

ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN

Nguyễn Khắc Hoàng Giang

NGHIÊN CỨU RỦI RO TAI BIẾN TRƯỢT ĐẤT ĐÁ Ở KHU VỰC CÁC
TUYẾN ĐƯỜNG MIỀN NÚI TỈNH QUẢNG NAM

Chuyên ngành: Địa chất học

Mã số: 9440201.01

(DỰ THẢO) TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ ĐỊA CHẤT HỌC

Hà Nội - 2024

Công trình được hoàn thành tại: Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên
- Đại học Quốc gia Hà Nội.

Người hướng dẫn khoa học:

1. GS.TS. Đỗ Minh Đức

Khoa Địa chất, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc Gia Hà Nội

2. PGS.TS. Phí Trường Thành

Khoa Địa chất, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Phản biện 1:

Phản biện 2:

Phản biện 3:

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp Đại học Quốc gia chấm luận án
tiến sĩ họp tại

vào hồi giờ ngày tháng năm 20...

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam

- Trung tâm Thông tin - Thư viện, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Trong thời gian gần đây ở khu vực các đường miền núi tỉnh Quảng Nam đã xảy ra rất nhiều vị trí trượt đất đá quy mô lớn gây hậu quả nghiêm trọng về người và tài sản. Các điểm trượt đất đá điển hình xảy ra tại đường quốc lộ 40B, đường 24C, QL14D,... Năm 2017, khối trượt tại QL14E đã gây thiệt hại về người, phá hủy nặng nề mặt đường; trượt đất đá tại đường tỉnh lộ 606 làm thành dòng lũ bùn đá đổ xuống đường 40B cách đó 1km, phá hủy và làm hư hỏng nặng đường và các công trình xây dựng lân cận. Năm 2021 trượt đất đá đã làm 2 người bị thương và 1 người bị mất tích tại đường QL40B. Thiệt hại do trượt đất đá các năm 2017, 2020 và 2021 theo báo cáo của sở GTVT tỉnh Quảng Nam lên tới hơn 40 tỷ đồng, 48,5 tỷ đồng và 19,7 tỷ đồng.

Từ thực tế nêu trên, nghiên cứu sinh chọn đề tài: **“Nghiên cứu rủi ro tai biến trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam”** nhằm xác định đặc điểm hiện tượng trượt đất đá và rủi ro tai biến có liên quan phục vụ công tác chủ động phòng chống và giảm thiểu thiệt hại.

2. Mục tiêu

- Làm sáng tỏ đặc điểm trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam.
- Đánh giá được rủi ro tai biến trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của luận án

- Đối tượng nghiên cứu: Hiện tượng trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam và các rủi ro trực tiếp của tai biến trượt đất đá. Đối tượng nghiên cứu không bao gồm hiện tượng trượt lở taluy âm liên quan đến dòng chảy của các sông, suối.
- Phạm vi nghiên cứu: Các tuyến đường quốc lộ, tỉnh lộ và vùng phụ cận mở rộng sang hai bên đường khoảng 1 km, thuộc các huyện miền núi miền núi tỉnh Quảng Nam với tổng chiều dài 687 km.

4. Luận điểm bảo vệ

Luận điểm 1: Trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam được đặc trưng bởi 11 loại hình trượt và 5 ngưỡng xác suất mưa lớn gây trượt ứng với các đoạn đường có nguy cơ trượt đất đá khác nhau.

Luận điểm 2: Rủi ro trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam được xác định dựa trên các xác suất theo không gian, thời gian, thể tích khối trượt và mức độ tổn thương của các đối tượng chịu tác động; trung bình rủi ro trượt đất đá đối với đường giao thông là 20.667.588.312 VNĐ/năm.

5. Những điểm mới của luận án

- Làm sáng tỏ đặc điểm, nguyên nhân trượt đất đá dọc các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam.

- Khoanh định chi tiết nguy cơ hình thành trượt đất đá tại các tuyến đường nghiên cứu.

- Xác định được các ngưỡng mưa lớn gây trượt cho các đoạn đường có nguy cơ trượt đất đá khác nhau.

- Định lượng rủi ro trượt đất đá dọc các tuyến giao thông khu vực miền núi tỉnh Quảng Nam và bước đầu đánh giá được rủi ro về người và tài sản ở QL40B.

CHƯƠNG I. TỔNG QUAN NGHIÊN CỨU RỦI RO TAI BIẾN TRƯỢT ĐẤT ĐÁ TRÊN THẾ GIỚI VÀ Ở VIỆT NAM

1.1. Trên thế giới

Trên phạm vi toàn cầu có nhiều hội nghị khoa học về trượt đất đá được tổ chức. Tại các hội nghị này, có rất nhiều nghiên cứu của nhiều nước đã góp phần nâng cao hiểu biết về trượt đất đá và nâng cao hiệu quả giảm thiểu thiệt hại do tai biến. Trên cơ sở các công trình công bố đã có được những kết luận về cơ chế hoạt động cũng như những nguyên nhân phát sinh của các dạng tai biến trượt đất đá. Các hướng nghiên cứu chính liên quan đến rủi ro trượt đất đá gồm nghiên cứu phân vùng nguy cơ trượt đất đá, nghiên cứu cảnh báo sớm nguy cơ trượt đất đá và nghiên cứu rủi ro trượt đất đá.

Hướng nghiên cứu cảnh báo sớm nguy cơ trượt đất đá: Cho tới nay nhiều quốc gia trên thế giới đã thành công khi áp dụng các mô hình dự báo trượt đất đá trong đánh giá những biến đổi không gian của đô thị và khu vực đất canh tác. Việc xây dựng mô hình dự báo trượt đất đá từ các yếu tố tác động tới loại tai biến này chủ yếu liên quan tới biến đổi sử dụng đất. Năm 1979 những thử nghiệm ban đầu về mô hình biến đổi không gian của các yếu tố lớp phủ đã phát triển thành công. Trong xây dựng mô hình dự báo tai biến trượt đất đá được phân chia dựa trên khoảng thời gian dự báo trong đó dự báo dài hạn được chỉ ra các tai biến tiềm năng trong một khu vực nhất định vài năm trước khi thực sự xảy ra; dự báo trung hạn trong khoảng thời gian vài tháng; dự báo ngắn hạn trong khoảng thời gian một vài ngày đến một tháng. Các mô hình dự báo được xây dựng dựa trên việc thu thập các số liệu về phân vùng tai biến định lượng bao gồm các thông số không gian, kiểu, loại, cường độ, vận tốc, khoảng cách và giới hạn các điểm xảy ra tai biến. Hướng tiếp cận phổ biến hiện nay trong xây dựng các mô hình dự báo tai biến là dựa trên các phương pháp toán học, trong đó xây dựng mô hình dựa trên phân tích thống kê và hồi quy Logistic và mạng thần kinh nhân tạo là phổ biến nhất.

1.2. Trong nước

Các nghiên cứu gần đây đã chỉ ra rằng hiện tượng trượt xảy ra khá nhiều ở các tỉnh miền núi phía Bắc và dọc các dải miền núi thuộc miền Trung. Trượt đất đá thường tập trung dọc các tuyến đường giao thông miền núi và xảy ra vào các mùa mưa bão. Ngoài ra, hoạt động dân sinh đã tăng cường sự phát triển của hiện tượng này do khai đào hoặc do khai thác mỏ, làm đường, san nền phục vụ tái định cư. Ở Việt Nam khởi đầu từ những thập niên cuối của thế kỷ 20, cho đến nay đã đạt được một số thành tựu bước đầu. Hiện nay các hướng nghiên cứu tập trung chủ yếu vào phân tích hiện trạng và

đề xuất biện pháp giảm thiểu cho các tổ chức điển hình hoặc tại các khu vực cụ thể như các điểm dân cư miền núi, công trình xây dựng lớn... Bên cạnh đó còn có rất nhiều các nhà khoa học trong nước nghiên cứu theo hướng chuyên sâu về cảnh báo, dự báo sớm và quan trắc.

Song song với các nghiên cứu về cơ chế, phân vùng, đánh giá trượt đất đá, nghiên cứu dự báo cảnh báo sớm thì công tác phòng chống thiên tai nói chung và trượt đất đá nói riêng đã được nghiên cứu cũng đã được đẩy mạnh nghiên cứu trong những năm gần đây. Tại nước ta đã tập trung đầu tư vốn cho việc nghiên cứu và phòng chống thiên tai, là nhiệm vụ trọng tâm trong công cuộc xây dựng, phát triển bền vững kinh tế - xã hội và bảo vệ môi trường. Trong lĩnh vực này có nhiều công trình nghiên cứu về tai biến địa chất và đã mang lại những thành tựu nhất định, các đề tài các cấp đã có những góp lớn trong công tác giảm thiểu thiệt hại và phòng chống thiên tai.

1.3. Nghiên cứu tại Quảng Nam

Đến nay, đã có một số đề tài nghiên cứu các cấp đã được thực hiện liên quan đến vấn đề trượt đất đá tỉnh Quảng Nam. Nguyễn Trọng Yên và các nnk đã tiến hành điều tra hiện trạng trượt đất đá các tỉnh miền núi tỉnh Quảng Nam. Trần Tân Văn và các nnk (2004) đã đi sâu nghiên cứu đánh giá điều kiện địa chất cấu trúc, kiến tạo tác động đến trượt đất đá vùng Duyên hải miền Trung, trong đó có tỉnh Quảng Nam. Công trình của Trần Trọng Huệ và các công sự (2006b, 2007) [69, 72] chủ yếu điều tra hiện trạng một số loại hình tai biến địa chất ở miền Trung và bước đầu đề xuất giải pháp phòng tránh. Trong năm 2010, Nghiêm Hữu Hạnh đã có bài báo nhận định bước đầu về phân tích tổng quan về hiện tượng, điều kiện và khả năng phát sinh trượt đất đá ở vùng núi một số tỉnh duyên hải miền Trung, như Thừa Thiên-Huế, Quảng Nam, Quảng Ngãi. Một số quan niệm về phương pháp đánh giá tai biến trượt đất đá cũng được đã được các tác giả đề cập. Nguyễn Thị Thanh Nhân và nnk (2012) đã có bài báo Phân vùng dự báo cường độ trượt đất đá trên sườn dốc vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế trong đó có Quảng Nam. Trong nghiên cứu của mình, tập thể tác giả đã sử dụng phương pháp mô hình toán - bản đồ với sự trợ giúp của công nghệ GIS để phân vùng tai biến trượt đất đá trong khu vực và bước đầu đưa ra được những dự đoán về tai biến trượt đất đá tại đây. Các hướng nghiên cứu tai biến trượt đất đá bằng tích hợp các phương pháp địa chất, địa mạo, mô hình trọng số tối ưu của GIS cũng được Mai Thành Tân (2011) sử dụng để phân tích hiện trạng trượt đất đá tại Quảng Nam, bước đầu đề xuất các giải pháp giảm thiểu, phát triển bền vững cơ sở hạ tầng xây dựng. Các công trình nghiên cứu trên đây đã đạt được những kết quả bước đầu: mô tả hiện tượng, thống kê thiệt hại, sáng tỏ các nguyên nhân chính gây ra trượt đất đá từ đó xây dựng được mô hình đánh giá tối ưu nguy cơ trượt đất đá trong khu vực, đưa ra bản đồ nguy cơ trượt đất đá và đề xuất các biện pháp phòng tránh giảm thiểu nguy cơ trượt đất đá.

1.4. Các vấn đề cần nghiên cứu

Trên cơ sở các nghiên cứu tổng quan, một số vấn đề về trượt đất đá tại các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam cần nghiên cứu làm sáng tỏ gồm có 3 khía cạnh:

a. Về đặc điểm, phân bố và hình thái của trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam: Tùy thuộc vào từng mục đích nghiên cứu cần phân loại đối tượng, hiện tượng trượt để làm rõ cơ chế hình thành và phát triển thì mới có thể đưa ra biện pháp xử lý phù hợp và giảm thiểu rủi ro.

b. Về nguy cơ hình thành, nguyên nhân kích hoạt trượt ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam: Các nghiên cứu đã tiến hành, chưa có sự phân tích kết hợp về không gian và thời gian của hiện tượng trượt đất đá. Với đặc trưng môi trường tự nhiên, và xã hội như Quảng Nam thì cần làm rõ phương pháp đánh giá nguy cơ hình thành trượt đất đá phù hợp. Cần kết hợp các yếu tố không gian xuất hiện và thời gian xảy ra trượt đất đá để đưa ra các phân tích định lượng, chi tiết về nguy cơ trượt đất đá tại các tuyến giao thông miền núi tỉnh Quảng Nam từ đó làm tiền đề để ước tính rủi ro tai biến trượt đất đá tại đây.

c. Về rủi ro tai biến trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam: Trên thế giới nói chung và ở Việt Nam nói riêng đã có rất nhiều phân tích, tính toán rủi ro đối với tai biến trượt đất đá. Tuy nhiên, các nghiên cứu hầu như chỉ dừng lại nghiên cứu ở phạm vi bao quát, tổng thể, chưa tập trung vào thiệt hại chi tiết cho từng đoạn đường với nguy cơ riêng biệt.

CHƯƠNG II. CÁCH TIẾP CẬN VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cách tiếp cận

2.1.1. Tiếp cận hệ thống dựa trên dữ liệu lớn

Tiếp cận hệ thống là phương pháp kiểm tra, đánh giá đối tượng nghiên cứu, đối tượng này có thể tương tác với các đối tượng khác trong cùng hệ thống và chịu sự kiểm soát chung của hệ thống. Khi xem xét các sự vật, sự việc trong cùng một hệ thống, phương pháp này có thể đảm bảo tính khách quan, khoa học và tránh được tính toán năng trong đánh giá. Sử dụng tiếp cận hệ thống, nghiên cứu rủi ro tai biến trượt đất đá nhằm xác định các yếu tố nguy cơ, nguồn lực gây ra trượt, cũng như cơ chế hình thành và phát triển của các khối trượt. Trượt đất đá là một quá trình tiến hóa phức tạp về thời gian và không gian. Vì vậy, thông qua đánh giá, hoàn thiện thông tin đầu vào, nghiên cứu các tính chất vật lý của quá trình, phân tích và xử lý, đồng thời liên tục “tự học” và cải tiến nghiên cứu bản chất của quá trình, các chỉ số tính toán và mô hình

2.1.2. Tiếp cận liên ngành

Việc nghiên cứu các quá trình địa chất trong đó có nghiên cứu các tai biến địa chất không thể chỉ dựa vào một lĩnh vực địa chất, trên thực tế để xác định nguyên nhân và cơ chế của tai biến phải dựa vào các lĩnh vực cấu tạo, địa chất công trình, địa mạo, địa chất thủy văn, động lực học, GIS và công nghệ viễn thám... Do đó, để nghiên cứu tai biến địa chất, phải áp dụng phương pháp tiếp cận liên ngành. Điều này cũng đúng với nghiên cứu rủi ro trượt đất đá.

2.1.3. Tiếp cận mô hình

Trên cơ sở này, mô hình mô phỏng quá trình tự nhiên được thiết lập để tìm ra nguyên nhân và cơ chế quá trình trượt, dẫn đến làm cơ sở tính toán, đề xuất các giải pháp giảm thiểu rủi ro.

2.1.4. Tiếp cận khoa học công nghệ hiện đại

Các thành tựu của khoa học công nghệ hiện đại (thiết bị quan trắc hiện đại, thiết bị đo đạc và bản đồ chính xác, phần mềm ứng dụng, GIS và công nghệ viễn thám) được sử dụng để nghiên cứu rủi ro trượt đất đá, đã làm cho kết quả nghiên cứu có độ chính xác và độ tin cậy cao.

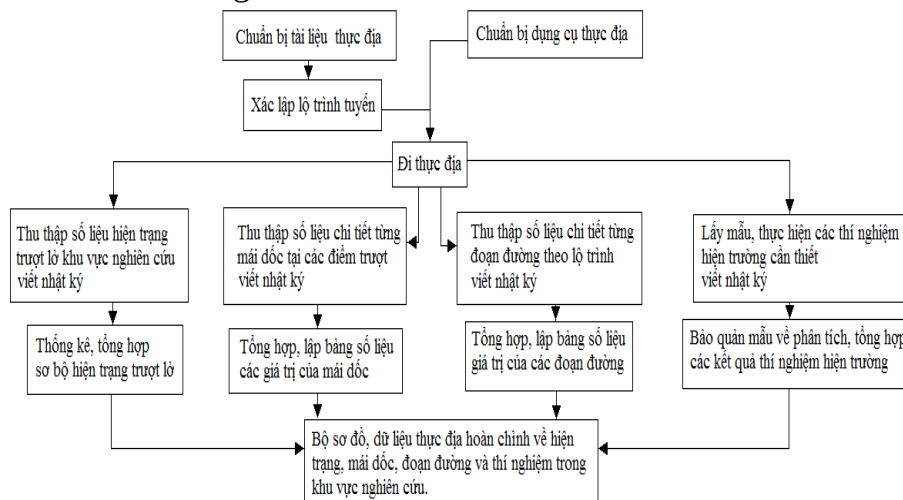
2.2. Các phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp phân loại trượt đất đá

Hiện tượng trượt đất đá rất phức tạp và chịu tác động của nhiều yếu tố khác nhau nên biểu hiện của các khối trượt vô cùng đa dạng. Do đó, việc phân loại trượt rất khó và hiện chưa có sự thống nhất. Trong phạm vi luận án, trượt đất đá được phân loại theo các tiêu chí về quy mô khối trượt, tính chất mặt trượt, độ sâu phân bố mặt trượt, vật liệu và đặc điểm dịch trượt.

2.2.2. Nhóm phương pháp khảo sát thực địa

Trên cơ sở nghiên cứu bản đồ địa hình, hệ thống thủy văn và bản đồ địa chất của cùng một hệ thống (khu vực nghiên cứu), nhiều lộ trình khảo sát các tuyến đường quốc lộ và tỉnh lộ đã được thực hiện. Tại hiện trường, cần xác định nguyên nhân trượt. Dữ liệu thu thập được là cơ sở để giải thích quá trình trượt. Đối với mỗi khối trượt, tập trung vào những điều sau: xác định tọa độ thông qua GPS, mô tả vị trí địa lý, mô tả đặc điểm địa chất, đo hướng dốc, hướng mặt trượt, góc dốc sau khi trượt, góc dốc trước khi trượt và chiều cao của mái dốc. Ngoài ra, các cuộc phỏng vấn được thực hiện để bổ sung thông tin về các sự kiện đã xảy ra. Các cuộc phỏng vấn được thực hiện trực tiếp và thông qua bảng câu hỏi đã được chuẩn bị. Phương pháp nghiên cứu điều tra thực địa được trình bày cụ thể các bước trong hình 2.2.



Hình 2.2. Sơ đồ quy trình khảo sát thực địa

2.2.3. Nhóm phương pháp ứng dụng các thuật toán học máy

a. Phương pháp hồi quy logistic

Đây là một trong những mô hình phân tích đa biến, rất hữu ích để dự đoán xác suất một sự kiện có thể xảy ra. Ưu điểm của hồi quy logistic là, thông qua việc bổ sung hàm liên kết thích hợp vào mô hình hồi quy tuyến tính thông thường, các biến có thể là liên tục hoặc rời rạc hoặc bất kỳ sự kết hợp nào của cả hai loại và chúng không nhất thiết phải có phân phối bình thường. Trong trường hợp phân tích hồi quy đa biến, các yếu tố phải là số và trong trường hợp mô hình thống kê tương tự, phân tích phân biệt, các biến phải có phân phối chuẩn. Trong phạm vi nghiên cứu của luận án, nghiên cứu sinh đã áp dụng hồi quy nhị phân (Binary logistic).

b. Phương pháp mạng thần kinh nhân tạo ANN

ANN là một tập hợp các đơn vị được kết nối trong đó mỗi kết nối đều có trọng số liên quan, được sử dụng thích hợp cho việc mô hình hóa các vấn đề có mối quan hệ giữa các yếu tố nguyên nhân và hệ quả. Để nhận diện nguy cơ trượt đất đá, phương pháp ANN thể hiện giống như quá trình suy nghĩ của con người. Ở đây, $x_1, x_2, \dots, x_n$ là các biến đầu vào; $w_1, w_2, \dots, w_n$ là trọng số của các đầu vào tương ứng, b là độ lệch, được tổng hợp với các đầu vào có trọng số để tạo thành các đầu vào tổng hợp. Độ lệch và trọng số đều là các tham số có thể tự điều chỉnh trong ANN. Để phân tích ANN bằng phần mềm IBM SPSS, sử dụng hàm “*Multilayer perceptron*” để đánh giá tập dữ liệu đào tạo theo chuẩn nhị phân để huấn luyện tập dữ liệu, xác định gần đúng mối quan hệ các biến trong tập dữ liệu.

c. Phương pháp kiểm định kết quả mô hình toán bằng đường cong ROC

Công việc quan trọng nhất đối với bất kỳ mô hình tính toán nào là kiểm định các kết quả dự đoán. Việc kiểm định có thể sử dụng một số tham số khác nhau. Độ chính xác tổng thể được tính theo phương trình:

$$\text{Độ chính xác} = (TP + TN) / (TP + TN + FP + FN)$$

Trong đó:

TP- dương tính thật; TN - âm tính thật; FP - dương tính giả; FN - âm tính giả.

Biểu diễn cho các thống kê ở trên phụ thuộc vào ngưỡng (giá trị ngưỡng) cho các tính toán là đường cong đặc tính vận hành máy thu (ROC) và khu vực dưới đường cong ROC (AUC). Các đường cong ROC là một cách phổ biến để hình dung sự đánh đổi giữa độ nhạy và độ đặc hiệu trong phân loại nhị phân. Phương pháp này đã được sử dụng rộng rãi như một thước đo hiệu suất của quy tắc dự đoán.

2.2.4. Phương pháp phân đoạn nguy cơ trượt đất đá

Trong các hệ thống phân loại mức độ nhạy cảm với trượt đất đá, thông thường ổn định của mái dốc đường giao thông ít được đánh giá riêng biệt. Nhiều yếu tố chưa được đánh giá đầy đủ như độ dốc, chiều cao thực tế của mái dốc đối với từng đoạn đường, các giải pháp công trình đã áp dụng ... Việc đánh giá ổn định mái dốc một cách đầy đủ nhất cần tiến hành bằng các phương pháp địa kỹ thuật. Tuy nhiên, cách làm này đòi hỏi phải lấy mẫu thí nghiệm đầy đủ ở các đoạn đường dẫn đến chi phí lớn và mất rất nhiều thời gian. Trong điều kiện thực tế của khu vực nghiên cứu, luận án chỉ đề cập đến các

yếu tố ảnh hưởng đến ổn định mái dốc đường bao gồm 8 yếu tố: loại đá gốc; bề dày đất phong hóa; đặc điểm sử dụng đất sau mái dốc; giải pháp gia cố ổn định mái dốc; chiều cao; góc dốc; đặc điểm mặt cắt dọc mái dốc; phân bậc mái dốc. Mỗi yếu tố lại được chia thành nhiều lớp riêng biệt. Dựa trên cơ sở các tài liệu tham khảo, tài liệu thực địa, kết quả thu thập, khảo sát dọc các tuyến đường quốc lộ và tỉnh lộ, toàn bộ các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam đã được chia thành 765 đoạn. Trong đó có 480 đoạn có khả năng xảy ra trượt đất đá và 285 đoạn là không có khả năng xảy ra trượt đất đá.

2.2.5. Phương pháp xác định ngưỡng lượng mưa

Đầu vào của phân tích ngưỡng mưa là chuỗi thời gian của lượng mưa hàng ngày $R_d(t)$ tính bằng mm/ngày, trong đó t là thời gian để xảy ra trượt đất đá (L), lượng mưa hàng ngày phải vượt quá ngưỡng, là hàm $R(t)$ của lượng mưa hàng ngày trong một thời kỳ và của lượng mưa trung bình cộng dồn trước đó $R_{ad}(t)$, tức là lượng mưa đã xảy ra trước ngày xảy ra trượt đất đá được biểu diễn như sau:

$$R(t) = f [R_d(t), R_{ad}(t)]$$

Trong đó:

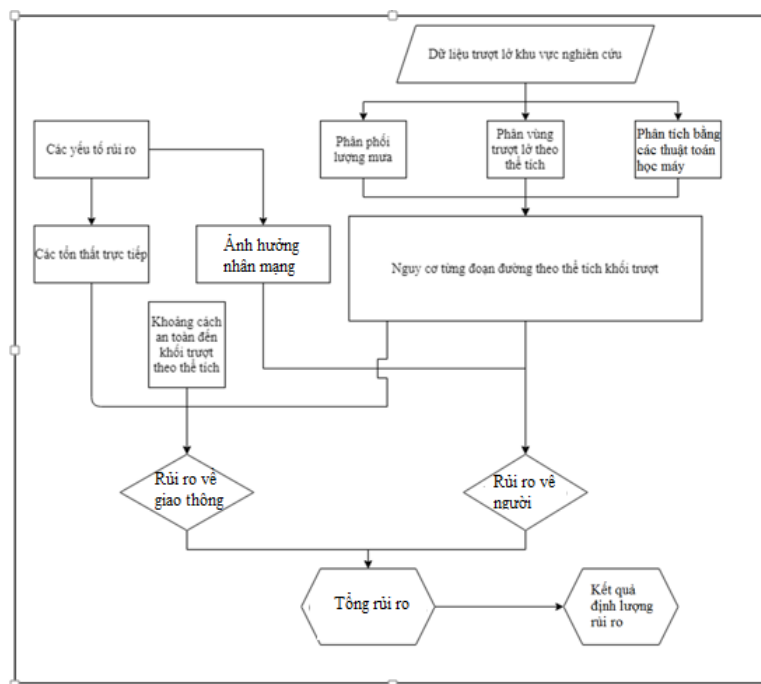
$R_{ad}(t)$ là lượng mưa trung bình cộng dồn trước đó tính bằng mm,

Hàm của R xác định xác suất xảy ra lở đất L : $P(L)$. Nếu R_T là giá trị ngưỡng của R thì ta có thể xác định xác suất gây ra lở đất như sau:

$$P[L | (R > R_T)] = 1 \text{ và } P[L | (R \leq R_T)] = 0$$

Đối với trượt đất đá do mưa là nguyên nhân kích hoạt, giả định này có thể là một giá trị xấp xỉ đầu tiên có thể chấp nhận được để nghiên cứu và ước tính tần suất của các sự kiện trượt đất đá bằng cách thiết lập các mối quan hệ giữa các yếu tố kích hoạt trượt đất đá, cường độ của nó và sự xuất hiện của các vụ trượt đất đá thật.

2.2.6. Phương pháp phân tích rủi ro trượt đất đá



Hình 2.5. Sơ đồ ước tính rủi ro trượt đất đá ở khu vực các tuyến

giao thông miền núi tỉnh Quảng Nam

Phương pháp tiếp cận được sử dụng để ước tính rủi ro trượt đất đá dọc theo các hành lang giao thông được trình bày qua sơ đồ trong hình 2.5. Trong luận án, phương pháp tiếp cận để ước tính rủi ro trực tiếp đến đường và người tham gia giao thông ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam sẽ được trình bày. Các dữ liệu lịch sử sẽ được sử dụng để ước tính mức độ dễ bị tổn thương của các yếu tố có nguy cơ và các ví dụ về ước tính rủi ro dọc theo các tuyến giao thông sẽ được trình bày, bao gồm: rủi ro trực tiếp đối với các đặc tính cơ sở hạ tầng giao thông và rủi ro trực tiếp với người và tài sản tham gia giao thông trong 1 đoạn đường điển hình.

CHƯƠNG III. ĐẶC ĐIỂM HIỆN TƯỢNG TRƯỢT ĐẤT ĐÁ Ở KHU VỰC CÁC TUYẾN ĐƯỜNG MIỀN NÚI TỈNH QUẢNG NAM

3.1. Đặc điểm hiện trạng trượt đất đá tỉnh Quảng Nam

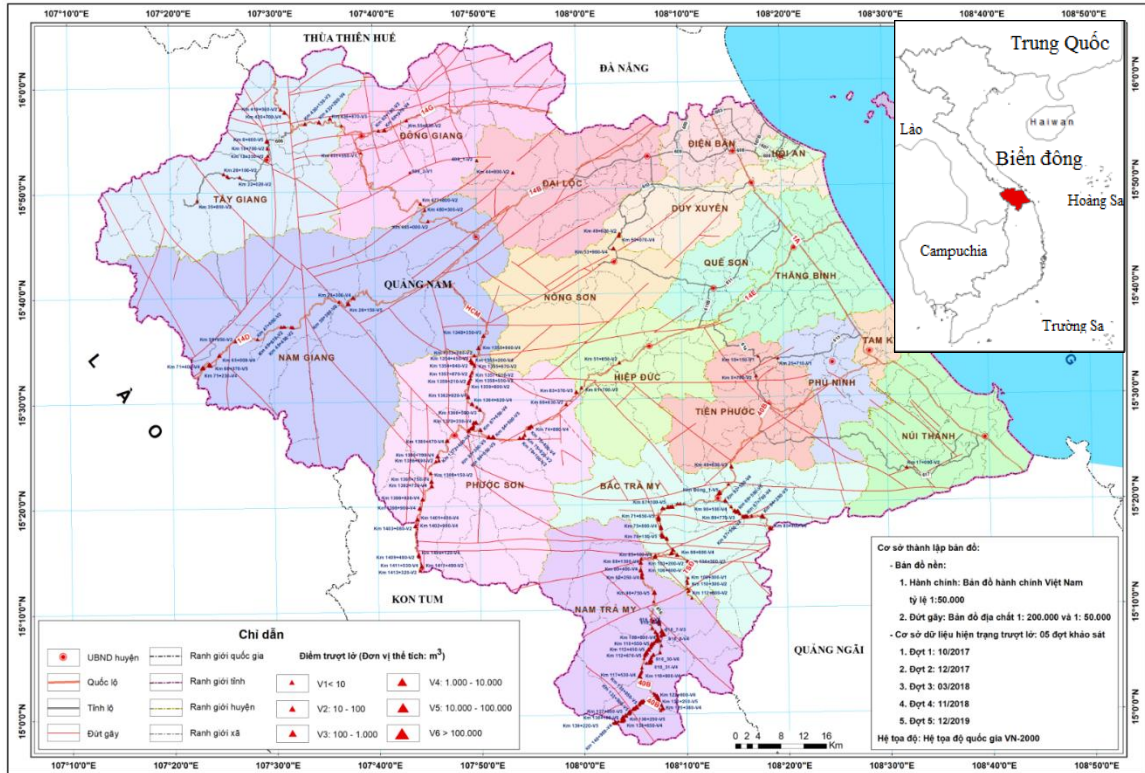
Trên cơ sở kết quả thu thập, khảo sát dọc các tuyến đường quốc lộ và tỉnh lộ, đã thu thập được hiện trạng trượt đất đá toàn khu vực khảo sát là 375 khối trượt tại 298 đoạn đường (một số đoạn đường phân bố đồng thời 2 đến 3 khối trượt lân cận nhau), trong đó có 192 khối trượt đã được xử lý gia cố ở các mức độ khác nhau. Nghiên cứu sinh đã phân chia tất cả các khối trượt thành 6 nhóm theo thể tích khối trượt được thống kê trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Phân loại thống kê các khối trượt theo thể tích

<i>Đường</i>	<i>Rất nhỏ V₁</i>	<i>Nhỏ V₂</i>	<i>Trung bình V₃</i>	<i>Lớn V₄</i>	<i>Rất lớn V₅</i>	<i>Cực lớn V₆</i>	<i>Tổng số</i>
Hồ Chí Minh	7	32	7	23	1	1	71
QL 40B	19	72	10	48	15	2	166
QL 24C	4	11	3	5	1	3	27
QL 14B	2	0	0	0	0	0	2
QL 14E	0	9	2	3	3	0	17
QL 14G	3	5	1	1	0	0	10
QL 14D	1	11	2	5	2	0	21
ĐT 616	12	16	3	2	0	2	35
ĐT 609	1	2	0	0	0	0	3
ĐT 606	1	8	0	0	1	0	10
ĐT 610	0	2	0	3	0	0	5
ĐT 614	1	1	0	0	0	0	2
ĐT 615	1	0	0	0	0	0	1
ĐT 617	0	3	0	0	0	0	3
ĐT 611	1	1	0	0	0	0	2
Tổng số	53	173	28	90	23	8	375

Dựa vào tài liệu thực tế thu thập qua các đợt thực địa và bản đồ hiện trạng trượt đất đá Tỉnh Quảng Nam (hình 3.2) có thể nhận thấy các điểm trượt đất đá phân bố chủ yếu ở phía Tây và Tây Nam của Tỉnh, phần lớn tập trung vào các đường QL40B, Đường HCM, Đường QL24C.

Hình 3.2. Bản đồ hiện trạng trượt đất đá dọc theo các tuyến giao thông trọng điểm



miền núi tỉnh Quảng Nam

3.2. Các yếu tố ảnh hưởng trượt đất đá

Để phân tích ảnh hưởng của các điều kiện cấu thành mái dốc đến sự phân bố tần suất, mật độ trượt đất đá, toàn bộ các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam được chia thành 765 đoạn. Trong đó có 480 đoạn có khả năng xảy ra trượt đất đá và 285 đoạn là không có khả năng xảy ra trượt đất đá. Trong các đoạn có khả năng xảy ra trượt đất đá cũng được phân chia khả năng trượt đất đá thành 5 cấp: Rất thấp, thấp, trung bình, cao và rất cao.

Các đặc điểm các yếu tố địa hình, địa chất và kiến tạo, mức độ phân cắt sâu, phân cắt ngang, vỏ phong hóa và tính chất cơ lý của đất đá, thảm thực vật, khí tượng, thủy văn, nước ngầm và hoạt động nhân sinh đều ảnh hưởng đến trượt đất đá trong khu vực. Trong mỗi yếu tố tiến hành phân loại ra các yếu tố thành phần, dựa vào số điểm trượt và phần trăm của nó trong tổng số của từng yếu tố thành phần để cho điểm xác định mức độ ảnh hưởng của yếu tố đó đến trượt đất đá.

3.2.1. Ảnh hưởng của địa hình

Dọc các tuyến giao thông miền núi tỉnh Quảng Nam, địa hình phát triển đa dạng. Cấu trúc địa hình có dạng tuyến, phát triển theo các phương đông bắc – tây nam, á vĩ

tuyến và á kinh tuyến. Địa hình phân dị và chia cắt khá mạnh mẽ. Kết quả nghiên cứu ảnh hưởng của yếu tố độ cao cho thấy, trượt đất đá phát sinh chủ yếu ở các khoảng độ cao 100 - 400 m và 1.000 - 1.500 m.

Trên cơ sở mạng lưới sông, suối, đứt gãy được lấy từ dữ liệu bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 đã xây dựng sơ đồ mật độ chia cắt ngang tỉnh, thể hiện 11 cấp khác nhau. Mật độ chia cắt ngang phát triển đã tác động trực tiếp vào sự biến động độ ổn định của mái dốc địa hình và từ đó tác động tới phát sinh phát triển các quá trình sạt lở, trong đó có quá trình trượt đất đá.

3.2.2. Ảnh hưởng của thạch học

Các điều kiện về địa chất, kiến tạo được coi là yếu tố cơ bản gây ra quá trình trượt đất đá, đặc biệt thành phần thạch học là một trong những yếu tố quan trọng nhất ảnh hưởng đến sự hình thành và ổn định của mái dốc.

3.2.3. Ảnh hưởng của các đứt gãy hoạt động

Đứt gãy được xếp vào đứt gãy hoạt động còn có nhiều quan điểm khác nhau về thời gian biểu hiện. Đứt gãy hoạt động là đứt gãy có những biểu hiện vận động từ Pliocen đến nay, chúng phá hủy các kiến trúc có trước, hình thành các kiến trúc mới. Ảnh hưởng của yếu tố đứt gãy tới trượt đất đá được đánh giá qua thông số khoảng cách đến đứt gãy.

3.2.4. Ảnh hưởng của vỏ phong hóa và tính chất cơ lý đất đá

Cấu tạo mái dốc có tính phân đới. Từ bề mặt xuống có các đới phong hóa hoàn toàn thành đất, phong hóa mạnh, phong hóa trung bình, phong hóa yếu và cuối cùng là đá gốc. Tính chất cơ lý của các đới phong hóa thể hiện tính bền vững yếu dần từ đới dưới đến đới trên cùng. Bề dày vỏ phong hóa càng lớn thì nguy cơ trượt càng cao.

3.2.5. Ảnh hưởng của thảm phủ

Đọc các tuyến giao thông miền núi tỉnh Quảng Nam, lớp phủ thực vật rất phong phú với nhiều chủng loại đa dạng. Loại thực vật, mật độ lớp phủ là những thông số quan trọng trong đánh giá ảnh hưởng của lớp phủ thực vật đối với tai biến trượt đất đá. Qua các đợt khảo sát thực địa tại khu vực nghiên cứu, nhận thấy đối tượng có thể có ảnh hưởng nhiều nhất đối với hiện tượng trượt đất đá là rừng sản xuất nói chung (keo lai, quế...).

3.3. Đặc điểm ổn định mái dốc

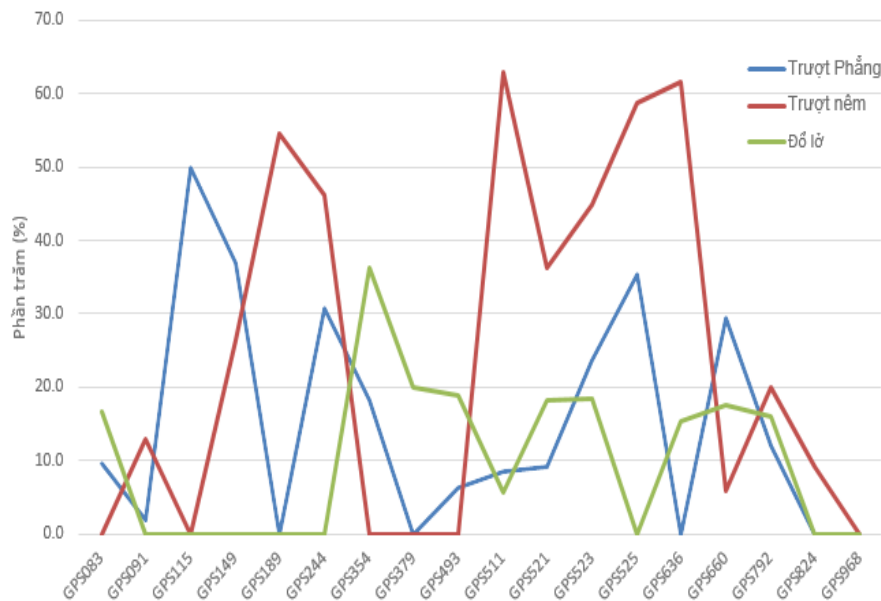
3.3.1. Kết quả tính toán ổn định một số mái dốc đất và hỗn hợp đất đá

Việc phân tích ổn định của các bờ dốc được tiến hành dựa trên cơ sở các đo đạc kích thước của khối trượt ngoài hiện trường và các chỉ tiêu cơ lý xác định trong phòng thí nghiệm. Mỗi khối trượt đều được kiểm tra ổn định ở cả hai trạng thái tự nhiên và bão hoà (đối với các khối trượt có mẫu đất thí nghiệm xác định sức chống cắt ở cả hai trạng thái). Trong điều kiện trạng thái tự nhiên, phần lớn các mái dốc đều ổn định. Tuy nhiên đối với các mái dốc cao hơn 15 m đa số mất ổn định ngay cả khi ở trạng thái tự nhiên

(hệ số an toàn nhỏ hơn 1,2). Ở trạng thái bão hoà, hệ số ổn định của các mái dốc giảm mạnh và thường đạt các giá trị nhỏ hơn 1,2. Nguyên nhân chính làm giảm hệ số ổn định là sự suy giảm sức chống cắt của đất đá khi bị làm ẩm và bão hoà nước. Kết quả cũng cho thấy trong trường hợp mái dốc cấu tạo bởi các loại đất không thuận lợi, chúng thường mất ổn định khi độ dốc các mái dốc lớn hơn 50° và cao hơn 5m.

3.2.2. Kết quả tính toán ổn định của một số mái dốc đá

Khảo sát thực địa được tiến hành trên tất cả các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam, ngoài việc thu thập dữ liệu của 347 khối trượt trong vỏ phong hóa, NCS còn thu thập và xử lý 28 khối trượt trong đá, trong đó đã tiến hành khảo sát đo đạc chi tiết tại 18 mái dốc đá tiêu biểu. Sử dụng phần mềm RockpackIII, tiến hành phân tích các kiểu khối trượt đá được tiến hành tại 18 điểm khảo sát với 401 số đo thể nằm khe nứt. Việc phân tích được tiến hành tại mỗi điểm khảo sát với các tham số đầu vào là số đo thể nằm khe nứt, thể nằm bề mặt mái dốc đá, góc ma sát trong.



Hình 3.36. Đồ thị biểu diễn phần trăm số lượng khe nứt có thể xảy ra trượt phẳng, trượt nêm và đổ lở mái dốc đá tại các điểm khảo sát

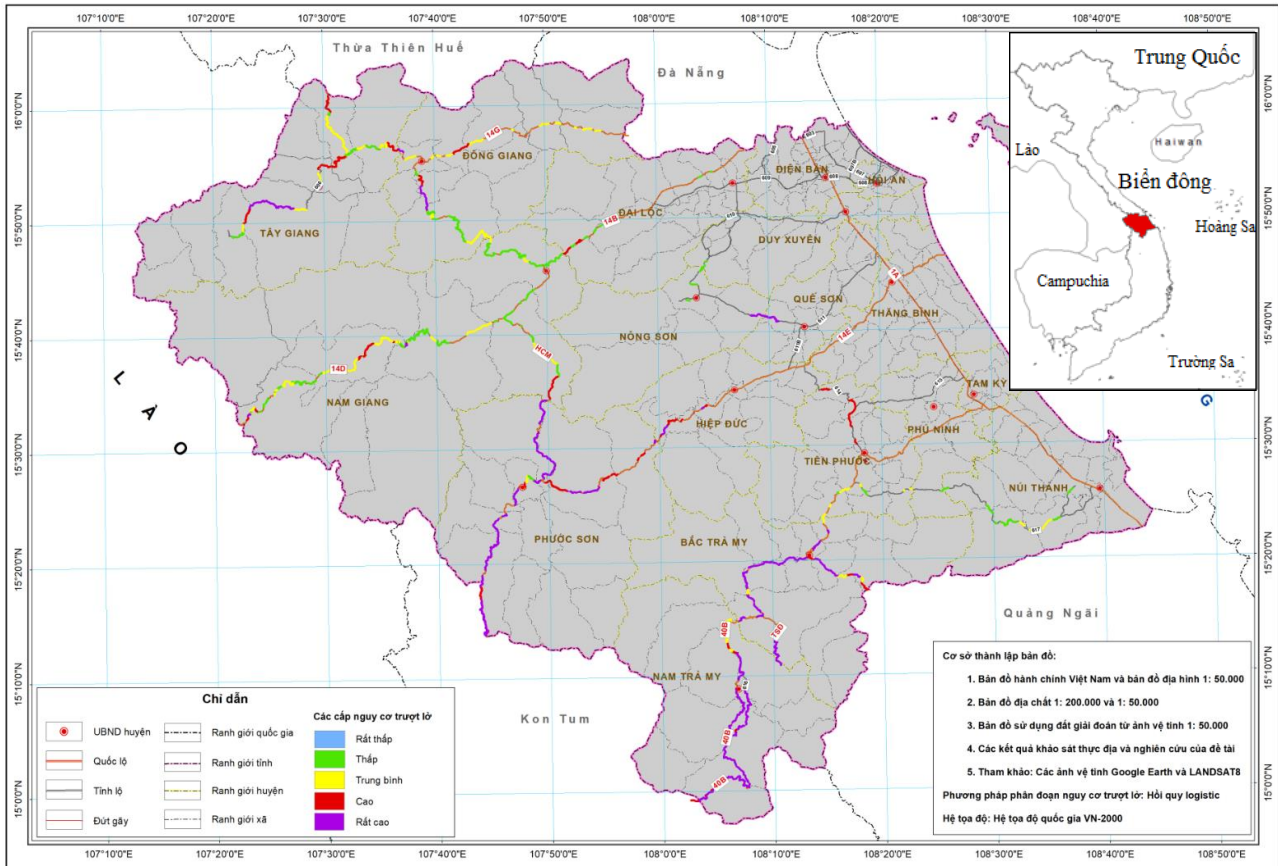
Kết quả so sánh giữa 3 kiểu trượt ở hình 3.36 chỉ ra rằng, tại phần lớn các điểm khảo sát đều có thể xảy ra ít nhất 2 kiểu trượt, đặc biệt tại điểm khảo sát GPS115 chỉ có thể xảy ra kiểu trượt phẳng với tỷ lệ khe nứt có thể xảy ra là 50%; tại điểm khảo sát GPS189 và GPS824 chỉ có thể xảy ra trượt nêm với tỷ lệ cặp khe nứt có thể xảy ra lần lượt là 54,5% và 9,1%; tại điểm khảo sát GPS379 chỉ có thể xảy ra đá đổ đá lở với tỷ lệ khe nứt có thể xảy ra là 20,0%. Tại các điểm khảo sát GPS511, GPS521, GPS523, GPS660, GPS792 các số đo thể nằm khe nứt cũng cho thấy ở đây có thể xuất hiện cùng một lúc 3 kiểu trượt đá.

CHƯƠNG IV. ĐÁNH GIÁ RỦI RO TAI BIẾN TRƯỢT ĐẤT ĐÁ Ở KHU VỰC CÁC TUYẾN ĐƯỜNG MIỀN NÚI TỈNH QUẢNG NAM

4.1. Phân đoạn nguy cơ trượt đất đá

4.1.1. Kết quả phân tích hồi quy nhị phân logistic.

Như đã trình bày ở trên, khu vực nghiên cứu được chia thành 765 đoạn. Trong đó có 480 đoạn có khả năng xảy ra trượt đất đá và 285 đoạn là không có khả năng xảy ra trượt. Mỗi đoạn trong số 480 đoạn có nguy cơ xảy ra trượt sẽ có một biến chỉ ra sự hiện diện hay vắng mặt của trượt đất đá, cũng như các yếu tố ảnh hưởng như giá trị độ dốc, phân cắt sâu, chiều cao mái dốc, địa chất, thạch học...



Hình 4.2. Bản đồ nguy cơ trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam (in thu nhỏ từ bản đồ tỷ lệ 1:50.000)

Dữ liệu của các yếu tố ảnh hưởng sau đó được đưa vào phương trình hồi quy nhị phân logistic để ước tính nguy cơ trượt đất đá của 480 đoạn đường. Sử dụng ứng dụng IBM SPSS để phân tích, xác định hệ số hồi quy cho từng yếu tố riêng biệt trong mỗi nhóm nguy cơ ảnh hưởng. Áp dụng phương trình hồi quy cho từng đoạn đường sẽ cho ra kết quả định lượng khả năng xảy ra trượt đất đá đối với 480 đoạn đường có khả năng xảy ra trượt đất đá. Mô hình hồi quy Binary Logistic được thiết lập để đánh giá sự tác động của bảy yếu tố lên khả năng gây trượt đất đá là phù hợp trong điều kiện dữ liệu của luận án. Toàn bộ 480 phân đoạn đường đã được đánh giá với hệ số định lượng khác nhau (hình 4.2).

4.1.2. Kết quả phân tích bằng mạng neural nhân tạo

Phân tích nguy cơ trượt đất đá theo phương pháp ANN bằng cách sử dụng hàm “*Multilayer perceptron*” để đánh giá tập dữ liệu đào tạo theo chuẩn nhị phân trong phần mềm IBM SPSS. Theo tất cả các trường hợp đã tính toán có số lượng lớp ẩn khác nhau nhận thấy thấy mô hình có 3 lớp ẩn cho kết quả đáng tin cậy nhất.

Kết quả phân tích cho thấy yếu tố chiều cao mái dốc và yếu tố góc dốc vẫn là những yếu tố quan trọng và có hệ số lớn nhất đóng góp vào mục tiêu hồi quy hàm số xác suất xảy ra trượt đất đá. Cả 2 mô hình hồi quy logistic và ANN đều cho kết quả đáng tin cậy và không sai lệch nhau nhiều. Tuy nhiên mô hình hồi quy logistic cho kết quả đáng tin cậy hơn với $AUC = 0,823$ trong khi mô hình ANN cho kết quả $AUC = 0,809$.

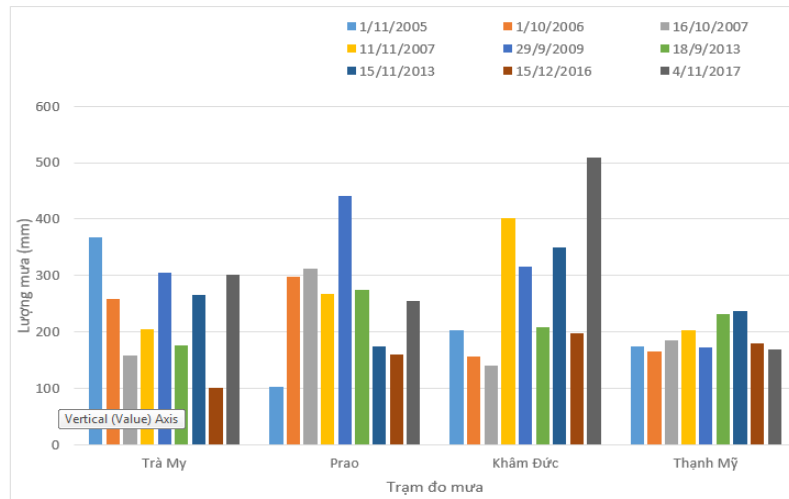
4.1.3. Kiểm tra kết quả đánh giá bằng các công cụ thống kê

Kết quả kiểm định 02 mô hình phân tích nguy cơ hình thành trượt đất đá đều có mức độ tin cậy cao và mức độ khác biệt về kết quả giữa các mô hình là không lớn. Các yếu tố ảnh hưởng tới sự hình thành được đưa vào phân tích đều đảm bảo tính độc lập tương quan và không dẫn đến đa cộng tuyến. Tổng hợp trong 8 yếu tố ảnh hưởng đến trượt đất đá tại Quảng Nam, trong đó có 7 yếu tố mang tính chất quyết định. Các yếu tố đá gốc, bề dày lớp đất phong hoá hoàn toàn, đất sau mái dốc, chiều cao mái dốc, góc dốc, mặt cắt ngang và phân bậc mái dốc đưa vào phân tích bằng mô hình hồi quy logistic cho kết quả đáng tin cậy, giá trị kiểm định thống kê và chỉ số AUC của mô hình có tin cậy cao. Như vậy, nguy cơ trượt đất đá Quảng Nam là do ảnh hưởng đồng thời và chủ yếu của nhóm các yếu tố kiến tạo, thạch học, độ dốc địa hình và hoạt động nhân sinh.

4.2. Đặc điểm ngưỡng lượng mưa kích hoạt trượt đất đá

4.2.1. Phân phối lượng mưa trong khu vực

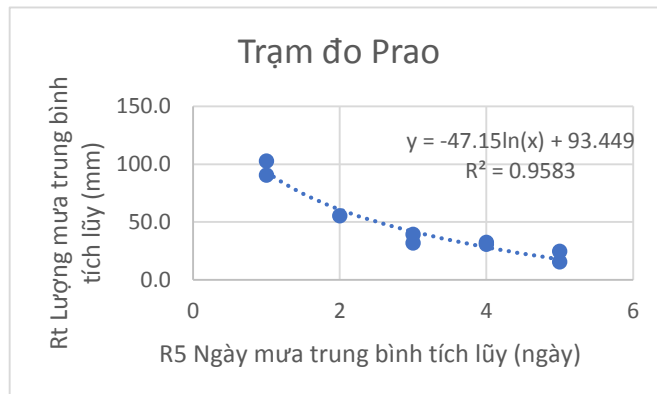
Dữ liệu lượng mưa hàng ngày được tổng hợp từ năm 1999 đến nay. Mặc dù không có nhiều thay đổi về tổng lượng mưa hàng năm, nhưng có sự khác biệt khá lớn về lượng mưa trong các sự kiện kích hoạt trượt đất đá. Biểu đồ hình 4.6 cho thấy sự thay đổi lượng mưa đối với các sự kiện trượt đất đá đại diện được đo tại các trạm Pao, Khâm Đức, Thanh Mỹ và Trà My. Các sự kiện được xem xét cho phân tích này đã dẫn đến rất nhiều vụ trượt trượt đất, đá lớn ở các phần khác nhau ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh. Lượng mưa hàng ngày trên một sự kiện thay đổi đáng kể và biểu đồ hình 4.6 cũng chỉ ra không có phân biệt rõ ràng trong toàn bộ khu vực nghiên cứu. Hầu hết các vụ trượt đất đá đã xảy ra tại các khu vực có lượng mưa tương đối cao.



Hình 4.6. Lượng mưa được ghi nhận trong các sự kiện trượt đất đá lớn.

4.2.2. Kết quả phân tích ngưỡng lượng mưa kích hoạt trượt đất đá

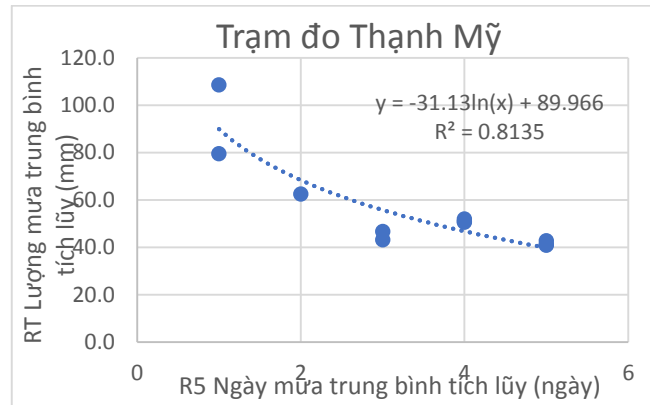
Phía bắc khu vực nghiên cứu (trạm đo Prao) đại diện cho các huyện Đông Giang, Tây Giang, tại đây, 18 sự kiện mưa lớn gây trượt đất đá đã được ghi nhận. Ở đây, R_T (ngưỡng cường độ trung bình tích lũy mưa ngày) để có thể xảy ra một sự kiện trượt đất đá với cường độ mưa trung bình tích lũy trong 5 ngày trước ngày xảy ra sự kiện (R_5) được biểu thị bằng phương trình $R_T = -47,15\ln(R_5) + 93,449$ với hệ số tin cậy $R^2 = 0,9583$ (Hình 4.7). Biểu đồ cho thấy trong 5 ngày mưa liên tiếp với cường độ trung bình lớn hơn 20mm/ ngày thì đến ngày thứ 5 sẽ có nguy cơ xảy ra trượt đất đá, ngoài ra đối với ngày có lượng mưa lớn hơn 90.5mm thì trượt đất đá có thể xảy ra ngay trong ngày.



Hình 4.7. Đường cong giới hạn lượng mưa trung bình tích lũy theo ngày gây trượt đất đá khu vực Phía Bắc (trạm đo Prao)

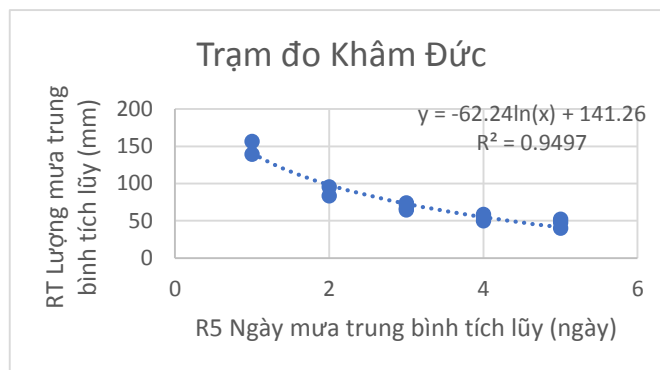
Phía Đông Bắc của Tỉnh, đại diện cho các huyện Đại Lộc, Nông Sơn và 1 phần phía đông của Nam Giang (trạm đo Thanh Mỹ) tại đây ghi nhận 13 sự kiện mưa lớn gây trượt đất đá giai đoạn từ 1999 đến 2019. Ngưỡng mưa trung bình tích lũy được biểu thị bằng phương trình $R_T = -31,13\ln(R_5) + 89,966$ (Hình 4.8) với hệ số tin cậy $R^2 = 0,8315$. Đồ thị cho thấy trong 5 ngày mưa liên tiếp với cường độ trung bình lớn hơn

40mm/ ngày thì đến ngày thứ 5 sẽ có nguy cơ xảy ra trượt đất đá, ngoài ra đối với ngày có lượng mưa lớn hơn 92 mm thì trượt đất đá có thể xảy ra ngay trong ngày.



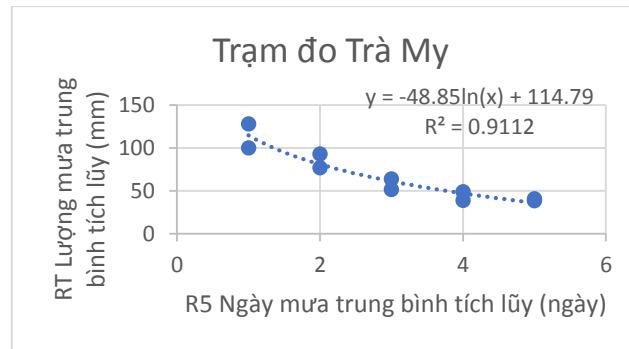
Hình 4.8. Đường cong giới hạn lượng mưa trung bình tích lũy theo ngày gây trượt đất đá khu vực Phía Đông Bắc (trạm đo Thạnh Mỹ)

Phía Tây Nam của Tỉnh, đại diện cho các huyện Phước Sơn, Nam Giang, Hiệp Đức (trạm đo Khâm Đức) tại đây ghi nhận 23 sự kiện mưa lớn gây trượt đất đá giai đoạn từ 1999 đến 2019. Ngưỡng mưa trung bình tích lũy được biểu thị bằng phương trình $R_T = -62,24\ln(R_5) + 141,26$ (Hình 4.9) với hệ số tin cậy $R^2 = 0,9497$. Hình minh họa cho thấy trong 5 ngày mưa liên tiếp với cường độ trung bình lớn hơn 40mm/ ngày thì đến ngày thứ 5 sẽ có nguy cơ xảy ra trượt đất đá, ngoài ra đối với ngày có lượng mưa lớn hơn 140 mm thì trượt đất đá có thể xảy ra ngay trong ngày.



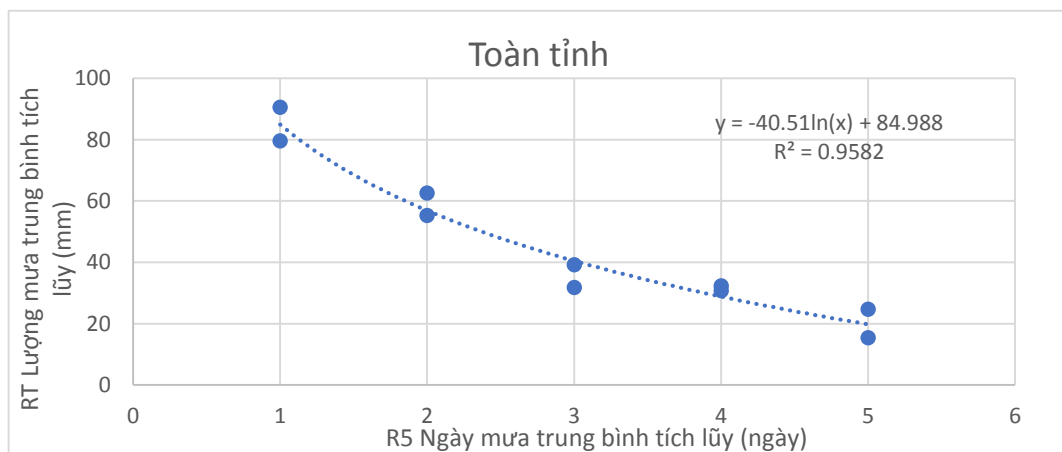
Hình 4.9. Đường cong giới hạn lượng mưa trung bình tích lũy theo ngày gây trượt đất đá khu vực Phía Tây Nam (trạm đo Khâm Đức)

Phía Nam của Tỉnh, đại diện cho các huyện Tiên Phước, Bắc Trà My và Nam Trà My (trạm đo Trà My) tại đây ghi nhận 18 sự kiện mưa lớn gây trượt đất đá giai đoạn từ 1999 đến 2019. Ngưỡng mưa trung bình tích lũy được biểu thị bằng phương trình $R_T = -48,85\ln(R_5) + 114,79$ (Hình 4.10) với hệ số tin cậy $R^2 = 0,9112$. Hình minh họa cho thấy trong 5 ngày mưa liên tiếp với cường độ trung bình lớn hơn 38mm/ ngày thì đến ngày thứ 5 sẽ có nguy cơ xảy ra trượt đất đá, ngoài ra đối với ngày có lượng mưa lớn hơn 116 mm thì trượt đất đá có thể xảy ra ngay trong ngày.



Hình 4.10. Đường cong giới hạn lượng mưa trung bình tích lũy theo ngày gây trượt đất đá khu vực Phía Nam (trạm đo Trà My)

Ngưỡng mưa trung bình tích lũy theo ngày chung cho toàn bộ khu vực nghiên cứu được đưa ra bởi phương trình $R_T = -40,51\ln(R_5) + 84,988$ (Hình 4.11) với hệ số tin cậy $R^2 = 0,9112$ cho thấy rằng ngưỡng lượng mưa trung bình tích lũy theo ngày là khá thấp, trượt đất đá có thể xảy ra trong khu vực bất kỳ khi lượng mưa ngày đạt mức hơn 90mm, và lượng mưa trung bình tích lũy 15mm/ ngày trong liên tiếp 5 ngày cũng sẽ gây ra trượt đất đá.



Hình 4.11. Đường cong giới hạn lượng mưa trung bình tích lũy theo ngày gây trượt đất đá trong toàn tỉnh (trạm đo Trà My)

4.2.3. Ngưỡng mưa kích hoạt trượt đất đá theo các phân đoạn đường

Bảng 4.2 tổng hợp các kịch bản mưa lớn ảnh hưởng đến rủi ro trượt đất đá theo từng phân đoạn nguy cơ cụ thể. Đối với các phân đoạn đường có mức độ nguy cơ rất cao lượng mưa ngày chỉ cần vượt ngưỡng 100mm/ ngày với tổng lượng mưa tích lũy trong 6 ngày từ 200-270mm đã có thể gây trượt đất đá. Tính toán tương tự cho thấy đối với các phân đoạn đường có nguy cơ cao; trung bình; thấp và rất thấp sẽ có ngưỡng lượng mưa ngày tương ứng là >130mm/ ngày; >160mm/ ngày; >250mm/ ngày; và lớn hơn 350mm/ ngày.

Bảng 4.2. Các kịch bản mưa ảnh hưởng đến rủi ro trượt đất đá

<i>Kịch bản mưa</i>	<i>Lượng mưa (mm) trường hợp 1</i>		<i>Lượng mưa (mm) trường hợp 2</i>	
	<i>12 ngày</i>	<i>1 ngày</i>	<i>6 ngày</i>	<i>1 ngày</i>
P1	> 700	> 400	> 500	> 350

(Nguy cơ rất thấp)				
P2 (Nguy cơ thấp)	> 600	> 300	> 400	> 250
P3 (Nguy cơ trung bình)	> 500	> 200	> 310	> 160
P4 (Nguy cơ cao)	450-500	> 160	270-310	> 130
P5 (Nguy cơ rất cao)	350-450	> 140	200-270	> 100

4.3. Ước tính nguy cơ trượt đất đá theo thời gian

Các sự kiện trượt đất đá tại Quảng Nam được ghi nhận luôn đi kèm với mưa. Đối với cảnh báo trượt đất đá, điều quan trọng là phải xác định được nguy cơ khi biết lượng mưa trong một khoảng thời gian. Theo nguyên lý Bayes, xác suất xảy ra trượt đất đá (gọi là A) khi biết tổng lượng mưa (gọi là B) là:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) P(A)}{P(B)}$$

Trong đó:

- P(A) là xác suất xảy ra A (Trượt đất đá) của khu vực bất kỳ;
- P(B) là xác suất tổng lượng mưa ngày T bất kỳ đạt và vượt ngưỡng B trong khu vực; -
- P(B|A) là xác suất tổng lượng mưa ngày T vượt quá B trong các vụ trượt đất đá M đã ghi nhận.
- Thống kê số liệu lượng mưa trong năm sẽ cho các giá trị sau:
- N(A) là tổng số vụ trượt đất đá ghi nhận được
- N(B) là tổng số ngày mưa có lượng mưa đạt và vượt ngưỡng mưa “B”;
- N(R) là tổng số ngày mưa trong cả năm;
- N(AB) là tổng ngày mưa có lượng mưa đạt và vượt ngưỡng mưa B và xuất hiện trượt đất đá thật.

Công thức Bayes ước tính xác suất trượt đất đá khi có lượng mưa ngày vượt ngưỡng sẽ có dạng như sau:

$$P(A|B) = \frac{N(AB)}{N(A)} \times \frac{N(A)}{N(R)} : \frac{N(B)}{N(R)} = \frac{N(AB)}{N(B)}$$

Khi đó công thức để tính xác suất mưa ngày có thể gây trượt đất đá trong năm có dạng như sau:

$$P(A|B) = \frac{N(AB)}{N(B)} \times \frac{N(B)}{365} = \frac{N(AB)}{365}$$

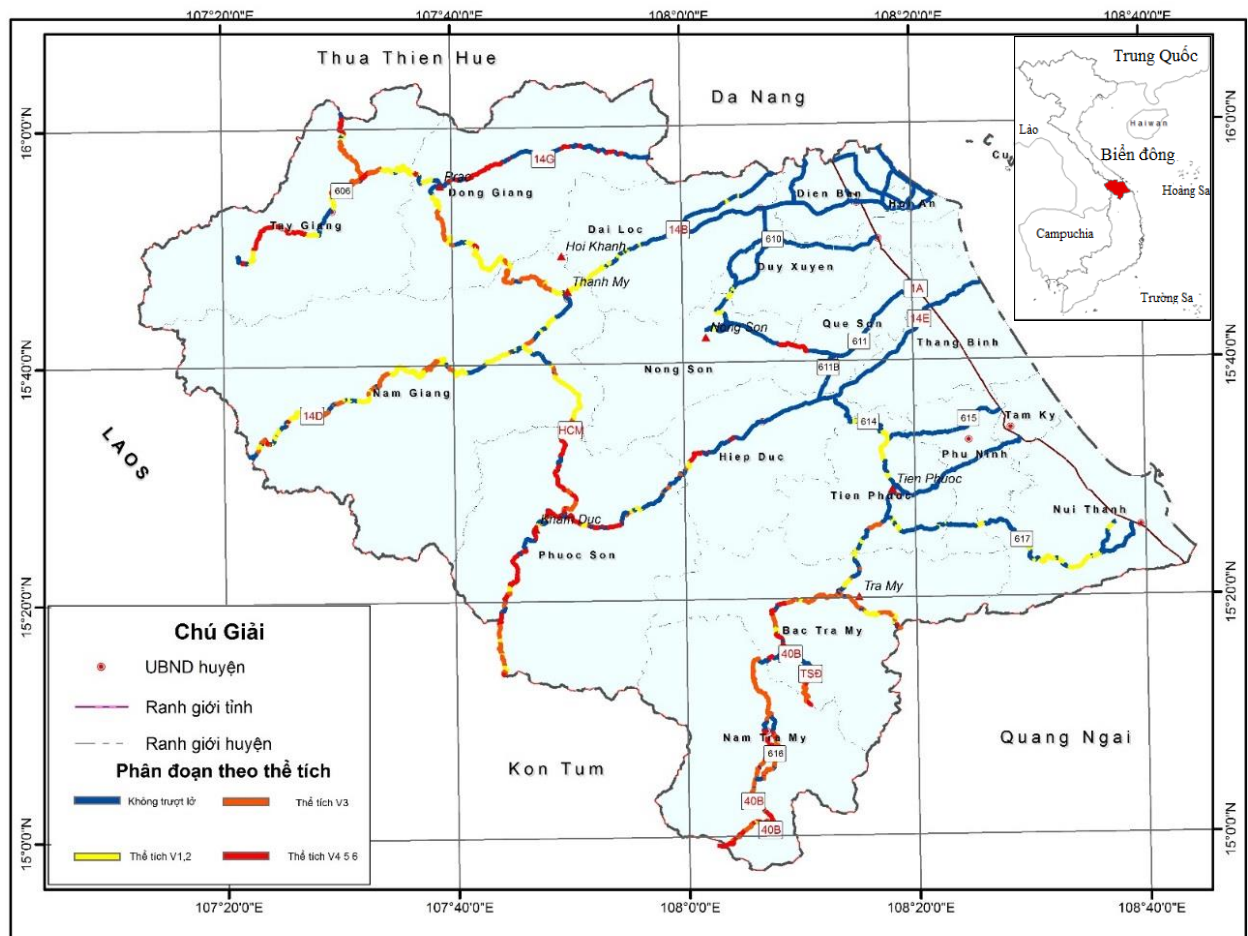
Tổng hợp, thống kê dữ liệu các phân tích mưa lớn theo ngày trong 20 năm đã ước tính được xác suất xuất hiện mưa vượt ngưỡng trong năm theo từng đoạn đường chia theo từng phân vùng khí hậu khác nhau. Theo đó, ứng với mỗi đoạn đường khác nhau sẽ có xác suất xuất hiện mưa vượt ngưỡng trong năm khác nhau.

Bảng 4.3. Xác suất xuất hiện mưa ngày vượt ngưỡng theo năm tại các đường miền núi tỉnh Quảng Nam

Kịch bản mưa	Ngưỡng mưa ngày (mm)	Trung bình số lần xuất hiện mưa vượt quá ngưỡng trong 20 năm gây trượt đất đá (2003 - 2023)	Xác suất xuất hiện ngày mưa vượt ngưỡng trong năm gây trượt đất đá
P1	>350	2,62	0,0005
P2	>250	6,67	0,001
P3	>160	31,89	0,004
P4	>130	42,48	0,008
P5	>100	66,89	0,012

4.4. Ước tính xác suất xuất hiện thể tích khối trượt tại các đoạn đường

Trong các nghiên cứu gần đây về rủi ro tai biến trượt đất đá, yếu tố thể tích khối trượt được đưa vào tuy nhiên chỉ dừng lại ở nghiên cứu thống kê thiệt hại mà chưa đưa ra được các ước tính xác suất xuất hiện cho từng khu vực cụ thể. Tại 480 đoạn đường có khả năng xảy ra trượt đất đá NCS đã tính toán cho từng khả năng xuất hiện thể tích tại từng đoạn (V_1 ; V_2 V_3 ; V_4 ; V_5 ; V_6). Qua đó, sử dụng xác suất xuất hiện thể tích lớn nhất để áp



dụng cho từng đoạn riêng biệt. Điều này cũng thuận tiện cho việc trình bày bản đồ xác suất thể tích trượt đất đá.

Hình 4.15. Bản đồ xác suất xuất hiện thể tích ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam (in thu nhỏ từ bản đồ tỷ lệ 1:50.000)

Trong phân tích này, các khối trượt có thể tích từ V_1 đến V_6 sẽ được chia thành 3 khoảng xuất hiện tương ứng V_{1-2} , V_3 và V_{4-5-6} sẽ ứng với các đoạn đường khác nhau với xác suất xuất hiện khác nhau. Kết quả phân tích đối với xác suất xuất hiện các khối trượt V_{1-2} có độ chính xác 85,1%, AUC 0,851; các khối trượt V_3 xuất hiện với độ chính xác 83,1 %, AUC = 0,831; các khối trượt V_{4-5-6} xuất hiện với độ chính xác 86,4 %, AUC = 0,864.

tích các khối trượt đều có xu hướng giảm dần, tập trung tại các đoạn đường thuộc các đường 14G, 14B, 14E nhánh đông, 610, 611, 614, 615, 617 và đường Hồ Chí Minh.

4.5. Ước tính khoảng cách ảnh hưởng của khối trượt

Thông tin thu được từ hình 4.15 có thể được sử dụng để ước tính rủi ro khi xem xét khoảng cách ảnh hưởng của các vụ trượt đất đá tiềm ẩn có kích thước nhất định (V_1 , V_2 , V_3 , V_4 , V_5 , V_6) nằm ở phía trên của các yếu tố có nguy cơ hiện tại (Các công trình giao thông, người tham gia giao thông và phương tiện tham gia giao thông). Trong khu vực nghiên cứu tất cả các đoạn đường có nguy cơ xảy ra trượt đất đá tại miền núi tỉnh Quảng Nam đều có khoảng cách tới khối trượt là rất nhỏ $<1\text{m} \sim 3\text{m}$ (do các khối trượt đều nằm trên taluy ngay sát đường). Vì vậy việc xác định mức độ phá hủy từ các khối trượt đến đường giao thông được chia làm 3 mức độ ứng với các thể tích trượt tương ứng. Đối với các đoạn đường có thể xuất hiện các khối trượt nhỏ có thể tích V_1 , V_2 sẽ không bị ảnh hưởng hoặc ảnh hưởng rất nhỏ, đối với các đoạn đường có thể xuất hiện các khối trượt có thể tích V_3 đường sẽ phải chịu ảnh hưởng vừa phải, đối với các đoạn đường có thể xuất hiện các khối trượt có thể tích V_4 , V_5 và V_6 đường sẽ chịu sự ảnh hưởng rất mạnh từ khối trượt.

4.6. Rủi ro tai biến trượt đất đá tại khu vực nghiên cứu

4.6.1. Rủi ro tai biến trượt đất đá đối với cơ sở hạ tầng giao thông

Việc đánh giá mức độ tổn thương của đường bộ dựa trên thông tin thu được từ các sự kiện thiệt hại lịch sử trong khu vực. Tính dễ bị tổn thương của các bộ phận của đường được đánh giá dựa trên thông tin khắc phục thiệt hại thu được từ văn phòng tổng cục đường bộ Việt Nam. Tính dễ bị tổn thương được ước tính đối với đường do trượt đất đá là khác nhau do sự khác biệt về khoảng cách ảnh hưởng và quy mô trượt đất đá. Chi phí tối đa thể hiện tỷ lệ giữa tổng chi phí khôi phục so với chi phí xây dựng thực tế, trong đó chi phí được tính là VNĐ tại mỗi điểm trượt đất đá. Trong các trường hợp đánh giá mức độ dễ bị tổn thương bằng cách so sánh thiệt hại về tiền trên mỗi phần bị hư hỏng của cơ sở hạ tầng do trượt đất đá (ví dụ: VNĐ / m đường) với chi phí xây dựng thực tế, về mặt lý thuyết, mức độ tổn thương có thể lớn hơn 1 vì việc sửa chữa có thể tốn nhiều tiền hơn xây dựng cơ sở hạ tầng mới vì nó bao gồm chi phí bổ sung để loại bỏ vật liệu trượt và cũng như thay thế các thành phần bị hỏng. Rủi ro trực tiếp tác động đến đường giao thông hằng năm được tính theo công thức:

$$R_{(KP)} = P_{(H)} \times P_{(V)} \times C_{(Vr)} \times C_{(L)} \times C_{(V)} \times L \times I_{(R)} \times \text{Cost}$$

Trong đó:

- $R_{(KP)}$ là rủi ro trực tiếp tác động đến đường giao thông hàng năm (VNĐ/năm)
- $P_{(H)}$ là xác suất trượt đất đá trong năm tại phân đoạn đường được đánh giá
- $P_{(V)}$ là xác suất thể tích đã chuẩn hoá tại phân đoạn đường được đánh giá
- $C_{(Vr)}$ là tham số khắc phục lớn nhất đối với đường giao thông tương ứng theo thể tích khối trượt (bảng 4.7)
- $C_{(L)}$ là hệ số trượt đất đá tại các phân đoạn đường ứng với các nguy cơ khác nhau
- $C_{(V)}$ là hệ số thể tích tại các phân đoạn đường khác nhau
- L là chiều dài các phân đoạn đường được đánh giá (m)
- $I_{(R)}$ là mật độ trượt đất đá tại phân đoạn đường được đánh giá
- Cost là giá thành trung bình 1 mét đường xây mới (theo đơn giá nhà thầu xây dựng đường thi công trực tiếp tại Quảng Nam) là 3.000.000 VNĐ (QĐ số 5465/QĐ-TCĐBVN ngày 13/11/2020)

Dựa trên đánh giá tổ hợp các xác suất theo không gian, thời gian, thể tích khối trượt và mức độ tổn thương của các đối tượng chịu tác động. Rủi ro trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam đã được tính toán định lượng chi tiết cho 480 phân đoạn đường, chi tiết được thể hiện trong bảng tính tổng rủi ro các tuyến giao thông miền núi tỉnh Quảng Nam. Kết quả đối chiếu với các hồ sơ bão lũ năm 2020 và 2021 của sở giao thông vận tải tỉnh Quảng Nam ta thấy có sự tương đồng rất lớn về kinh phí khắc phục hậu quả do tai biến trượt đất đá gây ra.

4.6.2. Rủi ro trực tiếp về người và các phương tiện tham gia giao thông

a) Rủi ro trực tiếp đến tính mạng của người tham gia giao thông

Rủi ro về tính mạng hoặc xác suất hàng năm của một người bị mất mạng khi đang đi trên xe phụ thuộc vào xác suất trượt đất đá xảy ra tác động tới xe khi đang lưu thông trên đường và xác suất tử vong của người (tính dễ bị tổn thương) do tác động của trượt đất đá đối với phương tiện. Rủi ro cụ thể đối với người sử dụng phương tiện trong một khoảng thời gian nhất định được ước tính bằng cách sử dụng công thức sau:

$$R_{(P)} = P_{(H)} \times P_{(V)} \times C_{(Vp)} \times C_{(L)} \times C_{(V)} \times I_{(P)}$$

Trong đó:

- $R_{(P)}$ là rủi ro trực tiếp tác động đến người tham gia giao thông hàng năm
- $P_{(H)}$ là xác suất trượt đất đá trong năm tại phân đoạn đường được đánh giá
- $P_{(V)}$ là xác suất thể tích đã chuẩn hoá tại phân đoạn đường được đánh giá
- $C_{(Vp)}$ là tham số ảnh hưởng lớn nhất đối với người tham gia giao thông tương ứng theo thể tích khối trượt
- $C_{(L)}$ là hệ số trượt đất đá tại các phân đoạn đường ứng với các nguy cơ khác nhau
- $C_{(V)}$ là hệ số thể tích khối trượt tại phân đoạn đường được đánh giá
- $I_{(P)} = \text{Chiều dài đoạn có nguy cơ trượt đất đá} / \text{tổng chiều dài} \times \text{tổng số người tham gia trong 1 ngày (trung bình của 1 tuần)}$

Tính toán rủi ro thiệt hại về người cần có một cơ sở dữ liệu thống kê đầy đủ về số lượng người và phương tiện tham gia giao thông trên các phân đoạn đường được đánh giá. Để có được cơ sở dữ liệu như vậy đòi hỏi thời gian theo dõi lâu dài và liên tục nhằm đảm bảo tính chính xác của dữ liệu đầu vào. Trong luận án, NCS đã sử dụng ứng dụng “BacTraMy Smart” để đếm trực tiếp các phương tiện giao thông trong 7 ngày liên tiếp. Trong phạm vi dữ liệu thu thập trực tiếp được của NCS đã ước tính được rủi ro tai biến trượt đất đá đối với người tham gia giao thông trên đường QL40B đối với các phân đoạn đường từ KM 46+100 đến KM 56+000. Đối sánh với kết quả của bảng 4.9 có thể thấy số lượng người bị ảnh hưởng bởi trượt đất đá tăng lên rất lớn dù lưu lượng người tham gia chỉ còn 1/10. Rủi ro về người tại các phân đoạn có nguy cơ cao và rất cao là rất lớn vì vậy cần phải có các biện pháp tuyên truyền mạnh mẽ thậm chí là cấm đường tại các phân đoạn nguy cơ cao và rất cao khi xảy ra mưa lớn nhằm hạn chế rủi ro thấp nhất về người.

b) Rủi ro trực tiếp đối với tài sản

Trong khu vực nghiên cứu các đường giao thông chủ yếu là đường cấp 4 miền núi, không xuất hiện nhà và người ở. Nhà dân và người ở chỉ xuất hiện, tập trung tại các thị trấn nơi địa hình bằng phẳng, cách xa mái dốc, không có nguy cơ bị ảnh hưởng bởi trượt đất đá. Vì vậy khi trượt đất đá xảy ra thì hầu như chỉ ảnh hưởng đến phương tiện và người tham gia giao thông. Giá trị tài sản của các đối tượng, ước tính bằng khoảng 80% giá trị mới mua. Rủi ro về tài sản hoặc xác suất hàng năm của phương tiện giao thông phụ thuộc vào xác suất trượt đất đá xảy ra tác động tới xe khi đang lưu thông trên đường và xác suất hư hỏng của xe (tính dễ bị tổn thương) do tác động của trượt đất đá đối với phương tiện tham gia giao thông. Rủi ro cụ thể đối với phương tiện giao thông trong một khoảng thời gian nhất định được ước tính bằng cách sử dụng công thức sau:

$$R_{(GT)} = P_{(H)} \times P_{(V)} \times C_{(L)} \times C_{(V)} \times \sum I_{(X)}$$

Trong đó

- $R_{(GT)}$ là rủi ro trực tiếp tác động đến phương tiện giao thông hàng năm
- $P_{(H)}$ là xác suất trượt đất đá trong năm tại phân đoạn đường được đánh giá
- $P_{(V)}$ là xác suất thể tích đã chuẩn hoá xuất hiện tại phân đoạn đường được đánh giá
- $C_{(L)}$ là hệ số trượt đất đá tại các phân đoạn đường ứng với các nguy cơ khác nhau
- $C_{(V)}$ là hệ số thể tích khối trượt tại phân đoạn đường được đánh giá
- $I_{(X)} = \text{Chiều dài đoạn có nguy cơ trượt đất đá} / \text{tổng chiều dài} \times \text{tham số ảnh hưởng đối với từng loại phương tiện giao thông theo quy mô khối trượt} \times \text{giá trị loại xe tham gia trên đường} \times \text{tổng số xe trong 1 ngày theo từng loại phương tiện (trung bình của 1 tuần)}.$

Dựa vào dữ liệu thu thập các phương tiện tham gia giao thông trung bình trong 1 ngày, kết hợp thiệt hại khuyến nghị theo thể tích và tích hợp các giá trị xác suất theo thời gian và không gian tại các đoạn đường được đánh giá. NCS đã ước tính được rủi ro tai biến trượt đất đá đối phương tiện tham gia giao thông trên đường QL40B đối với các phân đoạn đường từ KM 46+100 đến KM 56+000. Cụ thể, tổng giá trị thiệt hại đối với

các phương tiện tham gia giao thông trong 1 năm tại các phân đoạn đường được đánh giá là 16.925.403 VNĐ. Các phân đoạn đường khác nhau có mức độ thiệt hại khác nhau. Trong phạm vi cơ sở dữ liệu thu thập được, NCS chỉ có thể đánh giá rủi ro của phương tiện tham gia giao thông trong 9,9 Km đoạn đường có nguy cơ từ rất thấp đến trung bình. Để có thể có được đánh giá rủi ro về phương tiện tham gia giao thông trên toàn tuyến cần có một cơ sở dữ liệu đầy đủ về số lượng và mật độ tham gia giao thông của các phương tiện trên toàn tuyến. Vì vậy việc bổ sung các camera giám sát dọc các tuyến đường là cần thiết, không chỉ phục vụ trong giám sát an ninh mà còn là cơ sở dữ liệu phục vụ cho các đánh giá rủi ro sau này.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Từ các kết quả trình bày ở trên, các kết luận đã được nghiên cứu sinh rút ra như sau:

- (1) Trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam diễn ra phức tạp vào mùa mưa bão hàng năm và được chia ra thành 11 kiểu hình trượt theo đặc điểm dịch chuyển và vật liệu trượt. Các loại hình trượt chủ yếu là trượt xoay với vật liệu đất và hỗn hợp đất đá. Quy mô các khối trượt cũng đa dạng và chia làm 6 cấp độ theo thể tích từ rất nhỏ đến cực lớn, trong đó chủ yếu là các khối trượt có thể tích nhỏ V_2 ($10m^3 - 100m^3$) chiếm 46,1% và các khối trượt có thể tích lớn V_4 ($1000m^3 - 10.000m^3$) chiếm 24,0%.
- (2) Sự hình thành trượt đất đá ở khu vực nghiên cứu chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố. Nguy cơ hình thành trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam được đánh giá qua xem xét 8 yếu tố ảnh hưởng, trong đó 7 yếu tố chính mang tính chất quyết định. Dựa trên kết quả của phương pháp hồi quy, khu vực nghiên cứu được chia thành 480 phân đoạn có nguy cơ trượt đất đá với 5 cấp độ khác nhau: rất thấp (15,8%); thấp (10,2 %); trung bình (19,6 %); cao (16,0 %) và rất cao (38,4 %).
- (3) Mưa lớn là nguyên nhân trực tiếp gây ra trượt đất đá ở Quảng Nam. Trên cơ sở phân tích thống kê và tính toán định lượng cho thấy các kịch bản mưa lớn theo ngày và lượng mưa tích lũy trong 6 ngày, 12 ngày. Đối với từng phân đoạn đường có mức nguy cơ khác nhau, các ngưỡng mưa lớn gây trượt khác nhau.
- (4) Thể tích khối trượt ảnh hưởng lớn đến rủi ro tai biến trượt đất đá tại khu vực nghiên cứu. Với các phương pháp phân tích thống kê và mô hình hồi quy logistic đã xây dựng được bản đồ xác suất xuất hiện thể tích khối trượt cho từng phân đoạn đường riêng biệt. Sự phân bố về thể tích các khối trượt có sự phân chia rõ rệt, xác suất xuất hiện các khối trượt có thể tích lớn đều tập trung tại các phân đoạn có nguy cơ cao, rất cao và thuộc các tuyến đường miền núi có chiều cao mái dốc lớn.
- (5) Rủi ro trượt đất đá ở khu vực các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam được xác định dựa trên các xác suất theo không gian, thời gian, thể tích khối trượt và mức độ

tổn thương của các đối tượng chịu tác động. Trung bình rủi ro trượt đất đá ước tính đối với đường giao thông là 20.667.588.312 VNĐ/năm.

Kiến nghị:

- (1) Kết quả nghiên cứu cho thấy, rủi ro về người tham gia giao thông ở một số tuyến đường có nguy cơ cao về trượt đất đá như QL40B là rất lớn. Do vậy, trong những ngày xảy ra mưa lớn cần có biện pháp hạn chế tối đa các phương tiện lưu thông trên các tuyến đường này.
- (2) Trong phạm vi nghiên cứu của luận án, việc ước tính giá trị rủi ro mới cho kết quả đối với cơ sở hạ tầng giao thông. Để có thể tính được chính xác rủi ro về người và tài sản tham gia giao thông cần phải được đầu tư lắp đặt các thiết bị để có thể theo dõi số lượng người và phương tiện tham gia giao thông.

NHỮNG ĐÓNG GÓP MỚI CỦA LUẬN ÁN

- Đã làm sáng tỏ đặc điểm, nguyên nhân trượt đất đá dọc các tuyến đường miền núi tỉnh Quảng Nam.
- Đã phân đoạn chi tiết nguy cơ hình thành trượt đất đá tại các tuyến đường nghiên cứu.
- Xác định được 5 ngưỡng lượng mưa lớn gây trượt đất đá theo 5 cấp độ nguy cơ tại các phân đoạn đường được đánh giá.
- Định lượng rủi ro trượt đất đá dọc các tuyến giao thông khu vực miền núi tỉnh Quảng Nam và bước đầu đánh giá được rủi ro về người và tài sản ở QL40B.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CÔNG BỐ LIÊN QUAN

1. Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Đỗ Minh Đức, Đào Minh Đức, Đinh Thị Quỳnh, Hoàng Hải Yến, Nguyễn Hữu Hà (2018). *Using logistic regression and neural networks for landslide susceptibility assessment along the transport arteries in the mountainous areas of Quang Nam*. Hội thảo quốc tế VIETGEO 2018. ISBN: 978-604-67-1141-4
2. Đỗ Minh Đức, Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Đào Minh Đức, Đỗ Minh Ngọc, Đặng Thị Thuỳ, Hoàng Hải Yến, Nguyễn Hữu Hà (2018). *Probabilistic analysis of rainfall-induced landslides in Quang Nam province*. Hội thảo quốc tế VIETGEO 2018. ISBN: 978-604-67-1141-4
3. Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Vũ Thị Hồng Cẩm (2019). *Phân loại theo thể tích khối và nguyên nhân trượt đất đá các tuyến đường giao thông miền núi tỉnh Quảng Nam*. Tạp chí Khoa học Tài nguyên và Môi trường số 27 tháng 9/2019.

4. Do Minh Duc, Dang Quang Khang, Dao Minh Duc, Do Minh Ngoc, Dinh Thi Quynh, Dang Thi Thuy, Nguyen Khac Hoang Giang, Pham Van Tien, Nguyen Huu Ha (2020). *Analysis and modeling of a landslide-induced tsunami-like wave across the Truong river in Quang Nam province, Vietnam*. Landslides, Vol.17, pages 2329–2341.
5. Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Nguyễn Thị Phương Thanh (2021). *Current status and causes of landslides along the transport arteries in the mountainous areas of Quang Nam province*. Hội thảo quốc tế Technology in natural disaster prevention and risk reduction, Trường Đại học Tài nguyên & Môi trường Hà Nội. ISBN: 978-604-3-57070-0
6. Đỗ Minh Đức, Đinh thị Quỳnh, Đào Minh Đức, Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Đặng Thị Thuỳ (2022). *Nghiên cứu trượt đất đá dọc các tuyến giao thông miền núi Tỉnh Quảng Nam*. Sách chuyên khảo Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật. Mã sách: 222059H00. ISBN: 978-604-67-2240-3.
7. Nguyễn Khắc Hoàng Giang, Đỗ Minh Đức, Phí Trường Thành (2023). *Phân tích đánh giá xác suất ngưỡng mưa gây trượt đất đá tại các khu vực giao thông miền núi tỉnh Quảng Nam*. Hội Nghị Khoa học toàn quốc Trái đất, Mỏ, Môi trường bền vững lần thứ 5. ISBN: 978-604-357-121-9.