

Ứng dụng phương pháp tần suất tỷ lệ trong xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở khu vực Quảng Bình

Bùi Văn Bình^{1,2}, Bùi Trường Sơn^{1,2}, Nguyễn Thị Nụ^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Phương pháp tần suất tỷ lệ đã và đang được áp dụng phổ biến trong việc thành lập sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở cho nhiều vùng ở Việt Nam và trên Thế giới. Phương pháp này đã cho thấy được mức độ tin cậy cao trong việc đánh giá nguy cơ trượt lở. Trong bài báo này, phương pháp tần suất tỷ lệ được lựa chọn để xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở cho khu vực Quảng Bình. Các dữ liệu được sử dụng cho mục đích đánh giá nguy cơ trượt lở bao gồm sơ đồ kiểm kê trượt lở, sơ đồ phân bố thạch học, mật độ đứt gãy, lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, độ dốc địa hình, cao độ địa hình, hướng dốc sườn dốc, sơ đồ sử dụng đất, mật độ phân cắt ngang, mật độ phân cắt sâu và khoảng cách đến đường giao thông. Sơ đồ nguy cơ trượt lở được thành lập bằng phương pháp tần suất tỷ lệ dựa trên sự tích hợp các trọng số của tất cả các yếu tố ảnh hưởng bằng công cụ phân tích không gian trong ArcGIS 10.5. Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở được phân làm 5 mức độ nguy cơ trượt lở khác nhau như rất yếu, yếu, trung bình, mạnh và rất mạnh. Mức độ tin cậy của kết quả nghiên cứu đã được đánh giá dựa trên đường cong AUC. Giá trị AUC cho việc huấn luyện và kiểm tra mô hình lần lượt là 91,2% và 84,6%.

Từ khóa: trượt lở, tần suất tỷ lệ, GIS, AUC, Quảng Bình

1 GIỚI THIỆU CHUNG

Trượt lở là một loại hình tai biến địa chất xảy ra do sự dịch chuyển của các khối đất, đá trên sườn dốc xuống dưới chân sườn dốc. Trượt lở bị chi phối bởi các điều kiện khí hậu, địa mạo, địa chất và địa chất thủy văn cũng như hoạt động kinh tế công trình của con người. Hiện tượng này đã và đang gây ra nhiều thiệt hại về người và công trình. Ở nước ta, trượt lở đã gây ra những thiệt hại rất to lớn ở các tỉnh miền núi phía Bắc và các tỉnh miền Trung. Trong những năm gần đây, do sự biến đổi khí hậu, hiện tượng trượt lở ở khu vực Quảng Bình xảy ra với tần suất và quy mô ngày càng lớn gây thiệt hại rất lớn về kinh tế. Do đó, cần có những nghiên cứu để đánh giá mức độ nhạy cảm trượt lở để làm cơ sở khoa học cho việc cảnh báo nhằm giảm thiểu những rủi ro do trượt lở gây ra. Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở cung cấp những thông tin hữu ích trong việc quản lý rủi ro trượt lở. Nó chỉ ra các khu vực có các nguy cơ xảy ra trượt lở khác nhau. Sơ đồ này được thành lập dựa trên công tác dự báo không gian trượt lở với giả thiết rằng các khối trượt trong tương lai sẽ xảy ra với cùng các điều kiện như trong quá khứ. Vì vậy, nguy cơ trượt lở được đánh giá thông qua các mối quan hệ không gian giữa một loạt các yếu tố ảnh hưởng với các khối trượt đã xảy ra trước đó. Hiện nay, có nhiều phương pháp có thể được sử dụng để đánh giá nguy cơ trượt lở bao gồm phương pháp

tần suất tỷ lệ (FR), phương pháp phân tích thứ bậc (AHP), phương pháp hồi quy logistic, phương pháp học máy... Trong đó, phương pháp tần suất tỷ lệ (FR) được sử dụng rộng rãi trong việc đánh giá nguy cơ trượt lở với kết quả đáng tin cậy. Bài báo đã áp dụng phương pháp tần suất tỷ lệ để thành lập sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở khu vực Quảng Bình. Việc đánh giá độ tin cậy của kết quả nghiên cứu được thực hiện dựa trên đường cong AUC và chỉ số mật độ trượt lở (LDI).

ĐẶC ĐIỂM KHU VỰC NGHIÊN CỨU

Quảng Bình nằm ở khu vực Bắc Trung Bộ của Việt Nam với diện tích tự nhiên khoản 7.999 km². Tọa độ địa lý phần đất liền Quảng Bình với điểm cực Bắc 18⁰05'12" vĩ độ Bắc, điểm cực Nam 17⁰05'02" vĩ độ Bắc, điểm cực Đông 106⁰59'37" kinh độ Đông và điểm cực Tây 105⁰36'55" kinh độ Đông. Ranh giới phía Bắc giáp với tỉnh Hà Tĩnh. Phía Tây giáp với Lào, phía Nam giáp Quảng Trị và phía Đông giáp biển đông. Quảng Bình là tỉnh ven biển tương đối hẹp và hướng dốc địa hình nói chung là từ Tây sang Đông với diện tích vùng đồi núi chiếm khoảng 85% diện tích toàn tỉnh¹. Khu vực miền núi có độ dốc lớn và mức độ phân cắt địa hình rất phức tạp. Mặt khác, Quảng Bình nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa. Mùa mưa thường từ tháng 9 đến

¹Bộ môn Địa chất công trình, Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

²Nhóm nghiên cứu Địa chất công trình và Địa môi trường, Trường Đại học Mở - Địa chất, Việt Nam

Lịch sử

- Ngày nhận: 08-10-2023
- Ngày chấp nhận: 27-2-2024
- Ngày đăng:

DOI:



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Bình B V, Sơn B T, Nụ N T. Ứng dụng phương pháp tần suất tỷ lệ trong xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở khu vực Quảng Bình. *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.* 2024; ():1-12.

54 tháng 11 với lượng mưa trung bình từ 1.600 đến
 55 2.800mm/năm². Đặc điểm địa chất khu vực Quảng
 56 Bình tương đối phức tạp bao gồm các nhóm đá phiến,
 57 đá trầm tích chiếm phần lớn diện tích khu vực, ngoài
 58 ra còn có đá vôi và đá thuộc các phức hệ magma.
 59 Nhiều hệ thống đứt gãy, uốn nếp lớn chi phối địa hình
 60 và đặc điểm địa chất và thủy văn khu vực nghiên cứu
 61 như nếp lồi Đồng Hới, Đại Đù, Si Thượng, nếp lồi
 62 Rào Nậy, Quy Đạt, Phong Nha². Các hệ thống đứt
 63 gãy chính có các phương khác nhau như Tây Bắc -
 64 Đông Nam, á kinh tuyến và Đông Bắc -Tây Nam trong
 65 đó nổi bật nhất là hệ thống đứt gãy Rào Nậy thuộc hệ
 66 thống cấp I. Với đặc điểm địa hình, địa chất phức tạp
 67 cũng như lượng mưa trung bình năm lớn, khu vực
 68 Quảng Bình thường xuyên xảy ra trượt lở quy mô lớn
 69 mỗi khi vào mùa mưa lũ.

70 PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

71 Nguồn dữ liệu

72 Việc phân tích không gian đánh giá nguy cơ trượt lở
 73 đòi hỏi phải phân tích tổng hợp cũng như tích hợp
 74 được các yếu tố có ảnh hưởng đến trượt lở phù hợp.
 75 Các dữ liệu thường được khai thác từ nhiều nguồn
 76 khác nhau từ việc khảo sát thực địa, thu thập từ các
 77 đề tài, dự án, bài báo khoa học cũng như từ các nguồn
 78 ảnh vệ tinh. Trong bài báo này, 10 dữ liệu được tích
 79 hợp trong việc đánh giá nguy cơ trượt lở như Hình 1.
 80 Các nguồn dữ liệu liên quan đến kiểm kê các điểm
 81 trượt lở được thực hiện thông qua công tác khảo sát
 82 thực địa, nghiên cứu ảnh vệ tinh Google Earth và từ
 83 các đề tài, đề án điều tra, đánh giá thành lập bản đồ
 84 hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền
 85 núi Quảng Bình³. Sơ đồ địa chất và khoáng sản tờ
 86 Quảng Bình tỷ lệ 1:50.000 được thành lập bởi Lê Tiến
 87 Dũng và nnk (2003) dựa trên cơ sở tổng hợp các tài
 88 liệu xuất bản và lưu trữ của Cục Địa chất và Khoáng
 89 sản Việt Nam và các số liệu nghiên cứu thực địa đã
 90 được sử dụng để thành lập sơ đồ phân bố các loại
 91 thạch học và mật độ đứt gãy trong khu vực nghiên
 92 cứu. Các ảnh vệ tinh Sentinel 2 được sử dụng để phân
 93 tích và thành lập sơ đồ mật độ che phủ của thảm thực
 94 vật. Độ cao, độ dốc, hướng dốc sườn dốc cũng như
 95 mạng lưới sông suối được trích xuất từ mô hình số độ
 96 cao với độ phân giải 10x10m từ đề án điều tra, đánh
 97 giá thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ
 98 1:50.000 khu vực miền núi Quảng Bình³. Lượng mưa
 99 và cường độ mưa từ năm 1970 đến năm 2022 đã thu
 100 thập tại 39 trạm phân bố ở khu vực Quảng Bình và các
 101 trạm lân cận ở khu vực Quảng Trị và Hà Tĩnh². Các
 102 dữ liệu thu thập đã được đánh giá, phân tích và có độ
 103 phân giải phù hợp với mục tiêu đề ra.

Sơ đồ kiểm kê trượt lở

Sơ đồ kiểm kê trượt lở là cách thức hệ thống hóa các
 khối trượt đã được ghi nhận trong khu vực nghiên
 cứu theo một hệ tọa độ nhất định cũng như quy mô
 và đặc điểm của từng khối trượt. Các khối trượt được
 ghi nhận thông qua công tác khảo sát thực địa, ảnh vệ
 tinh Google Earth, ảnh viễn thám và thu thập từ các
 nguồn đề tài và dự án đã được công bố. Từ việc khảo
 sát thực địa trực tiếp, gián tiếp thông qua phân tích
 ảnh cũng như các nguồn dữ liệu khác, 325 điểm trượt
 đã được biên tập và thể hiện dưới dạng sơ đồ kiểm
 kê trượt lở sử dụng công cụ ArcGIS 10.5. Nhằm mục
 đích phân tích cũng như kiểm tra việc dự báo nguy cơ
 trượt lở, 70% (227 khối trượt) các khối trượt được lựa
 chọn ngẫu nhiên được sử dụng cho việc huấn luyện
 mô hình nhạy cảm trượt lở và 30% (98 khối trượt)
 còn lại được sử dụng để kiểm tra tính đúng đắn của
 kết quả nghiên cứu. Sơ đồ kiểm kê trượt lở được thể
 hiện như Hình 2.

Mô hình tần suất tỷ lệ (FR)

Phương pháp tần suất tỷ lệ là một trong những
 phương pháp được sử dụng rộng rãi và rất phổ biến
 khi đánh giá nguy cơ trượt lở không chỉ ở Việt Nam
 mà còn ở trên Thế giới. Phương pháp này tính toán
 dựa trên tỷ số của diện tích trong đó trượt lở xảy ra
 trong tổng diện tích khu vực nghiên cứu. Phương
 pháp tần suất trượt lở (FR) thiết lập mối quan hệ định
 lượng tần suất xuất hiện của các điểm trượt lở trong
 mỗi vùng không gian của từng yếu tố phân tích. Về
 mặt toán học, tần suất trượt lở (FR) là tỷ số giữa diện
 tích trượt lở trên tổng diện tích nghiên cứu^{2,4,5} và
 được tính theo công thức 1.

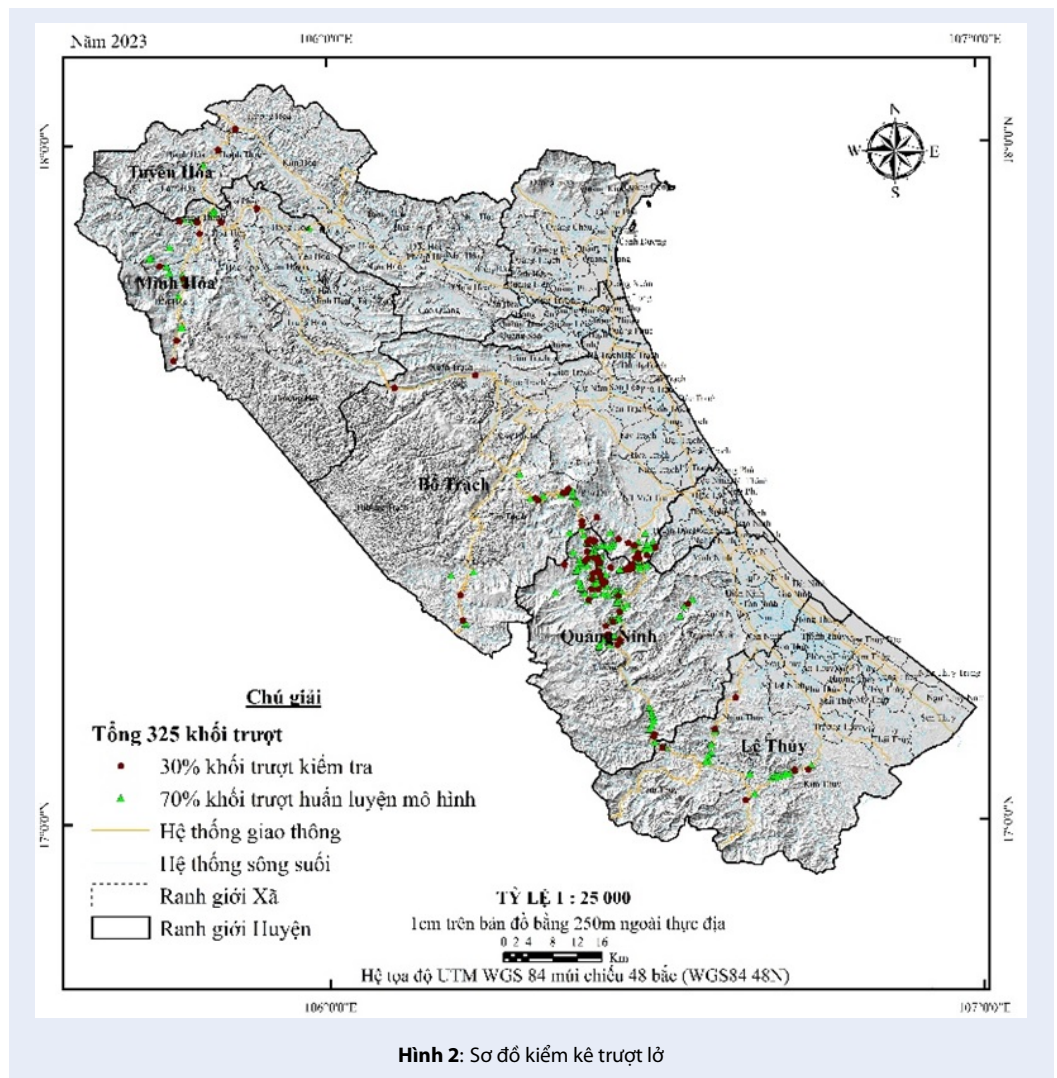
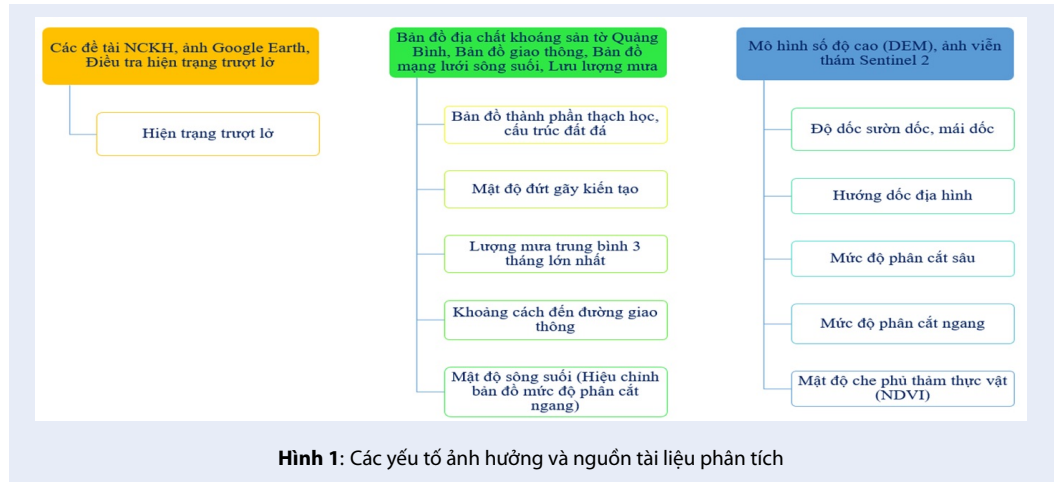
$$FR_{ij} = \frac{E/F}{M/L} \quad (1)$$

Trong đó: i là các yếu tố gây trượt j là lớp dữ liệu thứ
 j trong phân tử i nào đó; FR_{ij} là tần suất trượt lở của
 lớp thứ j trong yếu tố I E là số lượng các pixel trượt lở
 trong mỗi lớp trong mỗi yếu tố; F là tổng số lượng các
 pixel trượt lở trong vùng nghiên cứu; M là số lượng
 các pixel của mỗi lớp trong mỗi yếu tố; L là tổng số
 lượng các pixel trong vùng nghiên cứu.

Dựa vào tần suất trượt lở tính toán trong từng lớp dữ
 liệu j của mỗi yếu tố i, trọng số của từng yếu tố (Wi)
 được tính toán theo công thức 2.

$$W_i = \frac{MaxFR_i - MinFR_i}{Min(MaxFR - MinFR)} \quad (2)$$

Trong đó: $MaxFR_i$ là tần suất trượt lớn nhất trong yếu
 tố i; $MinFR_i$ là tần suất trượt nhỏ nhất trong yếu tố i;
 $Min(MaxFR - MinFR)$ là hiệu số nhỏ nhất trong các
 yếu tố gây trượt.



150 Dựa vào sơ đồ hiện trạng trượt lở và các yếu tố ảnh
 151 hưởng, các giá trị diện tích của các lớp trong từng yếu
 152 tố gây trượt và diện tích trượt lở tương ứng trong mỗi
 153 lớp giá trị đã được xác định để tính toán tần suất trượt
 154 lở trong mỗi lớp cũng như tính toán trọng số của từng
 155 yếu tố ảnh hưởng.
 156 Từ giá trị tần suất tính toán trong từng yếu tố gây trượt
 157 (FR_{ij}) và trọng số (W_i) của từng yếu tố, giá trị định
 158 lượng mức độ nhạy cảm trượt (LSI) có thể được tính
 159 toán như công thức 3.

$$LSI = \sum_{i,j=1}^{n,m} FR_{ij} \times W_i \quad (3)$$

160 Trong đó: LSI (Landslide Susceptibility Index) là chỉ
 161 số nhạy cảm trượt lở; W_i là trọng số gán cho lớp thành
 162 phần I ; n là số các lớp thành phần lựa chọn cho quá
 163 trình phân tích; m là mức độ phân cấp trong mỗi lớp
 164 thành phần. Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở được
 165 thành lập dựa vào việc phân chia các khoảng giá trị
 166 LSI.

167 KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

168 Các yếu tố ảnh hưởng đến trượt lở

169 **Yếu tố lượng mưa:** Lượng mưa, cường độ mưa là yếu
 170 tố chính gây ra hiện tượng trượt lở. Trên cơ sở số liệu
 171 mưa thu được ở 39 trạm đo từ năm 2006 đến năm
 172 2022. Lượng mưa trung bình 3 tháng mùa mưa đã
 173 được dùng để phân tích ảnh hưởng của lượng mưa
 174 đến khả năng gây ra trượt lở. Căn cứ vào vị trí các
 175 trạm đo mưa và lượng mưa trung bình 3 tháng lớn
 176 nhất trong năm, sơ đồ đẳng lượng mưa được xây
 177 dựng bằng phương pháp nội suy Kriging trong GIS.
 178 Sơ đồ lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất được
 179 chia thành 5 lớp với các khoảng giá trị lần lượt là
 180 <1.300mm, 1.300-1.350mm, 1.350-1.400mm, 1.400-
 181 1.450mm và >1.450mm như Hình 3a. Kết quả phân
 182 tích cho thấy rằng khi lượng mưa trung bình 3 tháng
 183 mùa mưa lớn hơn 1300mm thì hiện tượng trượt lở xảy
 184 ra rất mạnh mẽ, tương ứng với tần suất tỷ lệ là 0,818.

185 **Yếu tố độ dốc địa hình:** Độ dốc địa hình khu vực
 186 nghiên cứu được chia thành 7 lớp tương ứng với các
 187 khoảng độ dốc khác nhau. Các lớp độ dốc bao gồm
 188 < 5°, 5 - 15°, 15 - 25°, 25 - 35°, 35 - 45°, 45 - 60°
 189 và > 60°, như Hình 3b. Quá trình điều tra trượt lở
 190 cho thấy rằng trượt lở chủ yếu xảy ra với độ dốc địa
 191 hình từ 15° đến 45°. Những khu vực có độ dốc địa
 192 hình lớn hơn 45° mức độ trượt lở thấp hơn đáng kể
 193 so với độ dốc địa hình từ 15° - 45°. Điều này là do các
 194 thành tạo đá vôi góp phần hình thành nên độ dốc địa
 195 hình lớn. Mặt khác, ở những khu vực địa hình dốc
 196 quá trình bóc mòn của vỏ phong hóa thường diễn ra
 197 mạnh hơn nên vỏ phong hóa tương đối mỏng. Ở khu
 198 vực đồi núi với góc dốc từ 15° - 45° thường bắt gặp sự

phân bố của các thành tạo trầm tích lục nguyên, biến 199
 chất bị phong hóa mãnh liệt, cộng với ít bị bóc mòn 200
 do tác dụng của mưa, nên trượt lở diễn ra rất mạnh 201
 trong khoảng độ dốc địa hình này. Kết quả nghiên 202
 cứu cho thấy rằng khoảng 85% các khối trượt xảy ra 203
 trong khu vực có độ dốc từ 15 đến 45°. Tỷ lệ tần suất 204
 trượt lở đối với các khoảng độ dốc 15 - 25°, 25 - 35° và 205
 35 - 45° lần lượt là 0,294, 0,324 và 0,202 theo thứ tự. 206

Yếu tố thạch học: Đặc điểm thạch học quyết định đến 207
 cường độ cũng như tính thấm và sản phẩm phong hóa 208
 của đá gốc. Thạch học là một trong những yếu tố quan 209
 trọng khi phân tích trượt lở. Trong khu vực nghiên 210
 cứu chứa đựng 28 phân vị địa tầng với 5 loại thành 211
 phần thạch học chính đó là các trầm tích đệ tứ bờ rời; 212
 trầm tích lục nguyên với thành phần là cuội kết, cát 213
 kết, đến sét bột kết; trầm tích sinh hóa; đá biến chất 214
 với đặc trưng là các loại đá phiến sét, phiến sericit, 215
 và các loại đá magma bao gồm đá magma xâm nhập, 216
 đá mạch và phun trào. Các hệ tầng, và sự phân bố 217
 của chúng được thể hiện trong Hình 3c. Kết quả điều 218
 tra trượt lở cho thấy rằng khu vực phân bố đá phiến 219
 sét, và đá magma nơi có địa hình dốc, vỏ phong hóa 220
 dày tần suất trượt lở rất mạnh. Mật độ trượt lở xảy ra 221
 rất mạnh ở những khu vực phân bố đá phiến sét, đá 222
 phiến sericit của hệ tầng Long Đại với tần suất trượt 223
 lở là 0,286, và khu vực phân bố đá magma thuộc phức 224
 hệ Trường Sơn với tần suất là 0,377. Do điều kiện khí 225
 hậu thuận lợi, lượng mưa trung bình hàng năm lớn, 226
 chiều dày vỏ phong hóa của các thành tạo đá phiến sét 227
 và các phức hệ magma trong khu vực nghiên cứu khá 228
 dày. Kết quả khảo sát thực địa cũng cho thấy rằng, các 229
 khối trượt xảy ra trong vỏ phong hóa từ đá magma 230
 đều thuộc dạng mặt trượt cung tròn hình trụ. Kiểu 231
 này phổ biến xảy ra ở các vị trí có vỏ phong hóa dày. 232
 Trong các thành tạo đá phiến, các khối trượt xảy ra 233
 chủ yếu với 2 hình thức chính đó là trượt cung tròn 234
 hình trụ và trượt theo bề mặt phân phiến tại những 235
 vị trí đá có thể nằm cùng hướng với hướng dốc của 236
 sườn dốc. Ở khu vực phân bố đá vôi hầu như không 237
 ghi nhận hiện tượng trượt lở. 238

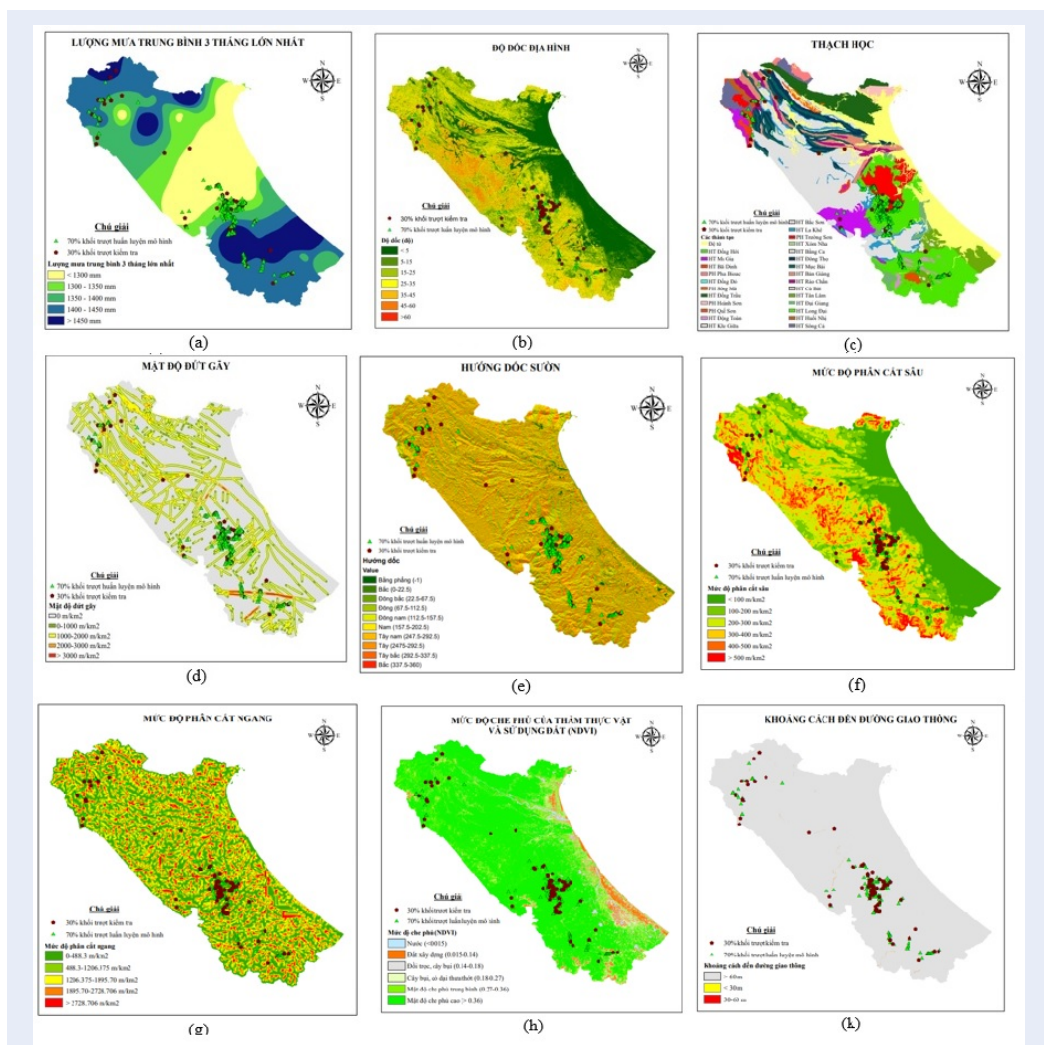
Yếu tố mật độ đứt gãy: Chỉ số mật độ đứt gãy đã được 239
 sử dụng để nghiên cứu mối liên hệ giữa các yếu tố 240
 kiến tạo cụ thể là đứt gãy đến trượt lở. Các hệ thống 241
 đứt gãy được thu thập từ bản đồ địa chất 1/50 000 tờ 242
 Quảng Bình. Sau đó tính toán mật độ đứt gãy trên 243
 một đơn vị diện tích vùng nghiên cứu. Mật độ đứt 244
 gãy được chia thành 5 lớp như sau 0 m/km², >1.000 245
 m/km², 1.000 - 2.000m/km², 2.000 - 3.000m/km² và 246
 > 3000m/km² như Hình 3d. Kết quả nghiên cứu cho 247
 thấy rằng mật độ đứt gãy có ảnh hưởng mạnh mẽ đến 248
 hiện tượng trượt lở. Mật độ các điểm trượt lở cũng 249
 như tần suất trượt lở tương ứng với lớp giá trị mật độ 250
 đứt gãy được thể hiện trong Bảng 1. 251

252 *Yếu tố hướng dốc:* Hướng dốc của các sườn dốc, mái
 253 dốc thể hiện hướng dốc chính của bề mặt địa hình.
 254 Tùy vào điều kiện tự nhiên của các khu vực nghiên
 255 cứu, một số hướng của bề mặt địa hình sẽ bị tác động
 256 mạnh mẽ của các yếu tố như bức xạ của mặt trời, gió,
 257 mưa và sóng biển, sông, hồ. Điều này sẽ ảnh hưởng
 258 đến độ ẩm, mức độ phong hóa cũng như mức độ biến
 259 đổi tính chất cơ lý của đất đá trên các sườn dốc với
 260 các hướng khác nhau. Hướng dốc địa hình được tính
 261 toán dựa vào dữ liệu mô hình số độ cao (DEM) với
 262 độ phân giải là 10m. Sơ đồ hướng dốc được chia
 263 thành 9 lớp: Bằng phẳng (-1°), Bắc ($337,5 - 360^\circ$ và $0 -$
 264 $22,5^\circ$), Đông Bắc ($22,5 - 67,5^\circ$), Đông ($67,5 - 112,5^\circ$),
 265 Đông Nam ($112,5 - 157,5^\circ$), Nam ($157,5 - 202,5^\circ$),
 266 Tây Nam ($202,5 - 247,5^\circ$), Tây ($247,5 - 292,5^\circ$) và
 267 Tây Bắc ($292,5 - 337,5^\circ$) như Hình 3e. Mật độ trượt
 268 lở với sườn dốc hướng Nam, Tây Nam và Tây là lần
 269 lượt là 0,132, 0,160 và 0,193 như Bảng 1. Mật khác,
 270 các hướng gió thịnh hành trong mùa mưa ở khu vực
 271 Quảng Bình chủ yếu là Tây Nam, Đông Nam, hướng
 272 Nam và hướng Tây. Sự hoạt động của các luồng gió
 273 mang theo hơi ẩm, mưa tác động lên các hướng sườn
 274 đón gió gây ẩm ướt, bão hòa sườn dốc thúc đẩy hiện
 275 tượng trượt xảy ra. Hướng chủ đạo của các luồng gió
 276 trong mùa mưa chi phối đáng kể đến sự ảnh hưởng
 277 của trượt lở liên quan đến hướng sườn dốc.
 278 *Yếu tố phân cắt sâu:* Độ phân cắt sâu địa hình là đặc
 279 trưng phản ánh thế năng của đất đá do yếu tố chênh
 280 lệch cao độ địa hình gây ra. Sơ đồ phân cắt sâu được
 281 xây dựng từ dữ liệu mô hình số độ cao (DEM) bằng
 282 cách tính độ chênh cao địa hình giữa các ô pixel liền
 283 kề nhau. Để xây dựng sơ đồ phân cắt sâu cần tạo lớp
 284 thông tin chứa giá trị độ chênh cao địa hình trên mỗi
 285 đơn vị diện tích là 1km^2 (m/km^2). Mức độ phân cắt
 286 sâu được chia thành 6 lớp tương ứng với các giá trị
 287 lần lượt là < 100 , $100 - 200$, $200 - 300$, $300 - 400$, 400
 288 $- 500$ và $> 500 \text{ m}/\text{km}^2$. Kết quả nghiên cứu cho thấy
 289 mức độ phân cắt sâu từ $100 - 200$, $200 - 300$ và $300 -$
 290 $400 \text{ m}/\text{km}^2$ tần suất trượt lở cao nhất lần lượt là 0,225,
 291 0,33 và 0,279, như Bảng 1. Phần lớn các khu vực địa
 292 hình có mức độ phân cắt từ 100 đến $400 \text{ m}/\text{km}^2$ chủ
 293 yếu phân bố các thành tạo đá trầm tích lục nguyên,
 294 biến chất và magma, các khu vực này có địa hình từ
 295 25 đến 45° , nên vỏ phong hóa tương đối dày. Khu
 296 vực có mức độ phân cắt địa hình $>500\text{m}/\text{km}^2$ chủ yếu
 297 phân bố các thành tạo đá vôi, với độ dốc địa hình lớn
 298 và chiều dày vỏ phong hóa mỏng. Điều này lý giải cho
 299 lý do tần suất trượt lở thấp hơn ở khu vực có mức độ
 300 phân cắt địa hình cao nhất.
 301 *Yếu tố phân cắt ngang:* Mức độ phân cắt ngang của
 302 địa hình thể hiện mức độ phân cắt địa hình bởi các
 303 dòng chảy hay hệ thống thủy văn khu vực. Mức độ
 304 phân cắt ngang địa hình được xây dựng từ dữ liệu mô

hình số độ cao (DEM). Mạng lưới thủy văn nhận được
 từ DEM có thể được kiểm tra bằng hệ thống sông suối
 nhận được từ sơ đồ hệ thống sông suối khu vực nghiên
 cứu. Sau khi chuẩn hóa mạng lưới thủy văn, mật độ
 phân cắt ngang được tính toán dựa trên tổng chiều dài
 mạng lưới sông suối trên một đơn vị diện tích. Trong
 nghiên cứu này, mức độ phân cắt ngang được chia
 thành 5 lớp dựa vào thuật toán Nature Break trong
 GIS. Sơ đồ mật độ phân cắt ngang được thể hiện như
 Hình 3g. Kết quả nghiên cứu cho thấy rằng các khối
 trượt phân bố khá đồng đều với các mức độ phân cắt
 ngang của địa hình như trong Bảng 1. Điều này cho
 thấy rằng chỉ một phần nhỏ các khối trượt xảy ra có
 liên quan đến hoạt động của dòng chảy.

Yếu tố mức độ che phủ thảm thực vật (NDVI): mức độ
 che phủ NDVI đã được thành lập dựa trên ảnh Sen-
 tinel. Dựa trên phân tích ảnh, 6 mức độ che phủ đã
 được chỉ ra như trong Hình 3h. Kết quả nghiên cứu
 cho thấy trượt lở xảy ra trong khu vực đối trọc cây bụi
 và khu vực cây bụi thưa thớt với tần suất trượt lở lần
 lượt là 0,473 và 0,246. Những khu vực có mức độ che
 phủ cao, trượt lở ít được ghi nhận.

Yếu tố khoảng cách đến đường giao thông: Hoạt động
 xây dựng công trình trên mái dốc có tác động mạnh,
 ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình trượt đất đá là hoạt
 động xây dựng đường giao thông. Mối liên hệ giữa
 khoảng cách đến đường giao thông và trượt lở được
 giả thiết rằng trượt lở đất đá phát sinh do hoạt động
 cắt xén đường giao thông, cắt xén sườn dốc và hệ
 thống thoát nước không phù hợp. Mật độ xuất hiện
 các tuyến đường giao thông và khoảng cách từ đường
 giao thông đang xét ra 2 bên taluy. Yếu tố ảnh hưởng
 của đường giao thông được thành lập dựa vào sự kết
 hợp giữa khoảng cách tới đường giao thông và độ dốc
 của taluy xung quanh. Khoảng cách đến đường giao
 thông được phân chia theo các khoảng cách lần lượt
 là $< 30\text{m}$, $30 - 60\text{m}$ và $> 60\text{m}$. Sơ đồ thể hiện yếu tố
 ảnh hưởng của đường giao thông được thể hiện như
 Hình 3k. Kết quả nghiên cứu cho thấy, việc cắt xén
 sườn dốc có ảnh hưởng rất lớn tới ổn định của mái
 dốc, điều này được thể hiện thông qua giá trị tần suất
 trượt lở với cạnh đường giao thông với khoảng cách
 $< 30\text{m}$ và $30 - 60\text{m}$ lần lượt là 0,572 và 0,414. Kết quả
 này cho thấy rằng, phạm vi xung quanh đường giao
 thông, nơi chịu tác động của các biện pháp thi công
 cắt xén sườn dốc có ảnh hưởng đáng kể đến trượt lở.



Hình 3: Các yếu tố ảnh hưởng. (a). Lượng mưa trung bình 3 tháng mùa mưa; (b)-Độ dốc địa hình; (c)- Thạch học; (d) – Mật độ đứt gãy; (e) – Hướng dốc sườn dốc; (f) – mức độ phân cát sâu; (g) – Mức độ phân cát ngang; (h) –mức độ che phủ thảm thực vật (NDVI) và (k) – khoảng cách đến đường giao thông.

Bảng 1: Tần suất trượt lở và trọng số của các yếu tố ảnh hưởng²

Các yếu tố ảnh hưởng	Lớp dữ liệu của các yếu tố	% số pixel của mỗi lớp	% Số pixel trượt lở trong mỗi lớp	Tỷ số trượt lở trong mỗi lớp	Tần suất trượt lở (FRij)	Trọng số (Wi)
Lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất	< 1300 mm	25,02	5,2	0,208	0,031	4,086
	1300-1350 mm	13,93	75,47	5,418	0,818	
	1350-1400mm	17,71	7,76	0,438	0,066	
	1400-1450 mm	29,62	7,29	0,246	0,037	
	> 1450 mm	13,71	4,27	0,311	0,047	
Độ dốc địa hình	0° - 5°	24,64	0	0,000	0,000	1,683
	5° - 15°	17,25	13,72	0,795	0,142	
	15° - 25°	22,04	36,23	1,644	0,294	
	25° - 35°	20,43	37,02	1,812	0,324	
	35° - 45°	10,71	12,11	1,131	0,202	
	45° - 60°	4,37	0,91	0,208	0,037	
	> 60°	0,55	0	0,000	0,000	
Thạch học	Đệ tứ	15,58	0	0,000	0,000	1,957
	Hệ tầng Đồng Hới	0,41	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Mụ Giạ	4,15	1,35	0,325	0,024	
	Hệ tầng Bãi Dinh	1,12	2,43	2,170	0,159	
	Phức hệ Phia Bioac	0,66	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Đồng Đồ	0,02	0	0,000	0,000	
	Phức hệ Sông Mã	0,48	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Đồng Trầu	6,28	0	0,000	0,000	
	Phức hệ Hoành Sơn	0,94	0	0,000	0,000	
	Phức hệ Quế Sơn	0,44	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Động Toàn	0,7	0,07	0,100	0,007	
	Hệ tầng Khe Giữa	0,01	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Bắc Sơn	21,37	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng La Khê	3,67	4,89	1,332	0,098	
	Phức hệ Trường Sơn	4,36	22,36	5,128	0,377	

Continued on next page

Table 1 continued

	Hệ tầng Xóm Nha	0,13	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Bằng Ca	0,87	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Đông Thọ	3,77	0,23	0,061	0,004	
	Hệ tầng Mục Bài	3,83	0,04	0,010	0,001	
	Hệ tầng Bán Giàng	3,88	0,2	0,052	0,004	
	Hệ tầng Rào Chấn	1,99	0,17	0,085	0,006	
	Hệ tầng Cù Bài	0,28	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Tần Lâm	3,41	0,26	0,076	0,006	
	Hệ tầng Đại Giang	1,67	0,04	0,024	0,002	
	Hệ tầng Long Đại	17,29	67,2	3,887	0,286	
	Hệ tầng Huổi Nhị	0,54	0	0,000	0,000	
	Hệ tầng Sông Cà	2,13	0,76	0,357	0,026	
Mật độ đứt gãy m/km ²	0	63,58	56,95	0,896	0,225	1,645
	0 - 1000	18,55	24,36	1,313	0,330	
	1000 - 2000	16,06	17,8	1,108	0,279	
	2000 - 3000	1,44	0,87	0,604	0,152	
	> 3000	0,37	0,02	0,054	0,014	
Hướng dốc	Bằng phẳng (-1)	1,13	0	0,000	0,000	1,000
	Bắc (0-22,5)	6,69	3,05	0,456	0,052	
	Đông Bắc (22,5-67,5)	14	9,52	0,680	0,078	
	Đông (67,5-112,5)	12,72	12,37	0,972	0,111	
	Đông Nam (112,5-157,5)	12,33	11,28	0,915	0,104	
	Nam (157,5-202,5)	12,16	14,11	1,160	0,132	
	Tây Nam (202,5-247,5)	11,9	16,71	1,404	0,160	
	Tây (247,5-292,5)	10,84	18,31	1,689	0,193	
	Tây Bắc (292,5-337,5)	11,93	11,12	0,932	0,106	

Continued on next page

Table 1 continued

	Bắc (337,5-360)	6,29	3,54	0,563	0,064	
Mức độ phân cát sâu địa hình m/km ²	< 100	23,44	0	0,000	0,000	1,762
	100-200	19,38	10,05	0,519	0,097	
	200-300	26,01	45,96	1,767	0,331	
	300-400	18,64	33,74	1,810	0,339	
	400-500	9,05	9,67	1,069	0,200	
	> 500	3,47	0,59	0,170	0,032	
Mức độ phân cát ngang m/km ²	0 - 488,3	30,98	33,12	1,069	0,248	1,315
	488,3 - 1206,375	26,06	39,02	1,497	0,347	
	1206,375 - 1895,7	22,65	15,96	0,705	0,163	
	1895,7 - 2728,706	15,52	9,97	0,642	0,149	
	> 2728,706	4,78	1,93	0,404	0,094	
Mức độ che phủ của thảm thực vật và sử dụng đất	Nước (< 0,015)	1,93	0	0,000	0,000	2,455
	Đất xây dựng (0,015-0,14)	4,01	3,31	0,825	0,077	
	Đồi trọc cây bụi (0,14-0,18)	1,08	5,48	5,074	0,473	
	Cây bụi, cỏ dại thưa thớt (0,18-0,27)	5,29	13,96	2,639	0,246	
	Mật độ che phủ trung bình (0,27-0,36)	11,95	16,66	1,394	0,130	
	Mật độ che phủ cao (>0,36)	75,74	60,59	0,800	0,075	
Khoảng cách đến	> 60 m	99,86	95,19	0,953	0,014	2,900
	30-60 m	0,07	2,02	28,857	0,414	
	< 30 m	0,07	2,79	39,857	0,572	

351 **Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở**

352 Sơ đồ phân vùng dự báo trượt lở đất đá khu vực
 353 Quảng Bình được xây dựng theo nguyên tắc chống
 354 xếp tích hợp các bản đồ thành phần có trọng số với
 355 sự trợ giúp của công nghệ GIS 10.5. Kết quả được
 356 thể hiện ở Bảng 2. Đó là sự tích hợp của các bản
 357 đồ thành phần của các yếu tố đã được lựa chọn (tất
 358 cả đều ở dạng raster). Giá trị LSI nằm trong khoảng
 359 từ 0,50 đến 9,09 và được chia thành 5 lớp thể hiện
 360 mức độ nguy cơ trượt lở khác nhau, với nguy cơ: Rất
 361 yếu (0,5 - 1,96), Yếu (1,96 - 3,44), Trung bình (3,44
 362 - 4,85), Mạnh (4,85 - 5,50), Rất mạnh (5,50 - 9,09)
 363 bằng cách sử dụng thuật toán chia lớp Nature Breaks
 364 trong GIS. Tổng diện tích khu vực nghiên cứu khoảng
 365 8.065 km², trong đó diện tích vùng nguy cơ trượt lở
 366 chiếm khoảng 6131,635 km² tương đương với 76,03%
 367 diện tích khu vực, vùng nguy cơ trượt lở thấp khoảng
 368 1151,13 km² (14,27%), vùng nguy cơ trượt lở trung
 369 bình khoảng 453,26 km² (5,62%), vùng nguy cơ trượt
 370 lở mạnh khoảng 269,60 km² (3,34%) và vùng nguy cơ
 371 trượt lở rất mạnh khoảng 59,38 km² (0,74%).
 372 Kết quả thành lập và phân vùng dự báo nguy cơ trượt
 373 lở đất đá tỉnh Quảng Bình được thể hiện trên Hình 4.

374 **Đánh giá mô hình phân vùng nhạy cảm**
 375 **trượt bằng đường cong AUC**

376 Việc kiểm tra mức độ đúng đắn của sơ
 377 đồ phân vùng nhạy cảm trượt sử dụng AUC được chia
 378 thành đường cong chất lượng huấn luyện mô hình
 379 và đường cong kiểm tra mô hình. Đường cong chất
 380 lượng huấn luyện mô hình chỉ ra mức độ đúng đắn
 381 của sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt với các khối trượt
 382 đã xảy ra trong quá khứ (70% khối trượt dùng để huấn
 383 luyện mô hình). Đường cong kiểm tra mô hình phản
 384 ánh khả năng dự báo của sơ đồ phân vùng nhạy cảm
 385 trượt với nguy cơ trượt lở trong tương lai. Để kiểm
 386 tra khả năng dự báo của sơ đồ, chúng tôi sử dụng 30%
 387 khối trượt đã được lựa chọn ngẫu nhiên trong tổng
 388 số 325 khối trượt. Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt
 389 được chia thành 100 lớp giá trị và được sắp xếp theo
 390 thứ tự giảm dần. Sau đó, chống chập sơ đồ LSI với
 391 các khối trượt dùng để huấn luyện và kiểm tra mô
 392 hình một cách lần lượt để tính toán phần trăm tích
 393 lũy của các khối trượt tương ứng với phần trăm diện
 394 tích của sơ đồ phân LSI. Kết quả của các đường AUC
 395 huấn luyện và kiểm tra mô hình được thể hiện trong
 396 Hình 5. Diện tích dưới các đường cong huấn luyện và
 397 dự báo lần lượt là 0,912 và 0,846. Điều này chỉ ra rằng
 398 sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở đất đá rất phù hợp
 399 với các điểm trượt dùng để huấn luyện và kiểm tra mô
 400 hình. Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt có chất lượng
 401 tốt.

KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã sử dụng phương pháp tần suất tỷ lệ để
 thành lập sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở dựa trên 9 yếu
 tố ảnh hưởng được xem xét. Kết quả nghiên cứu cho
 thấy rằng các yếu tố lượng mưa, mức độ che phủ của
 thảm thực vật, độ dốc địa hình, thành phần thạch học
 là những yếu tố có ảnh hưởng mạnh mẽ đến trượt lở
 khu vực Quảng Bình. Sơ đồ dự báo nguy cơ trượt lở
 được chia thành 5 cấp độ nguy cơ trượt lở như rất yếu,
 yếu, trung bình, mạnh và rất mạnh tương ứng với các
 giá trị LSI từ 0,5 - 1,96, 1,96 - 3,44, 3,44 - 4,85, 4,85 -
 5,50 và 5,50 - 9,09. Diện tích nguy cơ xảy ra trượt lở
 mạnh khoảng 269km² chiếm 3,34% diện tích khu vực
 nghiên cứu. Khu vực có nguy cơ rất mạnh khoảng 59
 km² chiếm 0,74% khu vực nghiên cứu.
 Phương pháp đường cong AUC đã chỉ ra mức độ tin
 cậy cao của kết quả nghiên cứu với giá trị AUC là
 91,2% cho huấn luyện mô hình và 84,6% khi kiểm tra
 chất lượng sơ đồ dự báo.
 Phương pháp tần suất tỷ lệ phù hợp, đảm bảo độ tin
 cậy cho việc đánh giá nguy cơ trượt lở ở khu vực
 Quảng Bình. Phương pháp phù hợp để đánh giá nguy
 cơ trượt lở cho các khu vực khác ở Việt Nam

XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Các tác giả có tên trong bài xác nhận không có liên kết
 hoặc liên quan đến bất kỳ tổ chức hoặc thực thể nào
 có bất kỳ lợi ích tài chính nào (như thù lao; trợ cấp
 giáo dục; tham gia vào văn phong diễn giả; tư cách
 thành viên) hoặc lợi ích phi tài chính (như các mối
 quan hệ cá nhân hoặc nghề nghiệp, liên kết, kiến thức
 hoặc niềm tin) về chủ đề hoặc tài liệu được thảo luận
 trong bài này

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

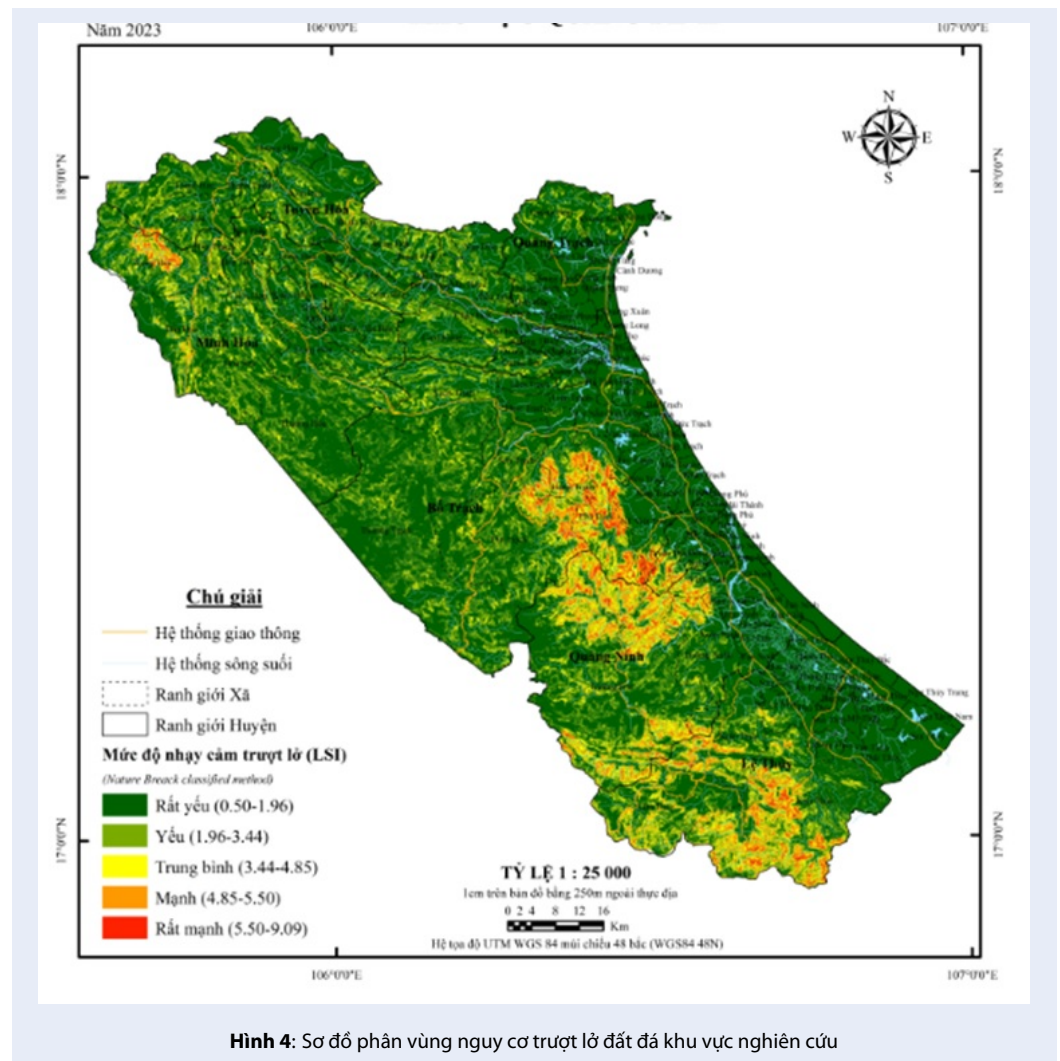
Đóng góp của tác giả Bùi Văn Bình - lập đề cương, xây
 dựng và hoàn thiện bản thảo, thực địa; Bùi Trường
 Sơn – Chính sửa, thực địa, góp ý và chuẩn hóa bản
 thảo; Nguyễn Thị Nụ - chỉnh sửa tóm tắt, thực địa,
 chỉnh sửa một số nội dung.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

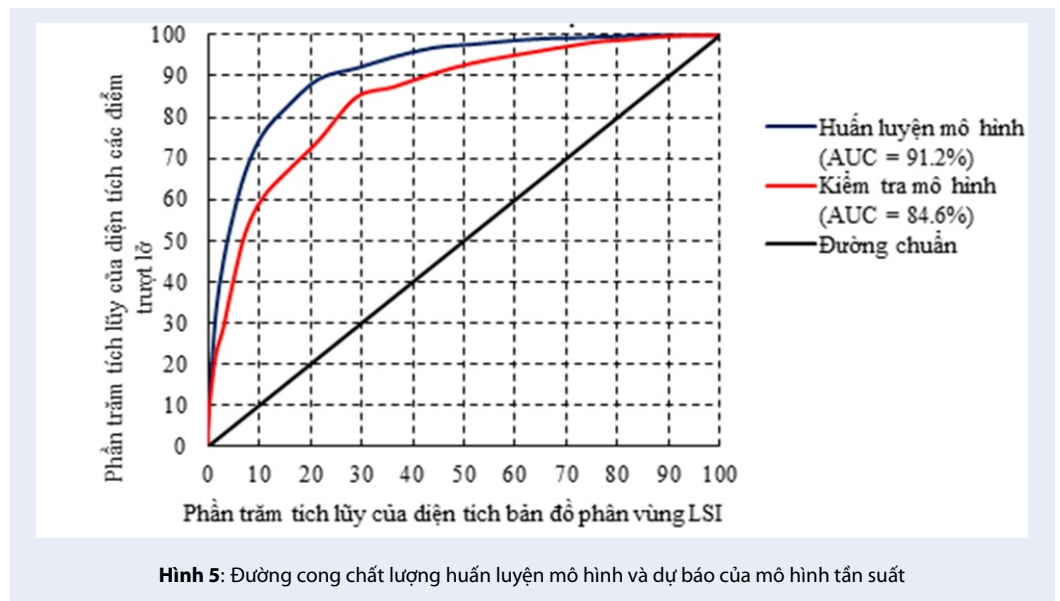
1. Nguyễn ĐL. Nghiên cứu các quá trình dịch chuyển trọng lực đất đá trên sườn dốc, mái dốc của các tuyến đường giao thông Tây Quảng Bình và đề xuất các giải pháp phòng chống. Luận án Tiến sĩ kỹ thuật; 2012;
2. Bùi TS, nnk. Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp phòng, tránh tai biến địa chất trên địa bàn tỉnh Quảng Bình. Đề tài Khoa học công nghệ cấp tỉnh Quảng Bình; 2023;
3. Trịnh XH. Báo cáo kết quả điều tra và thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền núi tỉnh Quảng Bình. Sản phẩm của Đề án Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam; 2017;
4. Bonham-Carter G. Geographic information systems for geoscientists: modeling with GIS. 1994; Available from: <https://doi.org/10.1016/C2013-0-03864-9>.

Bảng 2: Phân cấp nguy cơ trượt đất đá theo chỉ số nhạy cảm trượt LSI

Phân nhóm	Cấp độ nguy cơ tai biến trượt	Giá trị LSI	Màu thể hiện trên sơ đồ	Diện tích (km ²)	% diện tích
Chỉ số nhạy cảm trượt LSI	Rất yếu	0,5-1,96	Xanh thẫm	6131,635	76,03
	Yếu	1,96-3,44	Xanh ngọc	1151,1257	14,27
	Trung bình	3,44-4,85	Vàng	453,2601	5,62
	Mạnh	4,85-5,50	Da cam	269,6028	3,34
	Rất mạnh	5,50-9,09	Đỏ	59,3764	0,74



Hình 4: Sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở đất đá khu vực nghiên cứu



455 5. Pradhan B, Lee S, Buchroithner MF. Remote sensing and
456 GIS-based landslide susceptibility analysis and its cross-
457 validation in three test areas using a frequency ratio model.
458 Photogrammetrie-Fernerkundung-Geoinformation. 2010;17-
459 32;

Application of frequency ratio model for the establishment of the landslide susceptibility map in Quang Binh

Bui Van BINH^{1,2,*}, Bui Truong SON^{1,2}, Nguyen Thi NU^{1,2}



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

The frequency ratio method has been widely applied in establishing the landslide susceptibility maps for many regions in Vietnam and around the world. This method has shown a reasonable reliability in assessing landslide susceptibility. In this study, the frequency ratio model was chosen to assess a landslide susceptibility map in Quang Binh. Data used for the purpose of landslide assessment include landslide inventory, Geological lithology, fault density, maximum 3-month average rainfall, slope, elevation, aspect, NDVI, horizontal cleavage density, deep cleavage density, and distance from the road. The landslide susceptibility map was established based on the frequency ratio model based on the integration of the weights of all influencing factors using the spatial analysis tool in ArcGIS 10.5. The landslide susceptibility level is divided into 5 different levels such as very weak, weak, medium, high, and very high. The reliability of the research results was evaluated based on the AUC curve. The AUC values for training and testing the model are 91.2% and 84.6%, respectively.

Key words: landslides, rate frequency, GIS, AUC, Quang Binh

¹Department of Engineering Geology, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

²Researching group of Engineering Geology and Geo-environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Correspondence

Bui Van BINH, Department of Engineering Geology, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Researching group of Engineering Geology and Geo-environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam

Email: buivanbinh@humg.edu.vn

History

- Received: 08-10-2023
- Accepted: 27-2-2024
- Published Online:

DOI :



Copyright

© VNUHCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : BINH B V, SON B T, NU N T. Application of frequency ratio model for the establishment of the landslide susceptibility map in Quang Binh. *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology* 2024; ():1-1.