tra vào bảng hình cao ta thu được giá trị hình cao tương ứng.

Ví dụ: Sau khi điều tra rừng, ta có đường kính cây rừng là 6cm, tương ứng với chiều cao 2m thì hình cao cây đó là: 2,290

Cùng với đường kính cây là 6cm nhưng chiều cao là 4m thì hình cao cây rừng là: 3,406

Tương tự, ở đường kính 8cm, ứng với chiều cao 4m ta có hình cao là: 3,390

Cùng với đường kính là 8cm nhưng chiều cao là 6m thì hình cao lúc này là: 4,506

Tương tự như vậy đối với các cấp kính 10cm, 12cm, . . . , 100cm tiếp theo.

Việc tra bảng được thực hiện theo nguyên tắc là lấy số gần kề. ả hư vậy, các cây có cỡ kính từ 6-7 cm thì lấy giá trị hình cao tại đường kính 6cm.

Các cây có cỡ kính từ 7,1-9 cm thì lấy giá trị hình cao tại đường kính 8cm.

Các cây có cỡ kính từ 9,1-11cm thì lấy giá trị hình cao tại đường kính 10 cm.

Tương tự như vậy đối với các cấp kính tiếp theo.

Các cây có chiều cao từ 2-3 thì lấy giá trị hình cao tại chiều cao 2 m.

Các cây có chiều cao từ 3,1-5 m thì lấy giá trị hình cao tại chiều cao 4m.

Các cây có chiều cao từ 5,1-7 m thì lấy giá trị hình cao tại chiều cao 6 m.

Tương tự như vậy đối với các chiều cao tiếp theo.

Trong thực tế, chiều cao khó đo đếm, do vậy có thể chỉ cần đo D, sau đó từ H/D suy ra chiều cao, có D và H sẽ tính được HF qua biểu.

Mục đích xác định HF là để tính thể tích cây rừng nhanh chóng thông qua một chỉ tiêu D, vì $V = GHF$

5.5.3 Biểu thể tích:

Với mỗi cấp kính và cấp chiều cao, ta có giá trị thể tích cây rừng tương ứng. Thể tích cây rừng có quan hệ chặt chẽ với đường kính và chiều cao. Trong điều tra rừng, chỉ cần đo đường kính $D_{1,3}$, chiều cao H của cây rừng được xác định thông qua tương quan H/D, ta có ngay thể tích cây rừng tương ứng dựa vào bảng thể tích..

Ví dụ: Sau khi điều tra rừng, ta có đường kính cây rừng là 6cm, tương ứng với chiều cao 2m thì thể tích cây đó là: $0,005 \text{ m}^3$.

Cùng với đường kính cây là 6cm nhưng chiều cao là 4m thì thể tích cây rừng là: $3,406 \text{ m}^3$.

Tương tự ở đường kính 8cm, ứng với chiều cao 4m ta có thể tích là: $0,016 \text{ m}^3$.

Cùng với đường kính là 8cm nhưng chiều cao là 6m thì thể tích lúc này là: $4,506 \text{ m}^3$.

Tương tự như vậy đối với các cấp kính 10cm, 12cm, . . . , 100cm.

Việc tra bảng được thực hiện theo nguyên tắc là lấy số gần kề. ả hư vậy, các cây có cỡ kính từ 6-7 cm thì lấy giá trị thể tích tại đường kính 6cm.

Các cây có cỡ kính từ 7,1-9 cm thì lấy giá trị thể tích tại đường kính 8cm.

Các cây có cỡ kính từ 9,1-11 cm thì lấy giá trị thể tích tại đường kính 10 cm.

Tương tự như vậy đối với các cấp kính tiếp theo.

Các cây có chiều cao từ 2-3 m thì lấy giá trị thể tích tại chiều cao 2 m.

Các cây có chiều cao từ 3,1-5 m thì lấy giá trị thể tích tại chiều cao 4m.

Các cây có chiều cao từ 5,1-7m thì lấy giá trị thể tích tại chiều cao 6 m.

Tương tự như vậy đối với các chiều cao tiếp theo.

Ứng dụng biểu để tính trữ lượng lâm phần như sau:

- Lập ô mẫu đo đường kính
- Sắp xếp phân bố ả /D
- Tính H bình quân của từng cấp kính qua tương quan H/D

- Tra biểu có thể tích bình quân cho từng cấp kính
- ả hân V bình quân với số cây cso trữ lượng cấp kính và cộng dồn có M lâm phần

Bảng 5.4: Cách tính toán trữ lượng thông qua biểu thể tích và H/D

Cấp kính trung bình (cm) (Di)	Số cây/ha (Ni)	Chiều cao (m) (Hi)	Thể tích (m ³) (Vi)	Trữ lượng (m ³) (Mi)
12	N1	Từ Di xác định Hi qua tương quan H/D	Từ Di và Hi, tra biểu thể tích 2 nhân tố có Vi	Mi = Vi x Ni
16	N2			
.....				
42	Nn			
Tổng				M/ha

5.6 Kiểm tra sai số xác định trữ lượng theo phương pháp Haga

Thực tế điều tra rừng hiện nay áp dụng điều tra rút mẫu theo phương pháp Haga, với ô mẫu hình tròn, diện tích 500m², ứng với bán kính R = 12.64m. Sau đó tập hợp theo ả /D và tính thể tích theo công thức $V = ghf$, cộng lại sẽ có trữ lượng.

Đề tài đã lập biểu thể tích hai nhân tố bằng công cụ RD1000, từ đây thử kiểm tra sai số của cách xác định trữ lượng truyền thống qua phương pháp Haga và phương pháp sử dụng biểu đã lập.

Tiến hành so sánh việc xác định trữ lượng rừng theo công thức truyền thống với phương pháp dùng biểu thể tích đã lập với công nghệ laser cho từng trạng thái. Từ đó xác định được sự sai số giữa phương pháp đo truyền thống theo công thức với phương pháp dùng biểu thể tích.

5.6.1 Kiểm tra trữ lượng theo phương pháp haga cho trạng thái rừng non

Với số liệu thu thập được từ 7 ô Haga ở trạng thái rừng non, tổng hợp và xử lý trên phần mềm Excel ta thu được kết quả sau:

Bảng 5.5: So sánh trữ lượng tính theo công thức và trữ lượng tính theo biểu thể tích lập bằng công cụ RD1000 ở trạng thái rừng non.

Cấp kính D	N/ô	N/ha	H	G	Vct	M/ha	V theo biểu laser	M/ha theo laser	Sai số %
12.5	54	154	11.5	0.012272	0.063608	9.813827	0.090029	13.89011	-29.3467
17.5	78	223	12.2	0.024053	0.132157	29.45204	0.193335	43.08607	-31.6437
22.5	40	114	12.9	0.039761	0.231193	26.4221	0.28222	32.25369	-18.0804
27.5	24	69	13.7	0.059396	0.364914	25.02271	0.508443	34.86468	-28.2291
32.5	8	23	14.4	0.082958	0.537728	12.29093	0.653968	14.94785	-17.7746
37.5	2	6	15.2	0.110447	0.754255	4.310026	1.015504	5.802877	-25.726
Tổng	206	589		0.328885	2.083855	107.3116	2.743498	144.8453	-25.9129

Từ bảng kết quả trên ta thấy: chênh lệch về trữ lượng tính theo công thức truyền thống và trữ lượng tính theo biểu thể tích RD1000 thay đổi ở các cấp kính và các cấp chiều cao. Chênh lệch lớn nhất tại cấp kính 17.5cm, tương ứng với cấp chiều cao 12.2m. Chênh lệch nhỏ nhất tại cấp kính 32.5cm, tương ứng với cấp chiều cao 14.4m. Chênh lệch về trữ lượng ở các cấp kính trên một hecta là: 25.9129%.

Ảnh hưởng đối với trạng thái rừng non, đo tính M theo Haga sẽ mắc sai số âm là 26%, đây là một sai số lớn trong dự báo trữ lượng rừng

5.6.2 Kiểm tra phương pháp Haga cho trạng thái rừng trung bình

Với số liệu thu thập được từ 6 ô Haga ở trạng thái rừng trung bình, tổng hợp và xử lý trên phần mềm Excel ta thu được kết quả sau:

Bảng 5.5: So sánh trữ lượng tính theo công thức và trữ lượng tính theo biểu thể tích lập bằng công cụ RD1000 ở trạng thái rừng trung bình.

Cấp kính D	N/ô	N/ha	H	G	Vct	M/ha	V theo biểu laser	M/ha theo laser	Sai số %
12.5	7	23	11.5	0.012272	0.063608	1.48419	0.090029	2.100665	-29.3467
17.5	22	73	12.2	0.024053	0.132157	9.691483	0.193335	14.17789	-31.6437
22.5	21	70	12.9	0.039761	0.231193	16.18353	0.28222	19.75539	-18.0804
27.5	21	70	13.7	0.059396	0.364914	25.54401	0.508443	35.59103	-28.2291
32.5	23	77	14.4	0.082958	0.537728	41.22583	0.653968	50.13758	-17.7746
37.5	15	50	15.2	0.110447	0.754255	37.71273	1.015504	50.77518	-25.726
42.5	10	33	16.0	0.141863	1.019326	33.97753	1.226348	40.87828	-16.8812
47.5	12	40	16.8	0.177205	1.337987	53.51947	1.57735	63.094	-15.175
52.5	3	10	17.6	0.216475	1.715493	17.15493	2.032106	20.32106	-15.5805
57.5	1	3	18.5	0.259672	2.157314	7.191046	2.496557	8.321856	-13.5884
62.5	2	7	19.3	0.306796	2.669129	17.79419	3.102682	20.68455	-13.9735
67.5	1	3	20.2	0.357847	3.256831	10.8561	3.692818	12.30939	-11.8063
Tổng	138	460		1.788744	14.23993	272.3351	16.87136	338.1469	-19.4625

Từ bảng kết quả trên ta thấy: chênh lệch về trữ lượng tính theo công thức truyền thống và trữ lượng tính theo biểu thể tích thay đổi ở các cấp kính và các cấp chiều

cao. Chênh lệch lớn nhất tại cấp kính 17.5cm tương ứng với cấp chiều cao 12.2m. Chênh lệch nhỏ nhất tại cấp kính 67.5cm, tương ứng với cấp chiều cao 20.2m. Chênh lệch về trữ lượng ở các cấp kính trên một hecta là: 19.4625%.

Ả hưởng đối với trạng thái trung bình, tính M theo Haga sẽ mắc sai số âm 19%. Đây là một sai số khá lớn trong tính toán trữ lượng lâm phần

5.6.3 Kiểm tra phương pháp Haga cho trạng thái rừng nghèo

Với số liệu thu thập được từ 10 ô Haga ở trạng thái rừng nghèo, tổng hợp và xử lý trên phần mềm Excel ta thu được kết quả sau:

Bảng 5.6: So sánh trữ lượng tính theo công thức và trữ lượng tính theo biểu thể tích lập bằng công cụ RD1000 ở trạng thái rừng nghèo.

Cấp kính D	N/ô	N/ha	H	G	Vct	M/ha	V theo biểu laser	M/ha theo laser	Sai số %
12.5	21	42	11.5	0.012272	0.063608	2.671542	0.090029	3.781197	-29.3467
17.5	29	58	12.2	0.024053	0.132157	7.665082	0.193335	11.21343	-31.6437
22.5	34	68	12.9	0.039761	0.231193	15.72115	0.28222	19.19095	-18.0804
27.5	30	60	13.7	0.059396	0.364914	21.89487	0.508443	30.5066	-28.2291
32.5	16	32	14.4	0.082958	0.537728	17.2073	0.653968	20.92699	-17.7746
37.5	12	24	15.2	0.110447	0.754255	18.10211	1.015504	24.37208	-25.726
42.5	11	22	16.0	0.141863	1.019326	22.42517	1.226348	26.97966	-16.8812
47.5	1	2	16.8	0.177205	1.337987	2.675973	1.57735	3.1547	-15.175
52.5	0	0	17.6	0.216475	1.715493	0	2.032106	0	#
57.5	2	4	18.5	0.259672	2.157314	8.629255	2.496557	9.986227	-13.5884
62.5	2	4	19.3	0.306796	2.669129	10.67652	3.102682	12.41073	-13.9735
67.5	1	2	20.2	0.357847	3.256831	6.513662	3.692818	7.385636	-11.8063
72.5	2	4	21.1	0.412825	3.926525	15.7061	4.112918	16.45167	-4.53189
Tổng	161	322		2.201569	18.16646	149.8887	20.98428	186.3599	-19.5703

Từ bảng kết quả trên ta thấy: chênh lệch về trữ lượng tính theo công thức truyền thống và trữ lượng tính theo biểu thể tích thay đổi ở các cấp kính và các cấp chiều cao. Chênh lệch lớn nhất tại cấp kính 17.5cm tương ứng với cấp chiều cao 12.2m. Chênh lệch nhỏ nhất tại cấp kính 72.5cm, tương ứng với cấp chiều cao 21.1m. Chênh lệch về trữ lượng ở các cấp kính trên một hecta là: 19.5703%.

Đối với trạng thái rừng nghèo, sai số tương đối về trữ lượng theo công thức truyền thống là âm 20%

Tóm lại, từ kết quả kiểm tra, so sánh cách tính trữ lượng đang được áp dụng với việc dùng biểu thể tích lập bằng công cụ RD1000 cho thấy:

- Việc sử dụng ô mẫu tốn nhiều công sức lập ô đo đếm so với dùng công nghệ Laser
- Kết quả tính toán thể tích hiện nay sẽ luôn mắc sai số âm, trong phạm vi từ 20 – 25% ở các trạng thái rừng khác nhau. Do vậy cần từng bước đổi mới công nghệ và phương pháp trong điều tra, giám sát tài nguyên rừng để bảo đảm độ tin cậy hơn

6 Kết luận và kiến nghị

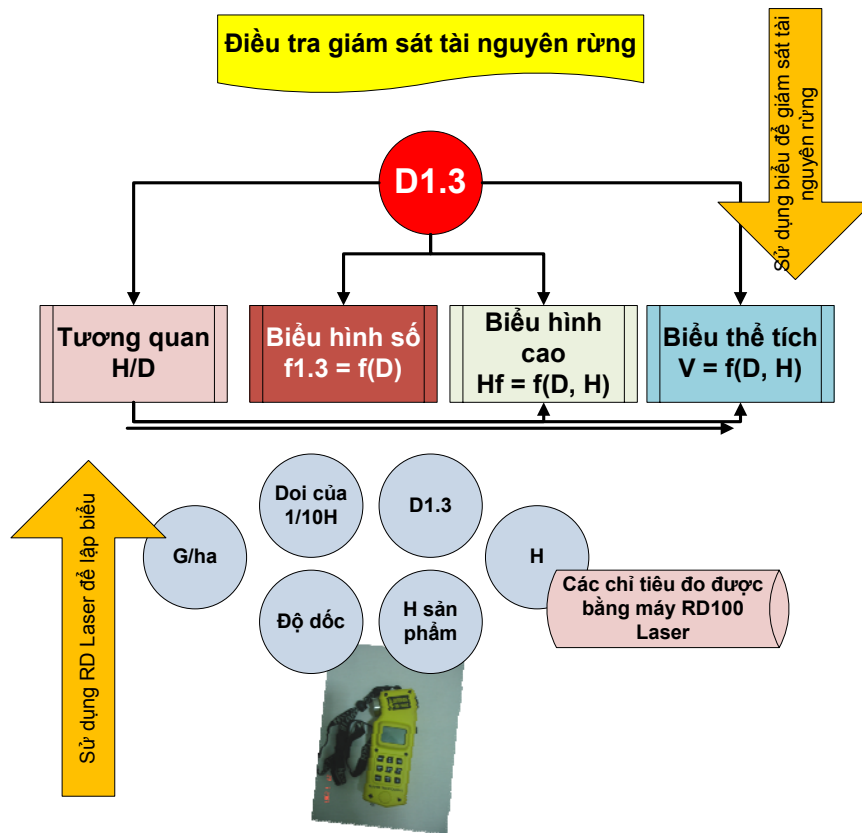
6.1 Kết luận

6.1.1 Về xây dựng các phương trình tương quan và lập các biểu điều tra.

Qua kết quả nghiên cứu và thảo luận, đề tài có các kết luận sau:

- Hình số và đường kính của cây có liên quan chặt chẽ với nhau. Vì vậy trong điều tra rừng, muốn biết hình số chỉ cần đo đường kính của một số cây nhất định, sau đó tra biểu hình số ta thu được kết quả hình số.
- Hình cao với đường kính và chiều cao của cây có mối tương quan chặt chẽ với nhau. Vì vậy trong điều tra rừng, muốn tính toán hình cao chỉ cần đo đường kính và chiều cao một số cây rừng nhất định, sau đó tra biểu hình cao ta thu được kết quả hình cao.
- Thể tích cây rừng có mối quan hệ chặt chẽ với đường kính và chiều cao cây rừng. Vì vậy trong điều tra rừng, để tính thể tích của cây rừng tại một khu rừng nhất định, chỉ cần đo đường kính và chiều cao của một số cây nhất định, sau đó tra biểu thể tích thu được thể tích của cây theo các cấp đường kính và chiều cao.
- Đường kính và chiều cao cây rừng có mối tương quan chặt chẽ với nhau. Vì vậy có thể tính toán chiều cao thông qua đường kính cây rừng.
- Dựa vào thể tích cây và mật độ cây theo các cấp kính sẽ có được trữ lượng rừng của khu điều tra.

Ảnh hưởng với việc sử dụng công nghệ Laser RD1000 đã lập được các biểu thể tích, hình số, hình cao phục vụ việc tính toán các nhân tố cần điều tra trong quản lý rừng, và chỉ cần đo các chỉ tiêu đơn giản là: Đường kính của cây



Sơ đồ tiến trình sử dụng máy RD1000 Laser để lập và sử dụng các biểu giám sát tái nguyên rừng

6.1.2 Về kiểm tra việc xác định trữ lượng theo phương pháp Haga cho từng trạng thái:

Trên cả ba trạng thái rừng non, rừng nghèo và rừng trung bình chênh lệch về trữ lượng giữa hai phương pháp thu thập và xử lý bằng công thức truyền thống và sử dụng biểu thể tích lập được nhờ thiết bị laser là rất lớn. Ắ nguyên nhân dẫn đến sự chênh lệch đó là:

- Trữ lượng tính theo công thức truyền thống lấy hình số $F_{1.3}$ tại một giá trị cố định là 0.45.
- Trữ lượng được tính theo thể tích được tra trong biểu thể tích lấy các giá trị của hình số thay đổi theo kích thước thân cây

Hình số là đại lượng phản ánh hình dạng thân cây. Ắ ó thay đổi phụ thuộc vào cấp kính và loài cây. Do đó, khi lấy $F_{1.3} = 0.45$ chung cho tất cả các loài, tại các cấp kính để tính thì thường cho giá trị thể tích thân cây chênh lệch lớn với thực tế.

6.2 Kiến nghị

- Tiếp tục nghiên cứu để đưa ra các bảng biểu khác nhau theo từng nhu cầu quản lý: biểu sản lượng, biểu tăng trưởng...
- Tiếp tục điều tra trên các trạng thái khác nhau ở các kiểu rừng khác nhau để đưa ra các phương trình quan hệ và lập các bảng biểu cho từng kiểu rừng khác nhau.
- Sử dụng các biểu đã lập trong điều tra rừng để tăng độ chính xác cho công tác thẩm định, giám sát tài nguyên rừng.

Tài liệu tham khảo

1. Đồng Sĩ Hiền (1974), *Lập biểu thể tích và độ thon cây đứng rừng tự nhiên Việt Nam*. NXB KHKT, Hà Nội
2. Vũ Tiên Hình và cộng sự (1997), *Giáo trình Điều tra rừng* - Trường Đại học lâm nghiệp
3. Bảo Huy, *Xử lý thống kê trong lâm nghiệp bằng phần mềm Excel và statgraphics plus* - Trường Đại học Tây Nguyên.
4. Lê Văn Kim Khôi, *Thống kê toán học trong lâm nghiệp* - Trường Đại học lâm nghiệp

Phụ lục

Phụ lục 1 :

Bảng điều tra cây cá biệt bằng thiết bị Laser

Mẫu biểu điều tra sinh thái lâm phần:

Ôtc: Tuyến số:
ả gày điều tra: ả gười điều tra:
Buôn: Xã: Huyện: Tỉnh:
Diện tích ô
Toạ độ UTM trung tâm ô tiêu chuẩn: X: Y:
Kiểu rừng: Trạng thái rừng:

Nhân tố thực vật

Độ tàn che (1/10) và chụp ảnh độ tàn che:
 $G_{(m^2/ha)}$ thước biterlich:..... RD laser:
Le tre tổng số bụi trong ôtc: Số cây trong bụi tb:
 H_{bq} : D_{bq} : % che phủ:
Thực bì (2-3 loài chính): % che phủ mặt đất:

Nhân tố địa hình

Địa hình (chân, sườn, đỉnh): Độ dốc:
Độ cao(m): Hướng phơi:

Nhân tố đất đai

Loại đất: Màu sắc đất: Độ dày tầng đất mặt: Độ ẩm đất:
Kết von(%): Đá nổi(%):
pH đất: ả nhiệt độ đất:
Vi sinh vật đất (loài, mức độ: nhiều, trung bình, ít):

Nhân tố khí hậu thủy văn

Cự ly đến nguồn nước gần nhất (km): Thủy văn (hệ sông suối chính):
Lượng nước:
mùa mưa có: không: Mùa khô có: không:
Lượng mưa (mm): ả nhiệt độ không khí:
Độ ẩm không khí: Lux:

Nhân tác

Mức độ tác động (đã qua khai thác mức độ nào? Sau nương rẫy, khai thác chọn...):
Lừa rừng: Hằng năm tỉnh thoảng: Thường xuyên:

Bảng biểu 1:
Đo cây cá thể: (đo bằng RD laser)
 Mỗi trạng thái đo 100 cây

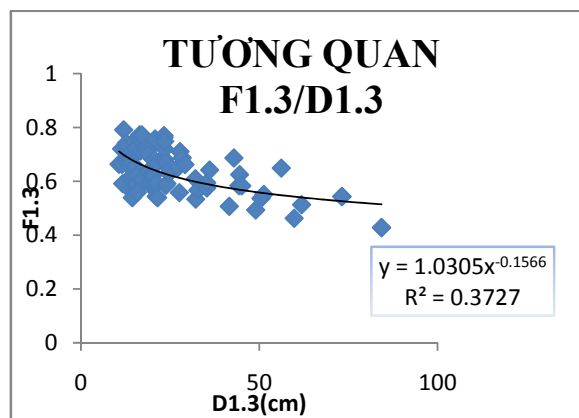
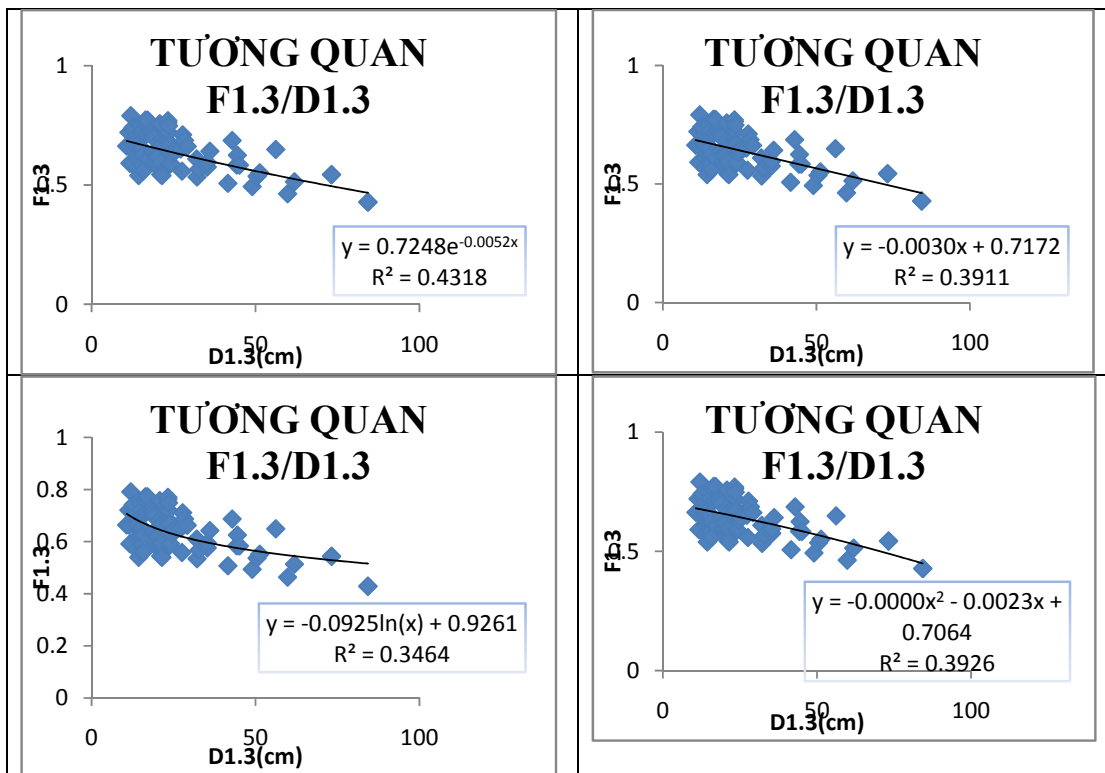
Stt cây	Loài	D1,3 (cm)	H (cm)	Hdc (cm)	Lt (m)	Doi (cm)										Ghi chú	
						00	01	02	03	04	05	06	07	08	09		

Bảng biểu 2:
Điều tra ô tiêu chuẩn
Ô Haga: 500m² (R=12.6 m). Mỗi trạng thái đo 20 ô, gồm 3 trạng thái.

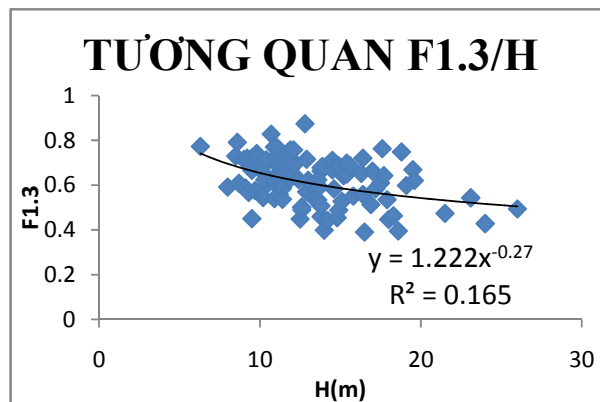
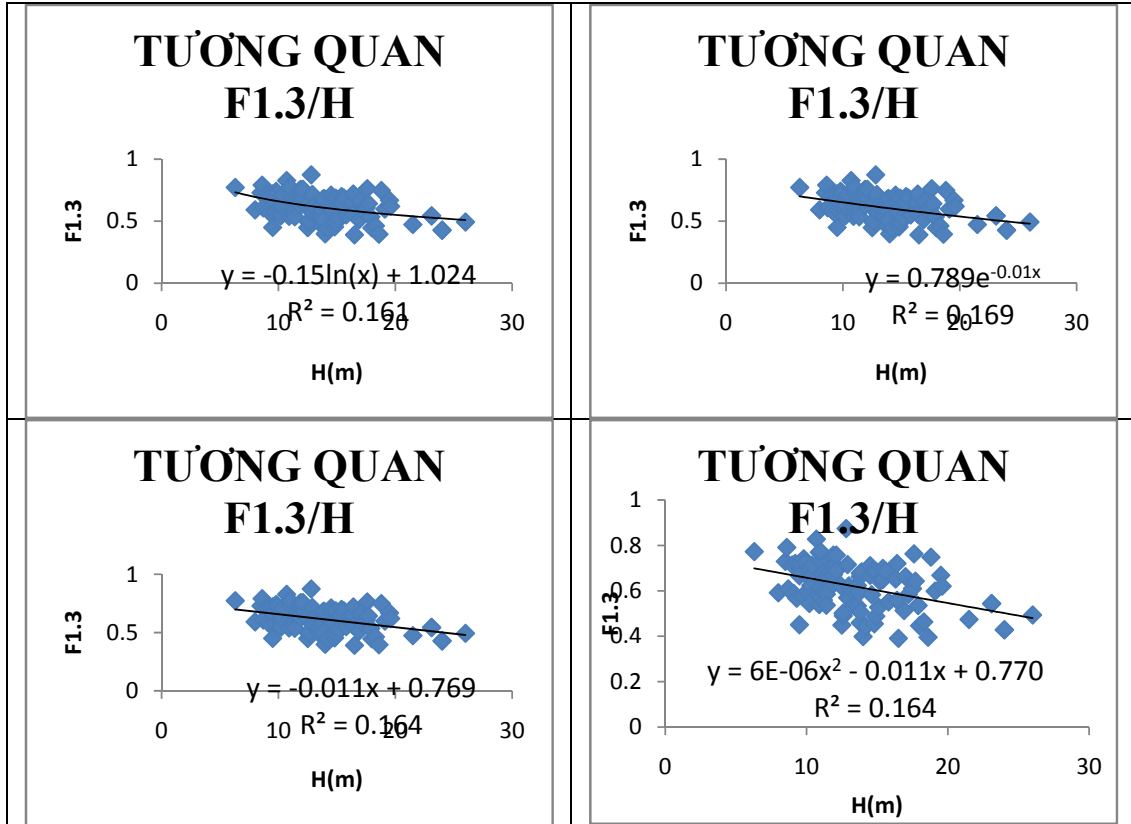
Stt	Loài	D1.3 (cm) Đo bằng thước	D1.3 (cm) Đo bằng RD laser	H (m) Sunnto	H (m) RD laser	Phẩm chất (A,B,C)

Phụ lục 2:

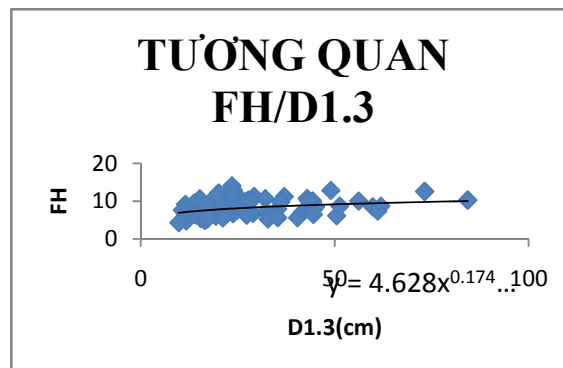
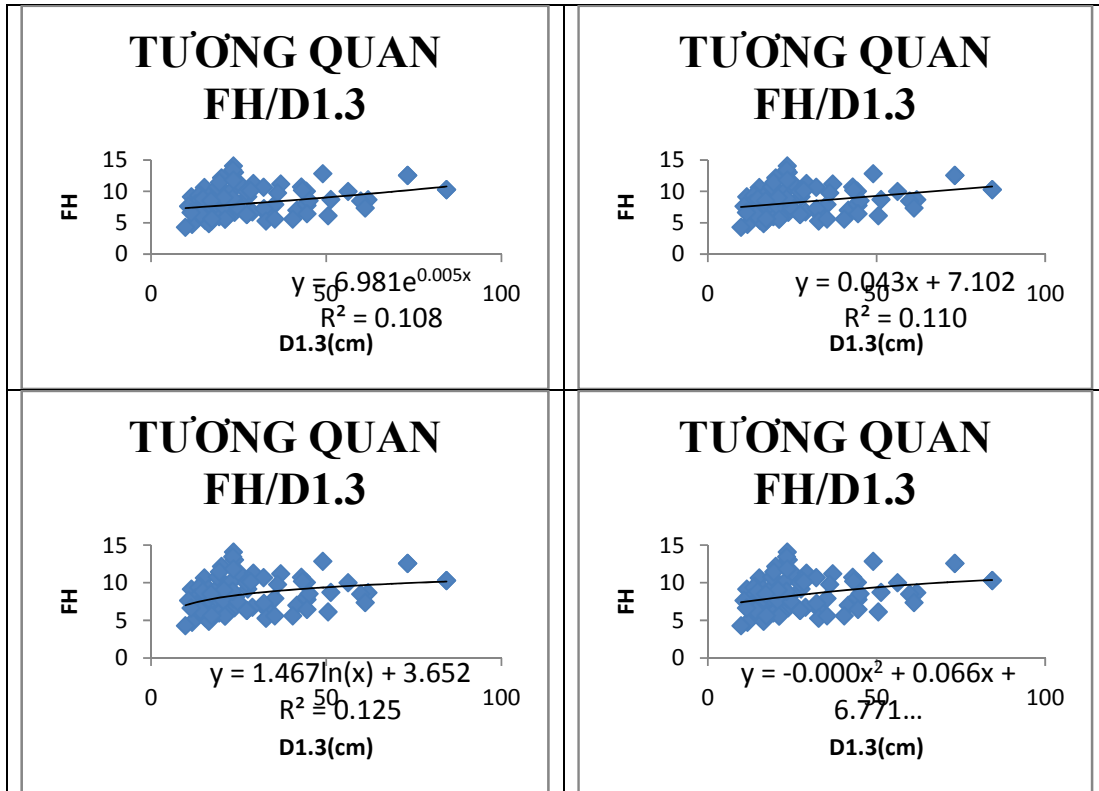
2.1: Tương quan $F_{1.3}/D_{1.3}$



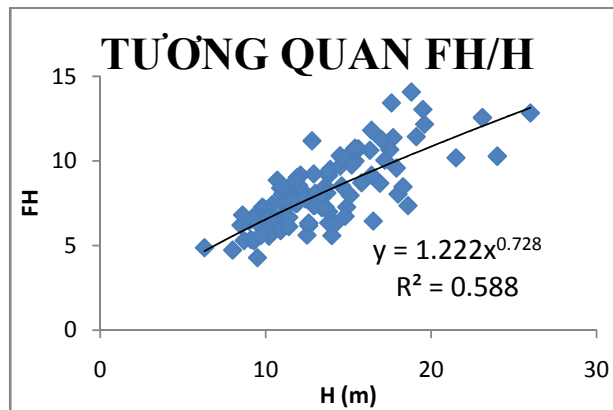
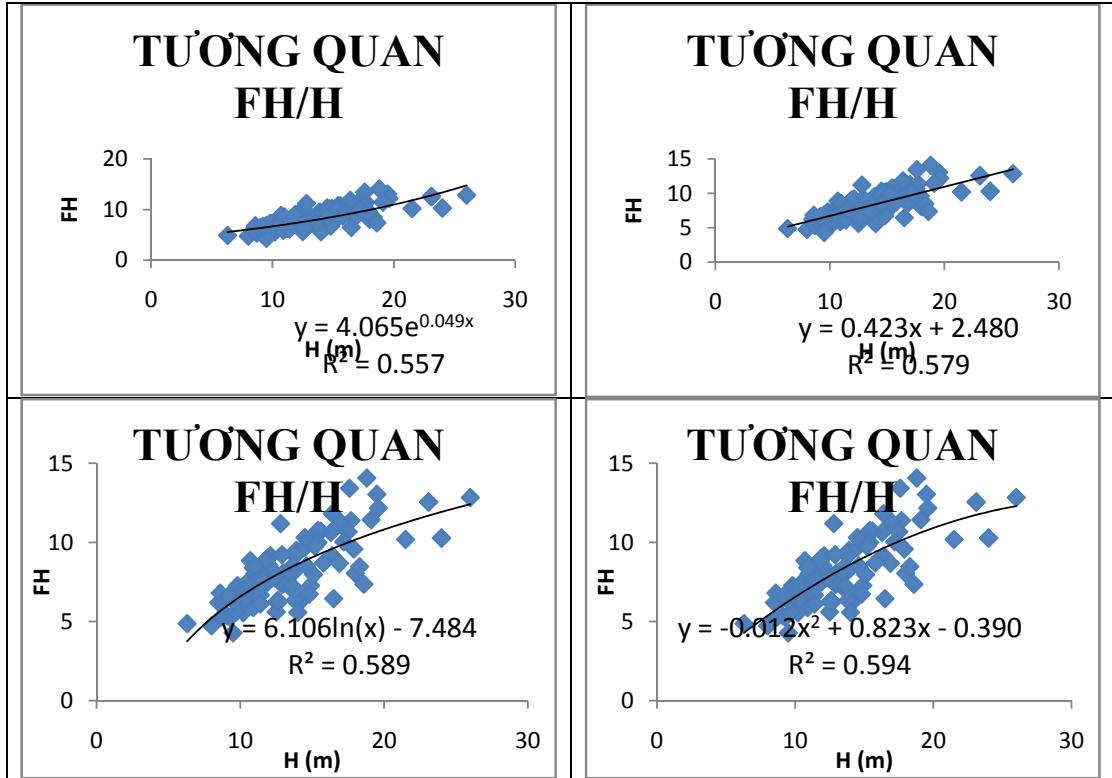
2.2: Tương quan giữa $F_{1.3}/H$



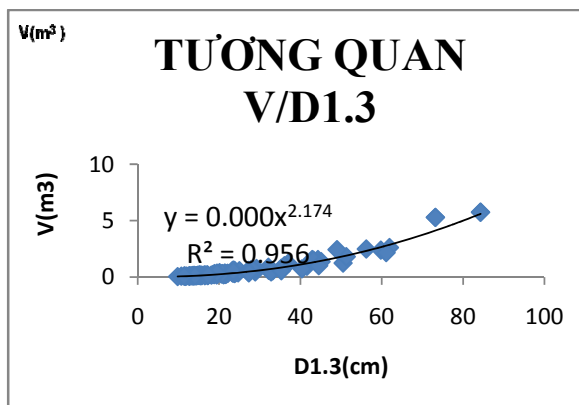
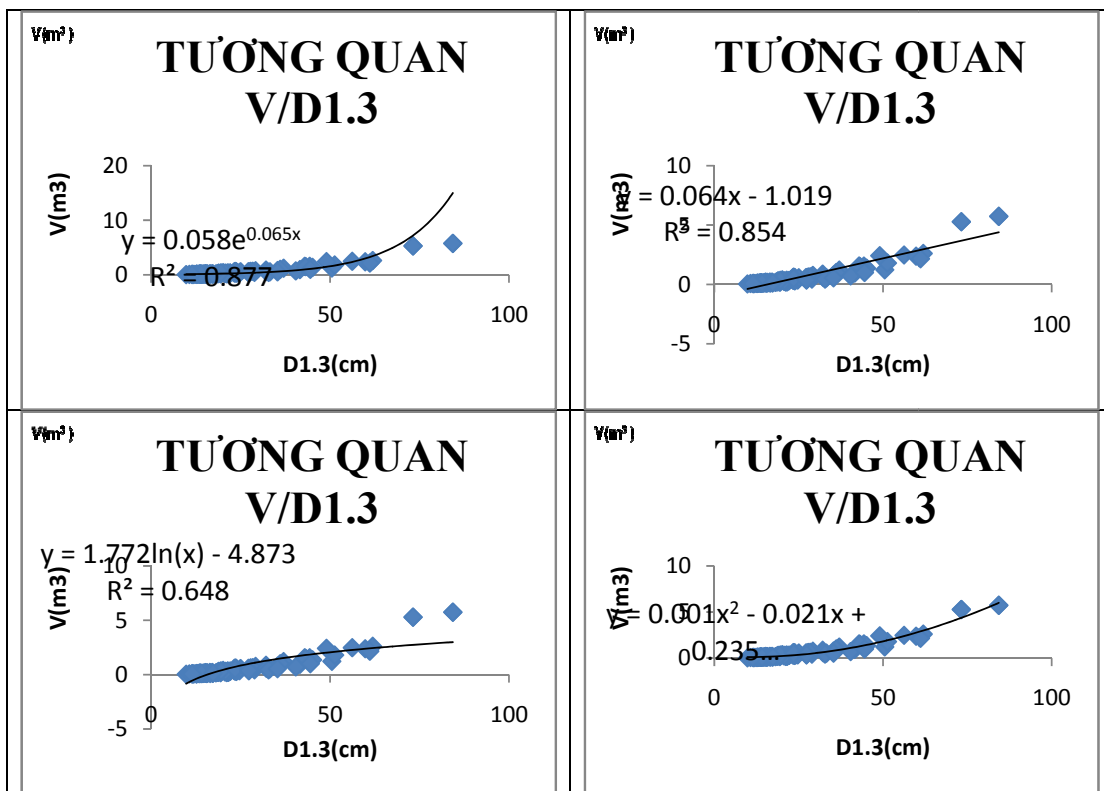
2.3: Tương quan FH/D_{1.3}



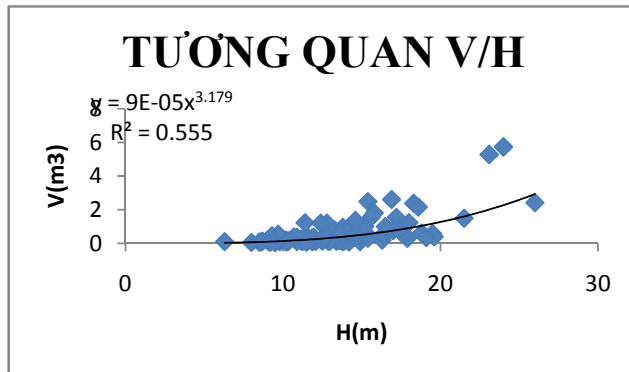
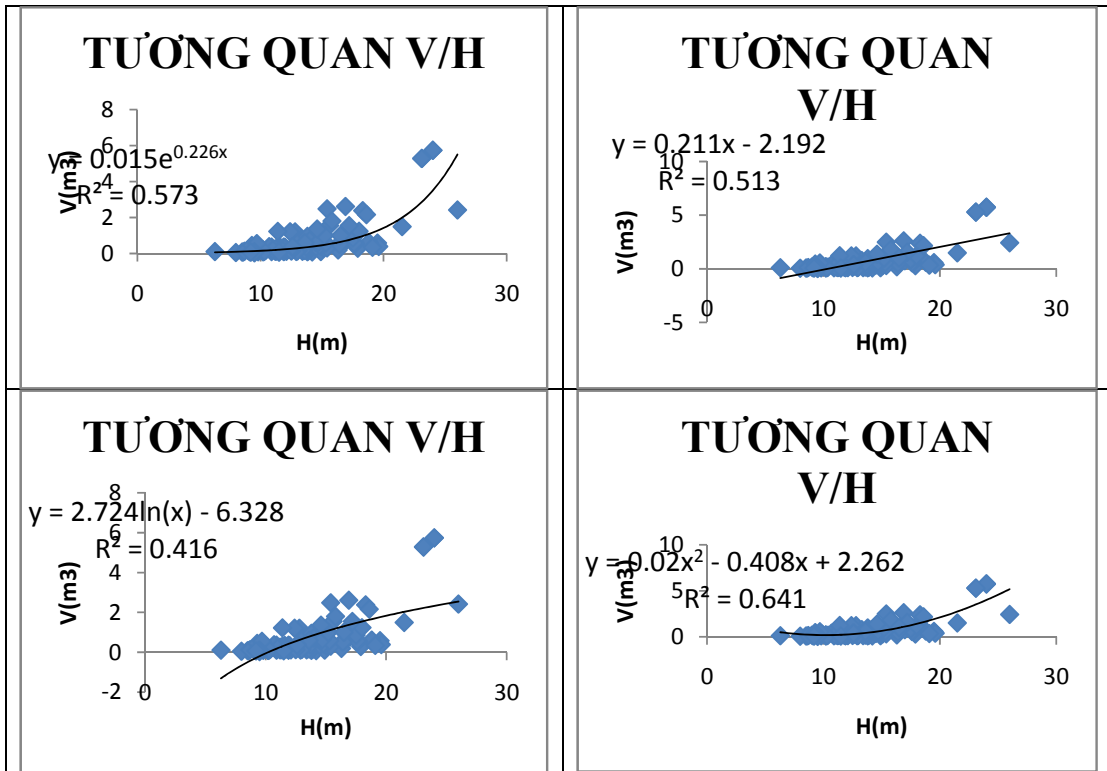
2.4: Tương quan FH/H



2.5: Tương quan V/D_{1.3}



2.6: Tương quan V/H



Phụ lục 3:

1 Hình số

Multiple Regression Analysis

Dependent variable: F1.3

Parameter	Standard Estimate	Error	T Statistic	P-Value
COẢ STAẢ T	0.738333	0.0351269	21.019	0.0000
D1.3	-0.00238468	0.000765614	-3.11473	0.0024
H	-0.00424663	0.00325201	-1.30585	0.1945
COẢ STAẢ T	0.198893	0.150226	1.32396	0.1885
log(D1.3)	-0.115007	0.0392364	-2.93112	0.0042
log(H)	-0.130206	0.0752842	-1.72953	0.0867
COẢ STAẢ T	0.66942	0.018851	35.5111	0.0000
D1.3^2	-0.0000274705	0.00000964558	-2.84799	0.0053
H^2	-0.000130171	0.000108478	-1.19998	0.2329

COẢ STAẢ T	0.709282	0.0396744	17.8776	0.0000
D1.3^2	-0.0000264024	0.00000910198	-2.90073	0.0046
H	-0.00490754	0.00321881	-1.52464	0.1304

COẢ STAẢ T	0.70568	0.018701	37.7348	0.0000
D1.3	-0.00246605	0.000788896	-3.12595	0.0023
H^2	-0.000115449	0.000106565	-1.08337	0.2812

COẢ STAẢ T	0.621742	0.0100148	62.0821	0.0000
exp(D1.3)	0.0	0.0	-2.38575	0.0189
exp(H)	0.0	0.0	-1.35843	0.1773

2 Hình cao

Multiple Regression Analysis

Dependent variable: FH

Parameter	Standard Estimate	Error	T Statistic	P-Value
COẢ STAẢ T	1.89299	0.485358	3.90019	0.0002
D1.3	-0.0456585	0.0105787	-4.31608	0.0000
H	0.555703	0.0449339	12.3671	0.0000

COẢ STAẢ T	0.198893	0.150226	1.32396	0.1885
log(D1.3)	-0.115007	0.0392364	-2.93112	0.0042
log(H)	0.869794	0.0752842	11.5535	0.0000
COẢ STAẢ T	8.17069	0.203205	40.2091	0.0000
exp(D1.3)	0.0	0.0	0.951666	0.3435
exp(H)	2.63761E-11	1.05041E-11	2.51104	0.0136
COẢ STAẢ T	5.25417	0.26666	19.7037	0.0000
D1.3^2	-0.000660248	0.000136443	-4.839	0.0000
H^2	0.0181787	0.00153449	11.8468	0.0000
COẢ STAẢ T	1.19479	0.53958	2.2143	0.0290
D1.3^2	-0.000568284	0.000123789	-4.59076	0.0000
H	0.5579	0.0437765	12.7443	0.0000
COẢ STAẢ T	6.02834	0.274605	21.9528	0.0000
D1.3	-0.0465452	0.0115841	-4.01803	0.0001
H^2	0.0173249	0.00156479	11.0717	0.0000

3 Thê tích

Multiple Regression Analysis

Dependent variable: V

Parameter	Standard Estimate	Standard Error	T Statistic	P-Value
COẢ STAẢ T	-1.46347	0.156722	-9.33797	0.0000
D1.3	0.056681	0.00341586	16.5935	0.0000
H	0.0473898	0.0145092	3.2662	0.0015

CO ₂ STA ₂ T	-9.25301	0.150226	-61.5939	0.0000
log(D1.3)	1.88499	0.0392364	48.0419	0.0000
log(H)	0.869794	0.0752842	11.5535	0.0000

CO ₂ STA ₂ T	0.57496	0.0840041	6.84443	0.0000
exp(D1.3)	0.0	0.0	7.88977	0.0000
exp(H)	1.2063E-11	4.34234E-12	2.77801	0.0065

CO ₂ STA ₂ T	-0.286343	0.0423062	-6.76835	0.0000
D1.3 ²	0.000729614	0.000021647	33.7051	0.0000
H ²	0.00137572	0.00024345	5.65096	0.0000

CO ₂ STA ₂ T	-0.488288	0.0940489	-5.19185	0.0000
D1.3 ²	0.000753411	0.0000215764	34.9183	0.0000
H	0.033321	0.00763025	4.36695	0.0000

CO ₂ STA ₂ T	-1.1538	0.0789139	-14.621	0.0000
D1.3	0.0529987	0.00332895	15.9205	0.0000
H ²	0.00217091	0.000449678	4.8277	0.0000
