

*Bài báo khoa học*

## **Kết quả khoanh định các khu vực nhạy cảm về trượt lở, lũ quét khu vực Thành phố Đà Nẵng**

**Nguyễn Thị Huyền<sup>1\*</sup>, Nguyễn Quốc Khánh<sup>1</sup>, Nguyễn Huy Dương<sup>1</sup>, Nguyễn Hoàng Ninh<sup>1</sup>, Nguyễn Đức Hà<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản; huyenkhanh216@gmail.com; khanhgrigmr@gmail.com; nguyenhuyduong112358@gmail.com; ninh.dcks@gmail.com; nh14vn@gmail.com

\*Tác giả liên hệ: huyenkhanh216@gmail.com; Tel.: +84-989642542

Ban Biên tập nhận bài: 15/12/2022; Ngày phản biện xong: 22/1/2023; Ngày đăng bài: 25/1/2023

**Tóm tắt:** Trong những năm qua, tác động tiêu cực của biến đổi khí hậu làm cho tần suất và cường độ của các loại hình thiên tai như trượt lở, lũ quét ngày càng gia tăng với diễn biến bất thường. Đặc biệt, tại nhiều khu vực, các loại hình thiên tai này được xác định có liên quan mật thiết với nhau và khi chúng xảy ra đồng thời sẽ trở thành thảm họa thiên tai. Nghiên cứu này trình bày kết quả khoanh định các khu vực nhạy cảm về trượt lở, lũ quét khu vực thành phố Đà Nẵng để đánh giá và đề xuất danh sách các khu vực nhạy cảm phục vụ nghiên cứu ở tỷ lệ 1:10.000. Bản đồ các khu vực nhạy cảm được thành lập từ các lớp bản đồ (phân vùng nguy cơ TL, LQ; dân cư, giao thông, công trình trọng điểm; lưu vực sông suối). Kết quả được kiểm chứng và đối sánh với CSDL hiện trạng cho thấy độ tin cậy về mặt khoa học. Các kết quả đạt được trong nghiên cứu này sẽ giúp cho chính quyền địa phương xây dựng kế hoạch quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế-xã hội và tập trung nghiên cứu chi tiết các khu vực có nguy cơ cao về TL, LQ nhằm tìm ra các giải pháp giảm thiểu rủi ro hiệu quả do thiên tai gây ra.

**Từ khóa:** Trượt lở; Lũ quét; Thành phố Đà Nẵng.

### **1. Giới thiệu**

Trượt lở (TL) và lũ quét (LQ) là những loại hình thiên tai nguy hiểm, có sức tàn phá lớn, thường xảy ra vào mùa mưa bão hàng năm tại các khu vực miền núi Việt Nam. Trượt lở, lũ quét nếu cùng xảy ra trong phạm vi một lưu vực thì chúng thường có liên quan mật thiết với nhau, trong đó thiên tai này có thể là nguyên nhân hoặc hậu quả của thiên tai kia [1–2]. Vật liệu từ các sự kiện trượt lở thường gây ra chặn dòng, sinh ra những đập chắn tạm thời làm tích tụ nước và góp phần phát sinh lũ quét khi dòng nước mặt tại các con sông, suối dâng cao. Đồng thời, lũ quét có thể phá hủy, gây mất cân bằng tại chân các mái dốc và góp phần phát sinh trượt lở [3]. Nhìn chung, các trận lũ quét, lũ bùn đá xảy ra tại các vùng núi, trung du Việt Nam từ năm 1990 đến nay hầu như đều có sự liên quan qua lại và gây nhiều thiệt hại nghiêm trọng (ĐATLQG) [4]. Cả hai loại hình thiên tai kể trên đều có cùng yếu tố kích hoạt (mưa lớn) và có ảnh hưởng qua lại lẫn nhau. Do đó, công tác thành lập bản đồ cảnh báo về nguy cơ xuất hiện của các sự kiện trượt lở, lũ quét đóng vai trò vô cùng quan trọng trong việc quản lý, phòng chống và giảm thiểu các mối nguy hiểm và thiệt hại có thể xảy ra.

Trong vài thập kỷ qua, nhiều phương pháp và kỹ thuật phân vùng, đánh giá độ nhạy cảm với trượt lở, lũ quét đã được đề xuất, tuy nhiên, cho đến nay, không có phương pháp nào

được công nhận là tiêu chuẩn vì khó có thể đánh giá các phương pháp khác nhau với dữ liệu hoàn toàn khác nhau [5]. Hiện nay, trên thế giới để thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở, được chia thành hai nhóm phương pháp chính là phương pháp định tính và phương pháp định lượng. Nhóm phương pháp định tính dựa trên đánh giá của một hay nhiều chuyên gia và dữ liệu sử dụng để đánh giá thường là các dữ liệu thu thập từ thực địa, kết quả giải đoán ảnh viễn thám tuy nhiên hạn chế của phương pháp này là bị phụ thuộc nhiều vào ý kiến của chuyên gia. Nhóm phương pháp định lượng có tính chặt chẽ hơn và thường áp dụng phương pháp phân tích thống kê (AHP, SMCE) [6–7], phương pháp học máy [8–11], các phương pháp tiên định dựa trên các mô hình vật lý (mô hình ổn định sườn dốc, mô hình thủy văn và các mô hình địa chất công trình) [12–13]. Ở Mỹ, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét, thực chất là đánh giá tiềm năng hình thành lũ quét bằng chỉ số tiềm năng lũ quét FFPI (*The Flash Flood Potential Index*), dựa trên các đặc tính cố hữu, tính như độ dốc, che phủ đất, sử dụng đất và loại/kết cấu đất đá [14].

Tại Việt Nam, nguyên nhân gây TL, LQ rất đa dạng, trong đó đặc biệt phải kể đến các yếu tố địa chất, kiến tạo, địa hình, địa mạo, thạch học, vỏ phong hóa, thổ nhưỡng, thảm phủ, sử dụng đất, khí tượng, thủy văn... Nhìn chung, yếu tố kích hoạt tự nhiên được xác định chủ yếu là do mưa. Tuy nhiên, yếu tố kích hoạt do con người ngày càng gia tăng từ các hoạt động nhân sinh như phá rừng, cắt xẻ sườn đồi, núi, khai thác khoáng sản... Có thể nhận thấy những khu vực được xác định có mức độ nguy cơ cao, rất cao về TL thường có ít dân cư sinh sống nên ít ghi nhận thiệt hại xảy ra ở đây.

Thành phố Đà Nẵng (KVNC) trong những năm gần đây thường xuyên xảy ra các loại hình thiên tai như lũ lụt, lũ quét, trượt lở... gây thiệt hại rất lớn về tài sản, con người làm ảnh hưởng đến sự phát triển kinh tế-xã hội của địa phương. Vì vậy, vấn đề đặt ra cho thành phố là cần có những kế hoạch, chiến lược dài hạn mang tính tổng thể và giải pháp phù hợp để có thể xây dựng thành phố an toàn thích ứng với thiên tai và đó chính là lý do lựa chọn khu vực nghiên cứu là Thành phố Đà Nẵng [15].

Mục đích của nghiên cứu này chính là việc khoanh định được những vị trí, khu vực nhạy cảm về TL, LQ khu vực thành phố Đà Nẵng và đề xuất danh sách những khu vực cần tiến hành nghiên cứu ở tỷ lệ 1:10.000. Các kết quả của nghiên cứu này sẽ hỗ trợ rất hữu ích trong công tác quy hoạch dân cư, hạ tầng của thành phố và xây dựng kịp thời các hệ thống quan trắc cảnh báo sớm đáp ứng được nhu cầu thực tiễn nhằm giảm thiểu rủi ro do thiên tai gây ra. Tổ hợp các phương pháp GIS, phân tích thống kê, viễn thám, phân tích hình thái địa hình được sử dụng trong nghiên cứu này để thành lập các lớp bản đồ thành phần. Để thành lập lớp bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở thì phương pháp đánh giá không gian đa tiêu chí (SMCE) được tập thể tác giả lựa chọn sử dụng trong nghiên cứu này.

## 2. Dữ liệu và phương pháp thực hiện

### 2.1. Giới thiệu khu vực nghiên cứu

Thành phố Đà Nẵng là một thành phố trực thuộc trung ương, nằm trong vùng Duyên hải Trung Trung Bộ Việt Nam, là thành phố trung tâm và lớn nhất khu vực miền Trung-Tây Nguyên. Thành phố nằm dọc theo vùng duyên hải Nam Trung Bộ, phía bắc giáp tỉnh Thừa Thiên Huế; phía nam và phía tây giáp tỉnh Quảng Nam, phía đông giáp Biển Đông. Thành phố có diện tích 1285,4 km<sup>2</sup> gồm 06 quận (Hải Châu, Thanh Khê, Liên Chiểu, Ngũ Hành Sơn, Sơn Trà, Cẩm Lệ) và 02 huyện Hòa Vang, huyện đảo Hoàng Sa. Tọa độ phần đất liền của thành phố Đà Nẵng từ 15°15' đến 16°40' vĩ độ Bắc và từ 107°17' đến 108°20' kinh độ Đông. Thành phố Đà Nẵng nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa điển hình, nhiệt độ cao và ít biến động. Khí hậu Đà Nẵng là nơi chuyển tiếp đan xen giữa khí hậu cận nhiệt đới ở miền Bắc và nhiệt đới xavan ở miền Nam, với tính trội là khí hậu nhiệt đới ở phía Nam. Mỗi năm có 2 mùa rõ rệt: mùa mưa từ tháng 9 đến tháng 12 và mùa khô từ tháng 1 đến tháng 8, thỉnh thoảng có những đợt rét mùa đông nhưng không đậm và không kéo dài [16].

## 2.2. Cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu được dùng trong nghiên cứu này gồm hai bộ dữ liệu chính: dữ liệu trượt lở (hiện trạng trượt lở và các bản đồ thành phần liên quan); dữ liệu lũ quét (hiện trạng lũ quét và phân vùng nguy cơ lũ quét). Trong đó, dữ liệu hiện trạng trượt lở (cập nhập đến năm 2019) và các bản đồ thành phần (vỏ phong hóa, thảm phủ, ĐCTV–ĐCCT) được thu thập và biên tập từ CSDL từ Đề án “Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá khu vực các tỉnh miền núi Việt Nam” (ĐATLQG) [1–17]. Dữ liệu hiện trạng (cập nhập đến năm 2018) và phân vùng nguy cơ lũ quét được thu thập, chuẩn hóa từ dữ liệu của Đề án “Điều tra, khảo sát, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét khu vực Miền Trung, Tây Nguyên và xây dựng hệ thống thí điểm phục vụ cảnh báo cho các địa phương có nguy cơ cao xảy ra lũ quét phục vụ công tác quy hoạch, chỉ đạo điều hành phòng tránh thiên tai thích ứng với biến đổi khí hậu” (ĐALQQG) [18]. Các lớp bản đồ thành phần (độ dốc; phân cắt ngang; phân cắt sâu; độ cao địa hình; lưu vực sông suối; dân cư, giao thông, công trình trọng điểm) được chiết suất và thành lập từ dữ liệu địa hình tỷ lệ 1:10.000 (cập nhập đến năm 2015, nguồn ĐATLQG).

## 2.3. Phương pháp thực hiện

### 2.3.1. Xây dựng bộ tiêu chí, chỉ số đánh giá các khu vực nhạy cảm về trượt lở, lũ quét

Bộ tiêu chí, chỉ số đánh giá khu vực nhạy cảm về TL được áp dụng cho KVNC gồm có 9 tiêu chí đã được thu thập và chuẩn hóa CSDL để xây dựng các lớp bản đồ thành phần (Bảng 1). Ngoài ra, để đánh giá và khoanh định cho các khu vực nhạy cảm về LQ thì tập thể tác giả áp dụng bộ tiêu chí cùng với bộ chỉ số thành phần trong Bảng 2.

**Bảng 1.** Tiêu chí, chỉ số đánh giá trượt lở [19].

TT	Tiêu chí	Tiêu chí phụ	Chỉ số C1	Chỉ số C2	Phân cấp tiêu chí
1	Độ dốc (độ)	< 5°	0,275	0,062	Rất yếu
		5 – 15°		0,102	Yếu
		10 – 25°		0,141	Trung bình
		25 – 35°		0,271	Mạnh
		> 35°		0,424	Rất mạnh
2	Phân cắt ngang (km/km <sup>2</sup> )	< 0,5	0,041	0,058	Rất yếu
		0,5 – 1,0		0,092	Yếu
		1,0 – 1,5		0,156	Trung bình
		1,5 – 2,5		0,255	Mạnh
		> 2,5		0,439	Rất mạnh
3	Phân cắt sâu (m/km <sup>2</sup> )	< 68,61	0,084	0,039	Rất yếu
		68,62 – 175,3		0,106	Yếu
		175,4 – 297,3		0,158	Trung bình
		297,4 – 457,4		0,260	Mạnh
		> 457,5		0,437	Rất mạnh
4	Bậc độ cao địa hình (m)	< 105,3	0,066	0,073	Rất yếu
		105,4 – 320,7		0,102	Yếu
		320,8 – 670,7		0,177	Trung bình
		670,8 – 1,137		0,326	Mạnh
		> 1,138		0,323	Rất mạnh
5	Lineament (km/km <sup>2</sup> )	< 0,26	0,211	0,062	Rất yếu
		0,26 – 0,64		0,098	Yếu
		0,64 – 1,04		0,172	Trung bình
		1,04 – 1,44		0,269	Mạnh
		> 1,44		0,416	Rất mạnh
6	Vỏ phong hóa (kiểu vỏ)	KBTVP	0,164	0,016	Rất yếu
		CAR		0,024	Yếu
		TTBR		0,035	Yếu
		SA		0,036	Yếu
		SAF		0,060	Trung bình

TT	Tiêu chí	Tiêu chí phụ	Chỉ số C1	Chỉ số C2	Phân cấp tiêu chí
7	ĐCTV	FSA	0,055	0,077	Trung bình
		FSA-SAF		0,121	Mạnh
		SAF-SA		0,156	Mạnh
		SL-SA		0,191	Mạnh
		SL-SAF		0,283	Rất mạnh
		Rất nghèo		0,083	Rất yếu
		Nghèo		0,155	Yếu
		Trung bình		0,302	Trung bình
		Giàu		0,460	Mạnh
8	ĐCCT	Rất giàu	0,140	0,470	Rất mạnh
		Rất Bền		0,049	Rất yếu
		Bền		0,087	Yếu
		Trung bình		0,151	Trung bình
		Yếu		0,280	Mạnh
9	Thảm phủ	Rất yếu	0,175	0,433	Rất mạnh
		Sông hồ		0,042	Rất yếu
		Rừng già		0,083	Yếu
		Rừng non		0,081	Trung bình
		Đất nông nghiệp		0,168	Yếu
		Đất chuyên dụng		0,236	Mạnh
		Cây bụi trảng cỏ		0,390	Rất mạnh

**Bảng 2.** Tiêu chí, chỉ số đánh giá lũ quét [18].

Tiêu chí (Nhân tố)	Chỉ số (trọng số)
Độ dốc trung bình bề mặt (độ)	0,331
Khả năng trữ nước theo sử dụng đất	0,223
Nguy cơ xói mòn đất	0,223
Khả năng phòng hộ của lớp phủ	0,223

### 2.3.2. Xây dựng tiêu chí xác định các mức phân cấp chỉ số nhạy cảm về trượt lở, lũ quét

Đối với các bản đồ chỉ số phân vùng nguy cơ TL và LQ đều được phân cấp thành 5 mức: Cấp 1 – rất thấp; Cấp 2 – thấp; Cấp 3 – trung bình; Cấp 4 – Cao; Cấp 5 – rất cao. Các giá trị này thể hiện mức độ quan trọng của từng cấp đối với nguy cơ TL, LQ như ở Bảng 3.

**Bảng 3.** Bảng chỉ số phân cấp nguy cơ trượt lở, lũ quét ở KVNC [19].

Phân cấp	Giá trị	Nguy cơ TL	Phân cấp	Chỉ số	Nguy cơ LQ
Cấp 1	< 0,05	Rất thấp	Cấp 1	< 1,8	Rất cao
Cấp 2	0,05 – 0,1	Thấp	Cấp 2	1,8 – 2,4	Cao
Cấp 3	0,1 – 0,15	Trung bình	Cấp 3	2,4 – 3,0	Trung bình
Cấp 4	0,15 – 0,3	Cao	Cấp 4	3,0 – 3,6	Thấp
Cấp 5	> 0,3	Rất cao	Cấp 5	< 3,6	Rất thấp

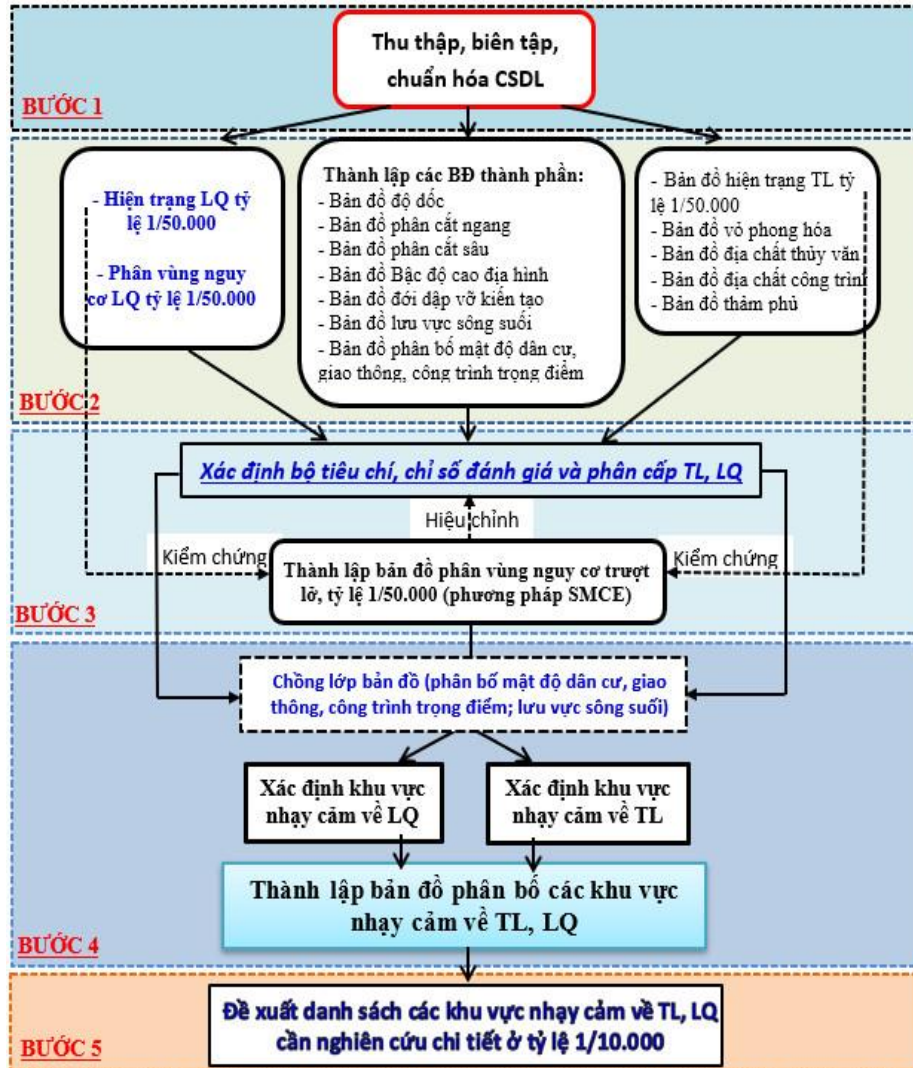
### 2.3.3. Quy trình thực hiện

Với mục tiêu là khoanh định các khu vực nhạy cảm về TL, LQ, các tác giả đã tiến hành xây dựng bộ CSDL gồm các lớp thông tin: phân vùng nguy cơ trượt lở; phân vùng nguy cơ lũ quét (ĐALQQG); lưu vực sông suối; dân cư, giao thông và các công trình trọng điểm. Quy trình khoanh định các khu vực nhạy cảm về TL, LQ và đề xuất danh sách các khu vực tiến hành nghiên cứu chi tiết ở tỷ lệ 1:10.000.gồm 05 bước và được thể hiện trong Hình 1.

- Bước 1: Thu thập, chuẩn hóa, biên tập CSDL (các lớp bản đồ thành phần).
- Bước 2: Xác định bộ tiêu chí, chỉ số đánh giá và phân cấp chỉ số nhạy cảm về trượt lở, lũ quét.



- Bước 3: Thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở, tỷ lệ 1:50.000 (phương pháp đánh giá đa tiêu chí – SMCE) và kiểm chứng, hiệu chỉnh kết quả.
- Bước 4: Chồng các lớp thông tin (dân cư, giao thông, công trình trọng điểm; lưu vực sông suối) lên lớp bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở, lũ quét để khoanh định các khu vực nhạy cảm về trượt lở, lũ quét.
- Bước 5: Đề xuất danh sách các khu vực nhạy cảm về TL, LQ tiến hành nghiên cứu chi tiết ở tỷ lệ 1:10.000.

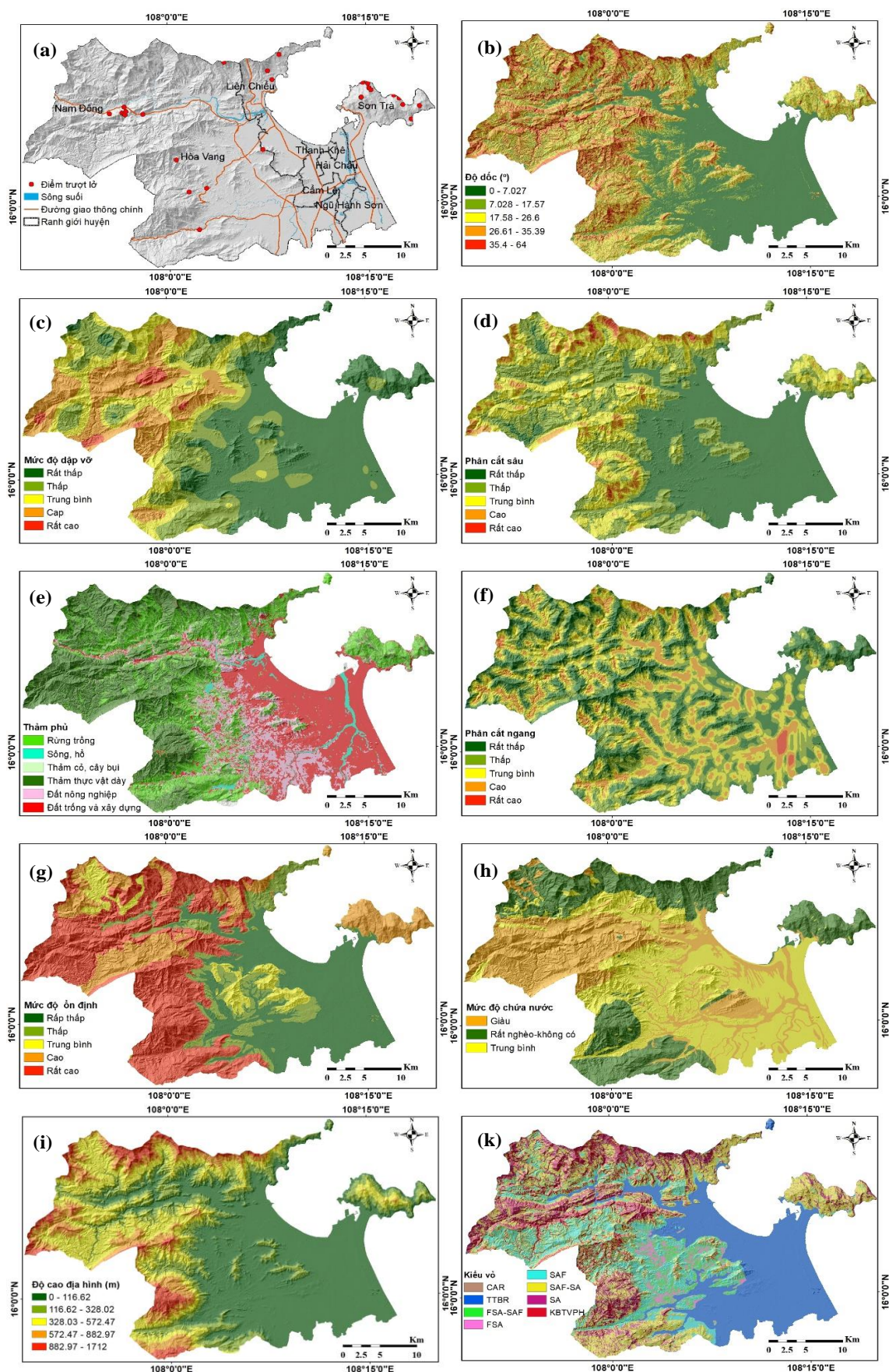


Hình 1. Quy trình thành lập bản đồ phân bố các khu vực nhạy cảm về trượt lở, lũ quét

### 3. Kết quả và thảo luận

#### 3.1. Kết quả xây dựng lớp thông tin phân vùng nguy cơ trượt lở

Phương pháp đánh giá không gian đa tiêu chí (SMCE) đã được các tác giả lựa chọn để thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ TL tỷ lệ 1:50.000. Cốt lõi của các phương pháp này chính là để đánh giá chỉ số nguy cơ trượt lở đất (*Landslides Susceptibility – LS*). Dữ liệu đầu vào của phương pháp SMCE là một tập hợp các bản đồ thành phần sử dụng làm tiêu chí không gian đại diện được phân loại theo nhóm, được chuẩn hóa và được gán trọng số (Bảng 1). Dữ liệu đầu ra là một hoặc nhiều “bản đồ chỉ số tổng hợp” thể hiện kết quả mô phỏng các khu vực nguy cơ theo các cấp nhóm chỉ số nguy cơ khác nhau [6–7]. Các lớp bản đồ gồm: hiện trạng, độ dốc địa hình, đối đáp vỡ (mật độ lineament), phân cắt sâu, thảm phủ, phân cắt ngang, địa chất công trình, địa chất thủy văn, độ cao địa hình, vô phong hóa (Hình 2).



**Hình 2.** Các bản đồ thành phần liên quan đến trượt lở, tỷ lệ 1:50.000: (a) Sơ đồ hiện trạng TL; (b) Sơ đồ độ dốc địa hình; (c) Sơ đồ phân bố đới ẩm ướt; (d) Sơ đồ phân cắt sâu; (e) Sơ đồ thảm phủ (năm 2016); (f) Sơ đồ phân cắt ngang; (g) Sơ đồ địa chất công trình; (h) Sơ đồ địa chất thủy văn; (i) Sơ đồ độ cao địa hình; (k) Sơ đồ vô phong hóa.



Kết quả thành lập lớp bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở tỷ lệ 1:50.000 cho KVNC, được phân cấp với 5 mức (rất cao, cao, trung bình, thấp và rất thấp) (Hình 3), diện phân bố của mỗi cấp chiếm tỷ lệ như sau: Khu vực nguy cơ rất cao: huyện Hòa Vang (13% diện tích huyện); quận Liên Chiểu (4%); quận Sơn Trà (1%); Khu vực nguy cơ cao: huyện Hòa Vang (28%), quận Sơn Trà (18%), quận Liên Chiểu (8%); Khu vực nguy cơ mức trung bình: quận Sơn Trà (40%), huyện Hòa Vang (22%), quận Liên Chiểu (14%); Khu vực nguy cơ thấp: quận Liên Chiểu (25%), huyện Hòa Vang (13%), quận Sơn Trà (5%); Khu vực nguy cơ rất thấp: huyện Hòa Vang (24%), quận Liên Chiểu (49%), quận Sơn Trà (36%).

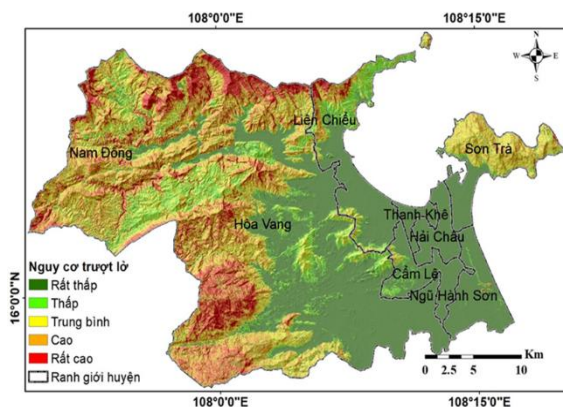
**Bảng 4.** Thống kê đối sánh các cấp phân vùng nguy cơ TL với diện tích phân vùng, vị trí điểm trượt và diện tích có biểu hiện TL của KVNC [17].

Tỉnh	Phân vùng nguy cơ TL	Tổng diện tích các phân vùng nguy cơ		Vị trí điểm trượt khảo sát thực địa		Diện tích có biểu hiện TL giải đoán từ ảnh	
		Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)	Số điểm	Tỷ lệ (%)	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ (%)
TP.Đà Nẵng	Rất thấp	232,64	26,71	0	0	0	0,41
	Thấp	117,25	13,46	3	10,71	0,19	17,75
	Trung bình	198,15	22,75	8	28,57	0,26	23,86
	Cao	221,40	25,42	11	39,29	0,19	17,67
	Rất cao	101,41	11,65	6	21,43	0,44	40,3
	<b>Tổng</b>	<b>870,86</b>	<b>100</b>	<b>28</b>	<b>100</b>	<b>1,09</b>	<b>100</b>

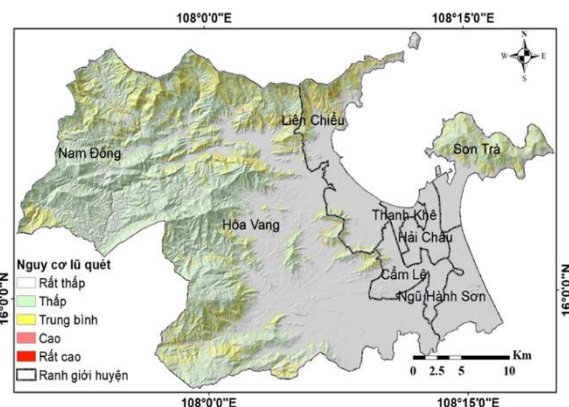
Để kiểm chứng kết quả, các tác giả đã đối sánh với dữ liệu hiện trạng TL tỷ lệ 1:50.000 (cập nhật đến 2019 – nguồn ĐATLQG) [17–23]. Các kết quả thống kê trong Bảng 4 cho thấy: 62% tổng số điểm TL xác định từ thực địa và khoảng 60% tổng diện tích có biểu hiện TL giải đoán có sự phân bố trên các diện tích được dự báo có nguy cơ TL rất cao, cao và trung bình (chiếm hơn 37% tổng diện tích KVNC); 38% tổng số điểm TL xác định từ thực địa và khoảng 40% tổng diện tích có biểu hiện TL giải đoán có sự phân bố trên các diện tích dự báo có nguy cơ TL thấp, rất thấp, trung bình (chiếm dưới 63% tổng diện tích tự nhiên KVNC). Trên bản đồ thăm phủ, quan sát thấy các vị trí TL đã xác định hoặc giải đoán trong các vùng nguy cơ thấp và rất thấp phần lớn nằm dọc các đường giao thông hoặc trong khu dân cư, hay gần các khu vực liên quan đến các hoạt động kinh tế–xã hội của con người. Như vậy, kết quả kiểm chứng là tương đối phù hợp với dữ liệu hiện trạng TL. Tỷ lệ các vị trí, diện tích có biểu hiện trượt nằm trong các vùng nguy cơ TL là khá cao, phù hợp với thực tế.

### 3.2. Kết quả xây dựng lớp thông tin phân vùng nguy cơ LQ

Theo kết quả thống kê từ 1992 đến 2014, KVNC ghi nhận 14 trận lũ lụt, lũ quét xảy ra tập trung chủ yếu dọc theo nhánh sông Túy Loan và sông Cu Đê, thuộc địa phận huyện Hòa Vang (xã Hòa Bắc, Hòa Phú, Hòa Ninh và Hòa Phong) [18].



**Hình 3.** Bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở tỷ lệ 1:50.000.



**Hình 4.** Bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét, tỷ lệ 1:50.000 [18].

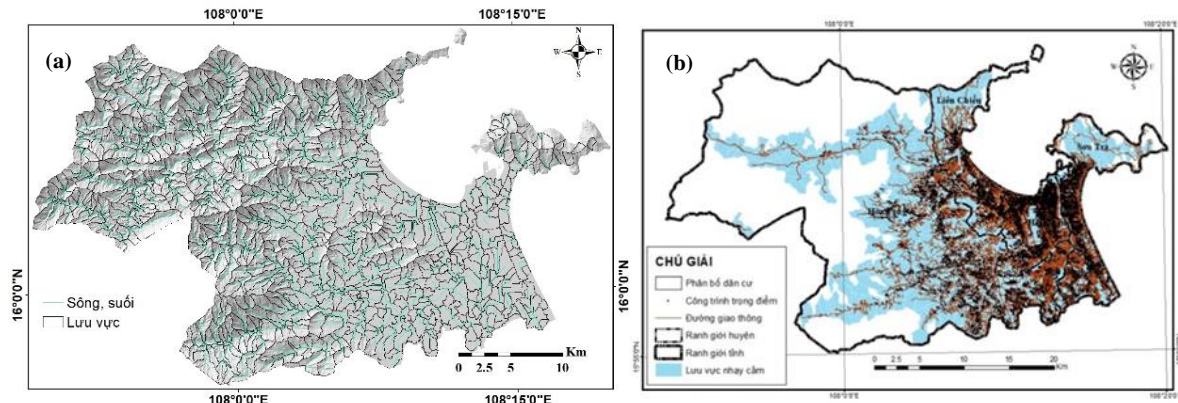
Kết quả thành lập lớp phân vùng nguy cơ về LQ tỷ lệ 1:50.000 cho KVNC thấy: huyện Hòa Vang có 0,9 km<sup>2</sup> diện tích có nguy cơ cao xảy ra LQ; quận Liên Chiểu với diện tích 0,7 km<sup>2</sup> nguy cơ cao xảy ra LQ được thể hiện trong Bảng 5 và Hình 4 [19]. Kiểm chứng kết quả phân vùng nguy cơ LQ ở trên thực tế cho thấy kết quả phù hợp với những số liệu thống kê báo cáo của địa phương [15].

**Bảng 5.** Thống kê tỷ lệ % diện tích phân vùng nguy cơ về LQ thuộc TP. Đà Nẵng.

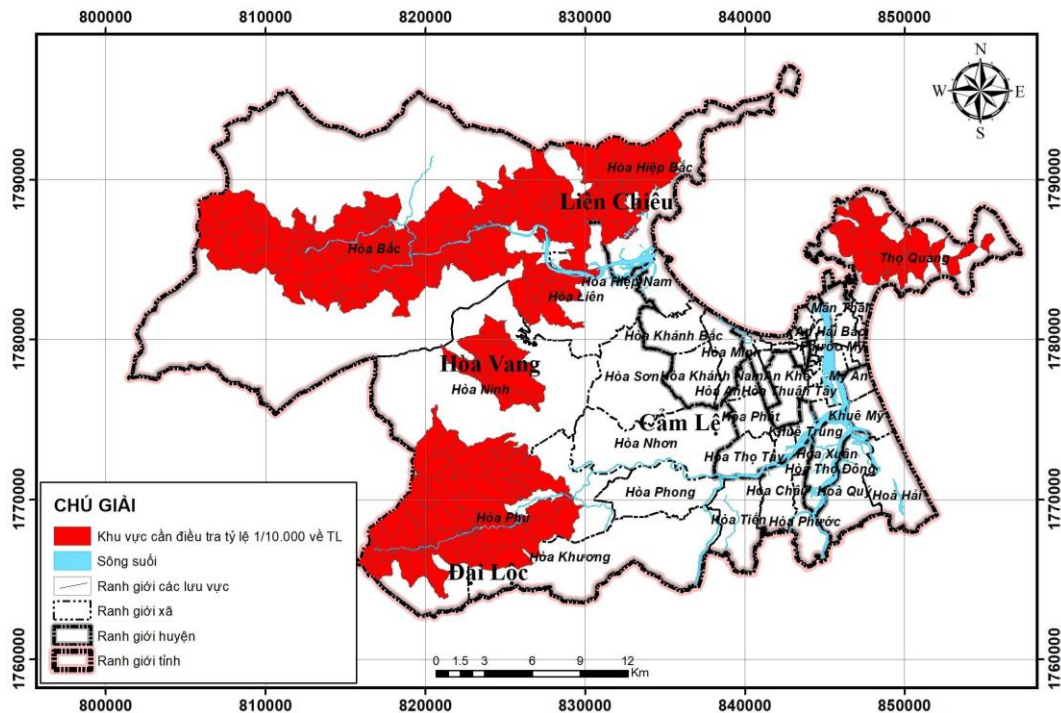
Đơn vị hành chính	Diện Tích (km <sup>2</sup> )	Diện tích nguy cơ xảy ra lũ quét theo các cấp (km <sup>2</sup> )					Không ảnh hưởng
		Rất thấp	Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao	
Q.Liên Chiểu	79,9	2	3,9	11,7	0,7	0	61,6
H.Hòa Vang	736,9	66,6	289,1	111,1	0,9	0	269,2

### 3.3. Kết quả khoanh định các khu vực nhạy cảm về trượt lở, lũ quét

Dữ liệu các lớp thông tin dùng để đưa vào GIS phân tích, tính toán để xây dựng bản đồ phân bố các khu vực nhạy cảm về TL, LQ gồm: phân vùng nguy cơ về TL, LQ (Hình 3 và Hình 4); lưu vực sông suối (Hình 5a); dân cư, giao thông, công trình trọng điểm (Hình 5b).



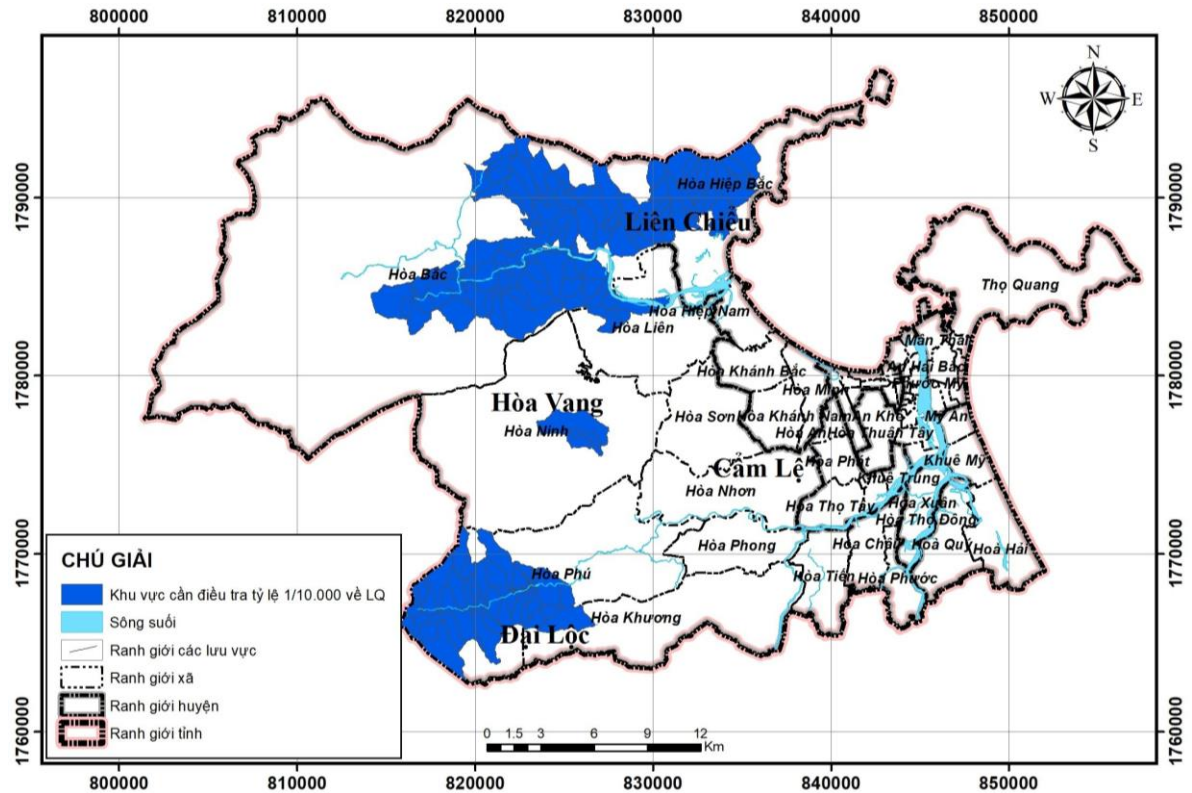
**Hình 5.** (a) Sơ đồ ranh giới các lưu vực sông suối; (b) Sơ đồ phân bố dân cư, giao thông, công trình trọng điểm.



**Hình 6.** Sơ đồ phân bố các khu vực nhạy cảm về trượt lở, tỷ lệ 1:50.000.



Các lớp thông tin phân bố các khu vực tập trung dân cư, giao thông, công trình trọng điểm sẽ được chồng lớp lên lớp thông tin phân bố các lưu vực sông suối để trích xuất ra các khu vực nhạy cảm có thể ảnh hưởng trực tiếp đến các khu vực dân cư, công trình trọng điểm. Kết quả khoanh định khu vực nhạy cảm về TL tại KVNC như sau: huyện Hòa Vang (rất cao chiếm 13,38% diện tích, cao chiếm 27,87%), quận Sơn Trà (rất cao chiếm 0,57%, cao chiếm 28,05%) và quận Liên Chiểu (rất cao chiếm 4,14%, cao chiếm 7,85%). Như vậy, đã khoanh định được 3/8 quận/huyện thuộc thành phố có nguy cơ cao và rất cao về TL còn các quận/huyện còn lại chủ yếu là vùng đồng bằng ven biển nên có tỷ lệ thấp và rất thấp (Hình 7).



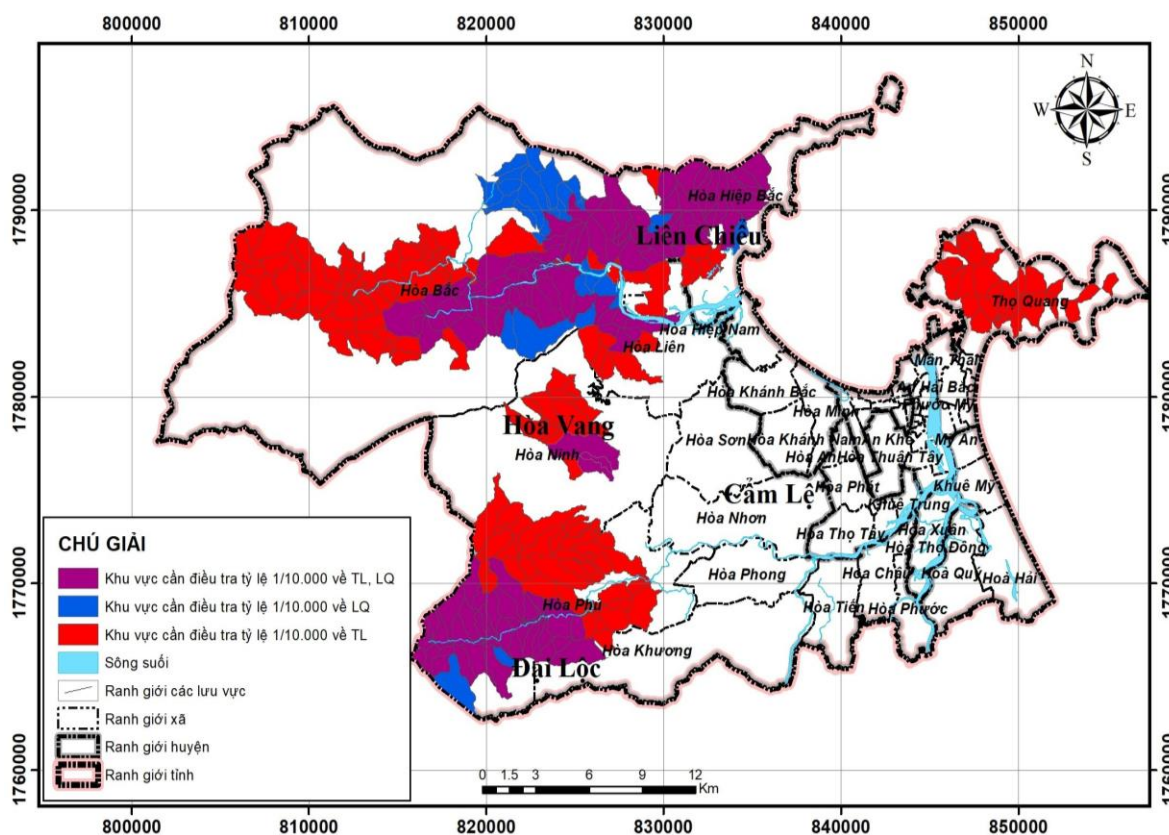
Hình 7. Sơ đồ phân bố các khu vực nhạy cảm về lũ quét, tỷ lệ 1:50.000.

### 3.4. Danh sách các khu vực nhạy cảm về trượt lở, lũ quét

Kết quả khoanh định các khu vực nhạy cảm về TL, LQ được xác định ở trên sẽ được chồng lớp thông tin, tham chiếu các kết quả đó lên ranh giới hành chính xã, huyện và đề xuất ra được bản danh sách có tên xã/phường là các khu vực đề xuất nghiên cứu ở tỷ lệ 1:10.000. Các khu vực đề xuất nghiên cứu ở tỷ lệ 1:10.000 là những khu vực có nguy cơ cao, rất cao về TL, LQ và có khả năng ảnh hưởng trực tiếp đến tài sản, tính mạng con người của nhân dân trong khu vực. Danh sách và diện tích các khu vực nhạy cảm về TL, LQ đề xuất nghiên cứu ở tỷ lệ 1/10.000 được thể hiện trong Bảng 6 và Hình 8.

**Bảng 6.** Danh sách và diện tích các khu vực nhạy cảm về TL, LQ đề xuất nghiên cứu ở tỷ lệ 1/10.000.

Huyện/Quận	Xã	Diện tích xã (Km <sup>2</sup> )	Diện tích TL (Km <sup>2</sup> )	Diện tích LQ (Km <sup>2</sup> )	Diện tích TL, LQ (Km <sup>2</sup> )
H. Hòa Vang	Hòa Bắc	344,11	125,8	86,17	60,14
	Hòa Phú	90,04	62,9	41,35	36,68
	Hòa Ninh	104,37	35,2	5,9	5,9
	Hòa Liên	39,76	15,63	4,95	4,95
Q. Liên Chiểu	Hòa Hiệp Bắc	45,68	41,34	20,31	19,39
Q. Sơn Trà	Thọ Quang	46,82	23,15	—	—



**Hình 8.** Bản đồ phân bố các khu vực nhạy cảm về trượt lở và lũ quét, tỷ lệ 1:50.000 (màu đỏ: diện tích nhạy cảm trượt lở; màu xanh: diện tích nhạy cảm lũ quét; màu tím: diện tích nhạy cảm đa thiên tai TL và LQ).

## 4. Kết luận

Bản đồ khoanh định các khu vực nhạy cảm về TL, LQ khu vực thành phố Đà Nẵng là dữ liệu rất hữu ích phục vụ cho công tác quy hoạch sử dụng đất, quy hoạch dân cư nhằm giảm thiểu những tác động gây ra bởi trượt lở và lũ quét.

Khu vực Thành phố Đà Nẵng được đánh giá có nguy cơ trung bình về trượt lở và lũ quét so với các tỉnh thuộc khu vực miền Trung. Kết quả khoanh định khu vực nhạy cảm về trượt lở gồm huyện Hòa Vang (các xã Hòa Phú, Hòa Bắc, Hòa Ninh, Hòa Liên), quận Liên Chiểu (phường Hòa Hiệp Bắc) và quận Sơn Trà (phường Thọ Quang). Khu vực nhạy cảm về lũ quét gồm huyện Hòa Vang (các xã Hòa Phú, Hòa Bắc, Hòa Liên, Hòa Ninh), quận Liên Chiểu (phường Hòa Hiệp Bắc) nằm dọc theo 2 sông Túy Loan và Cu Đê. Thực tế cho thấy các trận lũ quét thường xảy ra trong lịch sử thường có liên quan đến trượt lở, nhất là trong phạm vi một lưu vực nhỏ thì chúng có mối quan hệ mật thiết với nhau. Do đó, các khu vực có nguy cơ cao, rất cao về trượt lở thì cũng là những khu vực cần đề xuất nghiên cứu chi tiết các loại hình đa thiên tai đi kèm như lũ quét, lũ bùn đá, lũ ống...

Danh sách các xã/phường đề xuất nghiên cứu ở tỷ lệ 1:10.000 sẽ được sử dụng làm cơ sở định hướng cho công tác điều tra, đánh giá, cảnh báo sớm TL, LQ để phục vụ hiệu quả hơn trong quy hoạch phát triển kinh tế xã hội, quy hoạch dân cư, đồng thời góp phần phòng, chống và giảm thiểu thiên tai do trượt lở, lũ quét gây ra cho địa phương. Danh sách các xã/phường đề xuất nghiên cứu tỷ lệ 1:10.000 gồm: 04 xã (Hòa Bắc, Hòa Phú, Hòa Ninh, Hòa Liên) thuộc huyện Hòa Vang, 01 phường (phường Hòa Hiệp Bắc) thuộc quận Liên Chiểu, 01 phường (phường Thọ Quang) thuộc quận Sơn Trà.

Như vậy, các kết quả được trình bày ở trên sẽ được tích hợp vào bộ cơ sở dữ liệu dùng chung liên ngành phục vụ công tác cảnh báo sớm trượt lở, lũ quét khu vực các tỉnh miền núi Việt Nam nói chung và thành phố Đà Nẵng nói riêng [24]. Mặt khác, những kết quả này

sẽ góp phần giúp cho thành phố có định hướng xây dựng kế hoạch phát triển thành phố trong tương lai thích ứng với các loại hình thiên tai là trượt lở và lũ quét.

Tuy nhiên, ngoài những kết quả đạt được đã được trình bày ở trên cho thấy vẫn còn tồn tại một số hạn chế đó là chưa có một phương pháp hay một mô hình nghiên cứu nào có thể dùng chung để tích hợp đa thiên tai trong phạm vi cùng một khu vực. Thực tế cho thấy đối với mỗi loại hình thiên tai khác nhau đều có các yếu tố kích hoạt, bộ cơ sở dữ liệu và bộ tiêu chí, chỉ số đánh giá khác nhau. Vì vậy, để xây dựng một hệ phương pháp hay mô hình nghiên cứu dùng chung cho các loại hình đa thiên tai là rất khó mà vẫn phải tiến hành nghiên cứu từng loại hình thiên tai riêng biệt sau đó các kết quả có thể được tổng hợp trong cùng một bộ cơ sở dữ liệu.

**Đóng góp của tác giả:** Xây dựng ý tưởng nghiên cứu: N.T.H.; Xử lý số liệu: N.Q.K., N.H.D., N.H.N.; Viết bản thảo bài báo: N.T.H.; Chỉnh sửa bài báo: N.Đ.H.

**Lời cảm ơn:** Trong bài báo này, tập thể tác giả có tham khảo cơ sở dữ liệu của nhiệm vụ KHCN cấp Bộ, mã số TNMT.2021.04.07 và TNMT.2021.02.08. Tập thể tác giả xin chân thành cảm ơn.

**Lời cam đoan:** Tập thể tác giả cam đoan bài báo này là công trình nghiên cứu của tập thể tác giả, chưa được công bố ở đâu, không được sao chép từ những nghiên cứu trước đây; không có sự tranh chấp lợi ích trong nhóm tác giả.

#### **Tài liệu tham khảo**

1. Larsen, M.C.; Vázquez Conde, M.T.; Clark, R.A. Landslide Hazards Associated With Flash-Floods, with Examples from The December 1999 Disaster in Venezuela. In: Grunfest E., Handmer J. (eds) Coping With Flash Floods. NATO Science Series (Series 2. Environmental Security), Springer, Dordrecht, 2001, 77. [https://doi.org/10.1007/978-94-010-0918-8\\_25](https://doi.org/10.1007/978-94-010-0918-8_25).
2. Petley, D. Global patterns of loss of life from landslides. *Geology* **2012**, 40(10), 927–930. Doi:10.1130/G33217.1.
3. Sri Lankan Department of Institutional Development National Institute of Education. Learning to live with LANDSLIDES Natural Hazards and Disasters. German Development Cooperation, 2008.
4. Hung, L.Q.; Hoa, T.X. Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam. Báo cáo tổng kết Đề án TLQG, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội, 2021.
5. An, H.; Tran, T.V.; Lee, G.; Kim, Y.; Kim, M.; Noh, S.; Noh, J. Development of time-variant landslide-prediction software considering three-dimensional subsurface unsaturated flow. *Environ. Modell. Software* **2016**, 85, 172–183. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2016.08.009>.
6. Bình, L.T. Thành lập bản đồ nhạy cảm với trượt lở đất đá khu vực tỉnh Yên Bái tỷ lệ 1:50.000 bằng phương pháp đánh giá đa tiêu chí (SMCE). Địa Chất và Khoáng Sản – Tập 11, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội, 2016.
7. Khanh, N.Q.; Minh, H.N.; Van, N.T.H.; Son, P.V.; Trong, T.V.; Duong, N.H. Application of the spatial multi-criteria evaluation (SMCE) method for landslide susceptibility mapping in Son La province, Vietnam, 2021.
8. Trinh, T.; Luu, B.T.; Le, T.H.T.; Nguyen, D.H.; Van, T.T.; Van, N.T.H.; Nguyen, K.Q.; Nguyen, L.T. A comparative analysis of weight-based machine learning methods for landslide susceptibility mapping in Ha Giang area. *Big Earth Data* **2022**, 1–30.
9. Long, D.V.; Cong, N.C.; Cuong, N.T.; Binh, N.Q.; Phuoc, V.N.D. An Assessment of Terrain Quality and Selection Model in Developing Landslide Susceptibility Map—A Case Study in Mountainous Areas of Quang Ngai Province, Vietnam. In: Modern mechanics and applications, Springer, 2022, pp. 959–970.



10. Bien, T.X.; Truyen, P.T.; Phong, T.V.; Nguyen, D.D.; Amiri, M.; Costache, R.; Duc, D.M.; Le, H.V.; Nguyen, H.B.T.; Prakash, I. Landslide susceptibility mapping at sin Ho, Lai Chau province, Vietnam using ensemble models based on fuzzy unordered rules induction algorithm. *Geocarto Int.* **2022**, 1–22.
11. Bui, Q.D.; Ha, H.; Khuc, D.T.; Nguyen, D.Q.; von Meding, J.; Nguyen, L.P.; Luu, C. Landslide susceptibility prediction mapping with advanced ensemble models: Son La province, Vietnam. *Nat. Hazard* **2022**, 1–27.
12. Aleotti, P.; Chowdhury, R. Landslide hazard assessment: summary review and new perspectives. *Bull. Eng. Geol. Environ.* **1999**, 58(1), 21–44.
13. Corominas, J.; van Westen, C.J.; Frattini, P.; Cascini, L.; Malet, J.P.; Fotopoulou, S.; Catani, F.; van den Eeckhaut, M.; Mavrouli, O.C.; Agliardi, F.; Pitilakis, K.; Winter, M.G.; Pastor, M.; Ferlisi, S.; Tofani, V.; Hervás, J.; Smith, J.T. Recommendations for the quantitative analysis of landslide risk. *Bull. Eng. Geol. Environ.* **2014**, 73(2), 209–263.
14. Varnes, D.J. Landslide types and processes. In: Turner AK, Schuster RL (eds) Landslides: investigation and mitigation, Transportation Research Board special report 247. National Academy Press, National Research Council, Washington, D.C, 1996.
15. Dung, L.H.; Tuyen, H.M. Điều tra, khảo sát, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét khu vực Miền Trung, Tây Nguyên và xây dựng hệ thống thí điểm phục vụ cảnh báo cho các địa phương có nguy cơ cao xảy ra lũ quét phục vụ công tác quy hoạch, chỉ đạo điều hành phòng tránh thiên tai thích ứng với biến đổi khí hậu. Báo cáo tổng kết Đề án, Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Biến đổi khí hậu, 2018, Hà Nội.
16. Quyết định số 187/QĐ-UBND ngày 01/02/2023 của Ủy ban nhân dân Thành phố Đà Nẵng về việc Ban hành Đề án “Xây dựng thành phố Đà Nẵng an toàn trong thiên tai giai đoạn 2022–2030, tầm nhìn đến năm 2045”.
17. <https://www.danang.gov.vn>
18. Tung, N.T. Báo cáo thuyết minh bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực thành phố Đà Nẵng. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, 2019, tr. 41–84.
19. Khanh, N.Q. Nghiên cứu cơ sở khoa học xây dựng bộ tiêu chí và xác định các khu vực nhạy cảm về trượt, sạt lở đất đá, lũ bùn đá, lũ ống, lũ quét khu vực miền núi, trung du Việt Nam. Báo cáo tổng kết nhiệm vụ mã số TNMT.2021.02.08, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội, 2022, tr. 266.
20. Hung, P.V.; Huyen, N.X. Đánh giá hiện trạng và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất thành phố Đà Nẵng. *Tạp chí các khoa học về trái đất* **2010**, 32(2), 106–113.
21. Minh, T.P. Nghiên cứu hiện trạng trượt lở đất ở thành phố Đà Nẵng. *Ued J. Social Sci. Humanit. Educ.* **2011**, 1(1), 22–28.
22. Sở Khoa học và Công nghệ Thành phố Đà Nẵng. Đánh giá nguy cơ trượt lở đất trên địa bàn thành phố Đà Nẵng, 2010.
23. Van, TT. et al. Assessment of geological hazards in the central coastal provinces from Quang Binh to Phu Yen – Current status, causes, forecasts and suggestions for prevention measures, minimize consequences. Ministry level project. Vietnam Institute of Geosciences and Minerals Resources. Geological Archives, Hanoi, 2002.
24. Hà, N.Đ. Nghiên cứu thiết kế và xây dựng hệ thống dữ liệu lớn dùng chung thống nhất liên ngành phục vụ công tác cảnh báo sớm trượt, sạt lở đất đá, lũ bùn đá, lũ ống, lũ quét theo thời gian thực khu vực miền núi, trung du Việt Nam. Báo cáo kết quả thực hiện nhiệm vụ bước II/2022 mã số TNMT.2021.04.07, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội, 2022.

## **Results of zoning landslide and flash flood susceptibility areas in Da Nang City**

**Nguyen Thi Huyen<sup>1\*</sup>, Nguyen Quoc Khanh<sup>1</sup>, Nguyen Huy Duong<sup>1</sup>, Nguyen Hoang Ninh<sup>1</sup>, Nguyen Duc Ha<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Vietnam Institute of Geosciences and Mineral Resources; huyenkhanh216@gmail.com; khanhrigmr@gmail.com; nguyenhuyduong112358@gmail.com; ninh.dcks@gmail.com; nh14vn@gmail.com

**Abstract:** In recent years, the negative impacts of climate change have increased the frequency and intensity of natural disasters such as landslides, and flash floods. In many regions, these types of disasters are determined to be closely related to each other. Therefore, they likely occur at the same time and cause catastrophic damage to society. This research presents the results of landslide and flash flood high-risk zonation in Da Nang city to assess and propose a list of high-risk areas for investigation at a scale of 1: 10,000. A combined susceptibility map of landslide and flash flood was generated from factor maps as landslide and flash flood-prone areas, population, traffic, buildings, and catchment. The results, which were verified with inventory data, showed the reliability of the criteria set. The identified landslide and flash flood susceptibility map could be very useful for supporting the local governments in land use planning and focusing on prone areas that need to be investigated in detail to find effective risk mitigation solutions.

**Keywords:** Landslide; Flash flood; Da Nang City.