

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
BỘ MÔN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH**



BÁO CÁO HỌC THUẬT

NGUY CƠ LŨ Bùn ĐÁ KHU VỰC MIỀN NÚI QUẢNG BÌNH

NGƯỜI THỰC HIỆN: TS. BÙI VĂN BÌNH

BỘ MÔN ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH

HÀ NỘI, 5/2024

Mục lục

1. Giới thiệu chung	3
2. Hiện trạng và cơ chế phát sinh lũ bùn đá	4
2.1. Hiện trạng	4
2.2 Nguyên nhân, cơ chế hình thành và khả năng phát sinh.....	5
2.3. Cơ chế phát sinh dòng lũ bùn đá	7
2.4. Khả năng phát sinh.....	8
3. Đặc điểm địa chất khu vực	9
3.1. Đặc điểm địa tầng	9
4. Phương pháp nghiên cứu.....	12
5. Kết quả và thảo luận.....	16
Kết luận	30
Tài liệu tham khảo.....	31

TÓM TẮT: Lũ bùn đá là một trong những loại hình tai biến địa chất nguy hiểm do những tác động của chúng đến cơ sở hạ tầng, gây ra những thiệt hại nghiêm trọng, những tổn thất về người và của. Việc dự báo nguy cơ xảy ra lũ bùn đá là một công tác quan trọng trong việc giảm thiểu rủi ro do lũ bùn đá gây ra. Khu vực Quảng Bình là nơi có địa hình dốc, mức độ phân cắt địa hình lớn và lượng mưa trung bình trong các tháng mùa mưa lớn. Để dự báo nguy cơ xảy ra lũ bùn đá nhằm giảm thiểu thiệt hại do lũ bùn đá gây ra ở các khu vực miền núi tỉnh Quảng Bình, nhóm nghiên cứu đã tiến hành xây dựng sơ đồ nguy cơ xảy ra lũ bùn đá dựa trên phương pháp tỷ lệ. Nghiên cứu đã sử dụng 8 yếu tố ảnh hưởng bao gồm Lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, Độ dốc địa hình, Cao độ địa hình, Thành phần thạch học, Chỉ số ẩm ướt địa hình, Thảm thực vật và sử dụng đất, Diện tích lưu vực cấp 1, 2, 3 và sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở. Kết quả nghiên cứu đã thành lập được sơ đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ bùn đá khu vực tỉnh Quảng Bình. Mức độ nguy cơ xảy ra lũ bùn đá được chia thành 3 cấp lần lượt là vùng có nguy cơ thấp, vùng có nguy cơ trung bình, và vùng có nguy cơ cao. Khu vực có nguy cơ cao thường phân bố ở các thung lũng sông suối thuộc xã Hóa Thanh, Trọng Hóa, Lâm Hóa và Dân Hóa huyện Minh Hóa và các khu vực Xu Biên, Pa Thà xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh.

1. Giới thiệu chung

Lũ bùn đá là một trong những loại hình tai biến địa chất gây ra những thiệt hại nghiêm trọng về người và của ở các khu vực miền núi. Lũ bùn đá có thể được hình thành do sự nghẽn dòng tại một số các thung lũng sông có cấu tạo dạng nút thắt cổ chai ở phần thượng lưu, khi đó các vật liệu thô được tích tụ lại tại vị trí nút thắt. Vào mùa mưa khi một lượng nước lớn đổ về có thể phá hủy và cuốn trôi các vật liệu tích tụ trước đó ở vị trí nút thắt tạo thành dòng lũ bùn đá làm phá hủy các công trình khi dòng lũ đi qua. Một dạng lũ bùn đá khác cũng có

thể được hình thành trên các thung lũng sông suối do hiện tượng trượt lở gây ra. Hiện tượng trượt lở tạo ra các nguồn vật liệu thô cho dòng lũ, dưới tác dụng của động năng dòng chảy mùa mưa lũ, nó có thể mang theo các vật liệu thô xuống dưới hạ lưu. Thực tế, những khu vực thung lũng sông, suối có sự phân bố trượt lở lớn có thể liên quan đến mức độ nhạy cảm lũ bùn đá. Sharir và nnk (2022) đã phân tích mức độ nhạy cảm lũ bùn đá ở lưu vực sông Panataran, Kg Melangkap Malaysia. Nghiên cứu đã dựa vào các điểm trượt lở xảy ra ở lưu vực sông và các yếu tố ảnh hưởng để phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá. Angillieri (2020) đã tiến hành lập bản đồ phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá bằng phương pháp tỷ số tần suất.

Ở Việt Nam, lũ bùn đá xảy ra phổ biến ở các tỉnh miền núi phía bắc và một số khu vực miền núi ở các tỉnh bắc trung bộ và trung trung bộ. Phan Đông Pha và nnk (2014) đã sử dụng phương pháp AHP để lập bản đồ nguy cơ lũ quét và lũ bùn đá khu vực Tây Nguyên. Ở khu vực Quảng Bình, sau đợt mưa kỷ lục vào tháng 10 năm 2020, hiện tượng trượt chảy xảy ra rất mạnh mẽ trên các sườn dốc tự nhiên dọc theo các thung lũng sông suối từ đó làm phát sinh các dòng lũ bùn đá. Mặc dù, lũ bùn đá phát sinh ở những thung lũng giữa núi, nơi có mật độ dân cư thưa thớt, nhưng công tác nghiên cứu dự báo nguy cơ lũ bùn đá cũng cần được nghiên cứu. Theo đề xuất của sở khoa học công nghệ tỉnh Quảng Bình, nhóm nghiên cứu đã tiến hành lập sơ đồ phân vùng nguy cơ lũ bùn đá trên địa bàn tỉnh Quảng Bình để làm cơ sở cho công tác giảm thiểu rủi ro do lũ bùn đá gây ra cũng như làm cơ sở để hoạch định công tác quy hoạch của tỉnh. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu xây dựng sơ đồ dự báo nguy cơ xảy ra lũ bùn đá khu vực Quảng Bình tỷ lệ 1:25 000.

2. Hiện trạng và cơ chế phát sinh lũ bùn đá

2.1. Hiện trạng

Việt Nam là một trong những quốc gia thường xuyên chịu ảnh hưởng của các loại hình thiên tai gây thiệt hại lớn về người của tài sản trong đó có lũ quét, lũ

bùn đá. Tại khu vực tỉnh Quảng Bình, theo thống kê cho đến nay chưa có những trận lũ bùn đá gây ra thiệt hại lớn về người và tài sản. Tuy nhiên, hàng năm sau những trận mưa lớn, dọc theo các sườn núi dốc, các khe hoặc thung lũng giữa núi vẫn xảy ra các trận lũ bùn đá cục bộ gây ảnh hưởng tới đường giao thông, đặc biệt là dọc theo tuyến đường tỉnh 563, đường Hồ Chí Minh Tây (Hình 3.15). Theo cách phân loại lũ bùn đá thì các trận lũ bùn đá xảy ra ở khu vực nghiên cứu chủ yếu thuộc loại lũ bùn đá do mưa hoặc lũ bùn đá sườn.



Hình 1. Lũ bùn đá ở khe giữa núi trên sườn taluy dương đường tỉnh ĐT563

2.2 Nguyên nhân, cơ chế hình thành và khả năng phát sinh

a) Nguyên nhân hình thành

Lũ bùn đá được hình thành khi có đầy đủ 3 yếu tố : Địa hình, địa mạo; nguồn vật liệu rắn và nước

- **Địa hình, địa mạo**

Các yếu tố của địa hình, địa mạo gồm độ dốc của sườn, độ cao của lưu vực, hình dáng và diện tích của lưu vực. Các yếu tố như độ dốc của sườn, độ cao của lưu vực sẽ cung cấp công năng cho lũ bùn đá. Hình dáng và diện tích của lưu vực sẽ quyết định đến quy mô hình thành dòng lũ bùn đá. Ở những lưu vực

mà độ dốc của sườn núi lớn hơn 25° , độ dốc của lòng sông suối lớn hơn 14° thường dễ tiềm ẩn dòng lũ bùn đá.

Trong đó, điều kiện điều kiện địa hình dốc tạo thế năng dòng chảy lớn và địa mạo tạo hình thái lưu vực thuận lợi tập trung nước và nghẽn dòng.

- Nguồn vật liệu rắn

Vật liệu rắn cũng là một trong những thành phần chính tạo lên lũ bùn đá và nguồn gốc chủ yếu do sạt lở, trầm tích ở sườn dốc, đất đá thải do hoạt động kinh tế công trình của con người (khai thác mỏ, xây dựng công trình...).

Nguồn vật chất đất đá dồi dào là điều kiện địa chất rời rạc, lớp phong hóa mạnh, xuất hiện nhiều rãnh xói, sạt lở, trượt lở

- Nguồn nước

Nước là một thành phần không thể thiếu trong lũ bùn đá, cũng là nhân tố then chốt quyết định đặc tính lưu động của lũ bùn đá. Nước có nguồn gốc chủ yếu từ mưa. Ngoài ra, nguồn nước có thể có từ nước ngầm, mạch lộ,..

Điều kiện về nguồn nước do mưa dài ngày hoặc mưa lớn cục bộ. Bên cạnh đó, các tác động của người trong hoạt động xây dựng, sản xuất và sinh hoạt mà làm tăng độ dốc địa hình, tăng nguồn vật chất đất đá, tăng nguy cơ nghẽn dòng cũng là yếu tố gây lũ bùn đá.

Khi có đầy đủ 3 yếu tố trên, lũ bùn đá có thể hình thành theo các hình thức sau:

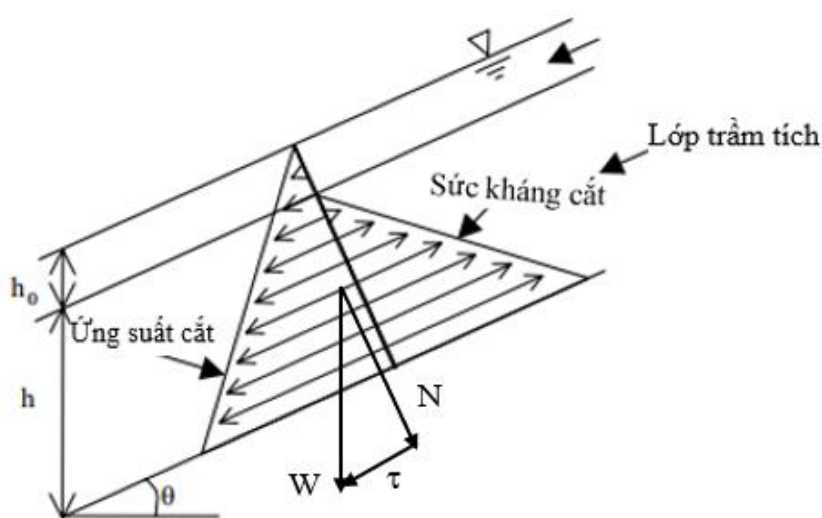
1) Dưới tác động của nước mưa, lớp đất phong hóa ở sườn dốc bị ngấm nước, mất dần tính ổn định và trôi xuống dưới sườn dốc cùng với nước mưa tạo nên dòng lũ bùn đá và gọi là lũ bùn đá sườn 2) Khi mưa lớn, dòng chảy trong sông, suối hoặc khe lũng có tốc độ và lưu lượng lớn, có thể bào xói và cuốn trôi các vật liệu tích đọng và tạo thành dòng lũ bùn đá. 3) Đất đá ở sườn dốc hai bên sông suối, khe lũng bị sạt lở và kết hợp với các vật chất trong dòng chảy cũng có thể dẫn tới dòng lũ bùn đá.

Tại khu vực tỉnh Quảng Bình, trong quá trình khảo sát thực địa, nhóm nghiên cứu nhận thấy lũ bùn đá xảy ra chủ yếu ở các suối hay dòng chảy tạm thời trên các taluy dương tuyến đường HCM Tây. Nguyên nhân chủ yếu là mưa trong

thời gian ngắn với cường độ cao, kết hợp với địa hình đồi núi dốc và nguồn vật liệu hình thành từ trượt lở đất đá.

2.3. Cơ chế phát sinh dòng lũ bùn đá

Trong kiểu lũ bùn đá dịch chuyển trầm tích đáy sông suối, sẽ tồn tại một lớp nước ở trên mặt khối trầm tích và trọng lượng của nó sẽ ảnh hưởng đến sự ổn định mái dốc của các khối trầm tích (hình 2). Do có lớp nước ở bên trên, các khối trầm tích ở trạng thái bão hòa hoàn toàn .



Hình 2. Sự phân bố ứng suất của khối trầm tích bão hòa nước

Khối lượng thể tích bão hòa của khối vật liệu bão hòa nước được xác định theo công thức sau:

$$\gamma = C_*\gamma_s + (1 - C_*)\rho = C_*(\gamma_s - \rho) + \rho \quad (1)$$

Trong đó: γ_s là khối lượng riêng của vật liệu; ρ là khối lượng riêng của nước, C_* là hệ số mật độ thể tích vật liệu trầm tích (đối với trầm tích vùng núi C_* thường lấy bằng 0.6).

Với bề dày lớp trầm tích là h , bề dày nước trên mặt là h_0 , ứng suất cắt tác dụng lên đáy khối vật liệu được xác định theo công thức sau:

$$\tau = W \cdot \sin\theta = [C_*(\gamma - \rho) + \rho]h + \rho \cdot h_0] \sin\theta \quad (2)$$

Sức kháng cắt (theo ứng suất có hiệu) ở đáy khối vật liệu được xác định theo công thức sau (coi như lực dính bằng 0 do chủ yếu là vật liệu rời và bỏ qua áp lực nước lỗ rỗng).

$$\begin{aligned} \tau_s &= N' \cdot \tan\varphi = W' \cdot \cos\theta \cdot \tan\varphi = \gamma_{đn} \cdot h \cdot \cos\theta \cdot \tan\varphi \\ \Rightarrow \tau_s &= (\gamma - \rho) \cdot h \cdot \cos\theta \cdot \tan\varphi = (C_*(\gamma_s - \rho)h \cdot \cos\theta \cdot \tan\varphi \end{aligned} \quad (3)$$

Ở điều kiện cân bằng, ta có: $\tau = \tau_s$.

$$\begin{aligned} \Rightarrow (C_*(\gamma_s - \rho)h \cdot \cos\theta \cdot \tan\varphi &= [\{C_*(\gamma - \rho) + \rho\}h + \rho \cdot h_0] \sin\theta \\ \Rightarrow \tan\theta &= \frac{C_*(\gamma - \rho)}{C_*(\gamma - \rho) + \rho(1 + h_0/h)} \tan\varphi \end{aligned} \quad (4)$$

Lũ bùn đá xảy ra, khi ứng suất τ vượt quá sức kháng cắt τ_s , tức là góc nghiêng tới hạn của lòng dẫn thỏa mãn:

$$\tan\theta_p > \tan\theta = \frac{C_*(\gamma - \rho)}{C_*(\gamma - \rho) + \rho(1 + h_0/h)} \tan\varphi \quad (5)$$

2.4. Khả năng phát sinh

Tỉnh Quảng Bình có ¾ diện tích tự nhiên là đồi núi, địa hình có mức độ phân cắt lớn, đặc biệt là khu vực phía Tây của tỉnh. Đây chính là điều kiện tạo ra động năng cho dòng chảy. Trượt lở đất đá là tai biến địa chất xảy ra phổ biến, trong đó có nhiều khối trượt ở các sườn dốc tự nhiên, ở các khe, hẻm thung lũng giữa núi. Đây chính là nguồn cung cấp vật liệu chính cho dòng lũ bùn đá. Lượng mưa trung bình hàng năm ở Quảng Bình cũng khá cao, tập trung nhiều vào các tháng 9, 10 và 11. Nước mưa là một trong những nguồn nước chính tạo lên dòng lũ bùn đá. Cho đến nay, các giải pháp phòng, chống lũ bùn đá ở Quảng Bình còn rất hạn chế. Do đó, căn cứ vào các đặc điểm địa hình, trượt lở đất đá, lượng mưa và hiện trạng các giải pháp phòng chống có thể thấy lũ bùn đá có nguy cơ xảy ra rất lớn, đặc biệt ở khu vực miền núi phía Tây của tỉnh.

3. Đặc điểm địa chất khu vực

3.1. Đặc điểm địa tầng

Trong khu vực nghiên cứu, trượt lở xảy ra chủ yếu ở những nơi có đá có mức độ phong hóa mạnh, vỏ phong hóa dày. Đất có nguồn gốc phong hóa khi bị bão hòa nước thường có tính chất tan rã và cường độ kháng cắt suy giảm đáng kể. Đây có thể coi vừa là nguyên nhân vừa là yếu tố thúc đẩy trượt xảy ra.

Trong vùng nghiên cứu có 28 hệ tầng, 5 phức hệ magma xâm nhập biểu hiện tính đa dạng của môi trường địa chất trên lãnh thổ không rộng ở mức độ nhất định, chi phối quy luật phân bố cũng như cường độ hoạt động tai biến trượt đất đá theo không gian và thời gian (Bảng 1).

Bảng 1. Đặc điểm địa tầng vùng nghiên cứu

TT	Địa tầng vùng nghiên cứu
1.	Hệ tầng Long Đại ($O_3 - S_1ld_{1-4}$)
2.	Hệ tầng Sông Cả ($O_3 - S_1sc$)
3.	Hệ tầng Đại Giang ($S_2đg$)
4.	Hệ tầng Huồi Nhì (S_2-D_1hn)
5.	Hệ tầng Rào Chấn (D_1rc)
6.	Hệ tầng Tân Lâm (D_1tl)
7.	Hệ tầng Bản Giàng ($D_{1-2}ebg$)
8.	Hệ tầng Mục Bài (D_2gmb)
9.	Hệ tầng Đông Thọ (bậc Frasnian $D_2g - D_3frđt$)
10.	Hệ tầng Cù Bai ($D_{2-3}cb$)
11.	Hệ tầng Bằng Ca (D_3frbc)
12.	Hệ tầng Cát Đằng ($D_3cđ$)
13.	Hệ tầng Xóm Nha ($D_3 - C_1xn$)
14.	Hệ tầng La Khê (C_1lk)
15.	Hệ tầng Bắc Sơn ($C - Pbs$)
16.	Hệ tầng Khe Giũa (P_3kg)
17.	Hệ tầng Động Toàn ($Pđt$)
18.	Hệ tầng Đồng Trầu ($T_2ađt$)

19.	Hệ tầng Đồng Đỏ (T_3 n-r <i>đđ</i>)
20.	Hệ tầng Bãi Dinh (J_{1-2} <i>bd</i>)
21.	Hệ tầng Mụ Gia (J_3 - K_1 <i>mg</i>)
22.	Hệ tầng Đồng Hới (N_1^3 - N_2^1 <i>đh</i>)
23.	Hệ Đệ Tứ
24.	Phức hệ Trường Sơn (γC_1 <i>ts</i>) ($G_a C_1$ <i>ts</i>)
25.	Phức hệ Quế Sơn (δ - $\delta\gamma$ - γP_2 - T_1 <i>qs</i>) ($GD_i P_2$ - T_1 <i>qs</i>)
26.	Phức hệ á phun trào Hoàn Sơn ($\gamma\tau a T_2$ <i>ahs</i>) ($G\tau a T_2$ <i>ahs</i>)
27.	Phức hệ Sông Mã (γT_2 <i>sm</i>) ($G T_2$ <i>sm</i>)
28.	Phức hệ Phia Bioac ($\gamma a T_3$ <i>npb</i>) ($G_a T_3$ <i>npb</i>)

Theo kết quả nghiên cứu về đặc điểm địa tầng sườn dốc, mái dốc của đất đá tại khu vực nghiên cứu cho thấy, mái dốc được thành tạo chủ yếu từ đất loại sét chứa dăm sạn, có đặc trưng bị tan rã khi gặp nước. Điều này thúc đẩy quá trình trượt khi mưa xuống. Bảng 2 thống kê số lượng vị trí trượt lở theo hệ tầng địa chất.

Bảng 2 Hiện tượng trượt lở, đổ đá, sạt đá vùng nghiên cứu

T	Địa tầng	Trượt	Đá	Tổng	Tỷ
T		t	đổ	g	lệ, %
1	Hệ tầng Long Đại (O_3 - S_1 <i>lđ</i>)	215	5	220	67.7
2	Hệ tầng Đại Giang (S_2 <i>đg</i>)	7	4	11	3.4
3	Hệ tầng Huồi Nhị (S_2 - D_1 <i>hn</i>)	1		1	0.3
4	Hệ tầng Rào Chấn (D_1 <i>rc</i>)	4	3	7	2.2
5	Hệ tầng Tân Lâm (D_1 <i>tl</i>)	3		3	0.9
6	Hệ tầng Bản Giàng (D_{1-2} <i>e bg</i>)	6		6	1.8
7	Hệ tầng Mực Bài (D_2 <i>g mb</i>)	8	2	10	3.1
8	Hệ tầng Đông Thọ (bậc Frasnian D_{2g} - D_{3fr} <i>đt</i>)	11		11	3.4
9	Hệ tầng Cát Đằng (D_3 <i>cđ</i>)	6	2	8	2.5
10	Hệ tầng La Khê (C_1 <i>lk</i>)	3	1	4	1.2
11	Hệ tầng Đồng Trâu (T_2 <i>a đt</i>)	4	5	9	2.8
12	Hệ tầng Mụ Gia (J_3 - K_1 <i>mg</i>)	10	5	15	4.6
13	Phức hệ Trường Sơn ($g_a C_1$ <i>ts</i>) ($G_a C_1$ <i>ts</i>)	19		19	5.8
14	Phức hệ Quế Sơn (d - d_g - $g P_2$ - T_1 <i>qs</i>) ($GD_i P_2$ - T_1 <i>qs</i>)	1		1	0.3

	Tổng	298	27	325	100
--	------	-----	----	-----	-----

Theo kết quả trong bảng trên cho thấy hiện tượng đổ đá, sụt đá xảy ra ở những nơi có vị trí đá cứng nứt nẻ. Trong các điểm lộ trình đi thực địa thì có 5 điểm phân bố trên đá phiến sét sericit hệ tầng Long Đại (O_3-S_1 lđ) thuộc đường Hồ Chí Minh nhánh Tây, 5 điểm trên hệ tầng Đại Giang (S_2 đg), 3 điểm trên hệ tầng Rào Chấn (D_1 rc), 2 điểm trên Hệ tầng Mục Bài (D_2 g mb), 2 điểm trên Cát Đằng (D_3 cđ), 1 điểm trên Hệ tầng La Khê (C_1 lk), 5 điểm trên Hệ tầng Đồng Trầu (T_2 a đt), 5 điểm Hệ tầng Mụ Gia ($J_3 - K_1$ mg).

Theo kết quả khảo sát thực địa năm 2022 cho thấy, đặc điểm thành phần và tính chất cơ lý của đất đá ảnh hưởng rất lớn tới quá trình trượt lở ở khu vực nghiên cứu. Trong số các điểm khảo sát có 215 vị trí trượt lở xảy ra trên đất đá phong hóa từ hệ tầng Long Đại (O_3-S_1 lđ), chiếm tỷ lệ 67.7% và phần còn lại xảy ra trên 11 hệ tầng và 02 phức hệ đá magma. Hệ tầng Long Đại có diện phân bố khá rộng trên địa bàn tỉnh Quảng Bình, thành phần đất đá chủ yếu là đá phiến sét, đá bột kết-sét kết có cấu tạo phân lớp. Đây là những loại đá có mức độ phong hóa rất mạnh, tạo điều kiện thúc đẩy hiện tượng trượt lở xảy ra. Một số hình ảnh trượt trên đất đá hệ tầng Long Đại được thể hiện trong hình 3.



Hình 3. Trượt trên đá phiến sét hệ tầng Long Đại dưới

3.2. Cấu trúc địa chất

Cấu trúc địa chất bao gồm đặc điểm đứt gãy, uốn nếp và thể nằm của đất đá. Ở những khu vực có nhiều đứt gãy, uốn nếp, đất đá bị đập vỡ, nứt nẻ mạnh, hiện tượng phong hóa đất đá phát triển mạnh, dẫn tới khả năng phát sinh trượt lở đất đá cao (Hình 4). Ngoài ra, đá phân lớp có thể nằm hướng về phía mái dốc là yếu tố bất lợi, thúc đẩy hiện tượng trượt lở xảy ra. Trong khu vực nghiên cứu, nhiều vị trí trượt xảy ra trên bề mặt đá gốc có hướng cắm về phía mái dốc (Hình 5).



Hình 4. Đá bị vỡ vụn, nứt nẻ

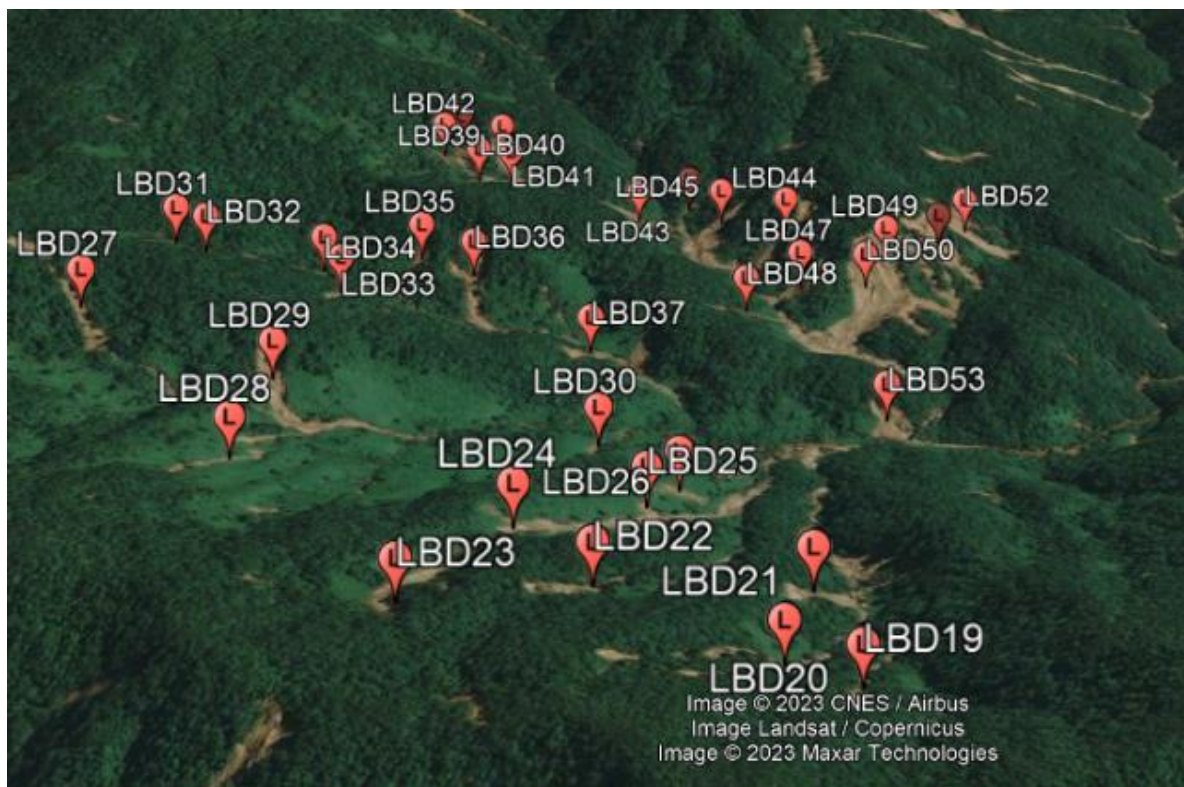


Hình 5. Đá có hướng cắm về phía mái dốc

4. Phương pháp nghiên cứu

Dựa vào các nghiên cứu lũ bùn đá trên Thế giới và Việt Nam, các yếu tố gây phát sinh, phát triển lũ bùn đá bao gồm lượng mưa, cường độ mưa, các yếu tố liên quan đến dòng chảy, yếu tố địa hình, yếu tố địa chất, yếu tố liên quan đến

các các hoạt động địa chất động lực công trình và các yếu tố thảm thực vật.... Các yếu tố này bao hàm toàn diện các khía cạnh có ảnh hưởng đến khả năng phát sinh, phát triển lũ bùn đá. Do đó, việc nghiên cứu lũ bùn đá yêu cầu phải có cách tiếp cận đa chiều, với khả năng phân tích, tổng hợp ảnh hưởng của từng yếu tố nghiên cứu. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu lựa chọn cách tiếp cận đa chỉ tiêu dựa vào một tập hợp các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phát sinh, phát triển lũ bùn đá để lập sơ đồ nguy cơ lũ bùn đá.





Hình 6. Lũ bùn đá hình thành do hiện tượng trượt tháng 10/2020 ở Quảng Bình

Phương pháp so sánh cặp (phương pháp tỷ lệ) được sử dụng để đánh giá vai trò của từng yếu tố trong mối quan hệ tổng hợp của các yếu tố ảnh hưởng đến khả năng phát sinh, phát triển lũ bùn đá. Phương pháp này dựa vào sự đánh giá cho điểm của các chuyên gia đối với các lớp dữ liệu trong mỗi yếu tố và cho điểm đối với mỗi yếu tố được sử dụng. Dựa vào điểm số của các chuyên gia, trọng số của từng yếu tố sẽ được tính toán.

Sự phân bố trong không gian của các lớp giá trị trong mỗi yếu tố được thành lập và quản lý bởi hệ thống thông tin địa lý GIS thông qua phần mềm ARCGIS 10.5. Trị số nhạy cảm lũ bùn đá (H_{LBD}) là tổng của các tích giữa giá trị lớp thứ i trong yếu tố j và trọng số của yếu tố thứ j theo công thức 1.

$$H_{LBD} = \sum_{i,j=1}^{n,m} LBD_{ij} \times W_j \quad (5)$$

Trong đó, H_{LBD} – là chỉ số nhạy cảm lũ bùn đá; W_j – là trọng số của yếu tố thứ j ; và LBD_{ij} – là giá trị của lớp thứ i trong yếu tố thứ j .

Trong nghiên cứu này nhóm tác giả sử dụng 8 yếu tố để xây dựng bản đồ nguy cơ lũ bùn đá, lũ quét. 8 yếu tố bao gồm: Lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, Độ dốc địa hình, Cao độ địa hình, Thành phần thạch học, Chỉ số ẩm ướt địa hình, Thảm thực vật và sử dụng đất, Diện tích lưu vực cấp 1, 2, 3 và sơ đồ phân vùng nguy cơ trượt lở. Mỗi yếu tố được phân thành các lớp, trong đó mỗi lớp có ảnh hưởng khác nhau đến sự phát sinh, phát triển của lũ bùn đá, lũ quét. Việc cho điểm của các yếu tố và cho điểm cho từng lớp giá trị trong các yếu tố được thực hiện bằng cách tham vấn ý kiến của các chuyên gia kết hợp với các đánh giá về hiện trạng một số vị trí ghi nhận lũ bùn đá ở Quảng Bình cũng như đặc điểm của các yếu tố ảnh hưởng đến lũ bùn đá ở Tây Nguyên (Phan Đông Pha (2014)). Quá trình thực hiện được thử dần với các điểm số của từng chuyên gia. Phương án hợp lý nhất sẽ được lựa chọn cho việc đề xuất sơ đồ phân vùng lũ bùn đá

Nguồn số liệu được nhóm nghiên cứu sử dụng như sau:

- Bản đồ địa chất và khoáng sản từ Quảng Bình, tỷ lệ 1/50000. Bản đồ được thành lập trên cơ sở nền Bản đồ địa chất 1/200000 và tổng hợp các tài liệu xuất bản các đề tài khoa và lưu trữ của Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, các số liệu nghiên cứu của học công nghệ.
- Bản đồ địa hình và mô hình số độ cao DEM có độ phân giải 10x10 m năm 2017 của Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản.
- Lượng mưa từ 1970-2022 từ Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam.
- Mức độ che phủ của thảm thực vật và sử dụng đất (NDVI) từ 2020-2022, độ phân giải 10x10 m từ United States Geological Survey (USGS).
- Sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở khu vực tỉnh Quảng Bình được lấy từ đề tài khoa học công nghệ cấp tỉnh Quảng Bình năm 2023 do PGS.TS Bùi Trường Sơn chủ trì.
- Bản đồ mạng lưới sông suối năm 2022 từ ảnh viễn thám kết hợp với bản đồ địa hình và DEM.

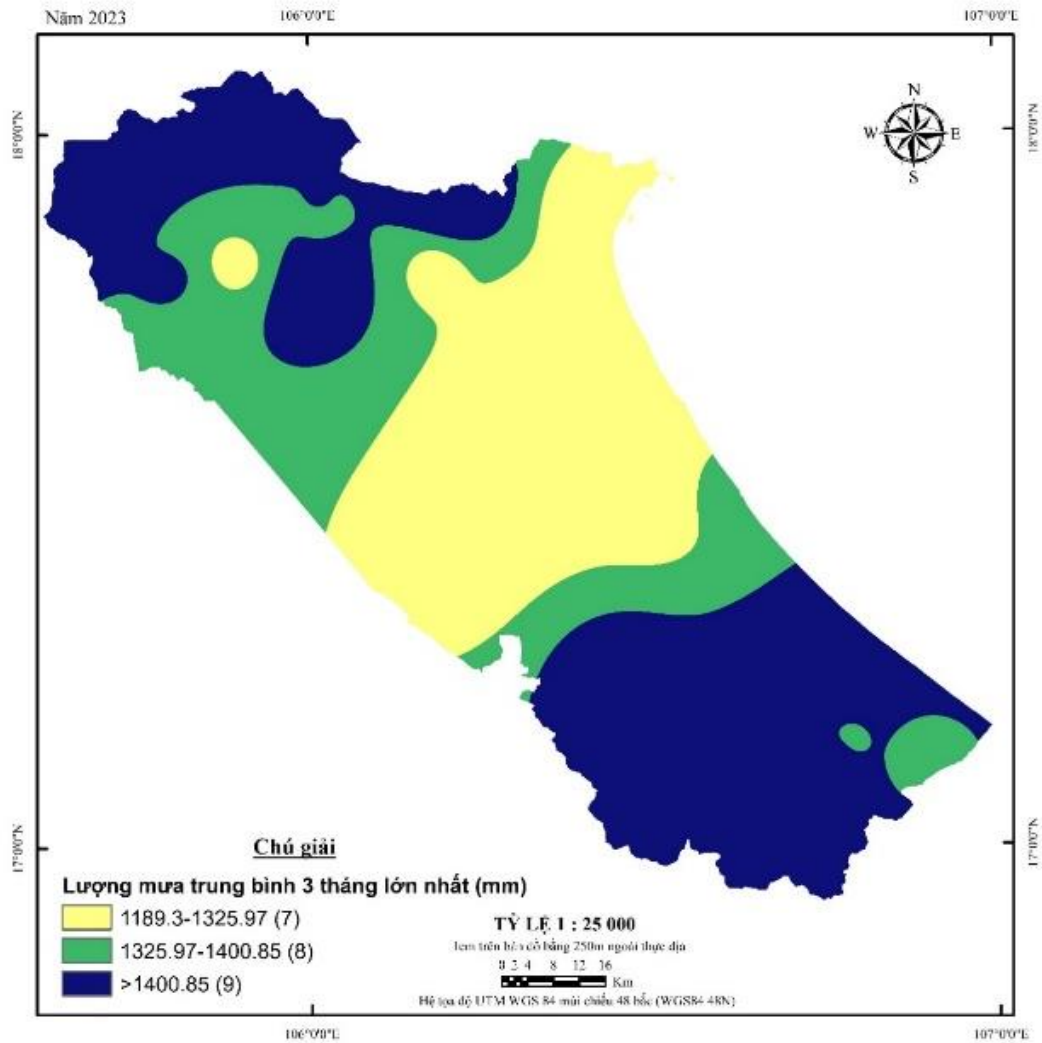
- Điều tra hiện trạng trượt lở năm 2000-2022 từ nguồn đề tài NCKH, điều tra thực địa kết hợp với phân tích ảnh viễn thám.

5. Kết quả và thảo luận

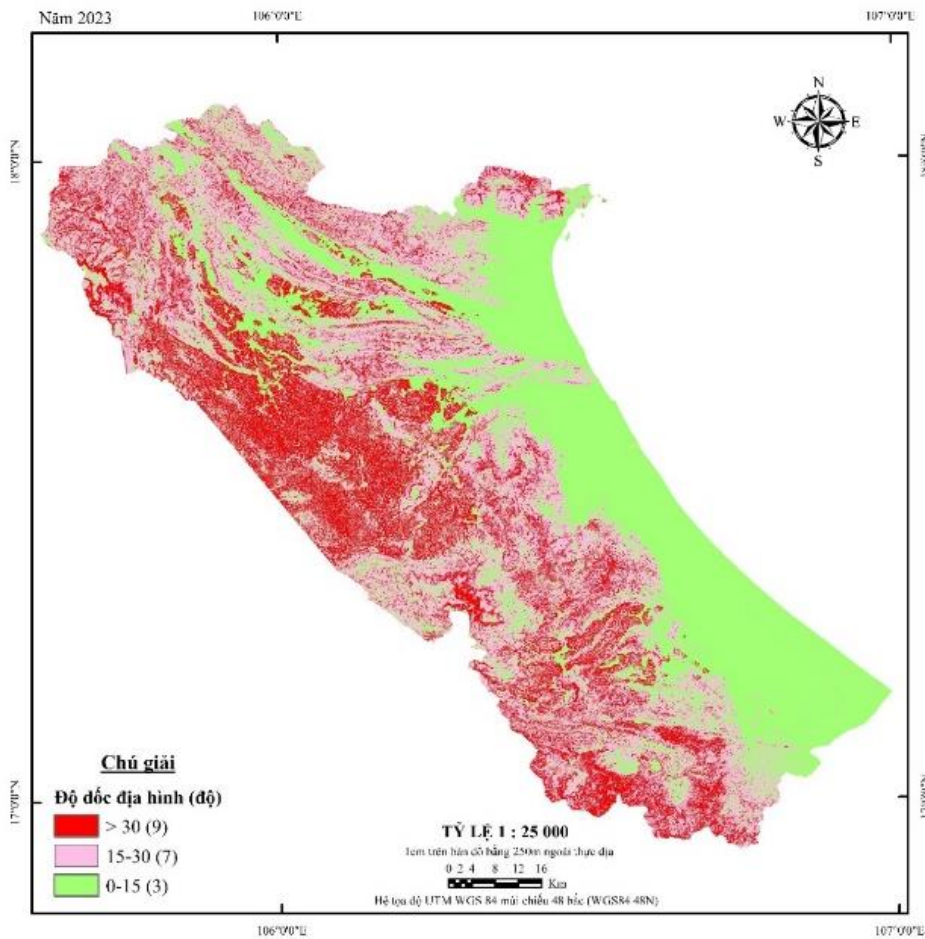
Các yếu tố dùng để phân vùng lũ bùn đá, lũ quét được chia lớp và cho điểm số mỗi lớp như sau:

Yếu tố lượng mưa: Yếu tố lượng mưa được nhóm nghiên cứu thể hiện là lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất. Sơ đồ phân bố lượng mưa dựa trên kết quả thu thập của 39 trạm đo mưa ở tỉnh Quảng Bình và các tỉnh lân cận như Hà Tĩnh và Quảng Trị. Lượng mưa từ các trạm đo mưa sử dụng thuật toán nội suy Kriging trong phần mềm hệ thống thông tin địa lý GIS sau đó áp dụng phương pháp chia ngưỡng natural break. Lượng mưa được phân cấp thành 3 mức với lượng mưa từ 1189.3-1325.97; 1325.97-1400.85 và >1400.85. Do lượng mưa là một trong những nguyên nhân chính gây phát sinh lũ quét lũ bùn đá, nên nhóm nghiên cứu đã cho điểm số của yếu tố lượng mưa là 9 điểm và các lớp trong yếu tố lượng mưa là 7, 8, và 9 theo thứ tự, được thể hiện trong hình 2a.

LƯỢNG MƯA TRUNG BÌNH 3 THÁNG LỚN NHẤT



ĐỘ DỐC ĐỊA HÌNH



Hình 7. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá (còn tiếp)

Yếu tố độ dốc địa hình: Độ dốc của sườn dốc là một trong những yếu tố quan trọng ảnh hưởng đến động năng của dòng chảy gây ra bào xói và vận chuyển các dòng lũ bùn đá. Yếu tố độ dốc sườn dốc được chia thành 3 lớp bao gồm 0-15°, 15-30° và >30°. Điểm số của mỗi lớp được xác định lần lượt là 3, 7, và 9 theo thứ tự. Giá trị điểm số của lớp được xác định là 7 điểm.

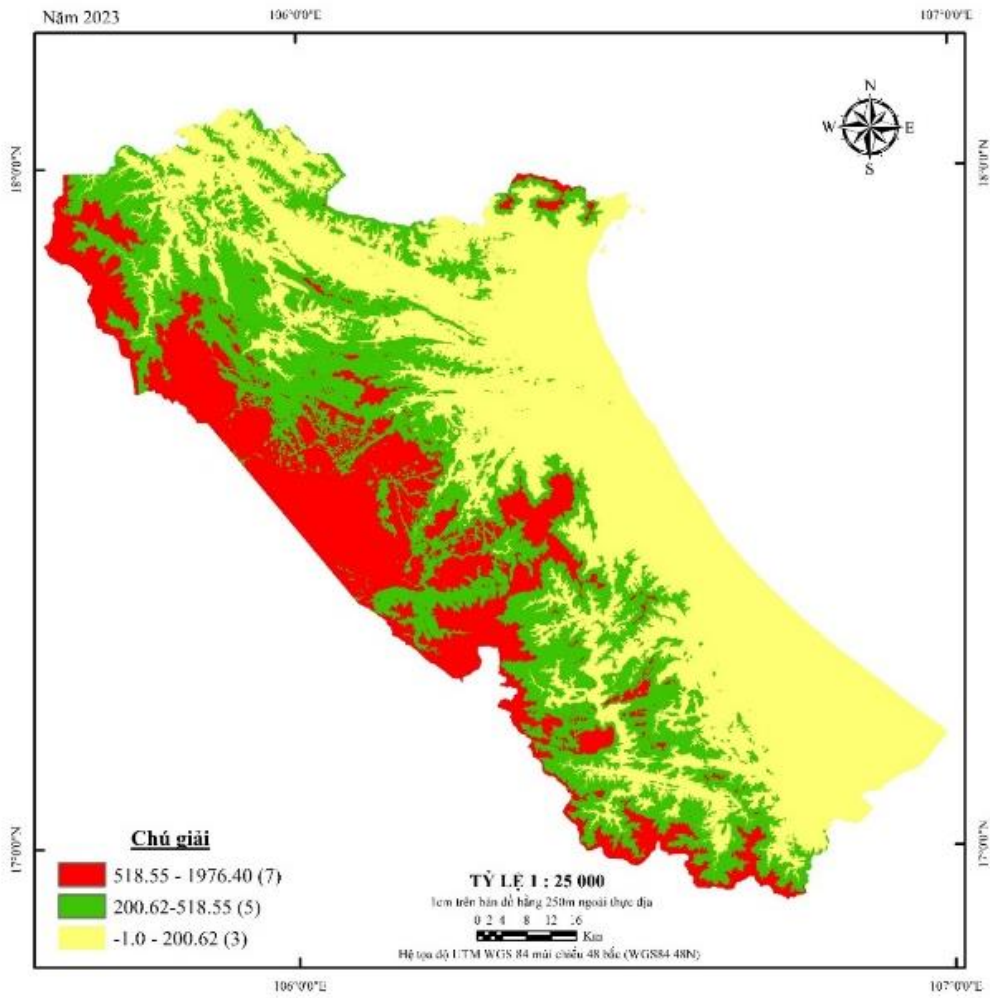
Yếu tố cao độ địa hình lưu vực: Cao độ địa hình lưu vực phản ánh đặc điểm thế năng cũng như động năng của dòng chảy. Ở những khu vực có cao độ lớn động năng và thế năng dòng chảy lớn, những khu vực này thường có khả năng cao phát sinh lũ bùn đá và lũ quét. Ở những khu vực có cao độ địa hình nhỏ thì thường là những nơi có khả năng xảy ra ngập lụt. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã phân chia cao độ địa hình gồm 3 mức theo phương pháp Nature break bao gồm -1.0-200.62 m, 200.62-518.55 m và > 518.55m. Điểm số của

mỗi lớp lần lượt là 3, 5 và 7. Điểm số của yếu tố cao độ địa hình được xác định là 3 điểm.

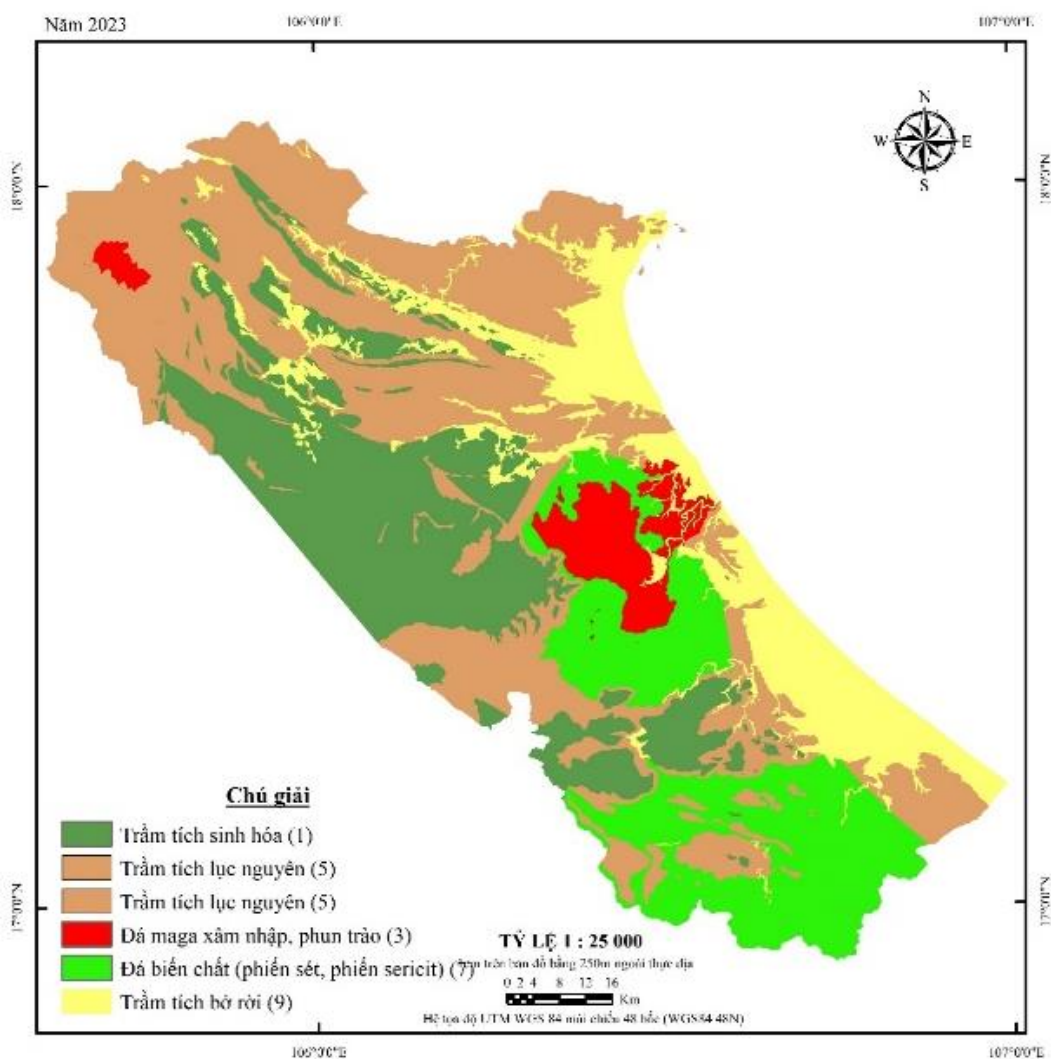
Yếu tố thạch học: Thành phần thạch học của đất đá thể hiện cường độ tương đối, cũng như khả năng phong hóa của các loại thạch học này. Các loại thạch học khác nhau có mức độ phong hóa khác nhau. Các sản phẩm phong hóa từ đá gốc là nguồn vật liệu hình thành lên lũ bùn đá. Dựa đặc điểm, tính chất cũng như thành phần của các thành tạo trong khu vực nghiên cứu, nhóm nghiên cứu chia các thành tạo đất đá thành 5 nhóm chính bao gồm: Trầm tích bờ rời; trầm tích lục nguyên, trầm tích sinh hóa, đá magma và đá biến chất có thành phần là phiến sét, phiến sericit. Điểm số lần lượt của các lớp thạch học này là 9, 5, 1, 3 và 7 theo thứ tự. Điểm số của yếu tố thạch học được xác định là 5 điểm.

Yếu tố chỉ số ẩm ướt địa hình: Chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI) thể hiện độ ẩm ở trạng thái ổn định nó phản ánh mối quan hệ giữa nguồn cung cấp nước lưu vực và hệ thống thoát nước của lưu vực. Yếu tố này được chia thành 3 lớp là -8.76-5.95; 5.95-10.13 và 10.13-38.66. Điểm số của các lớp lần lượt là 1, 3 và 5 theo thứ tự. Điểm số của yếu tố được xác định là 1.

CAO ĐỘ ĐỊA HÌNH

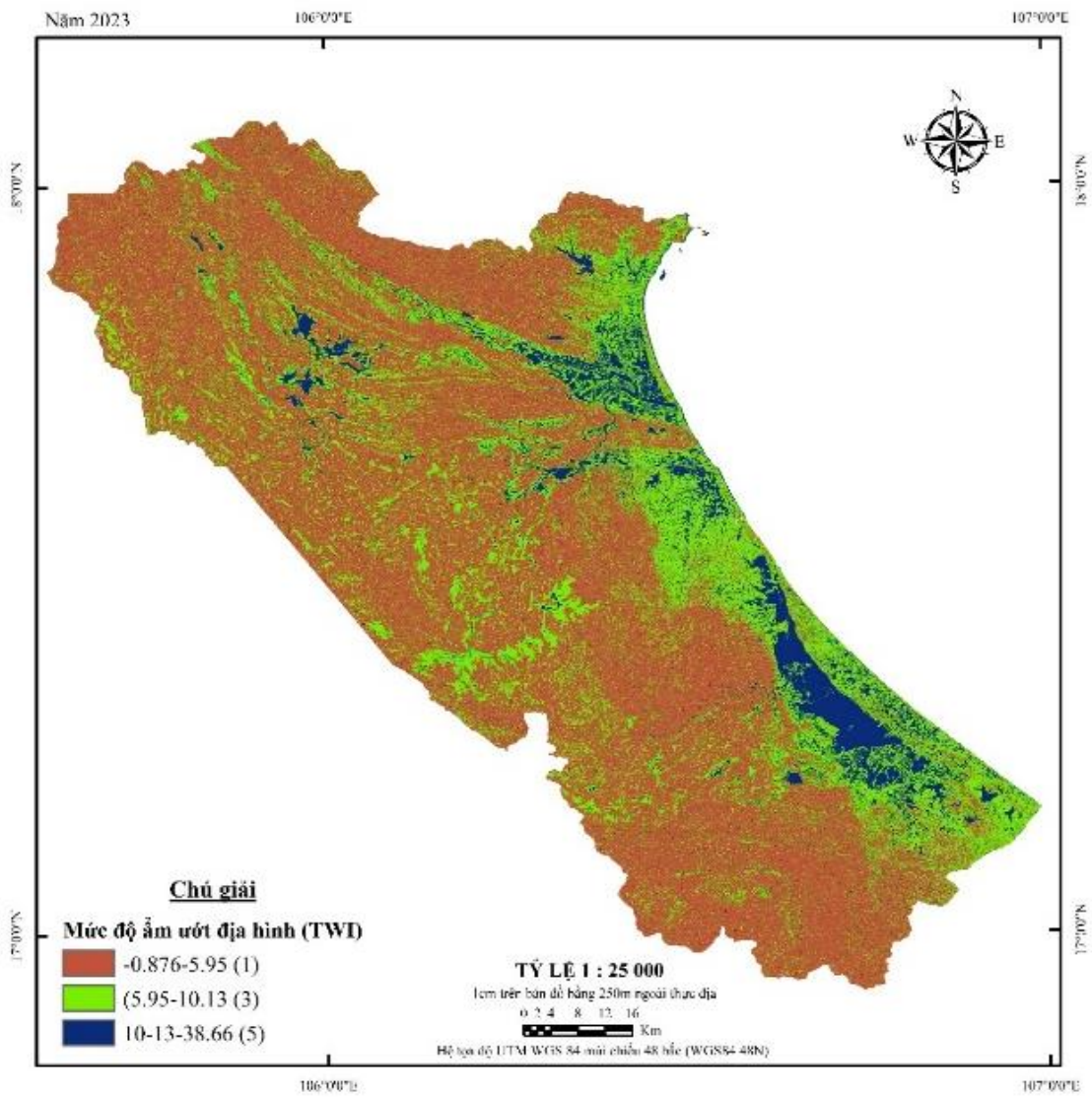


THÀNH PHẦN THẠCH HỌC

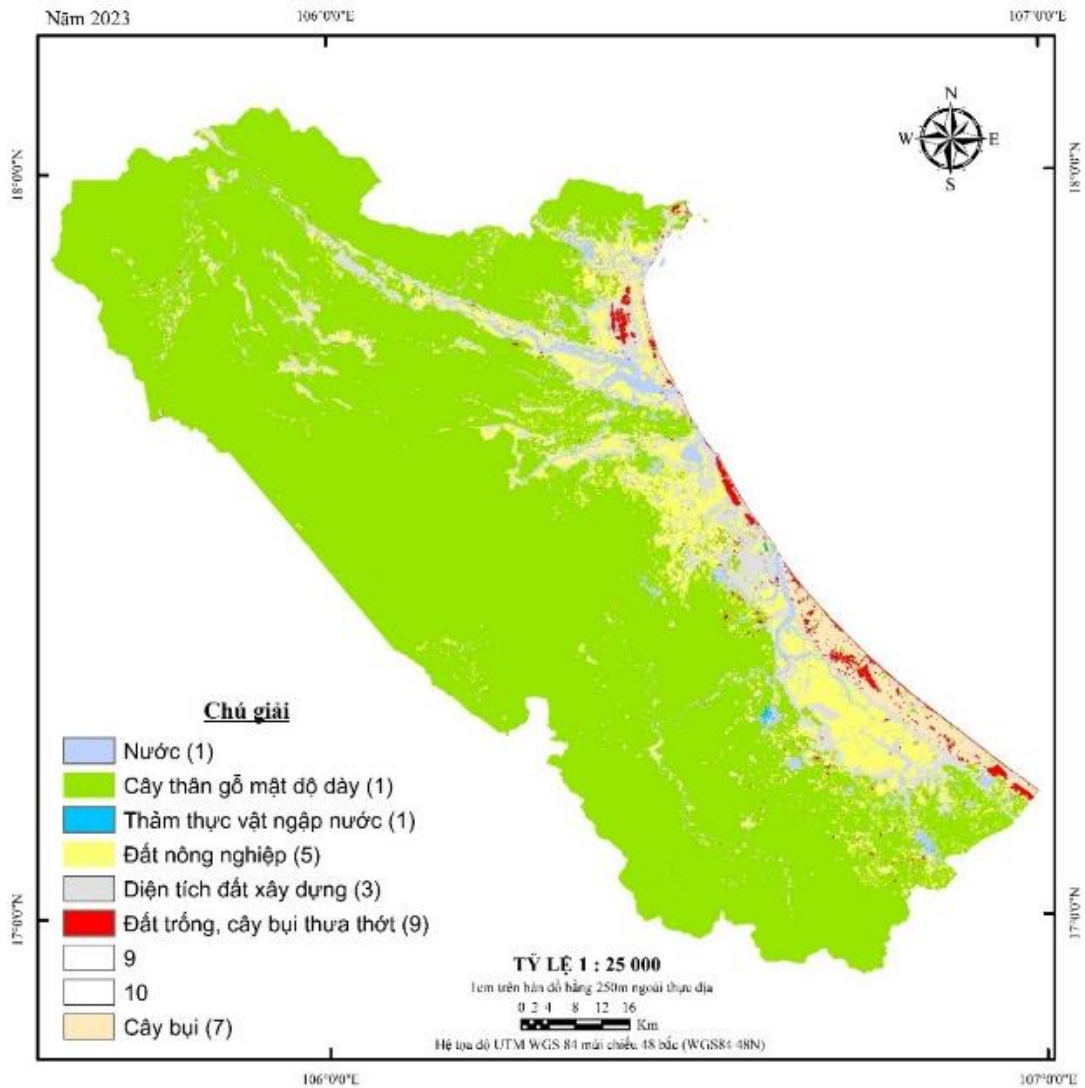


Hình 7. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá (còn tiếp)

MỨC ĐỘ ẨM ƯỚT ĐỊA HÌNH (TWI)



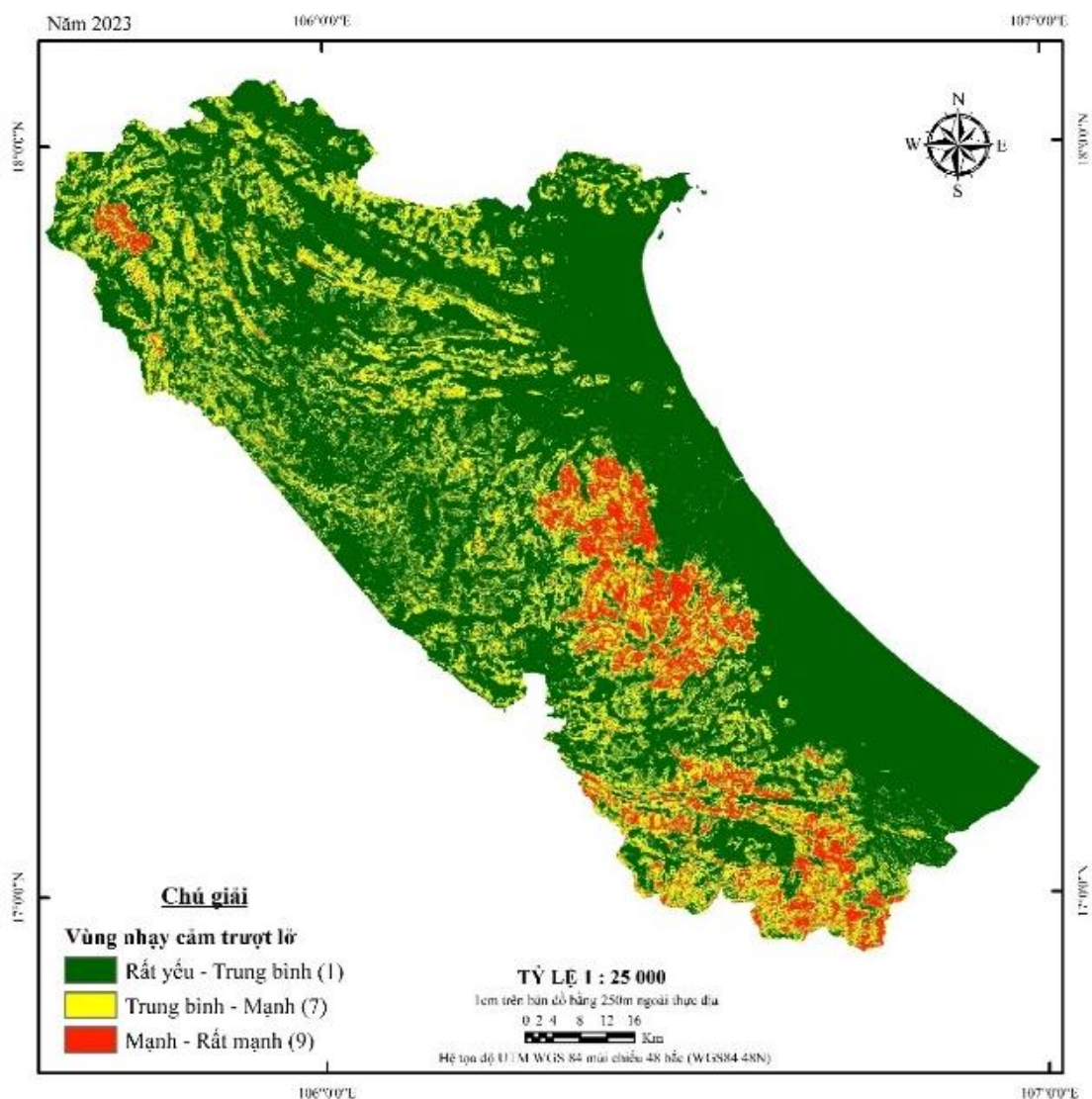
THẨM THỰC VẬT VÀ SỬ DỤNG ĐẤT



Hình 7. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá (còn tiếp)

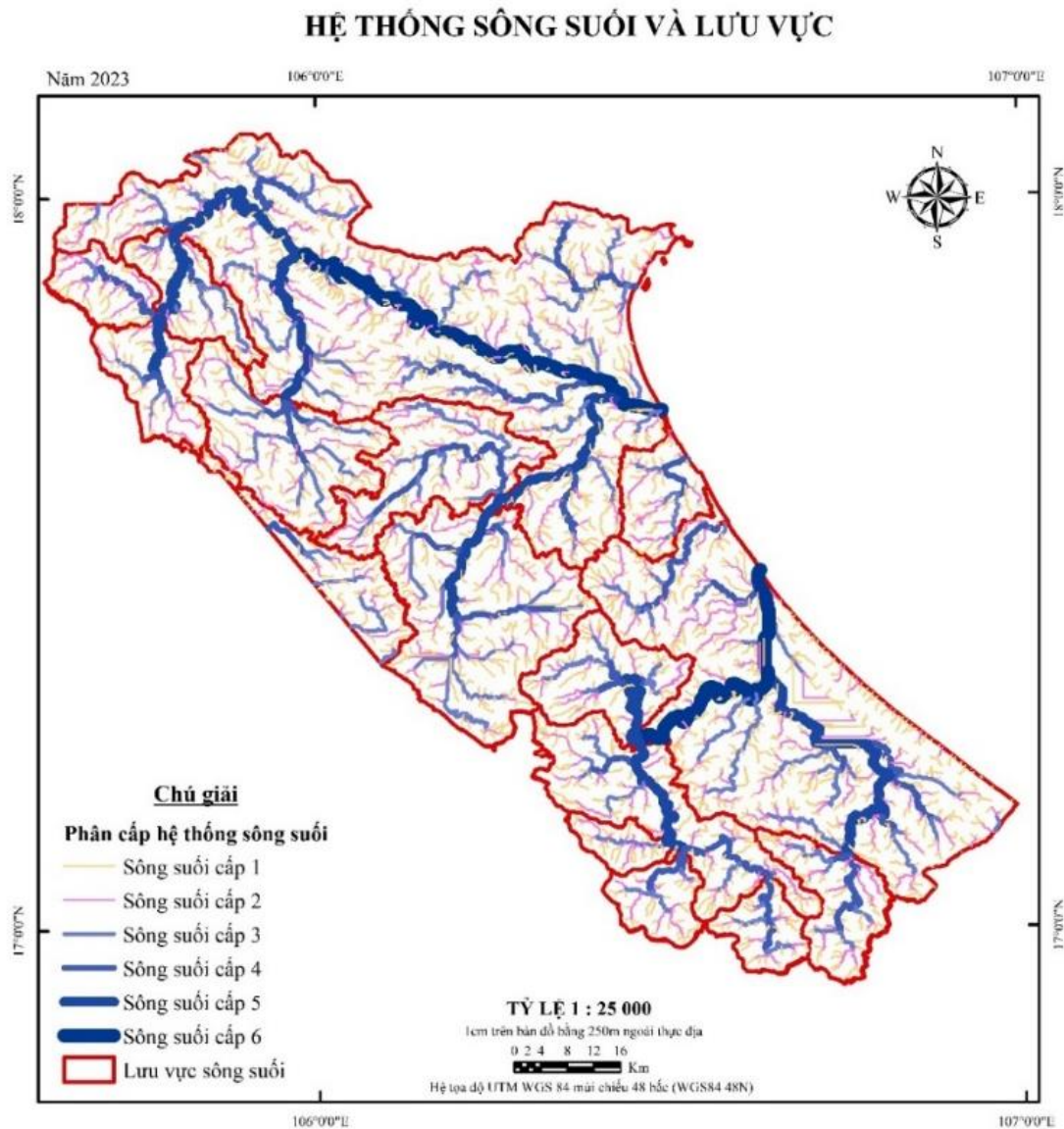
Yếu tố thảm thực vật và sử dụng đất: Mức độ che phủ của thảm thực vật và bản đồ sử dụng đất thường được sử dụng là một trong những yếu tố cơ bản trong việc dự báo lũ quét, lũ bùn đá. Mức độ che phủ của thảm thực vật ảnh hưởng đến khả năng xói mòn bề mặt địa hình, cũng như thời gian tập trung nước trên toàn bộ lưu vực. Mật độ che phủ càng lớn thì khả năng chống xói mòn bề mặt địa hình cũng như kéo dài thời gian tập trung nước trên toàn bộ lưu vực càng lớn và ngược lại. Dựa vào yếu tố thảm thực vật và bản đồ sử dụng đất, nhóm nghiên cứu đã đánh giá điểm số cho các lớp trên bản đồ và điểm số của yếu tố được xác định là 5 điểm.

Yếu tố phân vùng nhạy cảm trượt lở: Nguồn vật liệu hình thành nên lũ bùn đá thường bắt nguồn từ các hiện tượng trượt lở trên các lưu vực sông suối. Vì vậy yếu tố nhạy cảm trượt lở thường được sử dụng trong việc phân vùng nguy cơ lũ bùn đá. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu đã sử dụng sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở đã được thực hiện trong cùng đề tài để tiến hành phân vùng lũ bùn đá. Dựa vào mức độ nhạy cảm trượt lở đã được phân chia ở trên, chúng tôi tiến hành xác định các điểm số của mỗi lớp như sau; vùng nhạy cảm rất yếu đến trung bình 1 điểm, trung bình đến mạnh 7 điểm và mạnh đến rất mạnh 9 điểm. Yếu tố nhạy cảm trượt lở được xác định là 9 điểm như trong hình 2g.



Hình 7. Các yếu tố ảnh hưởng lũ bùn đá

Yếu tố dòng chảy lưu vực: Dòng chảy lưu vực là một trong những yếu tố chính quyết định đến sự hình thành của lũ quét, lũ bùn đá. Theo Phan Đông Pha và nnk (2014) [2], lũ quét, lũ bùn đá chủ yếu xảy ra tại các dòng hay lưu vực tương ứng với các cấp sông suối cấp 1, 2 và 3. Với các cấp lưu vực (cấp dòng) cao hơn (4, 5 và 6) thì chỉ xảy ra lũ lụt thông thường. Do đó, nhóm nghiên cứu đã khoanh vùng lưu vực nguy cơ lũ bùn đá, lũ quét ở các lưu vực cấp 1, 2 và 3. Các cấp dòng và lưu vực tương ứng đã được thể hiện như hình 3.



Hình 8. Các cấp sông suối (cấp dòng) và lưu vực

Căn cứ và các tài liệu phân vùng tai biến địa chất khu vực Bắc Trung Bộ, và một số kết quả nghiên cứu lũ quét lũ bùn đá ở Việt Nam và trên thế giới, nhóm nghiên cứu đã tiến hành cho điểm các lớp và các yếu tố như bảng 1.

Dựa vào trọng số của từng yếu tố đã được xác định ở trên, nhóm nghiên cứu đã tiến hành tính toán giá trị trọng số của từng yếu tố. Trọng số của mỗi yếu tố được xác định bằng phương pháp phân tích so sánh cặp của Saaty (AHP) (Saaty, 1989). Mức độ quan trọng và trọng số của các yếu tố được thể hiện như bảng 3.

Bảng 3. Các yếu tố ảnh hưởng đến lũ bùn đá, lũ quét

Yếu tố	Lớp	Điểm số lớp (LQ _{ij})	Điểm số yếu tố
Lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất (mm) (LM)	1189.3-1325.97	7	9
	1325.97-1400.85	8	
	1400.85-1666.70	9	
Độ dốc địa hình (độ) (DD)	0-15	3	7
	15-30	7	
	>30	9	
Cao độ (m) (CD)	-1-200.6	3	3
	200.62-518.55	5	
	518.55-1976.40	7	
Thạch học (TH)	Trầm tích bờ rời	9	5
	Trầm tích lục nguyên	5	
	Trầm tích sinh hóa	1	
	Đá magma	3	
	Đá biến chất (phiến sét)	7	
	-8.76-5.95	1	1

Chỉ số ẩm ướt địa hình (TWI)	5.95-10.13	3	
	10.13-38.66	5	
Thảm thực vật và sử dụng đất (LULC)	Nước	1	5
	Cây thân gỗ mật độ dày	1	
	Thảm thực vật ngập nước	1	
	Đất nông nghiệp	3	
	Diện tích xây dựng	5	
	Đất trồng, cây bụi thưa thớt	9	
	Cây bụi	7	
Bản đồ phân vùng trượt lở (LSI)	Rất yếu - Trung bình	1	9
	Trung bình - Mạnh	7	
	Mạnh - Rất mạnh	9	

Từ các tính toán ở trên, mức độ trượt lở cảm lũ bùn đá được tính toán dựa trên điểm số của từng lớp giá trị trong mỗi yếu tố và trọng số của mỗi lớp như công thức 2.

$$H_{LBD} = \sum_{i,j=1}^{n,m} LQ_{ij} \times W_i \quad (6)$$

Với LQ_{ij} là giá trị của mỗi lớp giá trị trong từng yếu tố; W_i là trọng số của mỗi lớp giá trị. Sơ đồ giá trị trượt lở cảm lũ bùn đá (H_{LBD}) được thể hiện như trên hình 9a.

Như phân tích ở trên, khu vực có nguy cơ lũ bùn đá, lũ quét thường xảy ra ở các lưu vực sông cấp 1, 2 và 3. Dựa vào sơ đồ lưu vực sông hình 3 và sơ đồ chỉ số trượt lở cảm lũ bùn đá, nhóm nghiên cứu đã tiến hành trích xuất các chỉ số trượt lở cảm ứng với các lưu vực sông cấp 1, 2 và 3. Chỉ số lũ bùn đá ở các khu vực lưu vực sông cấp 4, 5 và 6 sẽ được loại bỏ. Vì theo nghiên cứu của Phan Đông Pha và nnk (2014) khi nghiên cứu tại biến địa chất ở khu vực Bắc trung bộ đã chỉ ra rằng chỉ có các lưu vực sông cấp 1, 2 và 3 mới có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá. Các lưu vực cấp cao hơn 4, 5 và 6 thì chỉ có nguy cơ ngập lụt. Kết quả

ngiên cứu đã thành lập được sơ đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ bùn đá theo 3 cấp như hình 9b.

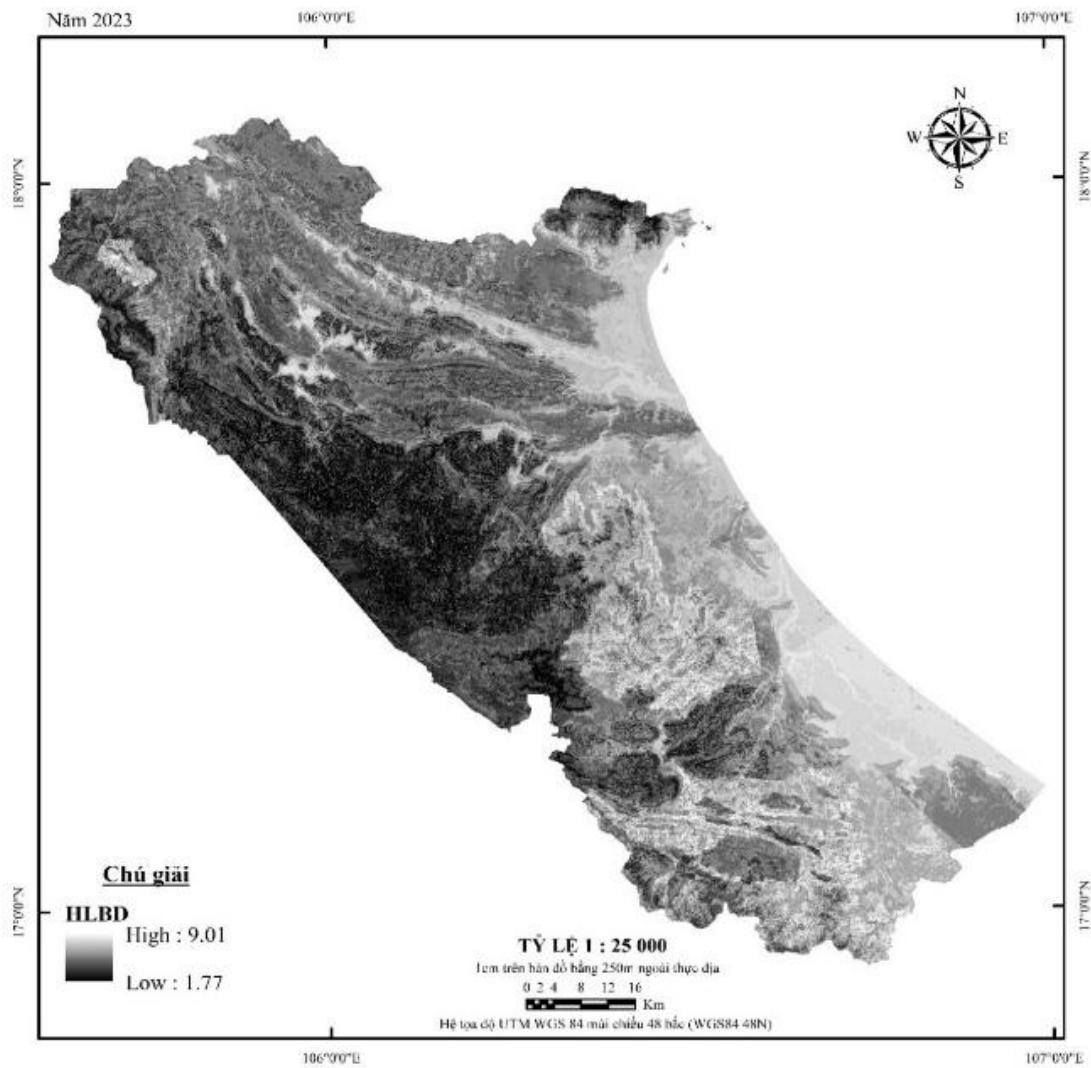
Dựa trên việc phân tích từ ảnh viễn thám, kết hợp với phương pháp thực địa khi xem xét mức độ che phủ, trượt lở đất đá dọc theo các lưu vực sông suối và phương pháp chuyên gia để khoanh vùng dự báo nguy cơ lũ bùn đá khu vực nghiên cứu. Kết quả phân vùng nguy cơ lũ bùn đá khu vực nghiên cứu được thể hiện trên hình 4b. Kết quả phân vùng cho thấy khu vực khe giữa núi, thung lũng sông suối, (dòng chảy tạm thời) đi qua các xã Hóa Thanh, Trọng Hóa, Lâm Hóa và Dân Hóa huyện Minh Hóa và các khu vực Xu Biên, Pa Thà xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh, tỉnh Quảng Bình có nguy cơ xảy ra lũ bùn đá. Đây cũng là những khu vực có nguy cơ trượt lở đất đá cao. Ngoài ra, kết quả phân vùng cũng cho thấy một số khu vực có nguy cơ lũ lụt như lưu vực sông Gianh, lưu vực sông Côn, lưu vực sông Nhật Lệ, các xã Quảng Phương, Quảng Thanh, Cao Quảng, Quy Hóa, Minh Hóa và Tân Hóa.

Bảng 4. Bảng tính trọng số của các yếu tố

	LM (9)	DD (7)	CD (3)	TH (5)	TWI (1)	LULC (5)	LSI (9)	Trọng số (Wi)
LM (9)	1.00	1.29	3.00	1.80	9.00	1.80	1.00	0.23
DD (7)	0.78	1.00	2.33	1.40	7.00	1.40	0.78	0.18
CD (3)	0.33	0.43	1.00	0.60	3.00	0.60	0.33	0.08
TH (5)	0.56	0.71	1.67	1.00	5.00	1.00	0.56	0.13
TWI (1)	0.11	0.14	0.33	0.20	1.00	0.20	0.11	0.03
LULC (5)	0.56	0.71	1.67	1.00	5.00	1.00	0.56	0.13
LSI (9)	1.00	1.29	3.00	1.80	9.00	1.80	1.00	0.23

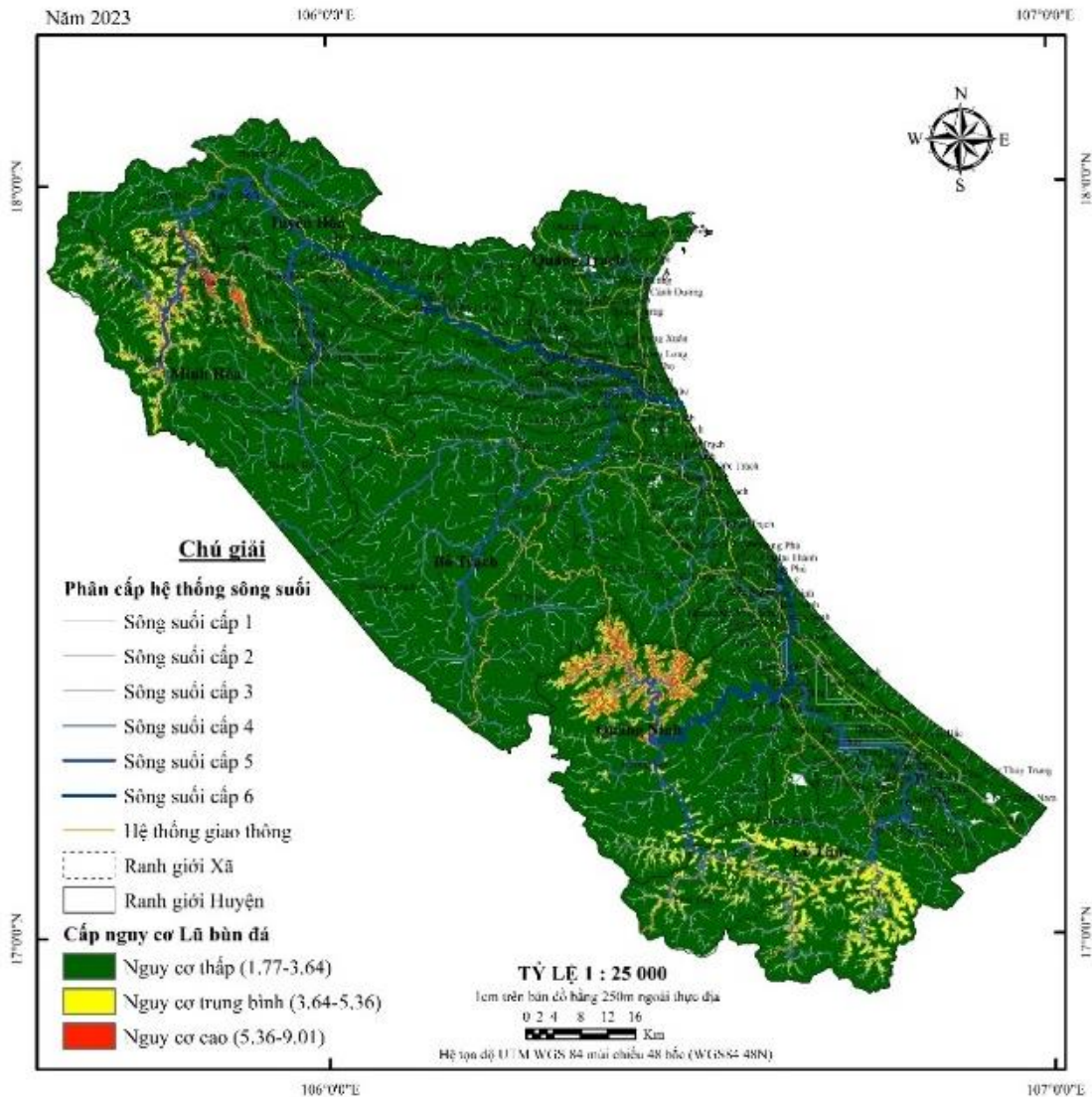
(LL-lượng mưa, DD-độ dốc, CD-Cao độ, TH-Thạch học, TWI-Chỉ số ẩm ướt địa hình, LULC-Mức độ che phủ và sử dụng đất, LSI- Yếu tố nhạy cảm trượt)

CHỈ SỐ MỨC ĐỘ NHẠY CẢM LŨ BÙN ĐÁ



Hình 9a. Sơ đồ giá trị nhạy cảm H_{LB}D

SƠ ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY CƠ LŨ Bùn ĐÁ KHU VỰC QUẢNG BÌNH



Hình 9.b- Sơ đồ phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá

Kết luận

Nghiên cứu đã sử dụng 8 yếu tố chính ảnh hưởng đến việc phát sinh phát triển lũ bùn đá để thực hiện xây dựng sơ đồ phân vùng nguy cơ lũ bùn đá bao gồm lượng mưa trung bình 3 tháng lớn nhất, yếu tố độ dốc địa hình, cao độ địa hình, thạch học, thảm thực vật, chỉ số ẩm ướt bề mặt địa hình, bản đồ sử dụng đất, sơ đồ phân vùng nhạy cảm trượt lở. Dựa vào phương pháp chuyên gia để cho điểm số kết hợp với phương pháp thử dần để tìm ra mô hình điểm số tối ưu nhất, trong đó trọng số của các yếu tố được tính toán bao gồm lượng mưa và mức độ nhạy cảm trượt lở là 0.23, độ dốc địa hình là 0.18, yếu tố thạch học, yếu tố thảm

thực vật và sử dụng đất là 0.13, yếu tố cao độ địa hình là 0.08 và yếu tố chỉ số ẩm ướt địa hình là 0.03. Kết quả nghiên cứu cho thấy yếu tố lượng mưa và yếu tố nhạy cảm trượt lở đóng vai trò quan trọng nhất trong việc hình thành lũ bùn đá. Mặt khác, sự ảnh hưởng của các lưu vực sông cũng là một trong những yếu tố quan trọng hình thành nên lũ bùn đá. Kết quả nghiên cứu đã tích hợp 8 yếu tố quan trọng để thành lập sơ đồ phân vùng nhạy cảm lũ bùn đá. Mức độ nhạy cảm lũ bùn đá khu vực tỉnh Quảng Bình được phân làm 3 cấp tương ứng với các khu vực có nguy cơ thấp, khu vực có nguy cơ trung bình và khu vực có nguy cơ cao. Phần lớn diện tích khu vực nghiên cứu có nguy cơ thấp, khu vực có nguy cơ cao thường tập trung tại các thung lũng sông suối ở khu vực miền núi xã Hóa Thanh, Trọng Hóa, Lâm Hóa và Dân Hóa huyện Minh Hóa và các khu vực Xu Biên, Pa Thà xã Trường Sơn, huyện Quảng Ninh. Khu vực này cũng trùng với các khu vực có mật độ trượt lở lớn.

Tài liệu tham khảo

- Angillieri, M. Y. E. (2020). Debris flow susceptibility mapping using frequency ratio and seed cells, in a portion of a mountain international route, Dry Central Andes of Argentina. *Catena*, 189, 104504.
- Bùi Trường Sơn và nnk (2023), “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.
- Đông Pha Phan và nnk, “Bản đồ nguy cơ lũ quét - lũ bùn đá khu vực Tây Nguyên.” Tạp chí Các khoa học về Trái đất, vol. 36, pp. 365–372, 2014.
- Sharir, K., Lai, G. T., Simon, N., Ern, L. K., Madran, E., & Roslee, R. (2022, November). Debris flow susceptibility analysis using a bivariate statistical analysis in the Panataran River, Kg Melangkap, Sabah, Malaysia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1103, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

Saaty, T. L. (1989). Group decision making and the AHP. *The analytic hierarchy process: applications and studies*, 59-67.