

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP

**ƯỚC LƯỢNG CARBON LƯU GIỮ TRONG RỪNG LÁ
RỘNG THƯỜNG XANH DỰA VÀO ẢNH VỆ TINH ĐA PHỔ
KẾT HỢP ĐIỀU TRA THỰC ĐỊA TẠI HUYỆN TUY ĐỨC,
TỈNH ĐẮK NÔNG.**

**Họ và tên sinh viên: VÕ HUY
Ngành: Hệ thống thông tin địa lý
Niên khóa: 2007- 2011**

-TP. Hồ Chí Minh, tháng 7, năm 2011-

TRƯỜNG ĐẠI HỌC NÔNG LÂM TP. HỒ CHÍ MINH
KHOA MÔI TRƯỜNG & TÀI NGUYÊN
BỘ MÔN THÔNG TIN ĐỊA LÝ ỨNG DỤNG

ƯỚC LƯỢNG CARBON LƯU GIỮ TRONG RỪNG LÁ RỘNG
THƯỜNG XANH DỰA VÀO ẢNH VỆ TINH ĐA PHỔ KẾT HỢP VỚI
ĐIỀU TRA THỰC ĐỊA TẠI HUYỆN TUY ĐỨC TỈNH ĐẮK NÔNG

Giáo viên hướng dẫn
TS. NGUYỄN THỊ THANH HƯƠNG

- Tháng 7, năm 2011 -

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành khóa luận cuối khóa, tôi xin chân thành cảm ơn tới:

Ban lãnh đạo trường Đại học Nông Lâm Tp Hồ Chí Minh đã tạo điều kiện thuận lợi nhất cho tôi có thể hoàn thành đợt thực tập.

Tập thể các thầy cô giáo trong Khoa Môi trường và Tài nguyên đã tận tình truyền đạt kiến thức cũng như hướng dẫn những kinh nghiệm thực tế giúp cho tôi có được những kiến thức quý báu về ngành nghề của mình cũng như giúp tôi có thêm những kỹ năng, những bài học kinh nghiệm từ thực tế.

Tôi xin chân thành cảm ơn đến TS. Nguyễn Thị Thanh Hương, giảng viên chính của Bộ môn Quản lý Tài nguyên rừng và môi trường, trường Đại học Tây Nguyên và quý thầy cô khác đã tận tình giúp đỡ và hướng dẫn tôi trong suốt quá trình thực tập cuối khóa và hoàn thành khóa luận này.

Trong quá trình thu thập số liệu tại hiện trường chúng tôi đã nhận được sự giúp đỡ vô cùng tích cực của Hạt kiểm lâm huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông và công ty TNHH MTV Nam Tây Nguyên, tôi xin bày tỏ lòng biết ơn đến các cơ quan này.

Các bạn cùng nhóm thực tập đã gắn bó và giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học cũng như trong thời gian làm luận văn tốt nghiệp.

Gia đình và những người thân đã giúp đỡ tôi về mọi mặt để tôi có thể hoàn thành được khóa luận này.

Xin chân thành cảm ơn

Tp Hồ Chí Minh, tháng 07 năm 2011

Sinh viên

Võ Huy

TÓM TẮT

Đề tài nghiên cứu “Ước lượng carbon lưu giữ trong rừng lá rộng thường xanh dựa vào ảnh vệ tinh đa phổ kết hợp điều tra thực địa tại huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông” được tiến hành tại huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông. Thời gian từ tháng 4 đến tháng 6 năm 2011.

Đề tài sử dụng ảnh vệ tinh SPOT 5 ở mức 1A, thu nhận năm 2009, qua hiệu chỉnh hình học, tăng cường chất lượng ảnh, loại bỏ vùng không có rừng sau đó tạo ảnh chỉ số thực vật (NDVI).

Trên hiện trường rừng lá rộng thường xanh, đề tài đã tiến hành điều tra 25 ô tiêu chuẩn hình tròn, diện tích ô là 1000m^2 ở cả 4 trạng thái rừng. Kế thừa thành quả nghiên cứu của tác giả khác để từ số liệu điều tra đường kính ngang ngực (DBH) theo cấp kính, tính được lượng carbon lưu giữ của mỗi ô.

Xây dựng mối quan hệ hồi quy đa biến giữa trữ lượng carbon lưu giữ với các giá trị phản xạ phổ của ảnh vệ tinh SPOT 5, từ mối quan hệ này thiết lập được mô hình ước lượng trữ lượng carbon của rừng dựa trên dữ liệu ảnh vệ tinh.

Mặc dù kết quả mô hình ước lượng được xây dựng có độ chính chưa cao, song đề tài đã góp phần ứng dụng và phát triển phương pháp ước lượng và dự báo năng lực hấp thụ carbon của rừng tự nhiên dựa vào ảnh vệ tinh, làm cơ sở cho việc xây dựng bản đồ lưu giữ carbon của rừng.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
LỜI CẢM ƠN	i
TÓM TẮT	ii
MỤC LỤC.....	iii
Danh sách các chữ viết tắt.....	iv
Danh sách các bảng.....	v
Danh sách các hình	vi
Chương 1. MỞ ĐẦU	1
1.1 Tính cấp thiết của đề tài	1
1.2 Mục đích nghiên cứu.....	2
1.3 Mục tiêu nghiên cứu:	2
1.4 Nội dung nghiên cứu.....	2
Chương 2. TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	3
2.1. Tổng quan các nghiên cứu sử dụng ảnh vệ tinh và GIS trong quản lý rừng	3
2.2. Tình hình trong nước và trên thế giới về nghiên cứu đo tính carbon rừng	7
Chương 3. ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU	10
3.1. Đối tượng phạm vi nghiên cứu	10
3.2. Đặc điểm khu vực nghiên cứu	10
Chương 4. VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	18
4.1 Vật liệu nghiên cứu	18
4.2 Phương pháp luận và tiếp cận nghiên cứu	19
4.3 Phương pháp nghiên cứu cụ thể.....	20
4.4 Điều tra thực địa.....	25
4.5 Phân tích số liệu mẫu và ước lượng carbon	30
4.6 Mô hình hóa mối quan hệ giữa carbon lưu giữ và trị số của ảnh	32
4.7 Tạo ảnh chỉ số carbon	35
4.8 Đánh giá độ chính xác.....	36
Chương 5. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN	37
5.1 Carbon đo tính từ thực địa	37
5.2 Dữ liệu giá trị ảnh tương ứng với giá trị carbon của các ô mẫu	40
5.3 Mô hình quan hệ giữa carbon và chỉ số ảnh	41
5.4 Tạo ảnh carbon.....	44
5.5 Đánh giá độ chính xác mô hình	45
Chương 6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	48
6.1 Kết luận.....	48
6.2 Kiến nghị.....	48
Tài liệu tham khảo.....	50
Phụ lục.....	52

Danh sách các chữ viết tắt

Từ viết tắt	Nguyên nghĩa
GIS	Hệ thống thông tin địa lý (Geographic Information System)
GPS	Hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System)
KTNN	Khí tượng nông nghiệp
NDVI	Chỉ số thực vật (Normalized Difference Vegetation Index)
ROI	Vùng mẫu (Region Of Interest)
RS	Viễn thám (Remote Sensing)
SPOT	Systeme Pour l'Observation de la Terre
UNFCCC	Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu (United Nation Framework Convention on Climate Change)
REDD	Giảm thiểu khí phát thải từ suy thoái và mất rừng (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation)
CDM	Cơ chế phát triển sạch (Clean Development Mechanism)

Danh sách các bảng

	<i>Trang</i>
Bảng 4.1: Đặc điểm ảnh SPOT-5	19
Bảng 4.2: Bể chứa carbon trong cây gỗ	31
Bảng 4.3: Giá trị bình quân các kênh ảnh SPOT 5.....	34
Bảng 5.1: Thống kê ô mẫu theo trạng thái	37
Bảng 5.2: Giá trị Carbon được tính toán cho từng ô mẫu	39
Bảng 5.3: Đặc trưng mẫu.....	39
Bảng 5.4: Giá trị Carbon tương ứng với các chỉ số ảnh SPOT 5	40
Bảng 5.5: Bảng tóm tắt thống kê các biến số	41
Bảng 5.6: Phân bố chuẩn giữa giá trị carbon và 4 band ảnh SPOT sau khi đổi biến....	42
Bảng 5.7: Bảng phân tích Pearson các biến số.....	42
Bảng 5.8: Bảng kiểm tra thống kê mẫu	44
Bảng 5.9: Đánh giá độ chính xác mô hình ước lượng Carbon.....	46

Danh sách các hình

	<i>Trang</i>
Hình 3.1 Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu.....	11
Hình 3.2 Bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu.....	12
Hình 4.1: Quy trình thực hiện nghiên cứu.....	20
Hình 4.2: Phân bố các điểm khống chế (GCPs)	21
Hình 4.3 Giá trị các điểm khống chế	22
Hình 4.4 Quy trình tạo DEM.....	22
Hình 4.5 Ảnh trước và sau khi nắn chỉnh.....	23
Hình 4.6 Ảnh SPOT đã được loại bỏ vùng không có rừng	24
Hình 4.7 Bản đồ ảnh chỉ số thực vật	25
Hình 4.8 Các bể chứa carbon.....	26
Hình 4.9: Hộp thoại tạo vùng đệm	33
Hình 4.10: Hộp thoại ROI Tool.....	33
Hình 4.11 Mô hình tạo ảnh carbon.....	36
Hình 5.1: Bản đồ hệ thống ô mẫu.....	38
Hình 5.2 Bản đồ carbon.....	45

Chương 1

MỞ ĐẦU

1.1 Tính cấp thiết của đề tài

Biến đổi khí hậu và những tác động mạnh mẽ của nó trong thời gian gần đây là mối quan ngại to lớn của nhân loại. Việc tìm hiểu mối liên hệ giữa phát thải khí CO₂ từ suy thoái và mất rừng với biến đổi khí hậu đang là một vấn đề rất được quan tâm trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Sự ra đời của chương trình REDD đã giúp đỡ việc hạn chế sự phá hủy vùng rừng nhiệt đới trên thế giới để giảm thiểu phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính "Giảm thiểu khí phát thải từ suy thoái và mất rừng" (Reducing Emissions from Deforestation and Degradation - REDD) ở một số nước đang phát triển trong đó có Việt Nam, theo đó các nước phát triển sẽ đáp ứng một số mục tiêu giảm phát thải của nước họ bằng cách mua các tín dụng carbon của các nước đang phát triển từ những cánh rừng hấp thụ CO₂. Hiện tại một số dự án REDD đang được thực hiện ở châu Á nhằm mục đích chính thức đưa chương trình này vào nội dung tiếp theo của Nghị định thư Kyoto bắt đầu từ năm 2013

Để góp phần ứng dụng và học tập, phát triển phương pháp ước lượng và dự báo năng lực hấp thụ CO₂ của rừng dựa vào ảnh vệ tinh, được sự nhất trí của lãnh đạo khoa Môi trường và Tài nguyên, trường Đại học Nông Lâm Tp Hồ Chí Minh, sự chấp nhận hướng dẫn khoa học của TS. Nguyễn Thị Thanh Hương, giảng viên chính của bộ môn Quản lý Tài nguyên rừng và Môi trường, trường Đại học Tây Nguyên, tôi thực hiện đề tài ***“Ước lượng carbon lưu giữ trong rừng lá rộng thường xanh dựa vào ảnh vệ tinh đa phổ kết hợp điều tra thực địa tại huyện Tuy Đức tỉnh Đắk Nông”***

1.2 Mục đích nghiên cứu

Góp phần ứng dụng và phát triển phương pháp ước lượng và dự báo năng lực hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên dựa vào ảnh vệ tinh, làm cơ sở cho việc xây dựng bản đồ lưu giữ carbon của rừng.

1.3 Mục tiêu nghiên cứu:

Dựa trên dữ liệu viễn thám và số liệu điều tra thực địa có tính đến sự tương ứng về mặt địa lý để tìm ra mối quan hệ tiềm năng giữa các nhân tố này với dữ liệu ảnh đa phổ SPOT 5. Trên cơ sở mối quan hệ này, thiết lập mô hình ước lượng trữ lượng carbon và lâm phần dựa trên dữ liệu ảnh vệ tinh.

1.4 Nội dung nghiên cứu

- Xác định khả năng ứng dụng của ảnh vệ tinh trong điều tra carbon rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại địa bàn nghiên cứu
- Thiết lập mối tương quan giữa nhân lượng carbon lưu giữ với giá trị ảnh
- Xây dựng bản đồ lưu giữ carbon của rừng.

Chương 2

TỔNG QUAN VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU

2.1. Tổng quan các nghiên cứu liên quan đến sử dụng ảnh vệ tinh và GIS trong quản lý rừng

2.1.1. Các nghiên cứu ứng dụng GIS và viễn thám trên thế giới

GIS bắt đầu được xây dựng ở Canada từ những năm sáu mươi của thế kỷ 20 tuy nhiên việc nghiên cứu và ứng dụng các thuộc tính của nó đang ngày một sâu, rộng, nâng cao và hoàn thiện hơn, một loạt các vệ tinh được phóng ra ngoài vũ trụ nhằm ghi lại các biến đổi của trái đất, vệ tinh chụp lại hình ảnh và gửi về trái đất với hệ thống radar. Từ đó con người có thể biết dự đoán được các yếu tố bất thường của trái đất, đồng thời đưa ra các giải pháp phòng tránh hợp lý làm giảm mức độ tác hại của thiên nhiên và con người.

Với quá trình phát triển toàn cầu hóa, vấn đề bảo vệ rừng, bảo vệ môi trường không chỉ giới hạn ở một nước, một khu vực mà là vấn đề của toàn thế giới. việc áp dụng GIS và công nghệ viễn thám trong thời đại ngày nay là cần thiết và phù hợp với tính hình phát triển của tiến bộ khoa học. Trái đất được nghiên cứu thông qua sự liên lạc thông tin giữa các nước, các tổ chức với nhau nhằm hướng đến chủ đề phát triển chính của công nghệ GIS và viễn thám trong một thời gian dài chính là môi trường và tầm quan trọng của nó trong lĩnh vực này. Nhờ khả năng phân tích không gian - thời gian và mô hình hoá, GIS cho phép tạo ra những thông tin có giá trị gia tăng cho các thông tin được triết xuất từ dữ liệu vệ tinh. Hiện nay, trên thế giới công nghệ GIS đang được phát triển mạnh trên các lĩnh vực của quản lý tài nguyên môi trường như:

Trong lĩnh vực Lâm nghiệp, ngày nay, công việc quản lý tài nguyên rừng đang là một thách thức lớn. diện tích rừng bị thu hẹp, mỗi ngày có hàng trăm loài bị diệt chủng, giảm đa dạng sinh học, suy giảm nguồn gen... Với GIS các nhà quản lý có thể

thực hiện nhiệm vụ này dễ dàng hơn, bằng cách sử dụng ảnh vệ tinh và phân loại thảm phủ thực vật.

Phá rừng: hiện nay con người đang phải đối mặt với tình hình biến đổi khí hậu, hiệu ứng nhà kính, bão, lũ, các cơn động đất... mà nguyên nhân quan trọng đó là tình trạng phá rừng đang ngày càng phát triển. Viện Tài nguyên Thế giới (WRI) đã sử dụng GIS để đánh giá ảnh hưởng của phá rừng với các quốc gia và người dân trên toàn Thế giới.

Thu hẹp diện tích rừng trên toàn cầu: với nhu cầu của con người ngày một tăng, sản phẩm lấy từ rừng dần không đáp ứng đủ cho nhu cầu của con người nữa, cộng đồng dân cư sống gần rừng thì luôn sống phụ thuộc vào rừng, trong khi đó ý thức của con người, cán bộ bảo vệ rừng lại thiếu, vì vậy diện tích rừng ngày một bị thu hẹp lại. GIS hỗ trợ phân tích so sánh diện tích rừng hiện nay với diện tích rừng trong quá khứ, cho thấy xu hướng thu hẹp ngày càng nhanh của các diện tích này và tốc độ thu hẹp ở các vùng khác nhau, từ đó dự báo tốc độ mất rừng của những nơi mà biên giới rừng vẫn còn tồn tại. Với phần mềm GIS, các dự báo có thể được phân tích dưới dạng bản đồ hoặc biểu đồ.

Dự báo ảnh hưởng ô nhiễm không khí đối với sự phát triển của thực vật: Với GIS, các nhà khoa học có thể phủ dữ liệu cho các vùng (các dữ liệu về sự tăng trưởng, phân bố loài thực vật...) theo thời gian, tạo nên các bản đồ đánh giá sự biến đổi sinh trưởng của từng loài cây.

Với những ứng dụng rộng rãi, GIS đã trở thành công nghệ quan trọng. Nó tham gia vào hầu hết các lĩnh vực trong cuộc sống con người và ngày càng được quảng bá rộng rãi. Hơn nữa với xu thế phát triển hiện nay, GIS không chỉ dừng lại ở một quốc gia đơn lẻ mà ngày càng mang tính toàn cầu hóa.

Liên quan đến sử dụng ảnh NDVI, một số nghiên cứu đã sử dụng chỉ số thực vật trong các nghiên cứu của họ như:

- Avery and Berlin (1992, [13]) với nghiên cứu về chỉ số thực vật NDVI. Nghiên cứu được sử dụng để ước lượng chỉ số diện tích lá (LAI-Leaf Area Index),

cường độ thực vật, xác định vùng có rừng hay không có rừng, giám sát phá rừng, sa mạc hóa .

- Defries and Townshend (1994) đã tiến hành nghiên cứu phân loại thảm phủ. Lu và cộng sự (2004, [17]) với nghiên cứu cấu trúc rừng đã áp dụng chỉ số thực vật NDVI để phân tích.

2.1.2. Áp dụng GIS và viễn thám tại Việt Nam

Phù hợp với xu thế phát triển của thế giới, Ngày nay việc áp dụng ảnh viễn thám trong phân loại rừng và các lĩnh vực khác tại Việt Nam đang được chú trọng phát triển và hoàn thiện.

Ảnh viễn thám được nghiên cứu và ứng dụng trong quản lý sự biến đổi môi trường bao gồm: điều tra về sự biến đổi sử dụng đất và lớp phủ. Vẽ bản đồ thực vật, nghiên cứu các quá trình sa mạc hóa và phá rừng, giám sát thiên tai (hạn hán, bão lụt, cháy rừng...) nghiên cứu ô nhiễm nguồn nước, ô nhiễm không khí...

Ảnh viễn thám được sử dụng trong điều tra đất bao gồm: xác định và phân loại các vùng thổ nhưỡng, đánh giá mức độ thoái hóa đất, tác hại của quá trình xói mòn..

Một ứng dụng quan trọng của ảnh viễn thám là ứng dụng ảnh vệ tinh trong lâm nghiệp, diễn biến của rừng bao gồm: điều tra phân loại trạng thái rừng, nghiên cứu về côn trùng và sâu bệnh hại phá hoại rừng. tạo lập bản đồ hiện trạng rừng phục vụ cho công tác quản lý bảo vệ rừng bền vững.

Ứng dụng ảnh viễn thám trong khí tượng thủy văn nhằm đánh giá định lượng lượng mưa, bão, lũ lụt, hạn hán, đánh giá sự báo động chảy, đánh giá tài nguyên khí hậu phân vùng khí hậu...

Ảnh vệ tinh đã được sử dụng để điều tra và thành lập bản đồ các hệ sinh thái nhạy cảm như: Rừng ngập mặn, đất ngập nước (phạm vi cả nước), rạn san hô (Quảng Ninh, miền Trung), các loại habitat (đảo Bạch Long Vĩ),... Các bản đồ rừng ngập mặn được thành lập ở tỉ lệ 1: 100 000, phủ trùm toàn dải ven biển và ở tỉ lệ lớn hơn cho từng vùng. Bản đồ đất ngập nước toàn quốc được thành lập ở tỉ lệ 1: 250 000. Những bản đồ này do Trung tâm Viễn thám - Bộ Tài nguyên và Môi trường và một số cơ quan khác thực hiện theo chương trình của Cục Bảo vệ Môi trường [7]

Ảnh vệ tinh đa thời gian đã được sử dụng như một công cụ hữu hiệu nhất để khảo sát biến động của nhiều hợp phần môi trường thiên nhiên, như biến động bờ biển, lòng sông, biến động rừng ngập mặn, diễn biến rừng, biến động lớp phủ mặt đất và sử dụng đất (ở một số vùng). Một trong những bản đồ đó là bộ bản đồ biến động bờ biển thời kì 1965 - 1995 tỉ lệ 1: 100 000 phủ trùm cả dải ven biển, do Trung tâm Viễn thám và Viện nghiên cứu Biển Nha Trang thực hiện [7]

Ảnh vệ tinh đã được một số cơ quan sử dụng thử nghiệm để nghiên cứu và theo dõi một vài hiện tượng thiên tai như ngập lụt, cháy rừng, tai biến địa chất. Bên cạnh đó, ảnh vệ tinh đã được sử dụng để khảo sát và thành lập bản đồ nhạy cảm môi trường dải ven biển với mục đích phòng chống dầu tràn [7]

Viễn thám trong khí tượng nông nghiệp (KTNN) ứng dụng của viễn thám trong KTNN có thể phân thành 4 loại chính:

i. Điều tra và đánh giá tài nguyên khí hậu nông nghiệp, sự biến đổi tình hình sử dụng đất và lớp đất phủ, và sự thay đổi của chúng theo từng thời gian nhất định.

ii. Đánh giá những tác động của ngoại cảnh liên quan đến sản xuất nông nghiệp. Bao gồm điều kiện môi trường phát triển nông nghiệp, sự phát sinh phát triển (diện tích, mức độ) của những tác hại và nguy hiểm của thời tiết, khí hậu và môi trường đến sản xuất nông nghiệp.

iii. Tính toán các trường yếu tố khí hậu nông nghiệp bề mặt như: bức xạ, phát xạ, nhiệt độ, độ ẩm, bốc thoát hơi...làm cơ sở cho việc phân vùng khí hậu nông nghiệp

iv. Dự báo KTNN bao gồm dự báo năng suất cây trồng, sâu bệnh, hạn hán, úng lụt...Do số liệu viễn thám được cập nhật nhanh, khách quan và chi tiết vì vậy đáp ứng kịp thời và chính xác trong nghiệp vụ dự báo KTNN. [7]

Nguyễn Thị Thanh Hương, (2009, [18]) đã sử dụng ảnh SPOT 5 để phân loại rừng lá rộng thường xanh tại Huyện Tuy Đức tỉnh Đắk Nông. Kết quả đã phân biệt 4 loại trạng thái bao gồm rừng phục hồi, rừng nghèo, rừng trung bình và rừng dày, ngoài ra một số thảm phủ cũng đã được phân biệt trên ảnh như đất nông nghiệp, rừng trồng, rừng lô ô. Kết quả đánh giá sai số với độ chính xác khá tốt (sai số toàn bộ 82% và hệ số Kappa là 0,76)

2.2. Tình hình trong nước và trên thế giới về nghiên cứu đo tính carbon rừng

2.2.1. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Nhận biết được tầm quan trọng của việc hạn chế sự gia tăng khí nhà kính và sự ấm dần lên của trái đất, Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu (UNFCCC – United Nation Framework Convention on Climate Change) đã được soạn thảo và thông qua tại Hội nghị Liên Hợp Quốc về môi trường và Phát triển năm 1992 và chính thức có hiệu lực vào tháng 3/1994. Tính đến tháng 5/2004, có 188 quốc gia đã phê chuẩn Công ước này, trong đó Nghị định thư Kyoto được thông qua tháng 12/1997 dựa trên Công ước khung đã tạo cơ sở pháp lý cho việc cắt giảm khí nhà kính. Theo đó, các nghiên cứu liên quan tập trung vào tìm dẫn chứng về kho dự trữ carbon tại các lớp phủ thực vật và làm thế nào để các bể dự trữ này có thể gia tăng lưu trữ CO₂ từ khí quyển. Đây là những nghiên cứu rất quan trọng, đặc biệt đối với các nước công nghiệp cần đạt được sự giảm phát thải theo Nghị định thư Kyoto.

Hiện nay trên thế giới nhiều tổ chức quốc tế đã hình thành phương pháp luận để định hướng nghiên cứu và khả năng ứng dụng viễn thám và GIS trong quản lý các bể chứa carbon của rừng tự nhiên. Về phương pháp nghiên cứu hấp thụ CO₂ của hệ sinh thái rừng, K.G. MacDicken (1997) đã lập các mô hình quan hệ giữa sinh khối (biomass) với các nhân tố điều tra rừng như đường kính, chiều cao và mật độ để giám sát carbon hấp thụ trong lâm nghiệp và nông lâm kết hợp. Peter Snowdon và cộng sự (2002) khi nghiên cứu hấp thụ carbon rừng đã xác định bốn bể chứa carbon sinh thái là thực vật sống trên mặt đất, cây bụi thảm tươi, trong rễ và đất, và đưa ra phương pháp thu thập mẫu để phân tích hàm lượng carbon trong mỗi bể chứa. Jennier C. Jenkins và cộng sự (2004) sử dụng nhiều kiểu dạng mô hình để lập tương quan giữa carbon hấp thụ với đường kính ngang ngực cho các loài cây rừng khác nhau ở Bắc nước Mỹ. Đến năm 2007, với nhu cầu giám sát nhanh lượng carbon trong rừng để tham gia các chương trình chi trả dịch vụ môi trường rừng, Trung tâm Nông Lâm kết hợp thế giới (ICRAF, 2007, [16]) đã phát triển các phương pháp dự báo nhanh lượng carbon lưu giữ thông qua việc giám sát thay đổi sử dụng đất bằng phân tích ảnh viễn thám, lập ô mẫu nghiên cứu sinh khối và ước tính lượng carbon tích lũy. Các phương pháp này cần

được kế thừa và xem xét áp dụng một cách phù hợp hơn đối với các hệ sinh thái rừng của Việt Nam, trong đó hướng nghiên cứu lập ô mẫu thu thập số liệu sinh khối, phân tích mẫu để xác định lượng carbon và mô hình hóa mối quan hệ giữa sinh khối, lượng carbon tích lũy với các nhân tố điều tra rừng, sinh thái là có cơ sở khoa học và dễ ứng dụng.

Về ứng dụng ảnh viễn thám và công nghệ GIS trong giám sát hấp thụ carbon rừng cũng được coi như là một công cụ hữu hiệu. Roger M. Gifford (2000) sử dụng kết hợp GPS để định vị ô mẫu nhằm theo dõi lượng carbon trên mặt đất, đồng thời sử dụng phương pháp mô hình hóa mối quan hệ carbon tích lũy với các nhân tố điều tra rừng được định vị theo thời gian và không gian. ICRAFF (2007) giám sát thay đổi sử dụng đất rừng và lượng carbon tích lũy thông qua kết hợp điều tra mặt đất và ảnh viễn thám. Công nghệ viễn thám và GIS vì vậy rất cần thiết trong giám sát lượng carbon tích lũy, tuy nhiên cần nghiên cứu để đưa ra quy trình ứng dụng nhằm giám sát trực tiếp CO₂ hấp thụ trong các dự án REDD.

2.2.2. Tình hình nghiên cứu trong nước

Việt Nam là quốc gia đã phê chuẩn Công ước khung của Liên Hợp Quốc về biến đổi khí hậu ngày 16/11/1994 và Nghị định thư Kyoto vào ngày 25/9/2002, được đánh giá là một trong những nước tích cực tham gia vào Nghị định thư Kyoto sớm nhất. Tuy nhiên, trong lĩnh vực nghiên cứu về trồng rừng theo cơ chế phát triển sạch (CDM), nghiên cứu khả năng hấp thụ carbon của rừng, tính toán giá trị của rừng là những vấn đề còn khá mới mẻ và mới được bắt đầu nghiên cứu trong những năm gần đây. Nghiên cứu hấp thụ CO₂ của rừng chủ yếu tập trung vào các loài cây rừng trồng để tham gia vào Cơ chế phát triển sạch – CDM. Ngô Đình Quế (2006, [7]) đã xác định lượng carbon tích lũy trong các khu rừng trồng các loài keo tai tượng, keo lá tràm, keo lai, thông 3 lá, thông mã vĩ, thông nhựa và bạch đàn. Võ Đại Hải (2009, [2]) nghiên cứu hấp thụ CO₂ của rừng trồng bạch đàn *Urophylla*.

Vũ Tấn Phương (2006, [9]), Trung tâm sinh thái và môi trường thuộc Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam đã có nghiên cứu xác định trữ lượng carbon của thảm tươi, cây bụi, tương ứng với trạng thái IA, IB theo hệ thống phân loại trạng thái rừng Việt Nam, để làm cơ sở xây dựng đường carbon cơ sở trong các dự án trồng rừng CDM.

Việc xác định sinh khối tươi, khô được thực hiện theo từng bộ phận thân, cành và lá. Tuy nhiên trữ lượng carbon được xác định thông qua sinh khối khô của các bộ phận bằng cách chấp nhận một hệ số chuyển đổi là 0.5. Do đó nghiên cứu này chỉ mới dừng lại ở trạng thái rừng phục hồi với đối tượng là cây bụi, thảm tươi, chưa nghiên cứu đầy đủ cho các trạng thái rừng khác, và lượng carbon lưu giữ được chuyển đổi theo hệ số, chưa phân tích hàm lượng trong từng bộ phận thực vật cụ thể.

Bảo Huy và Phạm Tuấn Anh (2007 – 2008, [1], [14]) với sự tài trợ của Tổ chức Nông Lâm kết hợp thế giới (ICRAF) đã có nghiên cứu thăm dò ban đầu về dự báo khả năng hấp thụ CO₂ của rừng lá rộng thường xanh ở Tây Nguyên. Kết quả đã xây dựng được phương pháp nghiên cứu, phân tích hàm lượng carbon trên mặt đất rừng bao gồm trong thân, vỏ, lá, cành của cây gỗ và cho lâm phần; đã đưa ra phương pháp dự báo lượng CO₂ hấp thụ cho cây rừng và trên lâm phần rừng tự nhiên.

Chương trình “Giảm phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính từ suy thoái và mất rừng – REDD” đang được khởi động ở Việt Nam cũng như trên thế giới, nhằm vào việc giảm mất rừng dẫn đến thiệt hại đa dạng sinh học, giảm chức năng phòng hộ của rừng và gây phát thải khí gây hiệu ứng nhà kính CO₂ đã thúc đẩy mạnh các nghiên cứu về đo tính carbon của rừng. Việc giảm phát thải khí CO₂ từ suy thoái và mất rừng sẽ được đền bù, chi trả thông qua việc bảo vệ và quản lý rừng bền vững nhằm lưu giữ lượng carbon rừng cũng như gia tăng lượng CO₂ mà rừng hấp thụ nhờ tăng trưởng sinh khối theo thời gian.

Hạn chế lớn nhất hiện nay là việc tính toán về hấp thụ carbon và các giá trị của rừng thường theo các phương pháp truyền thống do vậy mất nhiều thời gian và công sức, việc thu thập số liệu và xử lý số liệu đầu vào chưa thống nhất, do vậy độ chính xác của kết quả khó được kiểm chứng và đánh giá. Các nghiên cứu như đã đề cập ở trên chủ yếu là thực hiện dựa vào số liệu điều tra thực địa. Mặc dù đã có nghiên cứu xây dựng mối tương quan giữa nhân tố điều tra rừng với ảnh vệ tinh như nghiên cứu của Nguyễn Thị Thanh Hương (2011, [5]), nhưng chưa có nghiên cứu nào đề cập đến việc ước lượng carbon lưu giữ trong các trạng thái rừng với giá trị ảnh. Do vậy việc nghiên cứu xây dựng mối tương quan giữa giá trị ảnh và carbon lưu giữ là cần thiết trong bối cảnh hiện nay, khi mà giá trị môi trường rừng đang được quan tâm cao của quốc gia và cộng đồng quốc tế.

Chương 3

ĐỐI TƯỢNG, PHẠM VI VÀ KHU VỰC NGHIÊN CỨU

3.1. Đối tượng phạm vi nghiên cứu

Trong phạm vi nguồn lực cho phép đề tài nghiên cứu được giới hạn bởi phạm vi và đối tượng: Nghiên cứu ở kiểu rừng tự nhiên lá rộng thường xanh trên các trạng thái là rừng non (IIB), rừng nghèo (IIIA₁) và rừng trung bình (IIIA₂) và rừng giàu (IIIA₃). Trong nghiên cứu chỉ điều tra carbon lưu giữ của rừng phần trên mặt đất.

Nghiên cứu này được thực hiện tại huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông

3.2. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

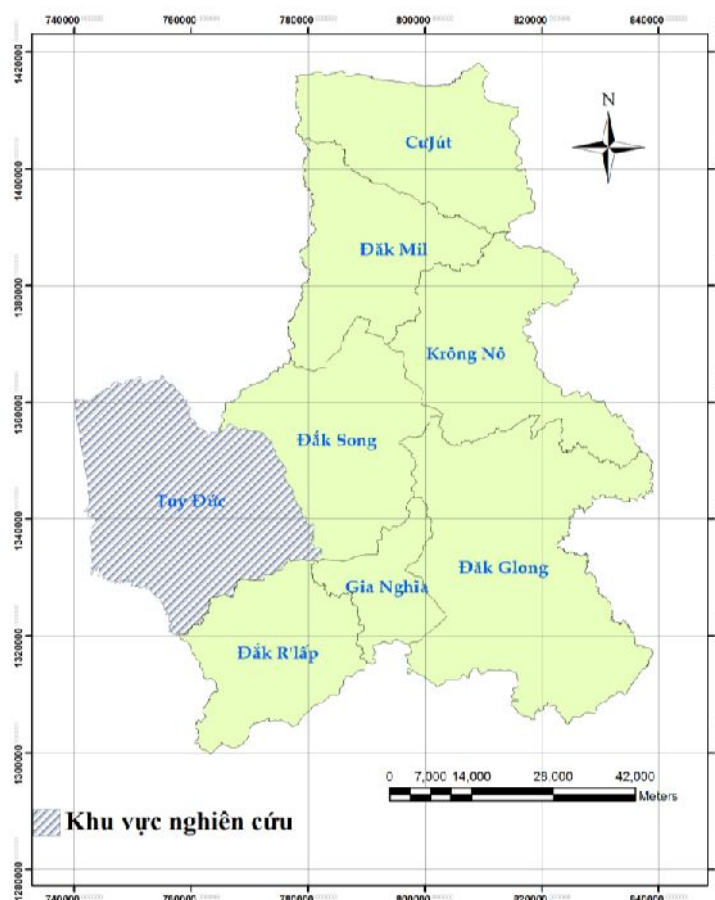
Tuy Đức là một huyện thuộc tỉnh Đắk Nông, được thành lập vào tháng 1 năm 2007 theo quyết định 142/2006/NĐ-CP của Chính Phủ Việt Nam ban hành tháng 12 năm 2006, đây là một huyện mới được tách ra từ huyện Đắk R'lấp (cũ), nằm phía tây nam của tỉnh, có 6 đơn vị hành chính cấp xã gồm: Đắk Ngo, Quảng Tân, Đắk Búk So, Đắk R'Tíh, Quảng Tâm, Quảng Trục.

Tuy Đức giáp huyện Đắk Song ở phía Đông, giáp tỉnh Bình Phước ở phía Tây, huyện Đắk R'Lấp ở phía Nam, nước Campuchia ở phía Bắc.

Tuy Đức có tổng diện tích đất tự nhiên là 112.384 ha, trong đó:

- Diện tích đất có rừng: 66.129,4 ha và đất trồng đồi trọc: 13648,1 ha trên 79.777,5 ha quy hoạch cho lâm nghiệp
- Đất ngoài lâm nghiệp là: 32.606,5 ha

Phần lớn diện tích rừng tự nhiên của huyện Tuy Đức do Nông – Lâm Trường cao su Tuy Đức và 2 công ty lâm nghiệp Nam Tây Nguyên và Quảng Tín quản lý.



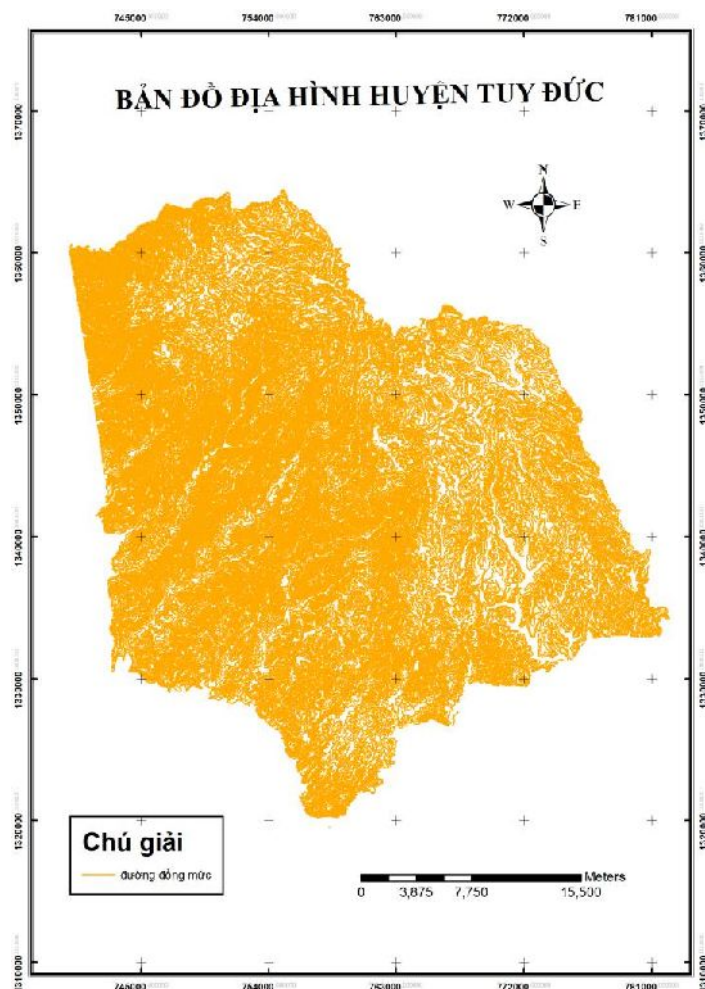
Hình 3.1 Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu

Dân số: 34.694 người, trong đó người đồng bào dân tộc M'Nông địa phương chiếm 41% tổng dân số trong huyện

3.2.1. Điều kiện tự nhiên của khu vực nghiên cứu

3.2.1.1 Địa hình

Khu vực nghiên cứu có địa hình tương đối phức tạp, bị chia cắt bởi hệ thống khe, suối khá dày. Độ cao tuyệt đối biến động từ 500 – 920 m. độ dốc bình quân khoảng 10 - 20°. Độ cao và mức độ phức tạp của địa hình có xu hướng giảm dần từ bắc xuống nam.



Hình 3.2 Bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu

3.2.1.2 Khí hậu thủy văn

Khí hậu ở đây được chia làm hai mùa mưa và nắng rõ rệt: mùa mưa bắt đầu từ tháng 5 đến tháng 10, mùa khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 4 năm sau.

Nhiệt độ không khí trung bình trong năm $22,2^{\circ}\text{C}$, nhiệt độ không khí cao nhất tuyệt đối trong năm là $35,8^{\circ}\text{C}$. Nhiệt độ không khí thấp nhất tuyệt đối trong năm là $8,2^{\circ}\text{C}$. Biên độ dao động nhiệt giữa các mùa trong năm tương đối nhỏ nhưng biên độ dao động nhiệt giữa ngày và đêm khá lớn, đặc biệt là vào các tháng mùa khô.

Lượng mưa trung bình trong năm biến động trong khoảng từ 2.250 mm đến 2.450 mm. Lượng mưa ngày lớn nhất trong năm: 106mm. Số ngày mưa trong năm là 195 ngày. Lượng mưa chủ yếu tập trung vào các tháng 6,7 và tháng 8 chiếm 80% lượng mưa cả năm. Khu vực Tuy Đức mùa mưa thường đến sớm hơn các khu vực khác trong địa bàn tỉnh Đắk Nông.

Độ ẩm tương đối trung bình trong năm là: 85%. Lượng bốc hơi trung bình trong năm: 195,4 mm. Lượng bốc hơi trong các tháng mùa khô lớn hơn rất nhiều so với các tháng mùa mưa, do vậy mùa khô rất thiếu nước.

Có hai hướng gió chính: đông bắc và tây nam. Gió đông bắc thổi vào mùa khô, đây là loại gió hại, ảnh hưởng rất lớn đến cây trồng trong vùng...

Trong khu vực nghiên cứu có nhiều suối lớn như Đăk R'láp, Đăk Glun, Đăk R'tih, Đăk N'ohr,... Ngoài ra còn rất nhiều nhánh suối nhỏ và các khe, đây là khu vực đầu nguồn nên lưu lượng nước tuy không lớn nhưng không bị cạn vào mùa khô.

3.2.1.3 Đất đai

Đất phổ biến ở đây là đất nâu đỏ trên đất Bazan (Fk). Đây là loại đất khá tốt, có độ sâu tầng đất trên 100 cm, không có kết von, độ đá lún thấp... Phù hợp với nhiều loài cây nông, lâm, công nghiệp. Ngoài ra có một số ít là đất bồi tụ ven suối (Ru), đây cũng là một loại đất khá tốt, tuy nhiên thường hay bị úng vào mùa mưa.

3.2.1.4 Rừng và tài nguyên rừng

Rừng tự nhiên ở đây thuộc kiểu rừng gỗ lá rộng, mưa ẩm thường xanh; có hệ thực vật và cấu trúc rất đa dạng. Các dạng rừng thường gặp gồm: Rừng gỗ, rừng lồ ô – tre nứa, rừng hỗn giao gỗ - lồ ô.... Trong đó rừng gỗ chiếm phần lớn diện tích rừng tự nhiên hiện có của khu vực. Các loại rừng hỗn giao, lồ ô thuần phân bố rải rác và tập trung chủ yếu ven các con suối. Đối với rừng gỗ, có các trạng thái phổ biến là rừng non phục hồi sau nương rẫy (IIA – IIB), rừng bị tác động mạnh (IIIA₁) và rừng ít bị tác động (IIIA₂). Nhìn chung tài nguyên rừng còn phong phú, trữ lượng gỗ khá cao song do các chủng loại gỗ quý hiếm đã bị khai thác chọn trong nhiều năm trước đây nên gần như đã giảm chất lượng.

Một đặc điểm dễ nhận thấy đối với kiểu rừng thường xanh trong khu vực nghiên cứu đó là mật độ cây rất dày và có phân bố cây giảm dần theo cấp kính. Cấu trúc tầng tán phức tạp, nhiều tầng với hệ thực vật hết sức phong phú. Các ưu hợp thường gặp: Chò xót (*Schimar superba*), Dẻ (*Quercus* sp), Trâm (*Syzygium* sp), Xoan (*Melia azedarach*)...

Thảm thực bì thường rất dày với các loài song mây, lá bép, mây bụi, riềng, nghệ rừng... với độ che phủ rất cao.

3.2.2. Đặc điểm kinh tế, xã hội của khu vực nghiên cứu

3.2.2.1 Nông lâm - thủy sản

Giá trị sản xuất ngành nông lâm thủy sản năm 2010 đạt 1.233 tỷ đồng, tăng bình quân hàng năm 13,61%; trong đó: nông lâm ngư nghiệp tăng 11,48%; công nghiệp - xây dựng tăng 25,36%; dịch vụ tăng 26,44%.

Sản xuất nông, lâm nghiệp giữ vai trò chủ đạo thúc đẩy tăng trưởng kinh tế và ổn định xã hội. Quy mô, năng lực sản xuất nông nghiệp tăng lên rõ rệt, công tác khuyến nông khuyến lâm, ứng dụng khoa học kỹ thuật vào sản xuất, các mô hình sản xuất khoai lang xuất khẩu, chanh dây, trang trại có hiệu quả kinh tế cao. Tổng diện tích gieo trồng bình quân tăng 7,26% trong đó diện tích cây lương thực cả giai đoạn đạt 3,27 nghìn ha, tăng bình quân hàng năm 13,6%, sản lượng cây có hạt đạt 15,57 nghìn tấn, tăng bình quân 14,82%.

Tổng diện tích cây công nghiệp chủ yếu (cà phê, tiêu, điều, cao su) cả giai đoạn 61,2 nghìn ha, tăng bình quân hàng năm 6,24%; Sản lượng ước đạt 57,95 nghìn tấn, tăng bình quân hàng năm 12,31%.

Chăn nuôi gia súc, gia cầm không ngừng phát triển. Tổng đàn trâu, bò cả giai đoạn 2007-2010 là: 13,01 nghìn con, tăng bình quân hàng năm trên 15% đàn lợn 19,12 nghìn con, tăng bình quân 13,36%, tổng đàn gia cầm 210,24 nghìn con, tăng bình quân hàng năm 13,11%, thịt hơi các loại xuất chuồng đạt 1,57 nghìn tấn. Công tác phòng trừ dịch bệnh được chú trọng, chủ động dập tắt dịch bệnh tại chỗ, không để xảy ra dịch bệnh lây lan trên diện rộng.

Lâm nghiệp thực hiện quy hoạch 3 loại rừng: Rừng sản xuất, rừng phòng hộ và rừng đặc dụng; triển kế hoạch giao đất, giao rừng cho hộ, nhóm hộ, gia đình và tổ chức đủ điều kiện. Tổng diện tích đất lâm nghiệp và rừng đã giao cho tổ chức quản lý: 66.878 ha, diện tích đất lâm nghiệp và rừng giao cho hộ, nhóm hộ, gia đình ở các bon 3.224 ha.

Thủy sản: Diện tích nuôi trồng thủy sản năm 2010 là 0,11ha, sản lượng 0,05 nghìn tấn. Nhìn chung sản lượng nuôi trồng thủy sản trên địa bàn huyện còn thấp chủ yếu nuôi trồng ở hộ gia đình, chưa hình thành và phát triển thành trại nuôi trồng thủy sản.

3.2.2.2 Công nghiệp

Giá trị sản xuất ngành công nghiệp (theo giá cố định) giai đoạn 2007-2010 ước đạt 87,77 tỷ đồng, tăng bình quân hàng năm 24,97%. Quy mô của ngành công nghiệp chủ yếu ở thành phần kinh tế tập thể, kinh tế nhà nước chiếm không đáng kể. Hiện đang triển khai thực hiện xây dựng cụm công nghiệp xã Quảng Tâm, Nhà máy sản xuất đá Granit xã Đắk R'Tih đang khởi công xây dựng, nhà máy chế biến rau củ quả xã Quảng Tâm đang trong giai đoạn chuẩn bị đầu tư. Sản phẩm công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp chủ yếu là khai thác vật liệu xây dựng, chế biến sản phẩm thô trong nông, lâm; cơ khí sửa chữa, gia công may mặc... Tổng cơ sở sản xuất công nghiệp trên 80 cơ sở.

3.2.2.3 Thương mại – dịch vụ

Có bước chuyển biến tích cực theo hướng đáp ứng tốt hơn các nhu cầu về sản xuất, kinh doanh và phục vụ đời sống dân cư. Tổng mức bán lẻ hàng hóa và doanh thu dịch vụ giai đoạn 2007 - 2010 đạt 543,4 tỷ đồng, tăng bình quân hàng năm 23,65%; Khối lượng luân chuyển hàng hóa, khối lượng luân chuyển hàng khách đều tăng; hệ thống đại lý thu mua nông sản, phân phối sản phẩm, cơ sở kinh doanh,... đều tăng. Bến xe huyện được thành lập, Chợ Quảng Trục đã xây dựng xong, trung tâm cụm xã Đắk Mrê, xã Quảng Tâm và trung tâm cụm xã Đắk R'Tih đang được triển khai xây dựng. Tổng số cơ sở thương mại, nhà hàng, dịch vụ ước đạt 620 cơ sở.

Dịch vụ bưu chính viễn thông từng bước được củng cố, chất lượng được cải thiện.

3.2.2.4 Thu chi ngân sách

Công tác quản lý thu chi ngân sách dần đi vào nề nếp, kịp thời uốn nắn những sai sót qua công tác kiểm toán, thanh tra ngân sách. Hoàn thành kế hoạch thu ngân sách hàng năm. Tổng thu ngân sách nhà nước trên địa bàn từ năm 2007 - 2010 đạt 39,36 tỷ đồng, tăng bình quân hàng năm 70%. Trong đó thu ngân sách ngoài quốc doanh giai đoạn 2007 - 2010 đạt 19,62 tỷ đồng.

Tổng vốn đầu tư phát triển trên địa bàn giai đoạn 2007 - 2010 ước đạt 693 tỷ đồng, tăng bình quân hàng năm 18,2%. Trong đó vốn ngân sách nhà nước do địa phương quản lý ước đạt 200 tỷ đồng, tăng bình quân hàng năm 34%. Việc huy động vốn đầu tư từ bên ngoài chưa cao.

3.2.2.5 Văn hóa xã hội

Văn hóa - xã hội đạt một số kết quả khả quan; tình hình an ninh chính trị, trật tự an toàn xã hội ổn định; quốc phòng an ninh được giữ vững, nhiều vấn đề dân sinh bức xúc được giải quyết... Kết quả đạt được trong năm 2007 - 2010 thể hiện sự nỗ lực của các cấp, các ngành và nhân dân các dân tộc trong toàn huyện.

Tổng số giờ phát tiếp sóng đài phát thanh tỉnh và tiếp sóng đài trung ương là 9.165 giờ, tăng bình quân năm là 3%. Số giờ phát sóng truyền hình đài tỉnh và tiếp sóng đài trung ương 39.764 giờ. Tỷ lệ hộ xem được truyền hình đạt 90%. Tỷ lệ số hộ được nghe đài tiếng nói Việt Nam đạt 95%, 72,2% hộ đạt gia đình văn hóa, 40% thôn bon công nhận là thôn bon văn hóa; 93,9% thôn bon có nhà sinh hoạt cộng đồng, 6/6 xã có trạm truyền thanh, xây dựng được 04 đội văn nghệ quần chúng ở các xã cùng các lớp chế tác nhạc cụ.

Thực hiện cuộc vận động “Toàn dân rèn luyện thân thể theo gương Bác Hồ vĩ đại”. Phong trào thể thao quần được duy trì tốt ở các địa phương, phòng, ban.

3.2.2.6 Giáo dục – Y tế

Tổng số học sinh đầu năm học giai đoạn 2007 - 2010 tăng bình quân hàng năm 11,32%, tỷ lệ trẻ em đi học mẫu giáo đúng tuổi là 90,9%, tỷ lệ tăng hàng năm 0,7%; tỷ lệ trẻ em đi học tiểu học đúng tuổi là 78%, tỷ lệ tăng hàng năm 3,7%. Đến cuối năm

2010 hoàn thành được phổ cập giáo dục THCS và tiếp tục duy trì kết quả phổ cập giáo dục tiểu học, chống tái mù chữ trên toàn huyện. Tỷ lệ số trường TH đạt tiêu chuẩn quốc gia: 9,09%

Hiện nay 100% xã có trạm y tế, 67% xã có bác sỹ; số giường bệnh/vạn dân: 15 giường; 4 bác sỹ trên vạn dân, trẻ em dưới 5 tuổi suy dinh dưỡng: 29% trên 90% trẻ em dưới 1 tuổi được tiêm vaccin;

3.2.2.7 Dân số, lao động việc làm

Tổng dân số của toàn huyện năm 2010 khoảng 39 nghìn người. Dân số trong độ tuổi lao động 13,59 nghìn người, tăng bình quân 12,31%. Số lao động đang làm việc trong các ngành kinh tế là 14 nghìn người, tăng bình quân hàng năm 13,74%. Tỷ lệ tăng dân số tự nhiên 2,1%; tỷ lệ tăng dân số cơ học 6,97%.

Chương 4:

VẬT LIỆU VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

4.1 Vật liệu nghiên cứu

4.1.1. Ảnh viễn thám

Ảnh viễn thám sử dụng trong nghiên cứu là ảnh vệ tinh SPOT 5 ở được xử lý ở mức 1A, thu nhận vào ngày 15 tháng 3 năm 2009.

Vệ tinh SPOT - 1 của cơ quan hàng không Pháp được đưa lên quỹ đạo và đi vào hoạt động vào giữa năm 1986, sau đó các vệ tinh SPOT - 2,3,4. lần lượt được đưa vào hoạt động các năm 1990, 1993, 1998. Vệ tinh SPOT 5 được phóng lên vũ trụ vào năm 2002. Đây là loại vệ tinh đầu tiên sử dụng kỹ thuật quét dọc tuyến chụp với hệ thống quét điện tử có khả năng cho ảnh lập thể dựa trên nguyên lý thám sát nghiêng. Bộ cảm biến HRV (High Resolution Visible) không phải là một máy quét quang cơ mà là máy quét điện tử CCD, có thể thay đổi góc quan sát nhờ một gương định hướng và gương này cho phép quan sát nghiêng 27^0 nên có thể thu nhận được ảnh lập thể. SPOT được thiết kế, vận hành và khai thác phục vụ mục đích thương mại, nhằm cung cấp dữ liệu giám sát tài nguyên và môi trường. Ảnh SPOT được cung cấp ở hai dạng khác nhau là ảnh toàn sắc và ảnh đa phổ. Với SPOT 5, bộ cảm biến HRS (High Resolution Stereoscopic) cho ảnh toàn sắc với độ phân giải 5m và ảnh đa phổ với độ phân giải 10 m. Ngoài ra SPOT - 5 còn được trang bị hệ thống quét ảnh HRG (High Resolution Geometric) cho ảnh toàn sắc với độ phân giải 2,5 m.

Bảng 4.1: Đặc điểm ảnh SPOT-5

Kênh phổ	Độ phân giải không gian (m)	Dãy phổ (μm)
Panchromatic (PAN)	2,5 hay 5	0,48 – 0,71
Kênh 1: green	10	0,50 – 0,59
Kênh 2: red	10	0,61 – 0,68
Kênh 3: near infrared	10	0,78 – 0,89
Kênh 4: Shortwave infrared (SWIR)	20	1,58 – 1,57

4.1.2. Dữ liệu bổ trợ

Ngoài nguồn dữ liệu chính là ảnh vệ tinh SPOT 5, một số dữ liệu bổ trợ cũng được sử dụng để thực hiện nghiên cứu này bao gồm:

- Bản đồ địa hình huyện Tuy Đức tỷ lệ 1:50.000 hệ tọa độ VN-2000 được cung cấp bởi bộ môn Quản lý Tài Nguyên rừng và Môi trường, trường Đại học Tây Nguyên.
- Bản đồ hiện trạng rừng trong chương trình theo dõi diễn biến tài nguyên rừng của chi cục kiểm lâm tỉnh Đắk Nông

4.1.3. Dụng cụ, thiết bị

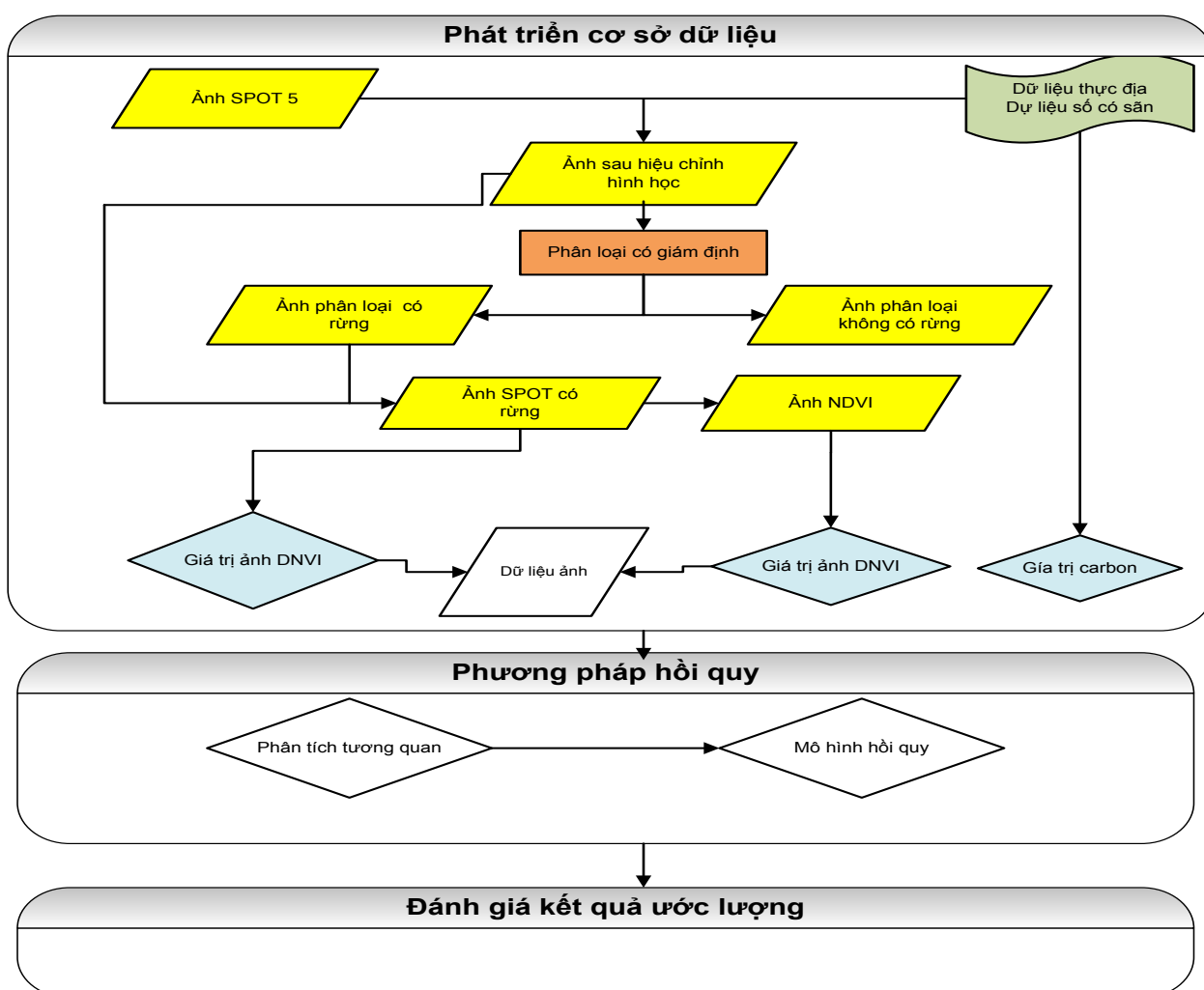
- Máy GPS Garmin 60 CsX cầm tay
- Địa bàn để định hướng bản đồ
- Máy đo cao Laser Ace 3D
- Bảng biểu điều tra, bút, thước.
- Cuộn dây đã nút sẵn các bán kính lập ô mẫu.
- Thước đo đường kính
- Thước đo độ dốc Clinometer

4.2 Phương pháp luận và tiếp cận nghiên cứu

Thực vật có khả năng hấp thụ CO_2 và lưu giữ dưới dạng carbon trong các bể chứa của rừng tự nhiên, trong đó bể chứa quan trọng là thực vật thân gỗ trên mặt đất. Như vậy nghiên cứu lượng carbon lưu giữ trong thực vật từ đó suy ra lượng CO_2 hấp thụ là cơ sở để xác định khả năng hấp thụ CO_2 của các kiểu rừng, trạng thái rừng.

Năng lực phản xạ của thực vật khác nhau phụ thuộc vào nhiều yếu tố trong đó có mức độ che phủ của các tầng tán rừng, trữ lượng rừng, loài cây và mật độ rừng; đồng thời có quan hệ với trữ lượng carbon. Năng lực phản xạ này sẽ được đo lường để xác định hoặc phân tích thảm phủ thông qua kỹ thuật viễn thám. Dựa trên cơ sở này mô hình ước tính trữ lượng carbon cho các lớp hiện trạng khác nhau sẽ được xây dựng dựa vào số liệu điều tra thực địa và chỉ số ảnh (Digital number). Các chỉ số của ảnh vệ tinh có mối quan hệ với các thông số tài nguyên rừng, do đó có thể xây dựng các mô hình quan hệ giữa chúng để giám sát biến đổi trạng thái rừng và lượng CO₂ hấp thụ theo thời gian và không gian thông qua phân tích ảnh và ứng dụng GIS. Trên cơ sở đó bản đồ trữ lượng carbon sẽ được thiết lập cho khu vực nghiên cứu.

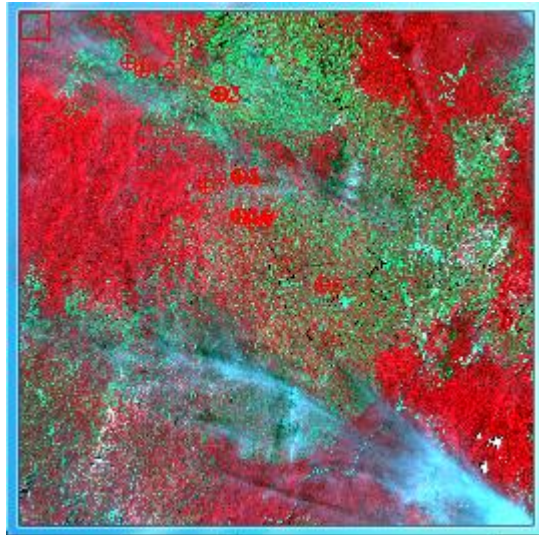
4.3 Phương pháp nghiên cứu cụ thể



Hình 4.1: Quy trình thực hiện nghiên cứu

4.3.1. Hiệu chỉnh hình học ảnh

Biến dạng hình học của ảnh được hiểu như sự sai lệch vị trí giữa tọa độ ảnh thực tế (đo được) và tọa độ ảnh lý tưởng tạo bởi một bộ cảm có thiết kế hình học chính xác và trong điều kiện thu nhận lý tưởng, nhằm loại trừ sai số giữa tọa độ ảnh thực tế và tọa độ ảnh lý tưởng cần phải tiến hành hiệu chỉnh hình học.



Hình 4.2: Phân bố các điểm khống chế (GCPs)

Phương pháp hiệu chỉnh hình học sử dụng trong nghiên cứu là phương pháp nắn ảnh trực giao (Orthorectification), yêu cầu đầu vào là các điểm khống chế mặt đất (Ground control points - GCPs) và độ cao bề mặt địa hình, ở đây độ cao bề mặt địa hình được mô phỏng bởi mô hình độ cao số mặt đất (Digital Elevation Model - DEM). Ban đầu ý nghĩa của việc sử dụng các điểm khống chế là để định hướng ảnh sau đó sử dụng mô hình độ cao số mặt đất nhằm loại bỏ ảnh hưởng do địa hình mặt đất gây ra. Trong nghiên cứu sử dụng 25 GCPs được thu thập bởi máy GPS cầm tay, khi nắn chỉnh yêu cầu sai số trung phương (Root Mean Squared Errors - RMSRs) không vượt quá 0,5 pixel.

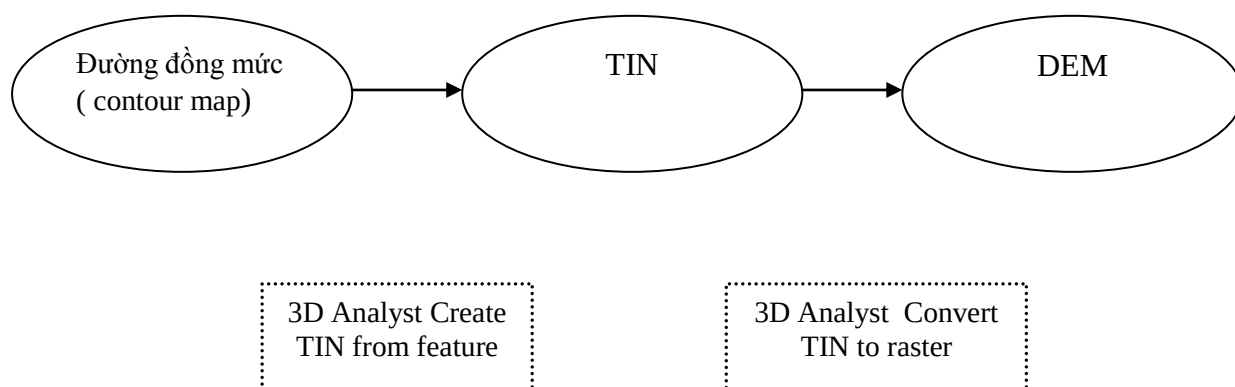
Orthorectification Ground Control Points List

	Map X	Map Y	Elev	Image X	Image Y	Predict X	Predict Y	Error X	Error Y	RMS
#1+	107.37	12.27	826.00	1254.40	571.80	1254.2391	571.3672	-0.1609	-0.4328	0.4617
#2+	107.48	12.22	842.00	2320.69	939.31	2320.4838	939.5080	-0.2062	0.1980	0.2858
#3+	107.48	12.22	839.00	2321.69	955.31	2321.8042	955.0631	0.1142	-0.2469	0.2721
#4+	107.48	12.13	709.00	2545.08	1910.54	2545.1658	1910.7796	0.0858	0.2396	0.2545
#5+	107.48	12.13	708.00	2556.46	1906.85	2556.5142	1906.6698	0.0542	-0.1802	0.1882
#6+	107.56	11.99	695.00	3536.80	3175.60	3536.7959	3175.6879	-0.0041	0.0879	0.0880
#7+	107.44	12.12	745.00	2159.84	2040.00	2159.9707	2040.0788	0.1307	0.0788	0.1527
#8+	107.48	12.08	684.00	2683.07	2431.47	2683.0586	2431.2402	-0.0114	-0.2298	0.2301

Goto On/Off Delete Update Hide List

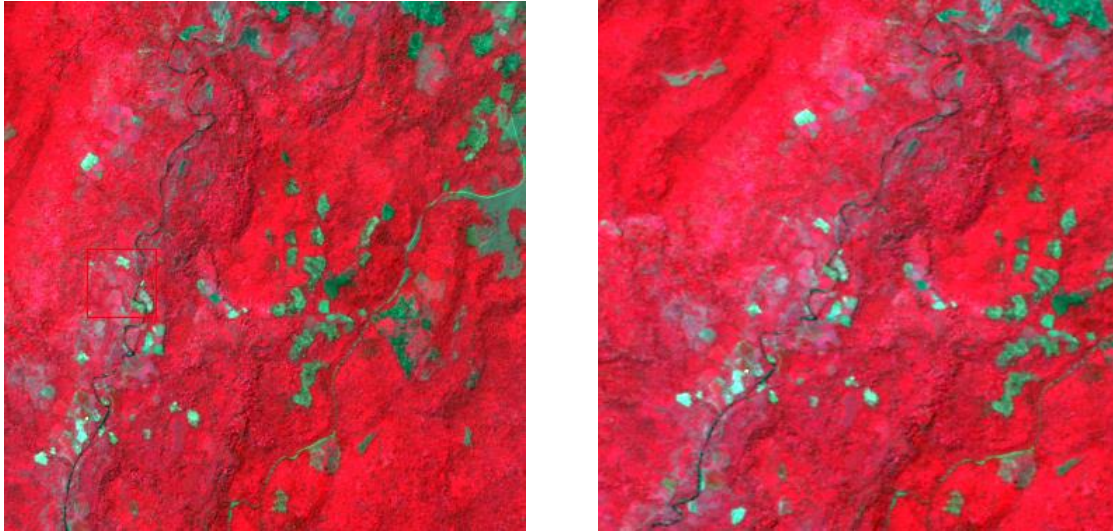
Hình 4.3: Giá trị các điểm khống chế

Mô hình DEM được tạo ra từ bản đồ địa hình tỉ lệ 1:50.000 để thực hiện việc hiệu chỉnh. Quy trình tạo DEM từ các đường đồng mức bằng phần mở rộng 3D Analyst trong ArcGIS.



Hình 4.4: Quy trình tạo DEM

Phần mềm ENVI sẽ tính toán vị trí trên ảnh gốc cho từng pixel và áp dụng thuật toán tái chia mẫu để xác định các giá trị xuất tương ứng với ảnh mới. Ảnh sau khi nắn chỉnh được đưa về hệ tọa độ UTM WGS84 múi chiếu 48N



Hình 4.5: Ảnh trước và sau khi nắn chỉnh

4.3.2. Tăng cường chất lượng ảnh

Có nhiều phương pháp tăng cường chất lượng ảnh như phương pháp biến đổi histogram, biến đổi cấp độ xám, biến đổi độ tương phản, ... Tuy nhiên việc phối hợp màu giữa các kênh ảnh được xem là phương pháp đơn giản nhất. Vì vậy trong nghiên cứu này, phương pháp tăng cường chất lượng ảnh được sử dụng là dựa vào việc tổ hợp màu của các kênh phổ. 3 kênh phổ 3,2,1 (cận hồng ngoại - Near Infrared-NIR, kênh đỏ -Red, và kênh xanh -Green-G) của ảnh được phối hợp tương ứng cho ba màu cơ bản (Red, Green, Blue) để làm nổi bật đối tượng cần quan tâm thực vật rừng được thực hiện trong nghiên cứu này.

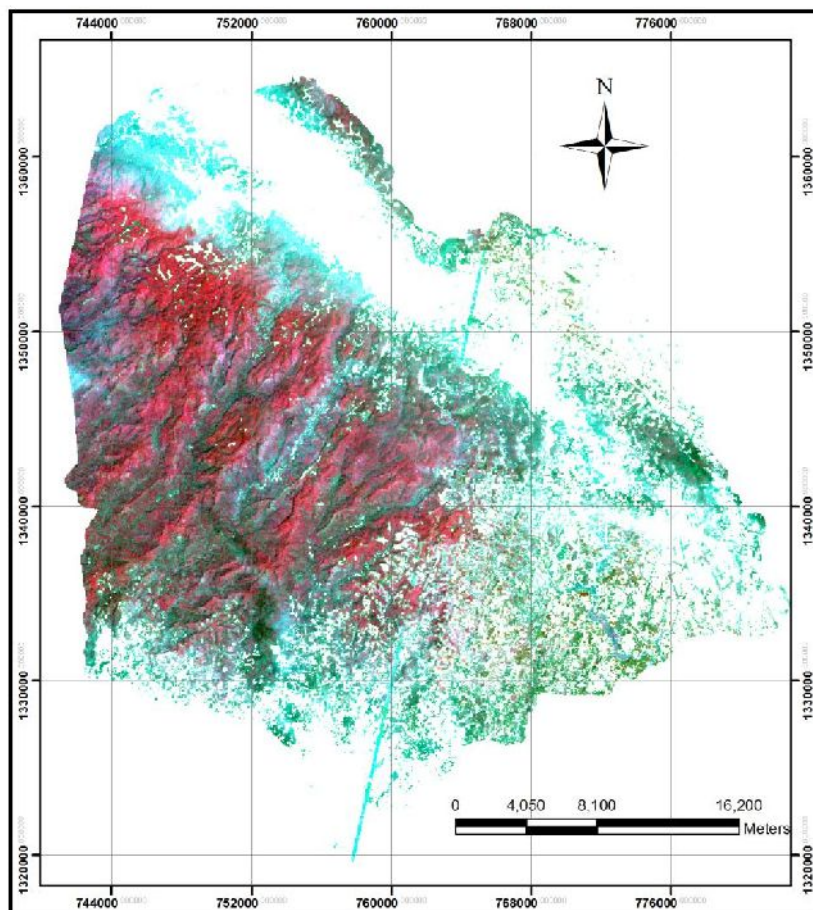
Để giảm bớt dung lượng và thuận tiện trong việc xử lý, ảnh đã được cắt dựa theo ranh giới chính của huyện Tuy Đức.

4.3.3. Loại bỏ vùng không có rừng

Đối tượng cần quan tâm chủ yếu trong nghiên cứu là rừng do đó cần phải loại bỏ phần không có rừng trên ảnh để thuận tiện trong các bước xử lý tiếp theo. Cách thức thực hiện:

- Phân loại có giám định ảnh thành hai lớp rừng và không có rừng sử dụng phương pháp phân loại gần đúng nhất (Maximum Likelihood Classifier – MLC)

- Tạo vùng mẫu ROIs (Region of Interest) từ lớp rừng, cắt ảnh bằng ROIs này kết quả được ảnh chỉ bao gồm phần có rừng như hình 4.6 dưới đây:



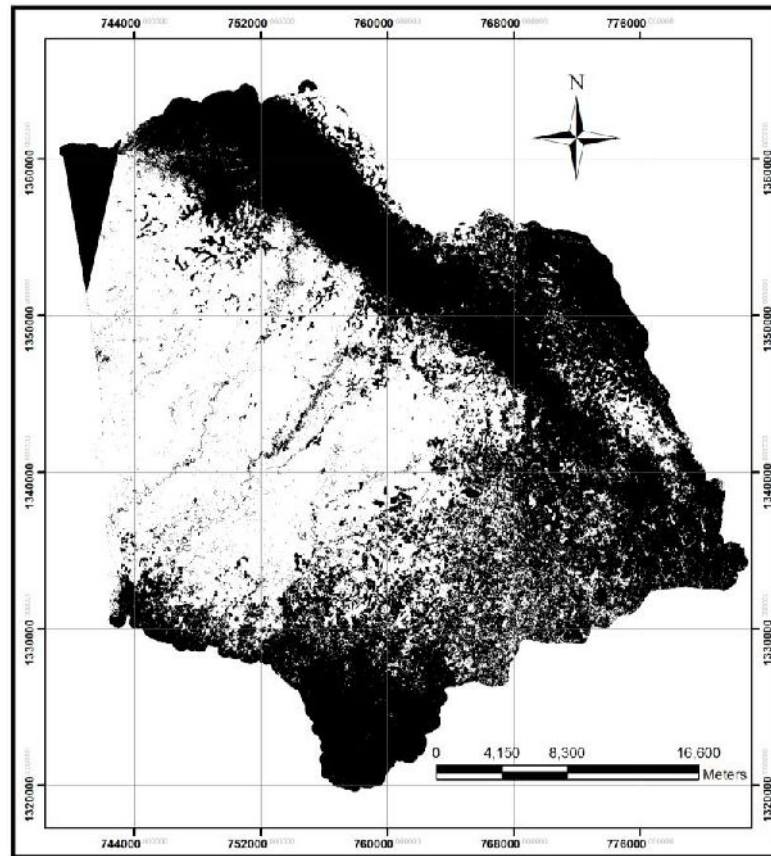
Hình 4.6: Ảnh SPOT đã được loại bỏ vùng không có rừng

4.3.4. Tạo ảnh chỉ số thực vật

Chỉ số thực vật NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) phản ánh sự phân bố và độ che phủ của thảm thực vật. Khu vực có độ phủ thực vật dày sẽ có chỉ số NDVI cao, ngược lại khu vực có độ phủ thấp thì có chỉ số NDVI thấp.

Thảm thực vật bức xạ lại rất cao tại cận hồng ngoại, thấp hơn với tia hồng ngoại giữa và rất thấp với tia sáng đỏ, vì vậy sử dụng kênh NIR (cận hồng ngoại) và kênh RED để tính chỉ số NDVI. Công thức tính NDVI = $(\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$

BẢN ĐỒ ẢNH CHỈ SỐ THỰC VẬT NDVI



Hình 4.7: Bản đồ ảnh chỉ số thực vật

Mục đích của tạo ảnh NDVI là để chuyển dữ liệu đa phổ thành một ảnh đơn kênh qua đó thể hiện sự phân bố của thực vật rừng

4.4 Điều tra thực địa

Rừng có 6 bể chứa carbon, bao gồm:

- Trong cây gỗ phân trên mặt đất
- Trong cây bụi – thảm tươi – lâm sản ngoài gỗ
- Trong thảm mục
- Trong vật rơi rụng cành nhánh, cây chết
- Trong rễ cây dưới mặt đất
- Trong đất rừng.



Nguồn: WinRock, 2010, (theo Bảo Huy, 2010, [6])

Hình 4.8: Các bể chứa carbon

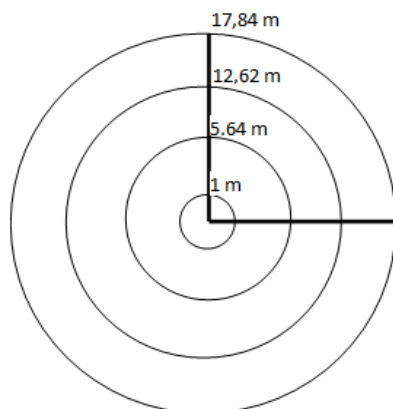
Trong phạm vi thời gian và nguồn lực của một đề tài tốt nghiệp, nghiên cứu chỉ tìm hiểu mối quan hệ giữa trữ lượng carbon trong thân cây gỗ bên trên mặt đất với đường kính ngang ngực là 5cm trở lên là lớp cây tham gia vào tầng tán của lâm phần rừng.

4.4.1. Thiết lập ô mẫu

Hình dạng và kích thước ô mẫu phụ thuộc vào mật độ phân bố của cây rừng và kiểu rừng. Nghiên cứu này đã sử dụng ô mẫu hình tròn vì ưu điểm là dễ thiết lập trên hiện trường.

Trong mỗi ô mẫu, để giảm chi phí nhưng vẫn bảo đảm yêu cầu điều tra và chỉ tiêu thống kê, ô mẫu chính được chia thành các ô mẫu phụ theo nguyên tắc cấp kính càng nhiều cây như các cây cấp kính nhỏ, cây tái sinh thì diện tích ô mẫu phụ sẽ nhỏ và diện tích ô mẫu phụ tăng dần theo mật độ thưa dần ở các cấp kính lớn.

Sau đây là hình dạng và kích thước ô mẫu được đề nghị dùng trong điều tra carbon rừng ở Việt Nam (Bảo Huy, 2010, [6])

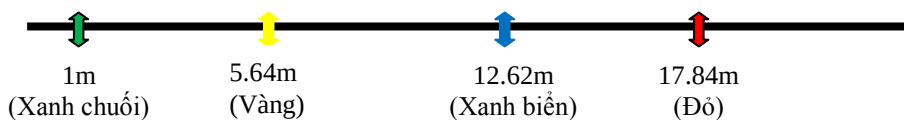


Sử dụng ô hình tròn phân chia thành các ô phụ với kích thước khác nhau tùy theo đường kính:

- Ô tròn có bán kính 17,84 m ứng với diện tích 1000 m²
- Ô phụ tròn có bán kính 12,62 m ứng với diện tích 500 m²
- Ô phụ tròn có bán kính 5,64 m ứng với diện tích 100 m²
- Ô phụ tròn có bán kính 1 m ứng với diện tích 3,14 m²

4.4.2. Phương pháp điều tra trên thực địa

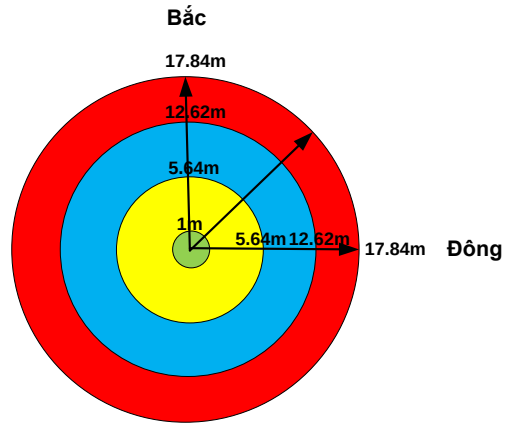
Chuẩn bị dây có thắt nút bằng dải màu ở các bán kính của các ô mẫu phụ lần lượt là 1m (màu xanh chuối); 5,64m (màu vàng); 12,62m (màu xanh biển) và 17,84m (màu đỏ). Như vậy có 4 vị trí được xác định bằng dải màu, mỗi vị trí một màu khác nhau. Để tiến hành lập một ô cần ít nhất 3 dây như vậy, tốt nhất là 4 dây. Đồng thời trên mỗi dây, ứng với mỗi vị trí buộc thêm một dải cùng màu có thể di chuyển để cộng thêm chiều dài bán kính ô mẫu trong trường hợp trên đất dốc. Mỗi dây thiết kế dài 25 m để có thể cộng thêm chiều dài bán kính trên dốc.



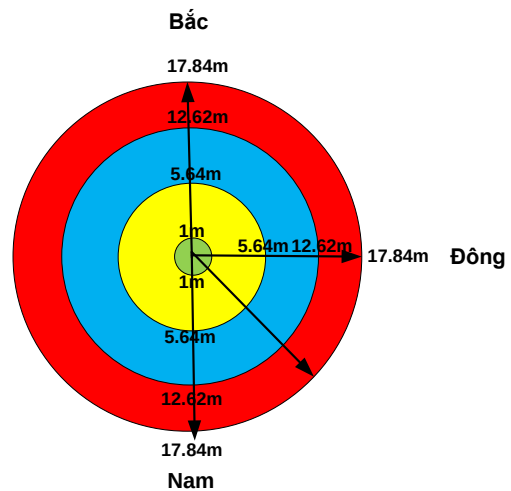
Bắt đầu ở tâm ô, đó là vị trí tọa độ ô mẫu ngẫu nhiên đã được xác định và được đóng mốc, treo bảng cố định ghi rõ số hiệu ô.

Tiến hành thiết lập ô mẫu tròn với các ô phụ lần lượt theo từng múi 45^0 từ hướng Bắc và theo chiều kim đồng hồ cho khép kín vòng tròn.

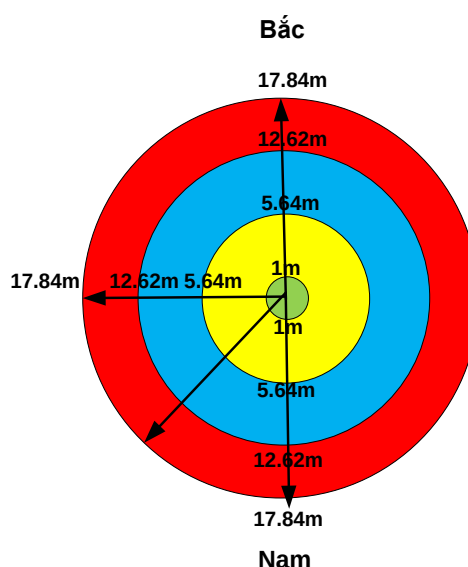
Bắt đầu kéo dây theo hướng Bắc, sau đó kéo một dây khác sang hướng Đông vuông góc với Bắc và kéo một dây thứ ba ở giữa (45^0 so với Bắc). Tạo được 2 múi từ Bắc đến Đông. Tiến hành đo đếm trong từng múi từ trái sang phải và từ tâm ra theo từng vòng bán kính phụ.



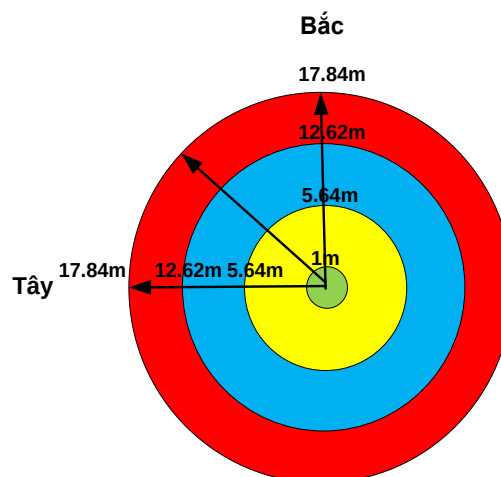
Cố định dây hướng Bắc và Đông. Di chuyển dây ở giữa về hướng Nam (thẳng với Bắc) và kéo thêm một dây ở giữa hai hướng Đông và Nam. Tạo được 2 múi giữa Đông và Nam. Tiến hành đo đếm trong từng múi từ trái sang phải và từ tâm ra theo từng vòng bán kính phụ.



Cố định dây hướng Bắc và Nam.
Di chuyển dây ở giữa về hướng Tây (thẳng với Đông) và sau đó di chuyển dây hướng Đông vào giữa hai hướng Nam và Tây. Tạo được 2 múi giữa Nam và Tây. Tiến hành đo đếm trong từng múi từ trái sang phải và từ tâm ra theo từng vòng bán kính phụ.

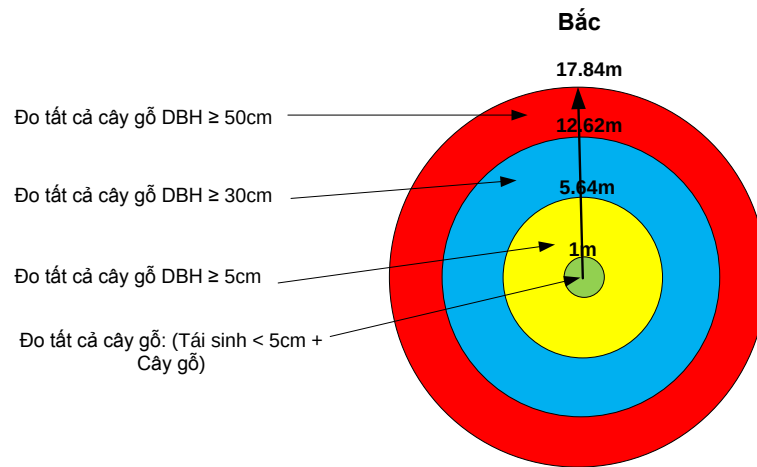


Cuối cùng, cố định dây hướng Bắc và Tây, di chuyển một dây khác và giữa Tây và Bắc. Tạo được 2 múi giữa Tây và Bắc. Tiến hành đo đếm trong từng múi từ trái sang phải và từ tâm ra theo từng vòng bán kính phụ.



Cách đo đếm theo từng vùng bán kính:

- Với bán kính từ tâm đến 1m (xanh chuối): Đo tất cả cây tái sinh với $DBH < 5m$ và tất cả cây gỗ có $DBH \geq 5cm$; và vật rơi rụng (cành nhánh ngã đổ)
- Với bán kính từ 1m (xanh chuối) đến 5,64m (vàng): Đo các cây có $DBH \geq 5cm$
- Với bán kính từ 5,64m (vàng) đến 12,62m (xanh biển): Đo các cây có $DBH \geq 30cm$
- Với bán kính từ 12,62m (xanh biển) đến 17,84m (đỏ): Đo các cây có $DBH \geq 50cm$



Đối với mỗi hướng bán kính, nếu trên sườn dốc thì cần đo độ dốc bằng máy Clinometer xác định độ dốc và tra bảng điều chỉnh chiều dài, từ đó dùng thước cuộn đo chiều dài cần cộng thêm và di chuyển mốc của bán kính dài thêm ứng với chiều dài cần bổ sung. Một bảng tính sẵn chiều dài cộng thêm trên dốc so với bán kính ô mẫu đã được lập sẵn trong phụ lục. Chiều dài trên dốc trong được tính theo công thức:

$$\text{Bán kính ô mẫu trên dốc} = \frac{\text{Bán kính ô mẫu}}{\cos(\alpha)}, \text{ trong đó } \alpha \text{ là độ dốc đo từ máy}$$

Clinometer.

Sử dụng máy đo độ dốc Clinometer bằng cách ngắm đến đầu người đứng trên hoặc dưới dốc, tạo một đường ngắm song song với mặt đất, đọc bàn độ bên trái để có độ dốc (đọc từ số nhỏ đến vạch ngang, trong đó bàn độ được khắc vạch chia độ cách nhau 1 độ). (Nguồn: Bảo Huy, 2010, [6])

4.5 Phân tích số liệu mẫu và ước lượng carbon

Các giá trị carbon rừng sẽ được tính toán dựa vào số liệu điều tra thực địa. Việc tính toán giá trị carbon sẽ được thực hiện riêng trên từng ô sau đó tổng hợp lại như trong bảng 4.2.

Bảng 4.2: Bể chứa carbon trong cây gỗ

Stt	Phạm vi cỡ kính DBH (cm)	DBH bình quân (cm)	Tổng số cây ở các ô mẫu	Số cây /ha	C trong thân cây trung bình (kg)	C theo cấp kính (tấn/ha)
1	2	3	4	5	6	7
1	< 5					
2	5-10					
3	10-15					
4	15-20					
5	20-25					
6	25- 30					
7	30-35					
8	35- 40					
9	40-45					
10	45-50					
11	50-55					
12	55-60					
13	60-65					
14	65-70					
15	70-75					
16	75-80					
17	80-85					
18	85-90					
19	90-95					
20	95-100					
Tổng						

- Phân chia cấp kính với cự ly 5 cm (Cột 2,3)
- Đếm tổng số cây trong các ô mẫu của trạng thái đó (Cột 4)
- Quy đổi số cây ra ha (Cột 5): Vì mỗi cấp kính khác nhau được điều tra trên ô mẫu khác nhau, nên việc quy đổi cần căn cứ theo diện tích ô mẫu phụ và số ô

Đối cây tái sinh, DBH < 5cm:

$$N/ha = \frac{10^4}{3.14 \cdot n_o} \sum N(D < 5 \text{ cm})$$

Đối với các cỡ kính từ 5 – 30cm:

$$N/ha = \frac{10^4}{100.n_0} \sum N(5 < D < 30cm)$$

Đối với các cỡ kính từ 30 - 50cm

$$N/ha = \frac{10^4}{500.n_0} \sum N(30 < D < 50cm)$$

Đối với các cỡ kính DBH $\geq 50cm$

$$N/ha = \frac{10^4}{1000.n_0} \sum N(D \geq 50cm)$$

n_0 là số ô mẫu của trạng thái

- Carbon trong thân cây gỗ trung bình (bao gồm trong thân, vỏ, lá và cành cây) được sử dụng theo mô hình của Bảo Huy (2010, [6]):

$$AGTC \text{ (kg)} = 0,0428 * DBH^{2,4628} \quad R^2 = 0,9378 \quad (4.1)$$

- Carbon theo cấp kính (tấn/ha):

$$(\text{Số cây/ha} \times \text{Carbon trong thân cây trung bình}) / 1.000$$

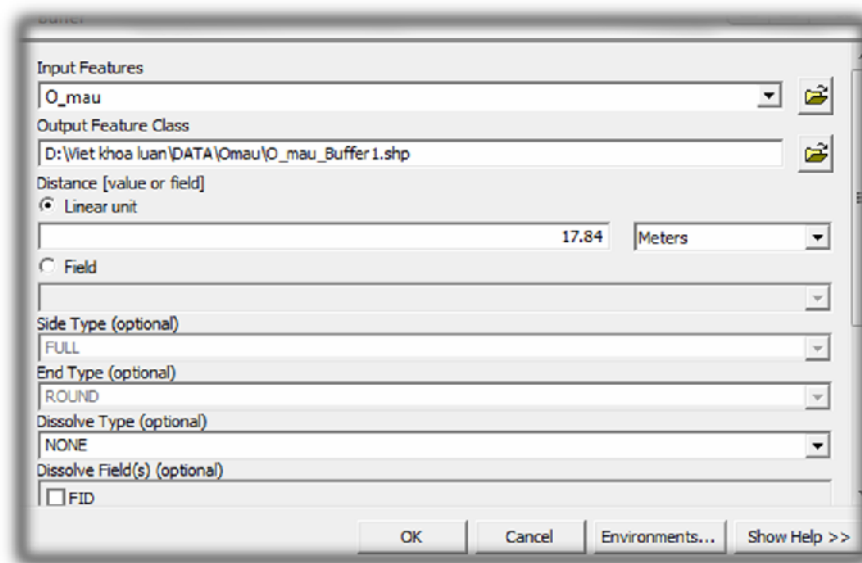
- Cộng tổng sẽ có được trữ lượng carbon /ha

4.6 Mô hình hóa mối quan hệ giữa carbon lưu giữ và trị số của ảnh

Ảnh viễn thám sẽ thể hiện không gian theo mô hình raster, mỗi pixel trên ảnh sẽ có một giá trị (giá trị độ sáng của pixel BV - Brightness Values hay DN - Digital number) ứng với cấp độ sáng nhất định khi thể hiện ảnh. Giá trị độ sáng của mỗi pixel chính là năng lượng sóng phản xạ từ các vị trí tương ứng trên mặt đất được bộ cảm biến thu nhận và chuyển thành tín hiệu số, qua đó cung cấp thông tin về vật thể. Trong nghiên cứu ảnh SPOT-5 có 4 band, sử dụng 8 bits để lượng tử hóa do đó sẽ có 256 giá trị được dùng để lưu trữ ảnh, mỗi phần tử ảnh nhận một trong các giá trị từ 0 đến 255. Do đó tìm mối quan hệ giữa giá trị carbon và trị số ảnh là tìm mối quan hệ giữa giá trị carbon được điều tra trên mặt đất với giá trị số của 4 band có vị trí tương ứng trên ảnh.

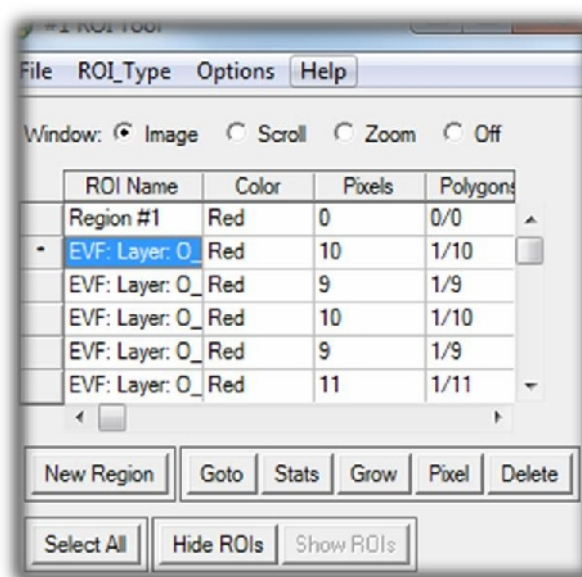
4.6.1. Trích các giá trị ảnh

Dựa vào vị trí tọa độ của 25 ô mẫu tiến hành trích các giá trị ảnh theo bán kính ô mẫu. Sử dụng chức năng Buffer trong ArcGIS với bán kính tương ứng với ô mẫu trên thực địa là 17,84 m để tạo các polygon ô mẫu có diện tích là 1000 m². Hình 4.9 minh họa việc tạo vùng mẫu tương ứng với ô mẫu điều tra trên thực địa:



Hình 4.9: Hộp thoại tạo vùng đệm

Chuyển các vùng mẫu đã được tạo từ ArcMap vào trong phần mềm Envi, lúc này các ô mẫu sẽ chồng lên ảnh theo đúng vị trí thực của nó trên thực địa. Các giá trị trên các kênh của ảnh SPOT được trích ra dựa trên phạm vi của các vùng mẫu này. Giá trị được trích từ các kênh được lưu dưới bảng mã ASCII (American Standard Code for Information Interchange). Các giá trị này cũng chính là cơ sở để thiết lập mối tương quan với trữ lượng carbon đã được điều tra trên thực địa.



Hình 4.10: Hộp thoại ROI Tool

Mở file vừa tạo bằng Microoffice Excel, trị số bình quân cho 4 kênh ảnh tương ứng với ô mẫu điều tra được tính toán như bảng dưới đây:

Bảng 4.3: Giá trị bình quân các kênh ảnh SPOT 5

Stt ô mẫu	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4
1	81.70	47.80	171.50	74.40
2	75.78	42.44	182.44	80.00
3	80.44	46.56	167.67	76.11
4	91.36	68.82	129.45	79.36
5	78.33	44.44	177.22	75.44
6	91.40	56.00	182.40	80.60
7	82.67	46.67	192.78	83.67
8	78.89	45.56	202.78	92.44
9	81.22	46.67	177.89	83.67
10	81.58	45.17	197.25	81.50
11	75.44	40.67	166.56	72.00
12	78.00	43.70	185.50	76.80
13	78.30	44.70	168.80	74.20
14	89.36	54.55	167.36	72.18
15	89.92	56.33	155.75	71.58
16	75.00	41.56	170.78	75.11
17	78.50	44.70	186.60	83.60
18	87.00	54.10	136.10	67.00
19	89.33	54.89	169.89	74.33
20	80.58	44.42	183.42	78.92
21	78.91	43.27	166.82	69.09
22	76.70	42.20	183.90	78.70
23	79.20	49.00	166.10	79.60
24	75.73	41.45	194.64	82.73
25	77.33	43.08	176.42	77.92

4.6.2. Phân tích hồi quy giữa giá trị ảnh và carbon đo tính

Sử dụng phần mềm Statgraphics Centurion phân tích hồi quy giữa giá trị ảnh và số liệu carbon đã được tính toán ở trên để tìm ra hàm quan hệ tối ưu giữa carbon và giá trị ảnh. Phương trình tương quan có dạng: $y = f(x)$

với y : giá trị carbon là biến phụ thuộc;

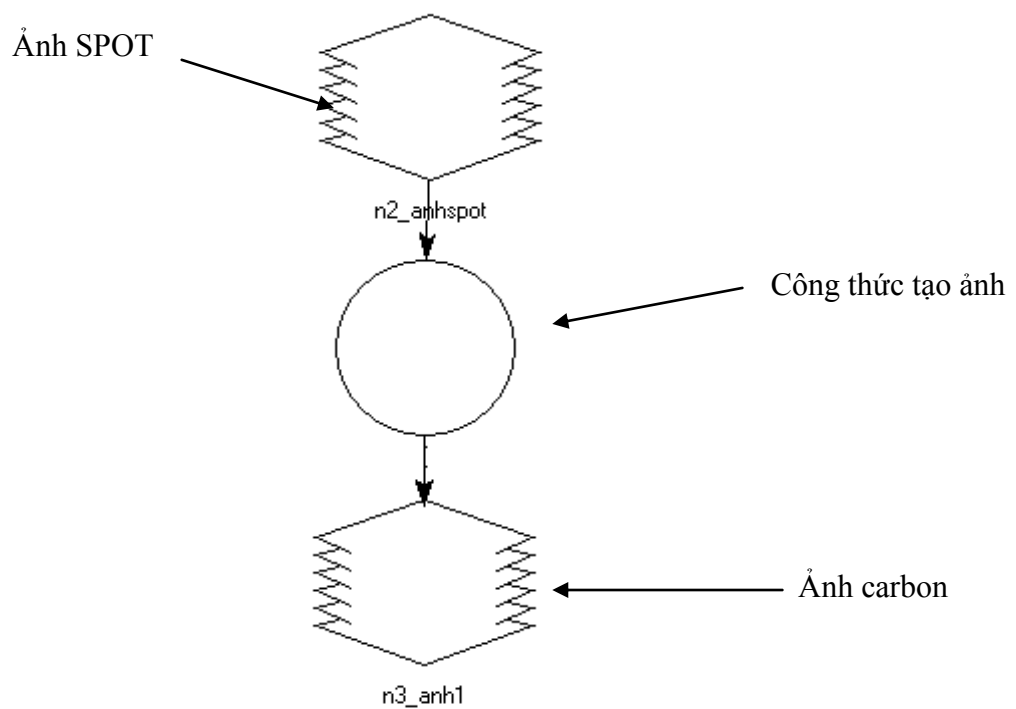
x_i : giá trị của của các kênh ảnh là biến độc lập.

Ban đầu kiểm tra dạng chuẩn của các biến số bằng cách kiểm tra hai nhân tố độ lệch (Standardized skewness) biểu thị cho sự đối xứng của việc phân bố số liệu và độ nhọn (Standardized kurtosis) chỉ ra khuynh hướng độ dốc (đường cong) của chuỗi dữ liệu. Khi chúng nằm trong khoảng từ - 2 đến + 2 thì biến số được xem là đạt chuẩn (Chatterjee and Hadi, 2006); nếu không thỏa mãn điều này, các biến số cần phải chuyển đổi về các dạng khác như $\log(x)$; $1/x$; $\sqrt{x}$; $\exp(x)$, để đạt phân bố chuẩn. Trong trường hợp cả biến số gốc và các biến số chuyển đổi vẫn chưa đạt chuẩn thì cần phải điều tra để bổ sung thêm dung lượng mẫu.

Sau khi đã chuẩn hóa cho các biến số, tiến hành thiết lập mô hình quan hệ giữa giá trị carbon và giá trị ảnh bằng các mô hình hồi quy đơn biến hoặc đa biến. Mô hình được xem là đảm bảo độ tin cậy khi hệ số xác định R^2 có $P < 0,05$ và các tham số gắn biến số qua kiểm tra theo tiêu chuẩn t phải có $P < 0,05$. Trong quá trình xây dựng mô hình nếu biến số chưa bảo đảm $P < 0,05$ thì có thể đổi biến số, tổ hợp với biến số khác hoặc loại biến số đó ra khỏi mô hình.

4.7 Tạo ảnh chỉ số carbon

Dựa trên mô hình tính carbon với giá trị ảnh đã được thiết lập ở trên, sử dụng phần mềm ERDAS IMAGE để tạo mô hình thiết lập ảnh carbon cho khu vực nghiên cứu.



Hình 4.11: Mô hình tạo ảnh carbon

4.8 Đánh giá độ chính xác

Đánh giá độ chính xác là việc làm cần thiết trước khi công bố kết quả. Khi đã có ảnh carbon, tiến hành đánh giá kết quả bằng cách trích giá trị carbon trên ảnh tương ứng vị trí với giá trị carbon đã được tính toán trên thực địa. Số lượng ô mẫu độc lập (ô mẫu không tham gia xây dựng mô hình) được dùng để kiểm định bằng 1/3 số ô mẫu tham gia tính toán. Nghiên cứu này đã sử dụng tiêu chuẩn sai số trung phương để đánh giá độ chính xác kết quả ước lượng carbon. Công thức tính sai số trung phương được viết như sau:

$$m_x = \sqrt{\frac{\sum_1^n (C - C')^2}{n}}$$

Trong đó:

m_x : sai số trung phương

C : giá trị carbon từ ảnh carbon tạo được

C' : giá trị carbon tương ứng đo tính được trên thực địa

n : số lượng ô mẫu dùng để đánh giá

Chương 5

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

5.1 Carbon đo tính từ thực địa

Tổng số có 25 ô mẫu được điều tra phân bố rải đều trên các trạng thái với số lượng như trong bảng 5.1.

Bảng 5.1: Thống kê ô mẫu theo trạng thái

Trạng thái	Số lượng ô mẫu
Rừng non	5
Rừng nghèo	4
Rừng trung bình	10
Rừng giàu	6
Tổng cộng	25

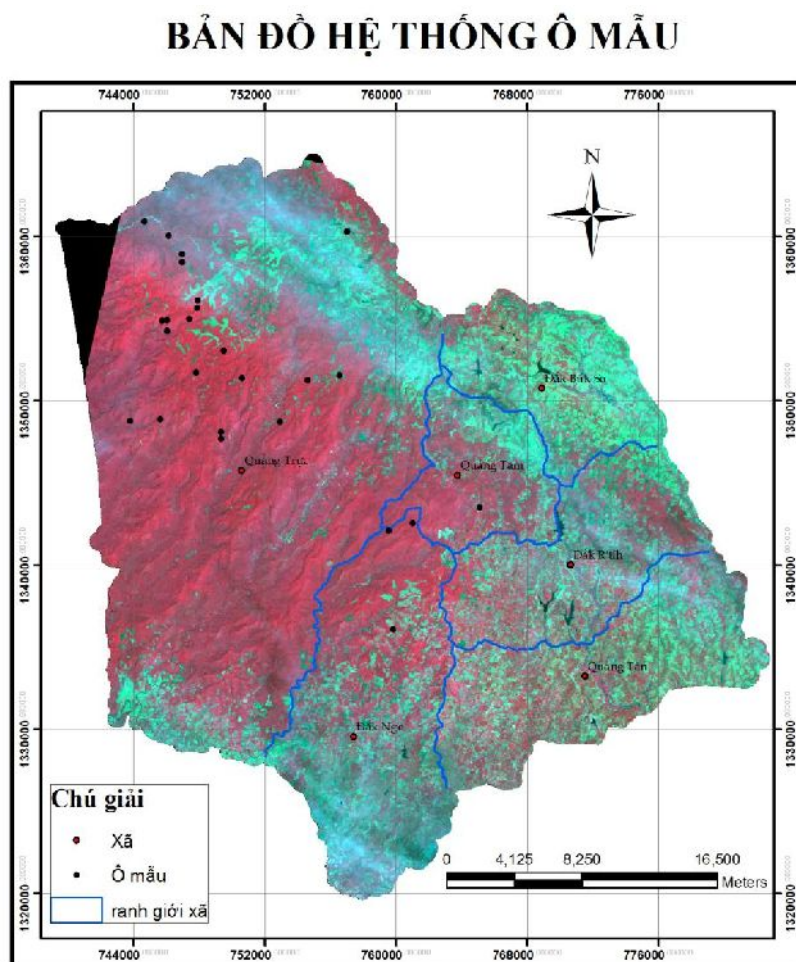
Theo Cẩm nang ngành lâm nghiệp, năm 2006 và thông tư số 34/2009/TT-BNNPTNT. Quy định tiêu chí xác định và phân loại rừng, ban hành ngày 10 tháng 6 năm 2009 của Bộ Nông nghiệp và PTNT, đối với rừng tự nhiên lá rộng thường xanh, các trạng thái rừng được xác định và phân loại như sau:

Rừng non: Là rừng có mật độ cây dày, cách nhau không quá một cấp tuổi, tương đối đồng đều về đường kính, chiều cao, đường kính các cây nhỏ hơn 30 cm

Rừng nghèo: Là rừng có mật độ cây thấp, tầng tán bị phá vỡ do bị tác động mạnh bởi con người, số lượng cây có đường kính lớn hơn 30 cm rất ít, trữ lượng cây đứng từ 10 đến 100 m³/ha.

Rừng trung bình: Là rừng ít bị tác động, số cây có đường kính nhỏ hơn 30 cm nhiều, số cây có đường kính lớn hơn 50 cm rất ít. Có trữ lượng cây đứng từ 101 - 200 m³/ha

Rừng giàu: Là rừng rất ít bị tác động, số cây có đường kính lớn hơn 50 cm còn khá nhiều. Cấu trúc rừng còn tương đối ổn định. Có trữ lượng cây đứng từ 201 – 300 m³/ha



Hình 5.1: Bản đồ hệ thống ô mẫu

Dựa trên số liệu được đo đếm trên thực địa, dữ liệu carbon được tính toán như mô tả trong bảng 4.2, kết quả tính toán carbon cho từng ô mẫu trên thực địa được tổng hợp trong bảng 5.2.

Bảng 5.2: Giá trị Carbon được tính toán cho từng ô mẫu

Stt ô mẫu	X	Y	Carbon (tấn/ha)
1	765117	1343514	97,2
2	759814	1336089	78,5
3	756557	1351561	102,1
4	757015	1360316	70,7
5	754626	1351281	139,3
6	747937	1356116	128,0
7	747895	1355662	66,3
8	747395	1354992	102,2
9	746055	1354289	305,5
10	745751	1354897	184,9
11	746055	1354921	73,4
12	761003	1342569	94,4
13	759554	1342093	145,6
14	746975	1358447	44,1
15	746960	1358965	117,3
16	750636	1351420	83,0
17	749343	1347728	217,4
18	744673	1360931	230,7
19	746146	1360081	60,7
20	749342	1348095	298,5
21	752942	1348739	433,2
22	743814	1348786	239,2
23	745663	1348899	140,3
24	749518	1353057	93,0
25	747822	1351725	112,9

Kết quả tính đặc trưng mẫu được thể hiện qua bảng 5.3:

Bảng 5.3: Đặc trưng mẫu

<i>Giá trị Carbon</i>	
Trung bình	146,3
Sai số model	18,8
Sai tiêu chuẩn	112,9
Phương sai	93,8
Độ nhọn (Ku)	8796,9
Độ lệch (Sk)	2,4
Range	1,6
Minimum	389,1
Maximum	44,1
Sum	433,2
Dung lượng mẫu	3658,5
Mức tin cậy (95.0%)	25,0
	38,7

Dựa vào bảng đặc trưng mẫu của các giá trị carbon đo tính trên thực địa, có thể thấy rằng phạm vi thay đổi trữ lượng carbon là khá lớn (389 tấn/ha). Nguyên nhân là bởi dữ liệu carbon được thu thập trên các trạng thái rừng khác nhau với các cấp độ tác động khác nhau, do vậy giá trị giữa các ô mẫu sẽ không đồng nhất. Trung bình lượng carbon trong các ô mẫu đạt khoảng 146,3 tấn/ha trong khi lượng carbon tối đa trên 433,2 tấn/ha và thấp nhất chỉ đạt khoảng trên 44,1 tấn/ha.

5.2 Dữ liệu giá trị ảnh tương ứng với giá trị carbon của các ô mẫu

Sử dụng 18 ô ngẫu nhiên bao gồm tất cả các trạng thái trong tổng số 25 ô mẫu để tiến hành xây dựng mối tương quan carbon với chỉ số ảnh. Giá trị trung bình của các band SPOT 5, band NDVI và giá trị carbon của ô mẫu với vị trí trên thực địa và trên ảnh được thể hiện trong bảng 5.4

Bảng 5.4: Giá trị Carbon tương ứng với các chỉ số ảnh SPOT 5

X	Y	Carbon (tấn/ha)	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	NDVI
759814	1336089	78,5	75,8	42,4	182,4	80,0	0,57
754626	1351281	70,7	91,4	68,8	129,5	79,4	0,31
747395	1354992	128,0	91,4	56,0	182,4	80,6	0,53
746055	1354289	66,3	82,7	46,7	192,8	83,7	0,61
745751	1354897	102,2	78,9	45,6	202,8	92,4	0,63
746055	1354921	305,5	81,2	46,7	177,9	83,7	0,58
761003	1342569	184,9	81,6	45,2	197,3	81,5	0,63
759554	1342093	73,4	75,4	40,7	166,6	72,0	0,61
746975	1358447	94,4	78,0	43,7	185,5	76,8	0,62
746960	1358965	145,6	78,3	44,7	168,8	74,2	0,58
750636	1351420	44,1	89,4	54,5	167,4	72,2	0,51
749343	1347728	117,3	89,9	56,3	155,8	71,6	0,47
744673	1360931	83,0	75,0	41,6	170,8	75,1	0,61
746146	1360081	217,4	78,5	44,7	186,6	83,6	0,61
749342	1348095	230,7	87,0	54,1	136,1	67,0	0,43
752942	1348739	60,7	89,3	54,9	169,9	74,3	0,51
743814	1348786	298,5	80,6	44,4	183,4	78,9	0,61
745663	1348899	433,2	78,9	43,3	166,8	69,1	0,59

5.3 Mô hình quan hệ giữa carbon và chỉ số ảnh

5.3.1. Kiểm tra dạng chuẩn của các biến số

Một bảng thống kê kiểm tra các biến số có chuẩn hay không là cần thiết trước khi sử dụng các biến số này để đưa vào phân tích. Tiến trình này được thực hiện trong phần mềm statgraphics và kết quả thể hiện trong bảng 5.5.

Bảng 5.5: Bảng tóm tắt thống kê các biến số

	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	Carbon	NDVI
Tổng số	18	18	18	18	18	18
Trung bình	82,4056	48,5722	173,489	77,5611	151,911	0,556111
Sai tiêu chuẩn	5,76312	7,2947	19,111	6,30034	106,7	0,0843061
Hệ số biến động	6,9936%	15,0183%	11,0157%	8,12307%	70,2385%	15,1599%
Giá trị tối thiểu	75,0	40,7	129,5	67,0	44,1	0,31
Giá trị tối đa	91,4	68,8	202,8	92,4	433,2	0,63
Phạm vi	16,4	28,1	73,3	25,4	389,1	0,32
Độ lệch	0,776285	2,41771	-1,50416	0,757634	2,36694	-3,0312
Độ nhọn	-1,16278	1,68538	0,721407	0,277148	1,21017	2,77284

Kết quả thống kê của bảng trên cho thấy các band 1,3 và 4 là thỏa mãn phân bố chuẩn thể hiện ở độ lệch (skewness) và độ nhọn (kurtosis) nằm trong phạm vi từ -2 đến + 2. Trong khi đó band 2, NDVI và giá trị carbon vượt quá giá trị này. Vì vậy để đảm bảo các biến số là chuẩn, trước khi xây dựng, các biến này cần được chuyển đổi để đưa về dạng chuẩn.

Kết quả đổi biến số trong bảng 5.6 cho thấy các biến số lúc này đã thỏa mãn điều kiện để tham gia trong mô hình hồi quy.

Bảng 5.6: Phân bố chuẩn giữa giá trị carbon và 4 band ảnh SPOT sau khi đổi biến

	B1	log(B2)	B3	B4	Sqrt(C)	1/log(NDVI)
Tổng số	18	18	18	18	18	18
Trung bình	82,4029	3,87321	173,476	77,5588	11,7032	-1,76311
Sai tiêu chuẩn	5,75931	0,140356	19,116	6,30358	3,97811	0,371232
Hệ số biến động	6,9892%	3,62376%	11,0194%	8,12748%	33,9916%	-21,0555%
Giá trị tối thiểu	75,0	3,70541	129,455	67,0	6,64054	-2,1797
Giá trị tối đa	91,4	4,23147	202,778	92,4444	20,8125	-0,844219
Phạm vi	16,4	0,526059	73,3232	25,4444	14,1719	1,33548
Độ lệch	0,778608	1,8972	-1,50671	0,766665	1,53816	1,92173
Độ nhọn	-1,16437	0,651441	0,720879	0,296783	-0,0534337	0,536686

5.3.2. Xây dựng mô hình hồi quy

Phân tích tương quan Pearson giữa chỉ số của từng band của ảnh SPOT, ảnh NDVI với giá trị carbon trong bảng 5.7 cho thấy mối quan hệ giữa các kênh phổ và trữ lượng carbon.

Bảng 5.7: Bảng phân tích Pearson các biến số

	Sqrt(C)	B1	log(B2)	B3	B4
B1	-0,1961				
	0,4355				
log(B2)	-0,2556	0,9438			
	0,3059	0,0000			
B3	0,0303	-0,4703	-0,6156		
	0,9049	0,0489	0,0065		
B4	-0,0837	-0,1775	-0,1300	0,6786	
	0,7411	0,4811	0,6071	0,0020	
1/log(NDVI)	-0,2012	0,7908	0,8920	-0,8617	-0,4348
	0,4233	0,0001	0,0000	0,0000	0,0714

Qua kết quả bảng 5.7 trên cho thấy mối tương quan giữa giá trị carbon với giá trị phổ của ảnh là không có ý nghĩa thống kê trong tất cả các kênh ảnh gốc band 1, 2, 3 và 4 cho đến band tỷ số NDVI. Hầu hết các kênh có mối quan hệ nghịch với trữ lượng carbon, ngoại trừ kênh 3. Theo Spanner và cộng sự (1990), mối quan hệ giữa các kênh ảnh gốc và kênh tỷ số không chỉ được xác định bởi thực vật ở tầng trên mà còn bị ảnh hưởng bởi thực vật tầng dưới, đặc biệt là đối với rừng bị vỡ tán. Thông thường mối quan hệ nghịch là được tìm thấy giữa nhân tố điều tra với các kênh trong dải phổ nhìn thấy (band SPOT 1 và 2) và kênh ở vùng hồng ngoại giữa (như band 4 Landsat). Điều này là do sắc tố và nước trong thực vật hấp thụ năng lượng ánh sáng khả kiến. Ngược lại mối quan hệ này theo chiều dương ở vùng hồng ngoại gần như band SPOT 3 là do thực vật phản xạ mạnh với bước sóng hồng ngoại gần. Trong nghiên cứu này mối quan hệ này cũng không phải là ngoại lệ. NDVI thường được sử dụng rộng rãi cho nghiên cứu thực vật, nhưng kết quả trên cho thấy NDVI cũng không làm cải thiện được mối quan hệ đơn biến giữa nhân tố carbon và giá trị từng band phổ.

Tóm lại mặc dù phần nào phản ánh được chiều hướng quan hệ giữa giá trị phổ của các kênh với nhân tố trữ lượng carbon lâm phần, nhưng mối quan hệ này là không có ý nghĩa thống kê. Do vậy mô hình với các tổ hợp đa biến cần được kiểm tra với mong đợi có thể cải thiện được mối quan hệ này bằng các mô hình thích hợp.

Một loạt các tổ hợp biến cần được kiểm tra dạng chuẩn khi tổ hợp chúng với nhau. Bảng 5.8 thể hiện các tổ hợp biến là chuẩn, do vậy các tổ hợp biến này đã được sử dụng để kiểm tra với một số mô hình hồi quy đa biến. Tiêu chuẩn để lựa chọn mô hình dựa vào hệ số tương quan và hệ số tương quan điều chỉnh với mối quan hệ có ý nghĩa thống kê ($P < 0.05$). Trong số các mô hình được kiểm tra (xem ở phụ lục 2), mô hình 5.1 là phù hợp nhất để ước lượng trữ lượng carbon vì có hệ số tương quan thể hiện cao nhất so với các mô hình còn lại.

Bảng 5.8: Bảng kiểm tra thống kê mẫu

	$(1/B1)^4$	$\log(B4)$	$B2/B4$	$\log(B3)^2$	$\text{Sqrt}(C)$
Tổng số	18	18	18	18	18
Trung bình	2,26574E-8	4,34799	0,630972	26,5347	11,7032
Sai tiêu chuẩn	5,91385E-9	0,0805158	0,112788	1,18856	3,97826
Hệ số biến động	26,1012%	1,85179%	17,8753%	4,47927%	33,993%
Giá trị tối thiểu	1,4329E-8	4,20469	0,493506	23,6554	6,64078
Giá trị tối đa	3,16049E-8	4,52613	0,866499	28,2197	20,8135
Phạm vi	1,7276E-8	0,321434	0,372992	4,56429	14,1727
Độ lệch	-0,213143	0,383271	1,49111	-1,92959	1,53812
Độ nhọn	-1,14141	-0,0087423	-0,550811	1,14475	-0,0529592

$$\text{SQRT}(C) = 528,554 - 1,76926E9 \cdot (1/\text{Band1})^4 - 42,1727 \cdot \log(\text{Band4}) - 162,822 \cdot (\text{Band2}/\text{Band4}) - 7,18537 \cdot \log(\text{Band3})^2 \quad (5.1)$$

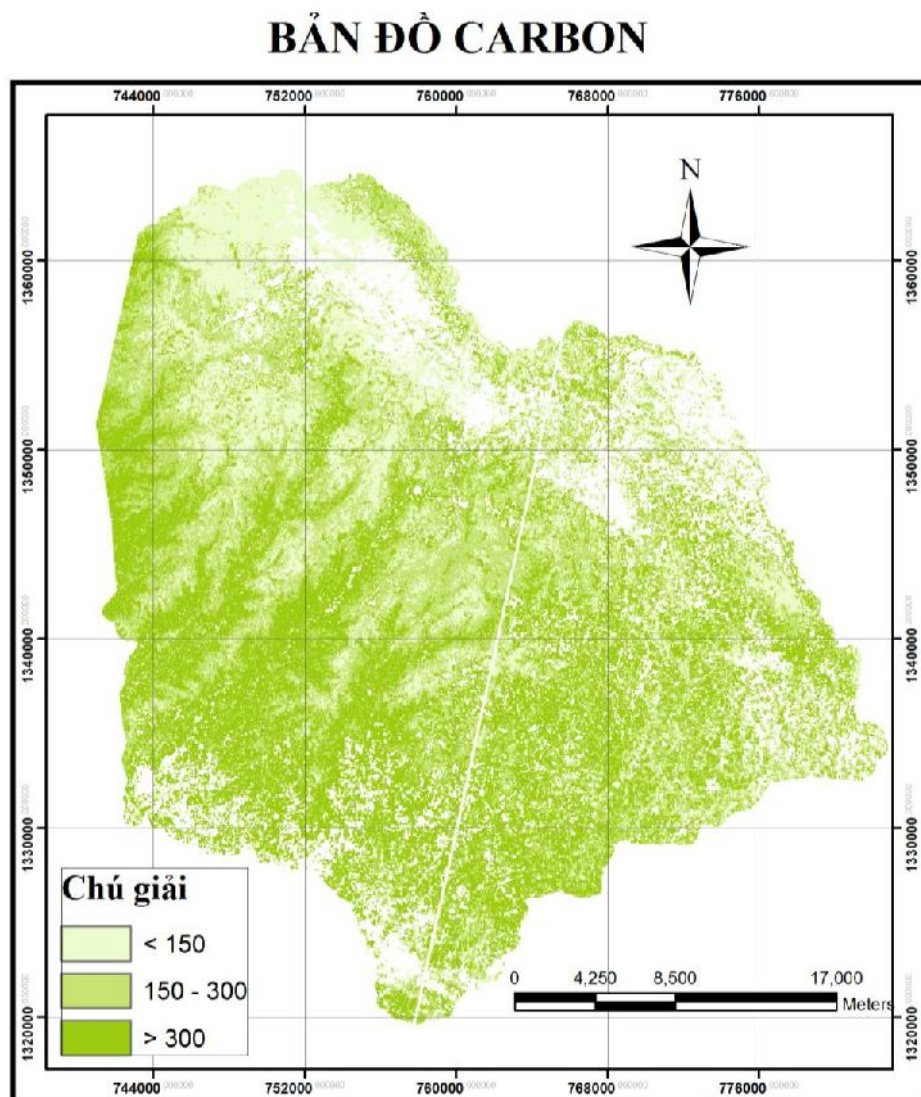
$$R^2 = 0,503; R^2_{\text{adj}} = 0,350 \quad (P < 0,05)$$

5.4 Tạo ảnh carbon

Từ mô hình hồi quy được thiết lập ở trên, sử dụng công cụ xây dựng mô hình trong phần mềm Erdas Image để tạo lập ảnh carbon. Thuật toán được viết như sau:

$$(528.554 - \text{EITHER } 0 \text{ IF } (\$n2_anhspot(1) == 0) \text{ OR } (1.76926 * (10 ** 9)) * \text{float} ((1/\$n2_anhspot(1)) ** 4) \text{ OTHERWISE } - 42.1727 * \text{float} (\text{LOG} (\$n2_anhspot(4))) - 162.822 * \text{EITHER } 0 \text{ IF } (\$n2_anhspot(4) == 0) \text{ OR } \text{float} (\$n2_anhspot(2) / \$n2_anhspot(4)) \text{ OTHERWISE } - 7.18537 * \text{float} (\log (\$n2_anhspot(3)) ** 2)) ** 2 \quad (5.2)$$

Kết quả cho ra ảnh đơn kênh với các giá trị carbon đã được ước lượng thông qua mô hình.



Hình 5.2: Bản đồ carbon

5.5 Đánh giá độ chính xác mô hình

Dựa trên giá trị carbon từ ảnh ước lượng cùng với giá trị tương ứng trên thực địa của 7 ô điều tra không tham gia vào bộ dữ liệu để xây dựng mô hình, tiến hành đánh giá chất lượng của mô hình bằng tiêu chuẩn sai số trung phương (RMSE). Kết quả được tổng hợp trong bảng 5.9.

Bảng 5.9: Đánh giá độ chính xác mô hình ước lượng Carbon

X	Y	C đo tính từ thực địa	C từ ảnh	Sai số ô mẫu
765117	1343514	97,23	153,95	56,72
756557	1351561	102,09	242,28	140,18
754626	1351281	139,30	115,29	-24,01
743814	1348786	239,21	113,59	-125,61
745663	1348899	140,33	132,74	-7,59
749518	1353057	93,02	54,73	-38,29
747822	1351725	112,92	171,47	58,55
		132,01	140,58	8,56
Sai số trung bình				64,42
Sai số trung phương				72,41
Sai số trung phương tương đối (%)				54,5

Qua bảng cho thấy chênh lệch trung bình giữa giá trị carbon thực tế và carbon giải đoán là khoảng 64tấn /ha với sai số trung phương tương đối dưới 55%.

Kết quả đánh giá chất lượng cho thấy sai số tương đối cao. Điều này có thể là vì một số nguyên nhân sau:

a) Số lượng ô mẫu dùng để giải đoán nhỏ (18 ô) trong khi đó có sự thay đổi lớn về mật độ và đường kính giữa các trạng thái là hai nhân tố được sử dụng để tính carbon. Hơn nữa dữ liệu được thu thập chủ yếu trên các lâm phần đã bị tác động với mức độ từ trung bình cho đến cao, do đó cấu trúc tầng tán là khác nhau, đặc biệt là ở lâm phần bị tác động nhiều. Trong khi đó cảm nhận của các band phổ của ảnh vệ tinh là nhạy cảm với tầng tán, vì vậy có thể có sự không đồng nhất khi lựa chọn ô mẫu thử nghiệm.

b) Mặc dù đã thử nghiệm trên các mô hình khác nhau nhưng số mô hình dùng để thử nghiệm còn hạn chế. Vì vậy mối quan hệ này có thể chưa được biểu diễn tốt bằng các mô hình đã thực hiện ở trên.

c) Mô hình được thiết lập bởi phương pháp hồi quy, do vậy có thể chưa được thích hợp trong trường hợp này

d) Chất lượng ảnh với độ phân giải không gian trung bình (10x10 m: 1 pixel tương ứng với 100 m ở thực địa có thể là một nguyên nhân dẫn đến sai số.

e) Vị trí tọa độ ô mẫu cũng có thể là nguyên nhân dẫn đến sai số, chẳng hạn do khả năng hạn chế khi thu nhận vệ tinh của GPS trong rừng dẫn đến một số ô mẫu có thể sai lệch so với thực tế. Vì vậy giá trị các pixel được trích trên ảnh để phân tích có thể bị sai lệch.

Chương 6

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

6.1 Kết luận

Hiện nay các nghiên cứu liên quan đến đo tính trữ lượng hấp thụ carbon của cây rừng đang được thực hiện bởi các phương pháp khác nhau. Ứng dụng viễn thám và GIS đã được nghiên cứu khá kỹ càng trong theo dõi thay đổi thảm phủ rừng, tuy nhiên sử dụng ảnh vệ tinh và GIS để đo tính carbon hấp thụ của rừng tự nhiên là chưa có, do vậy nếu ứng dụng viễn thám và GIS trong việc mô hình hóa mối quan hệ giữa carbon với các giá trị phản xạ phổ của ảnh vệ tinh sẽ hỗ trợ tốt cho việc quản lý, giám sát tài nguyên rừng nói chung và lượng carbon tích lũy nói riêng. Hơn nữa nghiên cứu xây dựng mối tương quan giữa giá trị ảnh và carbon lưu giữ sẽ rất hữu ích trong bối cảnh hiện nay nó sẽ đẩy nhanh quá trình thực hiện việc đo tính trữ lượng carbon rừng khi mà giá trị môi trường rừng đang được quan tâm cao của quốc gia và cộng đồng quốc tế.

Kết quả nghiên cứu đạt được độ chính xác còn khá thấp với yêu cầu thông tin với độ chính xác cao (sai số trung phương tương đối là 54,5%). Mặc dù vậy, kết quả cũng có thể áp dụng để có thông tin sơ bộ về tình hình tài nguyên rừng và có thể sử dụng như một thông tin tham khảo mang tính chất định hướng cho việc quản lý trên diện rộng.

6.2 Kiến nghị

Nghiên cứu tiến hành việc ước tính trữ lượng carbon từ ảnh vệ tinh SPOT dựa trên việc xây dựng mối tương quan giữa giá trị carbon đo tính tuy nhiên kết quả đạt được độ chính xác còn khá thấp (sai số trung phương $\pm 72,41$ tấn/ha). Để nâng cao độ chính xác qua đó tăng tính ứng dụng của nghiên cứu vào thực tiễn có thể thực hiện một số biện pháp như:

- Sử dụng ảnh vệ tinh có độ phân giải cao hơn
- Các ô mẫu được phân bố ngẫu nhiên, đồng đều ở các trạng thái, số lượng ô mẫu điều tra lớn hơn

Có thể phân vùng các lớp trạng thái trước khi thu thập ô mẫu. Dựa trên các phân vùng trạng thái này, tiến hành thu thập các ô mẫu và xây dựng mối quan hệ cho từng phân vùng rừng. Cách làm này có thể mang lại kết quả khả quan hơn.

Nghiên cứu này chỉ sử dụng phương pháp hồi quy, sử dụng các phương pháp khác để ước lượng cũng là hướng cần được quan tâm trong các nghiên cứu sau.

Tài liệu tham khảo

Tiếng Việt

1. Phạm Tuấn Anh, 2007. *Dự báo năng lực hấp thụ CO₂ của rừng tự nhiên lá rộng thường xanh tại huyện Tuy Đức, tỉnh Đắk Nông*. Luận Văn Thạc Sĩ Khoa học Lâm nghiệp. Trường Đại học Lâm nghiệp.
2. Bộ Nông nghiệp và PTNT, 2006. *Cẩm nang ngành lâm nghiệp*. Chương trình các đối tác hỗ trợ ngành lâm nghiệp. Hà Nội, 2006.
3. Bộ Nông nghiệp và PTNT. *Thông tư số 34/2009/TT-BNNPTNT, ngày 10 / 6 / 2009 về việc Quy định tiêu chí xác định và phân loại rừng*.
4. Võ Đại Hải, 2009. *Nghiên cứu khả năng hấp thụ các bon của rừng trồng bạch đàn Urophylla ở Việt Nam*. Tạp chí Nông nghiệp và phát triển nông thôn; số 1/2009, Hà Nội; tr. 102 – 106.
5. Nguyễn Thị Thanh Hương, 2011. *Áp dụng phương pháp địa thống kê để ước lượng lam phần dựa vào ảnh SPOT 5*. Tạp chí Khoa học Nông nghiệp và Phát triển nông thôn. Tr. 171-176.
6. Bảo Huy, 2010. *Đo tính Carbon rừng có sự tham gia*. Chương trình UN-REDD Việt Nam.
7. Nguyễn Kim Lợi và ctv, 2007. *Hệ thống thông tin địa lý Phần mềm Arcview 3.3*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp
8. Trần Thống Nhất, 2009. *Viễn thám căn bản*. Nhà xuất bản Nông Nghiệp
9. Vũ Tấn Phương và ctv, 2007. *Nghiên cứu lượng giá kinh tế giá trị môi trường và DVMT của một số loại rừng chủ yếu ở Việt Nam*. Đề tài cấp bộ. Trung tâm nghiên cứu sinh thái và môi trường rừng (RCFEE). Hà Nội.
10. Ngô Đình Quế và ctv, 2006. *Sự hấp thụ Các bon dioxit (CO₂) của một số loại rừng trồng chủ yếu ở Việt Nam*. Tạp chí Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn, số 7 (2006).

11. Lê Văn Trung, 2005. *Viễn thám*. Nhà xuất bản đại học Quốc Gia TP.HCM.
12. Trung tâm Viễn thám quốc gia: *Ứng dụng công nghệ viễn thám để giám sát tài nguyên và môi trường ở Việt Nam*. Bộ TNMT.

Tiếng Anh

13. Avery, T. and Berlin, G, 1992. *Fundamentals of remote sensing and airphoto interpretation* (5th edition). Toronto: Maxwell Macmillan.
14. Bao Huy, Pham Tuan Anh, 2008. *Estimating CO₂ sequestration in natural broad-leaved evergreen forests in the Central Highlands of Vietnam*. Aia-Pacific Agroforestry Newsletter – APANews, FAO, SEANAFE; No.32, May, 2008, ISSN 0859-9742.
15. Chatterjee, S. and Hadi, A. S. 2006. *Regression Analysis by Example*. The fourth edition. John Wiley & Sons, Inc, US. 365p.
16. ICRAF, 2007. Rapid Carbon Stock Appraisal (RaCSA)
17. Lu, D., Mausel, P., Brondízio, E., and Moran, E. 2004. *Relationships between forest stand parameters and Landsat TM spectral responses in the Brazilian Amazon Basin*. Forest Ecology and Management, 198: 149–167.
18. Nguyen, Thi Thanh Huong, 2009. *Classification of natural broad-leaved evergreen forests based on multi-data for forest inventory in the Central Highlands of Vietnam*. Doctoral thesis. Freiburg University, Germany.
19. Spanner, M.A., Pierce, I.L., Peterson, D.L., and Running, S.W. 1990. *Remote sensing of temperate coniferous forest leaf area index: The influence of canopy closure, understorey vegetation and background reflectance*. International Journal of Remote Sensing, 11:195-211.

Phụ lục

Phụ lục 1: Giá trị Carbon ở các ô mẫu

Ô mẫu số	X	Y	Carbon (tấn/ha)	Trạng thái rừng	Band 1	Band 2	Band 3	Band 4	NDVI
1	759814	1336089	78,5	Nghèo	75,8	42,4	182,4	80,0	0,57
2	754626	1351281	70,7	Trung bình	91,4	68,8	129,5	79,4	0,31
3	747395	1354992	128,0	Non	91,4	56,0	182,4	80,6	0,53
4	746055	1354289	66,3	Non	82,7	46,7	192,8	83,7	0,61
5	745751	1354897	102,2	Trung bình	78,9	45,6	202,8	92,4	0,63
6	746055	1354921	305,5	Nghèo	81,2	46,7	177,9	83,7	0,58
7	761003	1342569	184,9	Trung bình	81,6	45,2	197,3	81,5	0,63
8	759554	1342093	73,4	Nghèo	75,4	40,7	166,6	72,0	0,61
9	746975	1358447	94,4	Trung bình	78,0	43,7	185,5	76,8	0,62
10	746960	1358965	145,6	Nghèo	78,3	44,7	168,8	74,2	0,58
11	750636	1351420	44,1	Trung bình	89,4	54,5	167,4	72,2	0,51
12	749343	1347728	117,3	Trung bình	89,9	56,3	155,8	71,6	0,47
13	744673	1360931	83,0	Non	75,0	41,6	170,8	75,1	0,61
14	746146	1360081	217,4	Giàu	78,5	44,7	186,6	83,6	0,61
15	749342	1348095	230,7	Giàu	87,0	54,1	136,1	67,0	0,43
16	752942	1348739	60,7	Trung bình	89,3	54,9	169,9	74,3	0,51
17	743814	1348786	298,5	Giàu	80,6	44,4	183,4	78,9	0,61
18	745663	1348899	433,2	Giàu	78,9	43,3	166,8	69,1	0,59

Phụ lục 2: Kiểm tra sự thuần nhất của các biến độc lập

Summary Statistics

	<i>B1</i>	<i>log(B2)</i>	<i>B3</i>	<i>B4</i>	<i>Sqrt(C)</i>	<i>1/log(NDVI)</i>
Count	18	18	18	18	18	18
Average	82,4029	3,87321	173,476	77,5588	11,7032	-1,76311
Standard deviation	5,75931	0,140356	19,116	6,30358	3,97811	0,371232
Coeff. of variation	6,9892%	3,62376%	11,0194%	8,12748%	33,9916%	-21,0555%
Minimum	75,0	3,70541	129,455	67,0	6,64054	-2,1797
Maximum	91,4	4,23147	202,778	92,4444	20,8125	-0,844219
Range	16,4	0,526059	73,3232	25,4444	14,1719	1,33548
Std. skewness	0,778608	1,8972	-1,50671	0,766665	1,53816	1,92173
Std. kurtosis	-1,16437	0,651441	0,720879	0,296783	-0,053433	0,536686

The StatAdvisor

This table shows summary statistics for each of the selected data variables. It includes measures of central tendency, measures of variability, and measures of shape. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the sample comes from a normal distribution. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate many of the statistical procedures normally applied to this data. In this case, the following variables show standardized skewness values outside the expected range:

<none>

The following variables show standardized kurtosis values outside the expected range:

<none>

Phụ lục 3: Kết quả kiểm tra và xây dựng phương trình hồi quy đa biến

Multiple Regression - Sqrt(C)

Dependent variable: Sqrt(C)

Independent variables:

B1
log(B2)
B3
B4
1/log(NDVI)

		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	232,509	152,274	1,52691	0,1527
B1	1,86282	1,0458	1,78123	0,1002
log(B2)	-94,238	58,5007	-1,61089	0,1332
B3	-0,424306	0,223925	-1,89485	0,0825
B4	0,666931	0,451154	1,47828	0,1651
1/log(NDVI)	-7,13314	12,0191	-0,593485	0,5639

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	81,9871	5	16,3974	1,05	0,4323
Residual	187,044	12	15,587		
Total (Corr,)	269,031	17			

R-squared = 30.475 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 1.50624 percent

Standard Error of Est. = 3.94803

Mean absolute error = 2.37769

Durbin-Watson statistic = 1.75885 (P=0.2418)

Lag 1 residual autocorrelation = -0.0347102

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Sqrt(C) and 5 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\text{Sqrt(C)} = 232.509 + 1.86282 \cdot \text{B1} - 94.238 \cdot \log(\text{B2}) - 0.424306 \cdot \text{B3} + 0.666931 \cdot \text{B4} - 7.13314 \cdot 1/\log(\text{NDVI})$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0.05, there is not a statistically significant relationship between the variables at the 95.0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 30.475% of the variability in Sqrt(C). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 1.50624%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 3.94803. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 2.37769 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0.05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95.0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0.5639, belonging to $1/\log(\text{NDVI})$. Since the P-value is greater or equal to 0.05, that term is not statistically significant at the 95.0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing $1/\log(\text{NDVI})$ from the model.

Multiple Regression - Sqrt(C)

Dependent variable: Sqrt(C)

Independent variables:

B1

log(B2)

B3

B4

		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	281,356	124,881	2,25299	0,0422
B1	1,90422	1,01714	1,87213	0,0839
log(B2)	-107,699	52,5643	-2,0489	0,0612
B3	-0,367324	0,197193	-1,86277	0,0852
B4	0,700058	0,436391	1,6042	0,1327

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	76,497	4	19,1243	1,29	0,3237
Residual	192,534	13	14,8103		
Total (Corr.)	269,031	17			

R-squared = 28.4343 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 6.41408 percent

Standard Error of Est. = 3.84841

Mean absolute error = 2.53325

Durbin-Watson statistic = 1.75239 (P=0.2662)

Lag 1 residual autocorrelation = -0.0482543

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Sqrt(C) and 4 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\text{Sqrt(C)} = 281.356 + 1.90422*B1 - 107.699*\log(B2) - 0.367324*B3 + 0.700058*B4$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0.05, there is not a statistically significant relationship between the variables at the 95.0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 28.4343% of the variability in Sqrt(C). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 6.41408%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 3.84841. This value can be used to construct prediction limits for new observations by

selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 2.53325 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0.05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95.0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0.1327, belonging to B4. Since the P-value is greater or equal to 0.05, that term is not statistically significant at the 95.0% or higher confidence level. Consequently, you should consider removing B4 from the model.

Multiple Regression - Sqrt(C)

Dependent variable: Sqrt(C)

Independent variables:

$(1/B1)^4$

$\log(B2)$

$\log(B3)^2$

$\log(B4)$

		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	425,606	124,195	3,42692	0,0045
$(1/B1)^4$	-1,87076E9	6,01033E8	-3,11258	0,0082
$\log(B2)$	-110,048	32,9381	-3,34106	0,0053
$\log(B3)^2$	-6,34145	2,23208	-2,84104	0,0139
$\log(B4)$	51,2859	22,3423	2,29547	0,0390

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	129,166	4	32,2916	3,00	0,0587
Residual	139,865	13	10,7588		
Total (Corr,)	269,031	17			

R-squared = 48.0117 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 32.0153 percent

Standard Error of Est. = 3.28006

Mean absolute error = 1.98146

Durbin-Watson statistic = 1.87092 (P=0.3328)

Lag 1 residual autocorrelation = -0.105439

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Sqrt(C) and 4 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\text{Sqrt}(C) = 425.606 - 1.87076E9 \cdot (1/B1)^4 - 110.048 \cdot \log(B2) - 6.34145 \cdot \log(B3)^2 + 51.2859 \cdot \log(B4)$$

Since the P-value in the ANOVA table is greater or equal to 0.05, there is not a statistically significant relationship between the variables at the 95.0% or higher confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 48.0117% of the variability in Sqrt(C). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 32.0153%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be

3.28006. This value can be used to construct prediction limits for new observations by selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 1.98146 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0.05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95.0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0.0390, belonging to $\log(B4)$. Since the P-value is less than 0.05, that term is statistically significant at the 95.0% confidence level. Consequently, you probably don't want to remove any variables from the model.

Multiple Regression - Sqrt(C)

Dependent variable: Sqrt(C)

Independent variables:

$(1/B1)^4$

$\log(B4)$

$B2/B4$

$\log(B3)^2$

		<i>Standard</i>	<i>T</i>	
<i>Parameter</i>	<i>Estimate</i>	<i>Error</i>	<i>Statistic</i>	<i>P-Value</i>
CONSTANT	528,554	146,554	3,60654	0,0032
$(1/B1)^4$	-1,76926E9	5,46168E8	-3,2394	0,0065
$\log(B4)$	-42,1727	16,1151	-2,61696	0,0213
$B2/B4$	-162,822	46,4648	-3,50421	0,0039
$\log(B3)^2$	-7,18537	2,35436	-3,05193	0,0093

Analysis of Variance

<i>Source</i>	<i>Sum of Squares</i>	<i>Df</i>	<i>Mean Square</i>	<i>F-Ratio</i>	<i>P-Value</i>
Model	135,331	4	33,8328	3,29	0,0454
Residual	133,72	13	10,2861		
Total (Corr,)	269,051	17			

R-squared = 50.2995 percent

R-squared (adjusted for d.f.) = 35.007 percent

Standard Error of Est. = 3.2072

Mean absolute error = 1.92504

Durbin-Watson statistic = 1.99007 (P=0.4202)

Lag 1 residual autocorrelation = -0.164584

The StatAdvisor

The output shows the results of fitting a multiple linear regression model to describe the relationship between Sqrt(C) and 4 independent variables. The equation of the fitted model is

$$\text{SQRT}(C) = 528.554 - 1.76926E9*(1/B1)^4 - 42.1727*\log(B4) - 162.822*B2/B4 - 7.18537*\log(B3)^2$$

Since the P-value in the ANOVA table is less than 0.05, there is a statistically significant relationship between the variables at the 95.0% confidence level.

The R-Squared statistic indicates that the model as fitted explains 50.2995% of the variability in Sqrt(C). The adjusted R-squared statistic, which is more suitable for comparing models with different numbers of independent variables, is 35.007%. The standard error of the estimate shows the standard deviation of the residuals to be 3.2072. This value can be used to construct prediction limits for new observations by

selecting the Reports option from the text menu. The mean absolute error (MAE) of 1.92504 is the average value of the residuals. The Durbin-Watson (DW) statistic tests the residuals to determine if there is any significant correlation based on the order in which they occur in your data file. Since the P-value is greater than 0.05, there is no indication of serial autocorrelation in the residuals at the 95.0% confidence level.

In determining whether the model can be simplified, notice that the highest P-value on the independent variables is 0.0213, belonging to $\log(B4)$. Since the P-value is less than 0.05, that term is statistically significant at the 95.0% confidence level. Consequently, you probably don't want to remove any variables from the model.