

ỨNG DỤNG GIS ĐỂ DỰ BÁO NHANH SINH TRƯỞNG RỪNG TRỒNG THÔNG BA LÁ (*Pinus kesiya* Royle ex Gordon) VÙNG NGUYÊN LIỆU GIẤY TÂN MAI TỈNH LÂM ĐỒNG

Phùng Văn Khen¹, Phạm Trịnh Hùng²

¹Viện Khoa học Lâm nghiệp Nam Bộ

²Trường Đại học Nông Lâm Tp Hồ Chí Minh

TÓM TẮT

Trong lâm nghiệp công nghệ GIS được biết đến vì tính hiệu quả của nó trong việc quản lý, bảo vệ và phát triển tài nguyên thiên nhiên. Dựa trên khả năng phân tích không gian, thông tin về vị trí kết hợp với các thông tin thuộc tính liên hệ hình thành nên các vùng có đặc điểm địa lý - kinh tế - xã hội khác nhau, điều này giúp cho việc quy hoạch và quản lý tài nguyên có hiệu quả từ những thông tin chính xác và trung thực

Bằng phương pháp nội suy và lập bản đồ phân bố mưa làm cơ sở cho việc thiết lập một mô hình đa biến dự báo năng suất của Thông ba lá cho khu vực nghiên cứu thuộc ba huyện Bảo Lâm, Di Linh và Đức Trọng của tỉnh Lâm Đồng. Để có thể thiết lập mô hình đa biến, nghiên cứu cũng đã tìm hiểu mối quan hệ giữa các nhân tố sinh thái với năng suất rừng trồng Thông ba lá làm cơ sở cho việc xây dựng hệ thống mã hiệu các biến sinh thái trước khi thiết lập mô hình.

Kết quả nghiên cứu được mô hình đa biến: $Y = 10,0177 - 0,17205 * x_2 * x_4 - 0,00184111 * x_3 * x_7 + 0,00796191 * x_5^3 - 1,64714 * 1/x_1 - 0,000639912 * x_6$. (Trong đó Y là trữ lượng rừng, x1: Loại đất; x2: độ dày tầng đất; x3: thành phần cơ giới; x4: độ dốc địa hình; x5: tuổi cây rừng; x6: độ cao so với mặt nước biển; x7: lượng mưa trung bình năm), được chạy trên phần mềm Vectorscape trên MapInfo tạo ra bản đồ năng suất rừng trồng thông ba lá từ tuổi 5 đến tuổi 10 cho toàn khu vực nghiên cứu. Bản đồ này sẽ giúp cho các nhà quản lý, chủ rừng ước tính được trữ lượng rừng trồng theo tuổi ứng với mỗi vị trí biết được trên bản đồ. Đây sẽ là cơ sở để tính toán xuất đầu tư nhằm đạt hiệu quả cao trong kinh doanh rừng trồng.

Application GIS for rapid prediction in growth of *Pinus kesiya* Royle ex Gordon plantations in Tan Mai paper mill area, Lam Dong province

Global Information System (GIS) is commonly used in forestry because of its efficiency in natural resource development, protection and management. Based on space analysis, informations of position and location related to informations of establishing regions containing different characteristics in geography, economy and society. These accurate informations can be used to make planning and managing natural resources proficiently.

This study can be allowed to determine an interpolated method serving to build the distributed rainfall map for the study area before the establishment of distributed rainfall map as a basic for establishing a multi - variable model predicting the productivity of *Pinus kesiya* plantations on the study area belong to the Bao Lam, Di Linh and Duc Trong districts,

Từ khóa: GIS, mô hình sinh trưởng, nội suy mưa, Thông ba lá, *Pinus kesiya*

Keywords: GIS, growth models, interpolation rain, *Pinus kesiya*

Lam Dong province. To be able to establish the multi - variable model, the study also explored the relationship between each ecological factor and the productivity of *Pinus kysia* plantation as the basic for building the code system for ecological variables before setting up the model.

Multi - variable model was calculated: $Y = 10,0177 - 0,17205 * x_2 * x_4 - 0,00184111 * x_3 * x_7 + 0,00796191 * x_5^3 - 1,64714 * 1/x_1 - 0,000639912 * x_6$ where Y = yield; x1 = soil type; x2 = soil depth; x3 = soil texture; x4 = slope; x5 = tree age; x6 = sea level; and x7 = precipitation, run by MapInfo software using Vecticalmaper software tool produced map of productivity for *Pinus kesiya* plantations with ages from age 5 to age 10 years. Forest managers and owners can be used the productivity Map to fast predict productivity of forest plantations when they know the point in the Map. Therefore, this can evaluate benefit from plantations.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Rừng thông nói chung và rừng thông ba lá nói riêng là một nguồn tài nguyên lớn có giá trị cung cấp nguyên liệu cho các ngành công nghiệp xây dựng và xuất khẩu. Không những thế, rừng thông còn có ý nghĩa trong việc bảo vệ môi trường, bảo vệ đất cũng như giá trị về văn hóa và xã hội (Ngô Đình Quế, 2008).

Tuy có một diện tích lớn và nguồn tài nguyên phong phú như vậy, nhưng đến nay diện tích rừng thông ở Lâm Đồng đang bị thu hẹp, chất lượng rừng bị giảm sút một cách nhanh chóng. Có nhiều nguyên nhân, trong đó có việc khai thác chưa hợp lý và nạn phá rừng thường xuyên xảy ra; kỹ thuật tạo rừng còn xác định chưa đầy đủ và đất rừng bị thoái hóa trên diện tích lớn. Bên cạnh việc khai thác hợp lý phải đẩy mạnh tốc độ trồng lại rừng trên quy mô lớn ở những nơi đã và đang khai thác cũng như trên những vùng đồi trọc rộng lớn đang là vấn đề quan trọng và cấp bách của tỉnh và ngành lâm nghiệp. Trong những năm gần đây công tác trồng rừng đã được chú trọng, hàng năm đã trồng mới hàng trăm ha rừng, song tốc độ còn chậm và kết quả không đều, không ổn định, thậm chí ở một số nơi trồng còn bị thất bại đáng kể (Ngô Đình Quế, 2008).

Trong lâm nghiệp công nghệ GIS (Geographic Information Systems) được biết đến vì tính hiệu quả của nó: quản lý, bảo vệ và phát triển tài nguyên thiên nhiên đặt cơ sở trên nền các bản đồ xác định ranh giới hay vị trí nguồn tài nguyên cùng với các thuộc tính liên quan đến ranh giới hay vị trí này. Dựa trên khả năng phân tích không gian, thông tin về vị trí kết hợp với các thông tin thuộc tính liên hệ (độ dốc, hướng dốc, độ cao, kiểu trạng thái, loại đất, điều kiện khí hậu, dân tộc cư trú, khoảng cách đến các trung tâm dân cư,...) hình thành nên các vùng có đặc điểm địa lý - kinh tế - xã hội khác nhau, điều này giúp cho việc quy hoạch và quản lý tài nguyên có hiệu quả từ những thông tin chính xác và trung thực (Trần Duy Mạnh, 2005).

Mỗi loài cây đều có yêu cầu sinh thái riêng, bao gồm các yếu tố: độ cao, độ dốc, nhiệt độ, chế độ ẩm, đất,... nếu đáp ứng được nhu cầu sinh thái thích hợp cây trồng sẽ sinh trưởng, phát triển tốt và ngược lại. Vì vậy, trong công tác quy hoạch trồng cây lâm nghiệp điều quan trọng là phải xác định được các vị trí trồng rừng hội đủ các yếu tố sinh thái thích hợp cho từng loài cây trồng đã từng được lựa chọn. Theo phương pháp truyền thống cần phải điều tra thực địa trên toàn bộ khu đất đưa vào sử dụng, việc làm này sẽ rất tốn kém về tiền của

và công sức, đặc biệt sẽ càng khó khăn gấp nhiều lần nếu khu quy hoạch trồng rừng trên diện tích rộng lớn, hoặc nơi có điều kiện địa hình cao dốc, hiểm trở, xa xôi. Từ kết quả đã được thực hiện tại ba huyện Di Linh, Bảo Lâm và Đức Trọng của tỉnh Lâm Đồng; Phương pháp ứng dụng GIS trong việc quy hoạch trồng rừng Thông ba lá có thể thực hiện cho nhiều nơi trong tỉnh, đáp ứng được mục tiêu trồng rừng ngày càng cao.

Để kết hợp những ưu điểm của công nghệ GIS với phương pháp nghiên cứu truyền thống và đơn giản hóa trong việc xác định vị trí trồng rừng và dự báo sinh trưởng của rừng trồng Thông ba lá cho từng đơn vị diện tích của toàn khu vực nghiên cứu, chúng tôi thực hiện đề tài: “*Ứng dụng GIS để dự báo nhanh sinh trưởng rừng trồng Thông ba lá (Pinus kesiya Royle ex Gordon) vùng nguyên liệu giấy Tân Mai, tỉnh Lâm Đồng*”.

II. MỤC TIÊU, PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Mục tiêu

- Xây dựng bản đồ phân bố lượng mưa tại lưu vực sông Đồng Nai.
- Xây dựng mô hình dự báo sinh trưởng nhanh rừng trồng Thông ba lá từ tuổi 5 - 10 bằng việc ứng dụng công nghệ GIS.

2.2. Phương pháp thu thập số liệu

- Thu thập số liệu về điều kiện khí hậu của 20 trạm khí tượng bao gồm: Bảo Lộc, Liên Khương (Lâm Đồng); Biên Hòa, Đồng Phú, Xuân Lộc, Tà Lài (Đồng Nai), Buôn Mê Thuật (Đắk Lắk), Cam Ranh (Khánh Hòa), Đắk Nông (Đắk Nông), Hàm Tân, Phan Thiết, Phú Quý (Bình Thuận), Mộc Hóa (Long An), Mỹ Tho (Mỹ Tho), Phước Long (Bình Phước), Sở Sao (Bình Dương), Tân Sơn Nhất (TpHCM), Vũng Tàu (Bà Rịa - Vũng Tàu) và Tây Ninh (Tây Ninh).

- Số liệu bản đồ nền địa hình, bản đồ đất (loại đất, độ dày tầng đất, thành phần cơ giới,...) tại vùng nghiên cứu.

- Thu thập số liệu cơ bản về rừng trồng: Bản đồ phân bố, lịch sử rừng trồng Thông ba lá từ các năm 1998 đến năm 2005 trong toàn bộ 3 huyện Bảo Lâm, Di Linh và Đức Trọng.

- Thiết lập ô đo đếm đại diện cho tuổi rừng trồng, loại đất, độ dày tầng đất, thành phần cơ giới, độ cao địa hình và lượng mưa trung bình năm. Tổng số ô mẫu đo đếm 164 OTC, diện tích OTC là 200m², các chỉ tiêu đo đếm D_{1.3}, H_{vn}.

2.3. Phương pháp xử lý số liệu

2.3.1. Xây dựng bản đồ phân bố lượng mưa tại lưu vực sông Đồng Nai

Với các phương pháp được lập trình sẵn trong phần mềm Vectors Mapper, chọn ra được 3 phương pháp: Phương pháp trọng số khoảng cách nghịch đảo (Kriging); Phương pháp nội suy tự nhiên từ số liệu xung quanh (Natural neighbour) và Phương pháp đa giác (Triangulation) để đưa vào thử nghiệm nội suy và xác định một phương pháp cho độ chính xác cao nhất đưa vào ứng dụng tạo bản đồ phân bố lượng mưa cho vùng nghiên cứu:

Từ số liệu thu thập được của 20 trạm khí tượng tại lưu vực sông Đồng Nai trong 3 năm (2006, 2007 và 2008), tiến hành tính toán các trị số trung bình: trung bình năm; trung bình 6 tháng mùa nắng; trung bình 6 tháng mùa mưa,

Kiểm chứng độ chính xác của từng phương pháp được thực hiện theo cách đánh giá xoay vòng, rút mẫu hoàn lại giữa 20 trạm khí tượng kể trên, tiến hành so sánh số liệu nội suy và số liệu thực đo, phương pháp nào có số liệu nội suy gần với số liệu thực đo nhất sẽ cho độ chính xác cao.

Số liệu nội suy thu được so sánh và tính toán các chỉ số thống kê bằng 2 phần mềm Excell office và Stagraphics để đánh giá, tìm tương quan giữa số liệu thực đo và số liệu nội suy. Kết quả có được phương pháp nội suy mưa cho độ chính xác tốt nhất.

2.3.2. Xác định mối quan hệ giữa tăng trưởng rừng trồng Thông ba lá với một số yếu tố tự nhiên

Từ số liệu thu thập của 164 ô tiêu chuẩn điều tra tại hiện trường; các chỉ số được thu thập về lập địa: loại đất, độ dày tầng đất, thành phần cơ giới, độ dốc, độ cao tuyệt đối; Số liệu về khí hậu tại khu vực điều tra; Số liệu về sinh trưởng rừng trồng ở các độ tuổi 5 - 10 (lich sử rừng trồng (năm trồng, kỹ thuật trồng, làm đất,...) các chỉ tiêu $D_{1.3m}$; Hvn) tiến hành lập bản đồ chuyên đề loại đất cho toàn vùng nghiên cứu.

Trong tổng số 164 ô tiêu chuẩn điều tra, chúng tôi bắt gặp 4 loại đất (đất đỏ trên đá granít 93 ô; đất nâu trên đá bazan 19 ô; đất vàng nhạt trên đá cát 24 ô và đất vàng trên đá sét 28 ô); 3 cấp độ dày tầng đất (độ dày tầng đất < 50cm 23 OTC; độ dày tầng đất từ 50cm đến 100cm là 60 OCT, độ dày > 100cm là 81 OTC); thành phần cơ giới được chia làm 4 loại (đất cát pha 39 OTC; đất thịt nặng 17 OTC, đất thịt nhẹ 18 OTC; đất thịt trung bình 90 OTC); 4 cấp độ dốc (dốc < 15° có 25 OCT; dốc 15° - 20° có 12 OTC; dốc 20 - 25° có 44 OTC; dốc > 25° có 83 OTC) và độ cao so với mặt nước biển tại vị trí OTC.

Quá trình so sánh sự ảnh hưởng của lập địa đến năng suất rừng trồng được tiến hành bằng cách so sánh độ dốc của phương trình tương quan tuyến tính ứng với các độ tuổi khác nhau; Điều đó có nghĩa, khi cùng một chỉ tiêu lập địa

(loại đất, thành phần cơ giới, độ dốc,...) ở các tuổi khác nhau trữ lượng rừng trồng sẽ khác nhau, tuổi càng cao trữ lượng rừng càng lớn (trong độ tuổi chưa đạt đến tuổi thành thực, xem xét tốc độ tăng trưởng của rừng), từ đó chỉ cần so sánh hệ số b trong phương trình tuyến tính giữa năng suất và tuổi cây, hệ số b càng lớn thì mức độ ảnh hưởng của chỉ tiêu lập địa đến trữ lượng càng lớn.

Phương trình tuyến tính giữa năng suất và tuổi có dạng:

$$Y = a + bx$$

Trong đó Y: tuổi rừng trồng

x: trữ lượng rừng trồng (m^3)

a: hệ số tự do

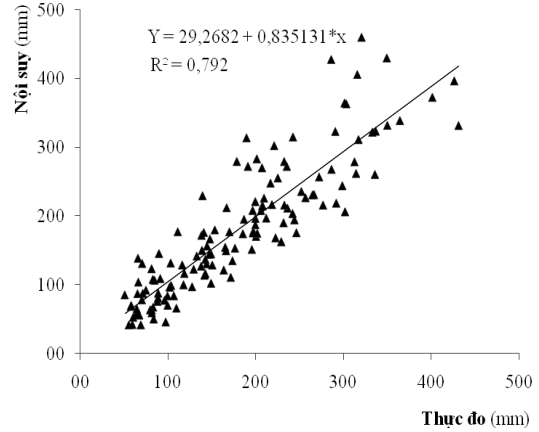
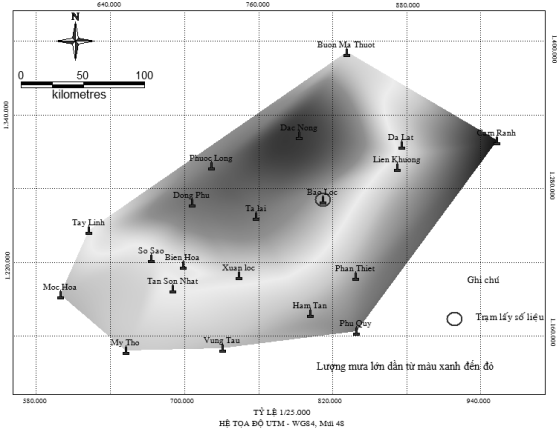
b: hệ số phương trình

Sau khi có số liệu bản đồ tổng của toàn vùng nghiên cứu (3 huyện), bằng các phần mềm chuyên dụng GIS tiến hành tách thành các bản đồ chuyên đề (bản đồ loại đất, độ dày tầng đất, thành phần cơ giới, độ cao địa hình và lượng mưa trung bình năm). Chồng lớp các bản đồ để tìm ra được thông tin về các điều kiện tự nhiên ứng với mỗi ô tiêu chuẩn thu thập được tại hiện trường. Chạy tương quan tìm hiểu mối quan hệ giữa các yếu tố tự nhiên và tăng trưởng rừng trồng Thông ba lá.

III. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

3.1. Lập bản đồ phân bố lượng mưa tại lưu vực sông Đồng Nai

Việc kiểm chứng độ chính xác của từng phương pháp được thực hiện theo cách đánh giá xoay vòng, rút mẫu hoàn lại giữa 20 trạm khí tượng kể trên. Tiến hành so sánh số liệu nội suy và số liệu thực đo, phương pháp nào có số liệu nội suy gần với số liệu thực đo nhất sẽ cho độ chính xác cao.



$Y = 29,2682 + 0,835131 \cdot x$ (3); $P_value \ll 0,05$ $R = 0,89$

Hình 1. Kết quả nội suy theo Triangulation

Qua phân tích trên cho thấy, trong cả 3 phương pháp đưa vào thử nghiệm chạy tương quan giữa số liệu thực đo và số liệu nội suy đều cho độ chính xác cao và tương quan ở mức chặt ($R \approx 0,9$), $P_value \ll 0,05$ với độ tin cậy 95%.

Bản chất của 3 phương pháp nội suy là khác nhau: phương pháp Kriging lấy cơ sở dữ liệu nội suy từ những điểm xung quanh nhưng xem yếu tố hướng là quan trọng khi nội suy; phương pháp Natural neighbour lại nội suy bằng việc lấy trung bình của nhiều yếu tố xung quanh để đưa ra số liệu nội suy và phương pháp Triangulation lại lấy số trung bình cộng của 3 điểm gần nhất. Tuy nhiên, khi thực hiện nội suy tại vùng nghiên cứu kết quả chưa cho sự khác biệt lớn giữa các phương pháp.

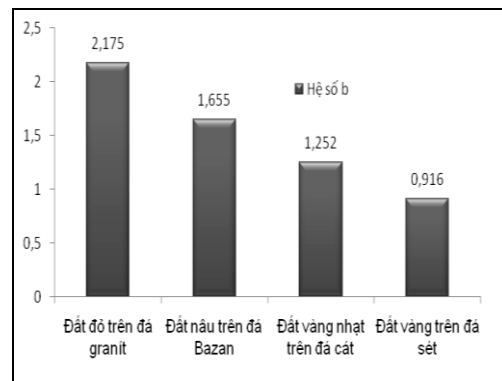
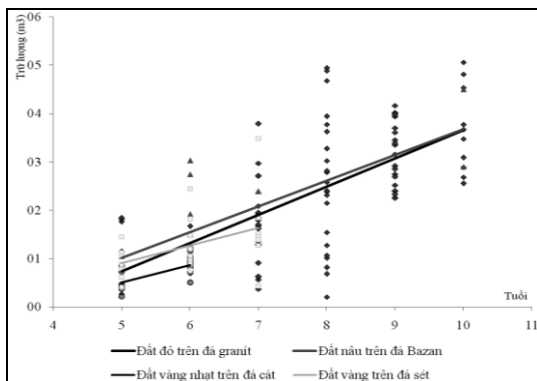
Nhưng để so sánh lấy một phương pháp cho độ chính xác nhằm thiết lập bản đồ phân bố lượng mưa tại khu vực nghiên cứu, chúng tôi chọn phương pháp Triangulation với lý do: Phương pháp Triangulation dễ sử dụng; Trong quá trình thực hiện cho thấy Triangulation nội suy nhanh hơn nhiều so với 2 phương pháp còn lại.

3.2. Ảnh hưởng của một số nhân tố sinh thái đến sinh trưởng rừng trồng

3.2.1. Ảnh hưởng của một số yếu tố sinh thái đến năng suất rừng trồng từ tuổi 5 đến tuổi 10

3.2.1.1. Ảnh hưởng của loại đất

Kết quả chạy tương quan tuyến tính giữa tuổi và trữ lượng tại các hình 2.



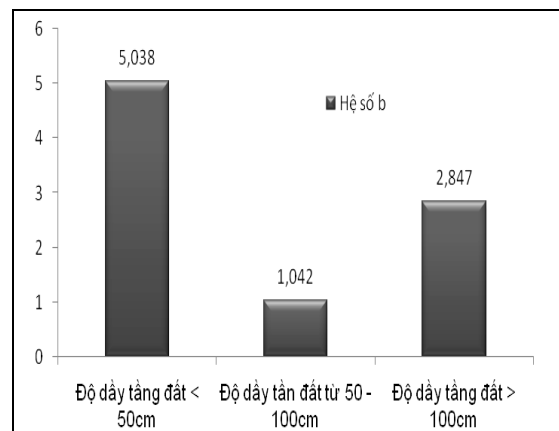
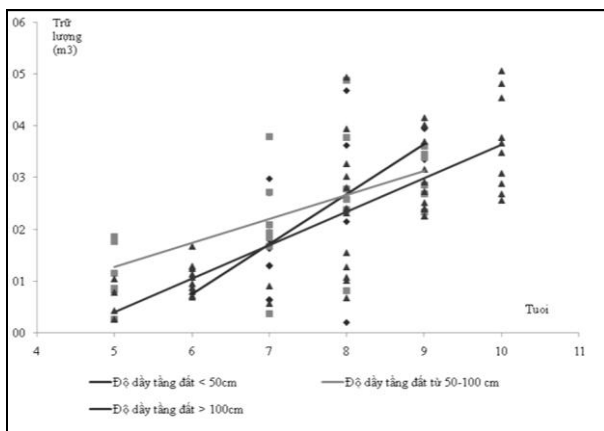
Hình 2. Ảnh hưởng của loại đất đến trữ lượng rừng Thông ba lá

Kết quả hình 2 cho thấy: Độ lệch góc của loại đất đỏ trên đá granít là lớn nhất sau đó đến các loại đất nâu trên đá Bazan, đất vàng nhạt trên đá cát và nhỏ nhất là đất vàng trên đá sét; tương đương với hệ số b lần lượt là 2,175; 1,655; 1,252 và 0,916. Điều này cho thấy ảnh hưởng của đất đỏ trên đá grannít đến năng suất rừng trồng là lớn nhất, sau đó đến đất nâu trên đá Bazan, đất vàng nhạt trên đá cát và ảnh hưởng ít nhất là đất vàng trên đá sét.

3.2.1.2. Ảnh hưởng của độ dày tầng đất

Tương tự phần 3.2.1.1, việc so sánh ảnh hưởng của độ dày tầng đất đến năng suất rừng trồng cũng bằng việc so sánh giữa hệ số b của phương trình tuyến tính tương quan giữa độ dày tầng đất theo tuổi với trữ lượng rừng trên cùng một loại đất đỏ trên đá grannít, hệ số b càng lớn ảnh hưởng của độ dày tầng đất càng nhiều và ngược lại.

Kết quả chạy phương trình tương quan có được hình 3.



Hình 3. Ảnh hưởng của độ dày tầng đất đến trữ lượng rừng Thông ba lá

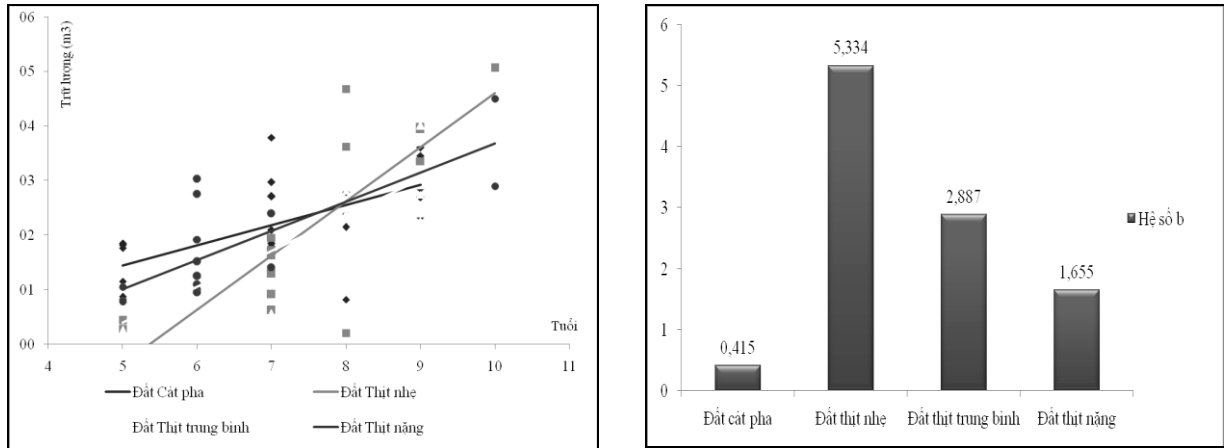
Kết quả hình 3 cho thấy, độ dày tầng đất < 50cm có ảnh hưởng lớn nhất đến năng suất rừng trồng, tiếp đến là độ dày tầng đất > 100cm và cuối cùng là độ dày tầng đất từ 50 - 100cm.

3.2.1.3. Ảnh hưởng của thành phần cơ giới đất

Từ số liệu thu thập về thành phần cơ giới đất, lập bản đồ chuyên đề thành phần cơ giới đất. Kết quả xác định được thành phần cơ giới trong khu vực điều tra được chia thành 4 loại: Cát pha; Thệt nhẹ; Thệt trung bình và Thệt nặng.

Khi so sánh ảnh hưởng của thành phần cơ giới đến năng suất rừng trồng chúng tôi tiến hành đồng nhất yếu tố về loại đất, có nghĩa trong cùng một loại đất với thành phần cơ giới khác nhau sẽ cho năng suất rừng trồng khác nhau. Việc so sánh được tiến hành bằng so sánh giữa hệ số b của phương trình tương quan tuyến tính, hệ số b càng lớn thể hiện ảnh hưởng của thành phần cơ giới đến năng suất rừng trồng càng cao.

Từ kết quả chạy tương quan tuyến tính được thể hiện tại hình 4.



Hình 4. Ảnh hưởng của TPCG đất đến trữ lượng rừng Thông ba lá

Kết quả hình 4 cho thấy, trên cùng loại đất nhưng thành phần cơ giới khác nhau sẽ cho năng suất rừng trồng khác nhau. Đất có thành phần cơ giới thùt nhẹ có ảnh hưởng lớn nhất đến năng suất rừng trồng, tiếp đến là đất thùt trung bình, đất thùt nặng và đất cát pha có ảnh hưởng ít nhất đến năng suất rừng trồng.

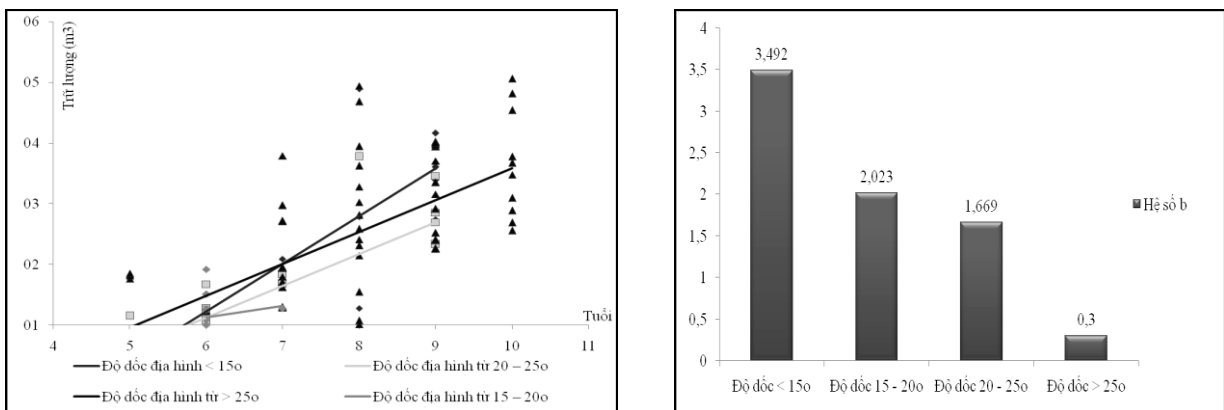
3.2.1.4. Ảnh hưởng của độ dốc địa hình

Thành lập bản đồ chuyên đề độ dốc địa hình vùng nghiên cứu từ số liệu thu thập về độ dốc. Độ dốc địa hình trên toàn bộ khu vực điều tra

được chia thành 4 trạng thái: Địa hình có độ dốc lớn hơn 25°, từ 20 đến 25°, từ 15 đến 20° và nhỏ hơn 15°.

Phương pháp so sánh mức độ ảnh hưởng của độ dốc đến năng suất rừng trồng cũng được so sánh giữa hệ số b trong phương trình tương quan tuyến tính năng suất rừng trồng trên và tuổi cây rừng. Phương trình tương quan tuyến tính được lập bằng cách đồng nhất yếu tố về loại đất.

Lập phương trình tương quan tuyến tính được thể hiện tại hình 5.



Hình 5. Ảnh hưởng của độ dốc đến trữ lượng trên cùng một loại đất đỏ trên đá granít

Kết quả các hình 5 cho thấy, độ dốc địa hình có ảnh hưởng rất lớn tới năng suất rừng trồng. Độ dốc < 15° có ảnh hưởng lớn nhất, có nghĩa Thông ba lá trồng ở những nơi có địa hình dốc

vừa, dốc thoải sẽ cho năng suất tăng nhanh nhất, độ dốc càng cao cây sinh trưởng càng kém.

3.2.1.5. Ảnh hưởng của độ cao so với mặt nước biển

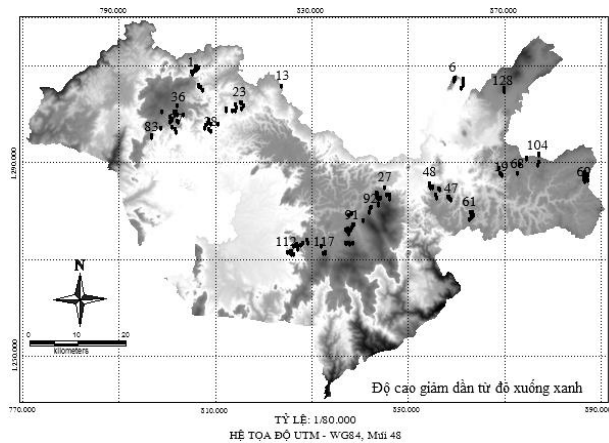
Khi xem xét ảnh hưởng của độ cao đến năng suất rừng trồng, chúng tôi tìm hiểu tương quan giữa độ cao với năng suất rừng trồng và kiểm nghiệm lại phương trình tương quan đã tìm được.

Trong 164 ô tiêu chuẩn thu thập được, chúng tôi dùng 120 ô cho việc chạy phương trình

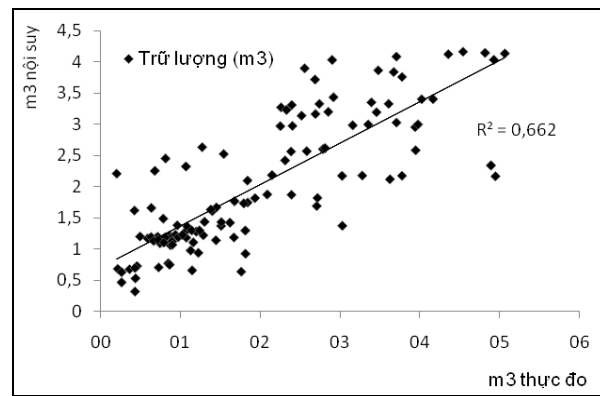
tương quan, 44 ô còn lại dùng vào việc kiểm nghiệm lại phương trình tương quan đã tìm được

a. Tương quan giữa độ cao so với mặt nước biển và năng suất

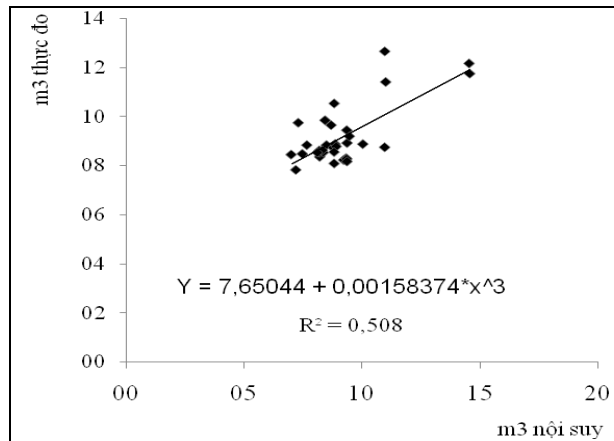
Bản đồ độ cao được lấy từ ảnh vệ tinh, bằng các phần mềm chuyên dụng tạo mô hình số độ cao, thành lập bản đồ chuyên đề độ cao cho vùng nghiên cứu.



Hình 6. Bản đồ phân bố độ cao so với mặt nước biển



Hình 7. Biểu đồ tương quan giữa độ cao với năng suất rừng trồng



Hình 8. Biểu đồ tương quan kiểm nghiệm phương trình (*)

Từ bản đồ chuyên đề phân bố độ cao và hệ thống 120 OTC, lấy số liệu độ cao tương ứng

với vị trí tọa độ của 120 OTC. Kết quả chạy tương quan được phương trình tương quan:

$$Y = - 4,20547 + 0,000632307 * x^5 * x^6 + 0,0561071 * x^{5^2} + 6589,91 * 1/x^6 \text{ với } R = 0,81; P << 0,05 \text{ (4)}$$

Địa hình khác nhau sẽ dẫn đến nhiệt độ, độ ẩm, lượng mưa và khả năng chiếu sáng khác

nhau; đây là những tác nhân trực tiếp và gián tiếp tạo nên tính chất đất. Đã có rất nhiều công

trình nghiên cứu cho thấy sự thích nghi của Thông ba lá trên mỗi độ cao địa hình khác nhau là rất khác nhau. Kết quả chạy tương

quan trên cũng thể hiện được điều đó, giữa độ cao địa hình với năng suất có mối quan hệ chặt, thể hiện qua $R = 0,81$.

b. Kiểm nghiệm phương trình tương quan (4)

$$Y = 7,65044 + 0,00158374 * x^3 \quad (5) \quad R = 0,71 \quad P_value \ll 0,05$$

Trong đó: Y: Số liệu nội suy từ phương trình (4)

x: Số liệu từ 44 OTC

Kết quả kiểm nghiệm phương trình tương quan (5) cho thấy, giữa độ cao và năng suất có mối quan hệ chặt.

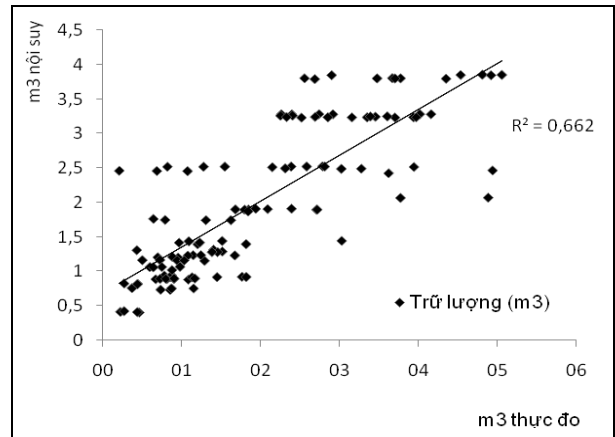
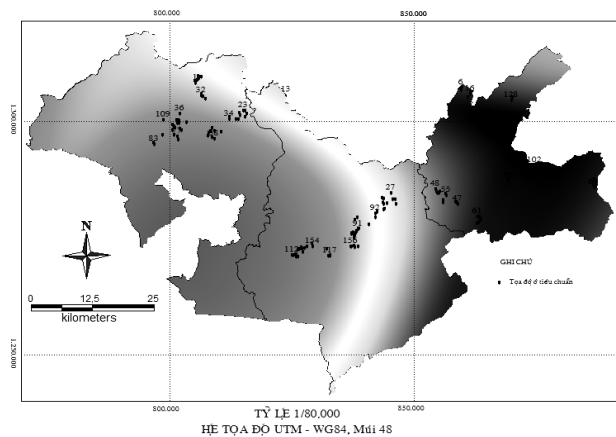
chúng tôi xem xét mối tương quan giữa lượng mưa với năng suất và kiểm nghiệm lại độ chính xác của phương trình tương quan.

3.2.1.6. Ảnh hưởng của lượng mưa trung bình năm

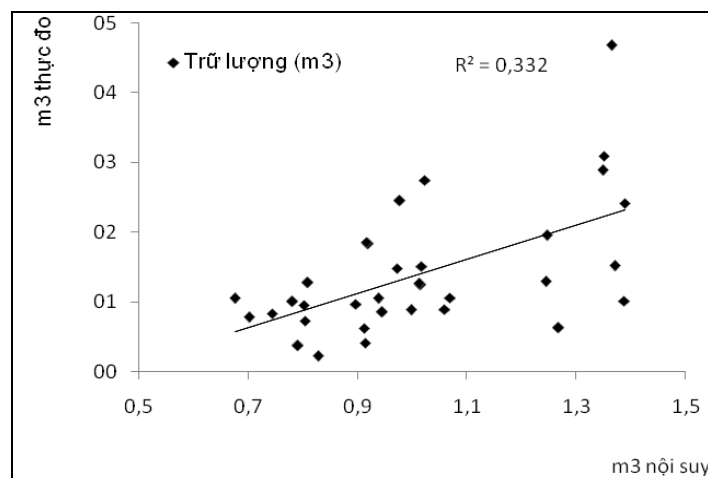
a. Mối quan hệ giữa lượng mưa trung bình năm và năng suất

Cũng tương tự như độ cao địa hình, khi xem xét ảnh hưởng của lượng mưa trung bình năm

Từ kết quả ở phần 3.1 trên ta có được bản đồ lượng mưa cho toàn vùng nghiên cứu (hình 9)



Hình 9. Biểu đồ tương quan giữa lượng mưa trung bình năm và năng suất



Hình 10. Biểu đồ tương quan kiểm nghiệm phương trình (****)

Từ bản đồ chuyên đề phân bố lượng mưa, lấy số liệu lượng mưa tương ứng với vị trí tọa độ của 120 OTC, xây dựng phương trình tương

quan giữa lượng mưa và năng suất được phương trình tương quan.

$$Y = 6,66906 + 0,121615 * x^7 - 0,00969504 * x^5 x^7 + 0,236373 * x^5^2 - 1,37223 * \sqrt{x^7} \quad (6)$$

$$R = 0,81 \quad P_value \ll 0,05$$

Vẽ biểu đồ tương quan giữa số liệu nội suy và số liệu thực đo tại hình 9.

Qua kết quả phương trình (7) và hình 9;10, cho thấy kết quả kiểm nghiệm có độ chính xác không cao, thể hiện qua phương trình kiểm nghiệm có hệ số R = 0,4 là quan hệ ở mức yếu.

Kết quả chạy tương quan cho thấy, lượng mưa và tăng trưởng đường kính có quan hệ chặt được thể hiện qua R = 0,81.

b. Kiểm nghiệm phương trình tương quan (6)

$$Y = 5,17694 + 1,08964 * \sqrt{x} \quad (7)$$

$$R = 0,4 \quad P_value < 0,05$$

Trong đó: Y: Số liệu nội suy từ phương trình (6)
x: Số liệu từ 44 OTC

3.3. Mô hình tương quan đa biến giữa sinh trưởng rừng trồng Thông ba lá với một số nhân tố sinh thái

Từ kết quả ở phần 3.2, chúng tôi mã hóa các yếu tố tự nhiên theo thứ tự ưu tiên từ ảnh hưởng lớn nhất đến ảnh hưởng ít nhất, kết quả mã hóa được tổng hợp trong bảng 1.

Bảng 1. Bảng mã hóa các nhân tố sinh thái

TT	Yếu tố tự nhiên		Mã hóa
1	Loại đất	Đất đỏ trên đá granit	1
		Đất nâu trên đá bazan	2
		Đất vàng nhạt trên đá cát	3
		Đất đỏ vàng trên đá sét	4
2	Tầng dày	Tầng dày < 50 cm	1
		Tầng dày > 100 cm	2
		Tầng dày từ 50 đến 100cm	3
3	Thành phần cơ giới	Thịt nhẹ	1
		Thịt trung bình	2
		Thịt nặng	3
		Cát pha	4
4	Độ dốc địa hình	Độ dốc < 15°	1
		Độ dốc từ 15 - 20°	2
		Độ dốc từ 20 - 25°	3
		Độ dốc > 25°	4

3.3.1. Mô hình tương quan đa biến giữa một số nhân tố sinh thái với đường kính D_{1.3}

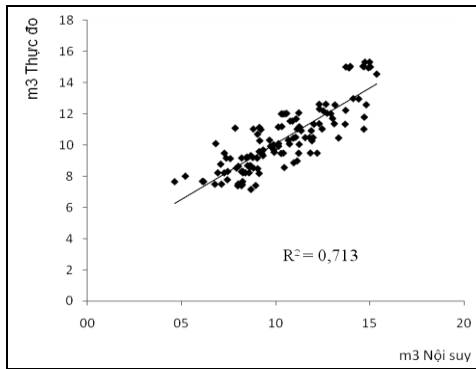
Từ các kết quả phần 3.1; 3.2; Chạy mô hình đa biến với đường kính D_{1.3} ta có được phương trình tương quan đa biến (8).

a. Mô hình tương quan đa biến

$$Y = 10,0177 - 0,17205 * x_2 x_4 - 0,00184111 * x_3 x_7 + 0,00796191 * x_5^3 - 1,64714 * 1/x_1 - 0,000639912 * x_6 \quad (8)$$

$$R = 0,84 \quad P_value \ll 0,05$$

Từ phương trình tương quan (8); vẽ biểu đồ hình 11.



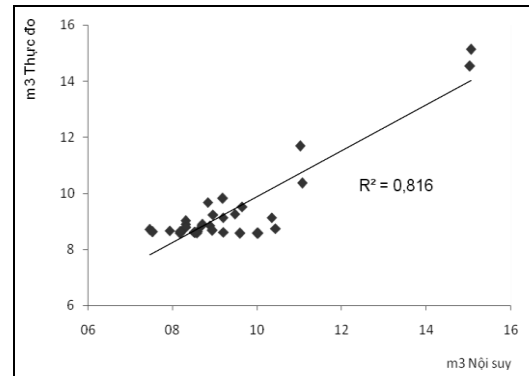
Hình 11. Biểu đồ tương quan giữa đường kính $D_{1,3}$ với một số yếu tố tự nhiên

Kết quả phương trình (8) và hình 11 cho thấy, giữa đường kính $D_{1,3}$ và một số nhân tố sinh thái có tương quan rất chặt thể hiện qua $R = 0,84$.

b. Kiểm nghiệm phương trình tương quan

$$Y = 9,96192 - 0,0777447 * x^2 + 0,00709312 * x^3 \quad (9); R = 0,9 \quad P_value \ll 0,05 \quad (9)$$

Kết quả kiểm nghiệm phương trình tương quan (8) cho thấy; tương quan giữa một số nhân tố sinh thái với đường kính $D_{1,3}$ được tìm thấy là rất chặt và phương trình kiểm nghiệm tương quan cũng cho thấy độ chính xác là rất cao ($R = 0,9$).



Hình 12. Biểu đồ tương quan kiểm nghiệm phương trình (8)

Để kiểm nghiệm phương trình tương quan trên, chúng tôi thử nghiệm với 44 OTC để lại, kết quả được thể hiện tại phương trình (9).

3.3.2. Mô hình tương quan đa biến giữa một số nhân tố sinh thái với tiết diện ngang (G)

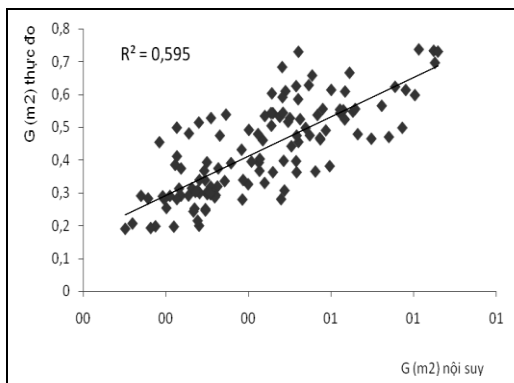
a. Mô hình tương quan đa biến

Tương tự như phần 3.3.1, chạy tương quan giữa tổng tiết diện ngang với một số nhân tố sinh thái ta có được phương trình tương quan đa biến (10).

$$Y = - 0,029003 + 0,00407643 * x1^2 + 0,00675552 * x2^2 - 0,0350648 * x3 + 0,118015 * x5 - 0,0000302763 * x4x6 - 0,0000241158 * x5x6 - 0,00770498 * \text{sqrt}(x7) \quad (10)$$

$$R = 0,78 \quad P_value \ll 0,05$$

Vẽ biểu đồ tương quan hình 13.



Hình 13. Biểu đồ tương quan giữa tổng tiết diện ngang và yếu tố tự nhiên

Từ phương trình tương quan (10) và hình 13 cho thấy, tương quan giữa một số nhân tố sinh thái, tuổi cây rừng với tổng tiết diện ngang là tương quan chặt, thể hiện qua hệ số tương quan $R = 0,78$.

b. Kiểm nghiệm phương trình tương quan

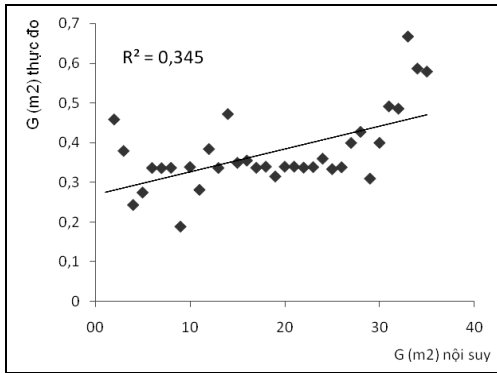
Để tìm hiểu độ chính xác của phương trình tương quan trên, chúng tôi đã kiểm nghiệm lại kết quả bằng việc chạy tương quan với 44 OTC để lại và tìm hiểu tương quan từ số liệu thực đo và số liệu nội suy từ phương trình tương quan (10).

Kết quả chạy tương quan được thể hiện trong phương trình tương quan (11).

$$Y = 80,3524 + 54,7858*x^2 - 32,6681*x^3 + 0,905816*1/x + 24,5552*\ln(x) - 105,02*\sqrt{x} \tag{11}$$

R = 0,63 P_value << 0,05

Từ phương trình tương quan (11) vẽ biểu đồ tương quan tại hình 14.



Hình 14. Biểu đồ tương quan tổng tiết diện ngang thực đo và nội suy

Qua phương trình tương quan (11) và hình 14 cho thấy, tương quan giữa số liệu nội suy và số liệu thực đo tại 44 OTC còn lại là tương quan

không chặt (R = 0,63), điều này cho thấy phương trình tương quan (10) cho độ chính xác không cao.

3.3.3. Mô hình tương quan đa biến giữa một số nhân tố sinh thái với trữ lượng (M)

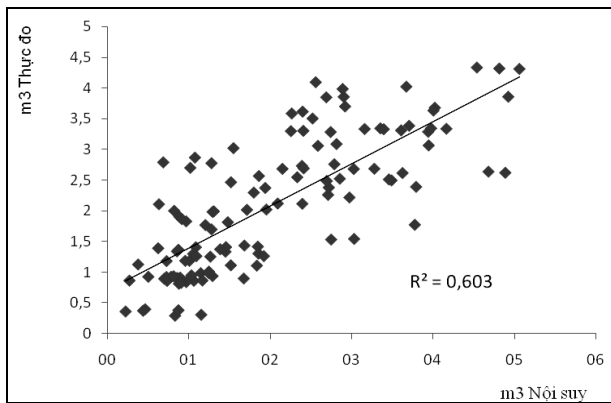
a. Mô hình tương quan đa biến

Từ kết quả tính toán của 120 OTC và số liệu về các yếu tố tự nhiên có được tại phần 3.2.2, chạy tương quan để tìm phương trình đa biến cho tương quan có sự tham gia của tất cả các nhân tố sinh thái kể trên và hệ số tương quan là lớn nhất; trong rất nhiều các phương trình tương quan tìm được, chúng tôi thấy phương trình (12) thể hiện được những tiêu chí trên.

Phương trình tương quan đa biến:

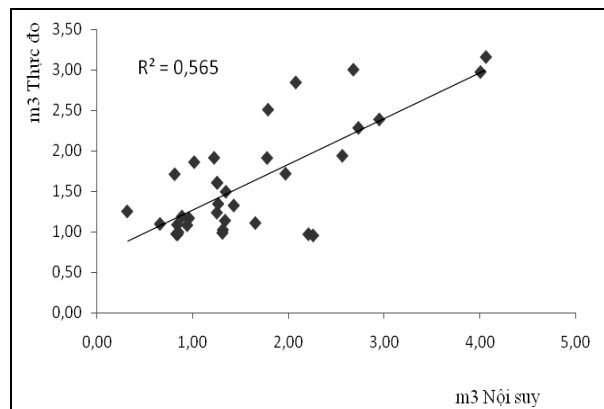
$$Y = - 0,877705 - 0,00160051*x^1^2 - 0,0231736*x^4x^5 - 0,0000152892*x^4x^6 - 0,123801*x^3 + 0,675373*x^5 - 0,00112402*x^6 - 0,000491617*x^7 \tag{12}$$

R = 0,8 P_value << 0,05



Hình 15. Biểu đồ tương quan giữa trữ lượng rừng trồng và yếu tố tự nhiên

Từ phương trình tương quan (12) và hình 15 cho thấy, tương quan giữa một số nhân tố sinh thái, tuổi cây rừng với trữ lượng rừng trồng là tương quan chặt, thể hiện qua hệ số tương



Hình 16. Biểu đồ tương quan giữa năng suất thực đo và năng suất nội suy

quan rất chặt R = 0,81; điều này khẳng định một lần nữa là ảnh hưởng của một số nhân tố sinh thái đến năng suất rừng trồng là một mối quan hệ tổng hòa của nhiều yếu tố.

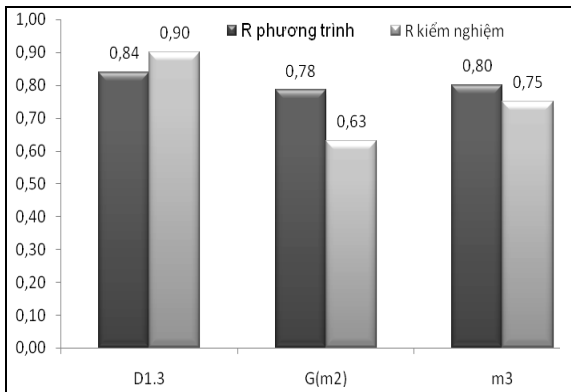
b. Kiểm nghiệm phương trình tương quan

Để tìm hiểu độ chính xác của phương trình tương quan trên, chúng tôi đã kiểm nghiệm lại kết quả bằng việc chạy tương quan với 44 OTC

$$Y = -0,906395 + 1,46552 * x - 0,0286236 * x^3 + 0,593336 * 1/x$$

$$R = 0,75 \quad P_value \ll 0,05$$

Qua phương trình tương quan (13) và hình 16 cho thấy, tương quan giữa số liệu nội suy và số liệu thực đo tại 120 OTC còn lại cũng là tương quan chặt thể hiện qua $R = 0,75$ và $P_value \ll 0,05$.



Hình 17. Biểu đồ so sánh tương quan giữa tăng trưởng rừng trồng và một số yếu tố tự nhiên

Qua hình 17 cho thấy, giữa đường kính $D_{1.3}$ và một số yếu tố tự nhiên có mối quan hệ chặt chẽ thể hiện hệ số tương quan là cao nhất ($R=0,84$), tiếp theo là trữ lượng ô tiêu chuẩn m^3 và cuối cùng là tổng tiết diện ngang $G_{1.3}$. Khi xem xét độ chính xác của phương trình tương quan bằng việc thử nghiệm 44 OTC để lại cũng cho thấy được phương trình tương quan kiểm nghiệm của $D_{1.3}$ là cao nhất (0,9),

$$Y = 10,0177 - 0,17205 * x_2 * x_4 - 0,00184111 * x_3 * x_7 + 0,00796191 * x_5^3 - 1,64714 * 1/x_1 - 0,000639912 * x_6$$

$$R = 0,84 \quad P_value \ll 0,05$$

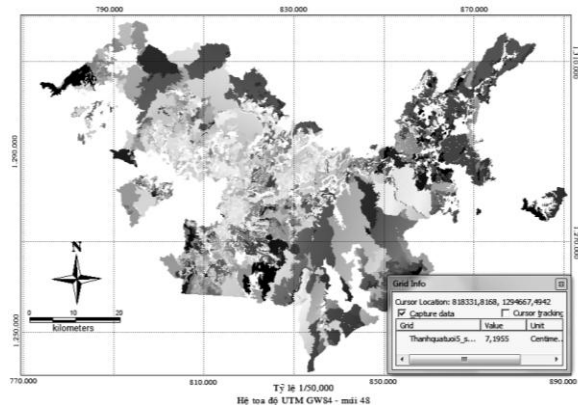
Thay các nhân tố của biến phụ thuộc trong đó: x_1 : Loại đất; x_2 : Độ dày tầng đất; x_3 : Thành

phần cơ giới; x_4 : Độ dốc địa hình; x_5 : Tuổi cây rừng; x_6 : Độ cao so với mặt nước biển;

để lại và tìm hiểu tương quan từ số liệu thực đo và số liệu nội suy ra từ phương trình (12). Kết quả chạy tương quan được thể hiện trong phương trình (13).

3.3.4. Chọn mô hình đa biến giữa một số nhân tố sinh thái và tăng trưởng rừng trồng Thông ba lá

Từ các kết quả phần 3.2.1, 3.3.2 và 3.3.3, vẽ biểu đồ so sánh tương quan giữa các nhân tố sinh thái và tăng trưởng rừng trồng Thông ba lá hình 17.



Hình 18. Bản đồ năng suất rừng trồng Thông ba lá từ tuổi 5 đến tuổi 10 trên vùng nghiên cứu

tiếp đến là trữ lượng m^3 và cuối cùng là tổng tiết diện ngang $G_{1.3}$.

Từ việc chứng minh trên, chúng tôi chọn phương trình tương quan đa biến giữa một số nhân tố sinh thái với đường kính $D_{1.3}$ của rừng trồng Thông ba lá từ tuổi 5 đến tuổi 10.

Phương trình tổng quát có dạng:

$$(14)$$

x7: Lượng mưa trung bình năm vào phương trình (14), chạy trên phần mềm Vecticalmaper 3.0 nên MapInfo 9.0 được bản đồ năng suất rừng trồng Thông ba lá từ tuổi 5 đến tuổi 10 trên vùng nghiên cứu tại hình 18.

Ưu điểm của bản đồ năng suất là:

- Việc xác định các thông số tự nhiên như đất, địa hình, khí hậu,... (cấp đất) đó là việc làm của các nhà nghiên cứu, những người tạo ra bản đồ $D_{1.3}$ này. Vì vậy, nhà lãnh đạo, nhà kinh doanh, các chủ rừng,... chỉ cần biết được chính xác vị trí diện tích khu đất mình muốn đầu tư từ đó tích vào đúng vị trí là dự đoán được trữ lượng rừng tại các tuổi kinh doanh là bao nhiêu, và tính toán xuất đầu tư, cân đối đưa ra được quyết định một cách chính xác.

- Dễ sử dụng: một người không cần hiểu biết nhiều về máy tính, chỉ cần biết mở máy, mở bản đồ thành quả ra và đưa tọa độ đúng diện tích khu vực mình đầu tư là có thể biết được kết quả.

Từ những ưu điểm trên cho ta thấy được: Bản đồ $D_{1.3}$ của rừng trồng đã đơn giản hóa rất nhiều những khâu phức tạp để đưa người sử dụng về mức đơn giản nhất trong quá trình sử dụng.

IV. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Kết luận

1) Từ các kết quả về nội suy mưa cho phép chúng tôi kết luận rằng độ chính xác ở cả ba phương pháp, phương pháp Kriging, Natural neighbour và Triangulation, là bằng nhau ($R = 0,89$). Tuy nhiên, dựa trên thời gian xử lý về mặt trực quan thì phương pháp Triangulation sẽ là một chọn lựa tốt nhất. Từ đó, phương pháp Triangulation đã được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố mưa cho toàn khu vực nghiên cứu có dạng phương trình tương quan.

$$Y = 29,2682 + 0,835131*x;$$

với: $R = 0,89$ và $P_value < 0,05$

2) Ảnh hưởng của các nhân tố sinh thái đến năng suất rừng trồng cho thấy, đất đỏ trên đá granít có ảnh hưởng lớn nhất, trên độ dày tầng đất nhỏ hơn 50cm, thành phần cơ giới là đất thịt nhẹ có độ dốc nhỏ hơn 25° .

3) Kết quả xây dựng phương trình tương quan đa biến giữa một số nhân tố sinh thái, tuổi cây rừng và tăng trưởng đường kính $D_{1.3}$ cho thấy tương quan quan chặt ($R = 0,84$).

4) Kết quả xây dựng phương trình tương quan đa biến giữa một số nhân tố sinh thái, tuổi cây rừng với tổng tiết diện ngang (G) là tương quan chặt ($R = 0,78$). Tuy nhiên, tương quan giữa số liệu nội suy và số liệu thực đo trong phương trình kiểm nghiệm độ chính xác là tương quan yếu ($R = 0,63$), thể hiện độ chính xác không cao.

5) Kết quả xây dựng phương trình tương quan giữa một số nhân tố sinh thái, tuổi cây rừng với trữ lượng (m^3) rừng trồng là tương quan chặt ($R = 0,8$). Kết quả kiểm nghiệm thể hiện độ chính xác cao ($R = 0,75$).

6) Từ các kết quả trên, chúng tôi chọn phương trình đa biến tương quan giữa một số nhân tố tự nhiên, tuổi cây rừng với sinh trưởng rừng trồng Thông ba lá là phương trình tương quan đa biến giữa các nhân tố tự nhiên, tuổi và đường kính $D_{1.3}$.

Phương trình tương quan đa biến có dạng

$$Y = 10,0177 - 0,17205*x_2x_4 - 0,00184111*x_3x_7 + 0,00796191*x_5^3 - 1,64714*1/x_1 - 0,000639912*x_6$$

$$R = 0,84 \quad P_value \ll 0,05$$

7) Kỹ thuật GIS đã tỏ ra hiệu quả trong việc tích hợp, phân tích và dễ sử dụng với độ chính xác cao, cụ thể trong việc dự báo năng suất rừng cho từng vị trí không gian của hệ quy chiếu.

Tồn tại và kiến nghị

Bên cạnh các kết quả đạt được thì nghiên cứu vẫn tồn tại một số vấn đề cần tiếp tục làm rõ trong các nghiên cứu tiếp theo:

1) Trong nghiên cứu này, chúng tôi mới xem xét ở 6 độ tuổi từ tuổi 5 đến tuổi 10; các nghiên cứu tiếp theo nên tiếp tục mở rộng cho nhiều độ tuổi và đặc biệt là những độ tuổi khai thác phổ biến hiện nay.

2) Để mô hình dự báo có thể ứng dụng trên phạm vi rộng hơn về mặt không gian, cần gia tăng số lượng ô mẫu trên các loại đất, địa hình mà chưa được thu thập trong phạm vi đề tài do những hạn chế về mặt thời gian.

3) Riêng với môi trường đất cần mở rộng thêm các nghiên cứu định lượng về ảnh hưởng của chất đất đối với năng suất rừng trồng đặc biệt trong việc quan tâm đến hàm lượng hữu cơ trong đất và P_2O_5 , K_2O ... là một ví dụ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hoàng Việt Anh, Ngô Đình Quế, 2008. Phần mềm đánh giá đất lâm nghiệp FOLES. Tạp chí KHKT Lâm nghiệp, số 2.
2. Ngô Đình Quế, 2008. Phân hạng đất trồng rừng sản xuất một số loài cây chủ yếu ở các vùng trọng điểm. Báo cáo tổng kết đề tài, Viện Khoa học Lâm nghiệp Việt Nam, 261 trang.
3. Nguyễn Văn Khiêm, 2010. Tổng hợp điều tra đánh giá đất sản xuất nông nghiệp tỉnh Lâm Đồng. Trung Tâm NC Đất, Phân bón và Môi trường phía Nam, Tp. Hồ Chí Minh, 131 trang.
4. Trần Duy Mạnh, 2005. Ứng dụng hệ thống thông tin địa lý (GIS) phân cấp mức độ xung yếu rừng phòng hộ làm cơ sở đề xuất sử dụng đất lâm nghiệp trên địa bàn huyện Lạc Dương tỉnh Lâm Đồng. Luận văn thạc sỹ khoa học Nông nghiệp, Trường đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, 75 trang.
5. Guler M., Cemek B., and Gunal H., 2007. Assessment of some spatial climatic layers through GIS and statistical analysis techniques in Samsun Turkey. Meteorological application, 14: 163 - 169.
6. Zhang X. and Srinivasan R., 2009. Gis - ased spatial precipitation estimation a comparison of geostatistical approaches. Journal of the American water resources association, 45 (4): 894 - 907.

Người thẩm định: TS. Lưu Cảnh Trung