

Nguy cơ trượt lở đất khu vực xã Tà Xùa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La và khả năng ảnh hưởng đến công trình xây dựng

Landslide susceptibility in Ta Xua commune, Bac Yen district, Son La province and possible affects on construction works

> PHẠM LÊ HOÀNG LINH¹, NGUYỄN TRUNG KIÊN^{1,2*}, DƯƠNG VĂN BÌNH³, NGUYỄN VIỆT TIẾN^{2,4}, NGUYỄN QUỐC THÀNH², VY THỊ HỒNG LIÊN², ĐỖ THẮNG⁵, NGUYỄN TRỌNG TÀI²

¹Viện Sinh thái và bảo vệ công trình - Viện Khoa học Thủy lợi

²Viện Địa chất - Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam; ³Trường Đại học Mỏ-Địa chất

⁴Học viện Khoa học và công nghệ - Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam; ⁵Đại học Thủy lợi

*Tác giả liên hệ, Email: kien.mgri@gmail.com

TÓM TẮT

Bản đồ nguy cơ trượt lở đất khu vực xã Tà Xùa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La đã được xây dựng bằng phương pháp hồi quy logistic. Đây là phương pháp thống kê đơn giản và đã được áp dụng rộng rãi trong việc thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất. Trong bài báo, sáu yếu tố thúc đẩy quá trình trượt lở đất đã được áp dụng trong khu vực nghiên cứu bao gồm: Độ dốc, phân bố hệ tầng, lượng mưa trung bình năm, khoảng cách đến đứt gãy, khoảng cách đến đường giao thông, sử dụng đất. Đồng thời, dữ liệu đầu vào cũng bao gồm 54 điểm trượt được xác định thông qua khảo sát thực địa.

Từ khóa: Trượt lở đất; hồi quy logistic; xã Tà Xùa; bản đồ nguy cơ trượt lở đất; quy hoạch.

ABSTRACT

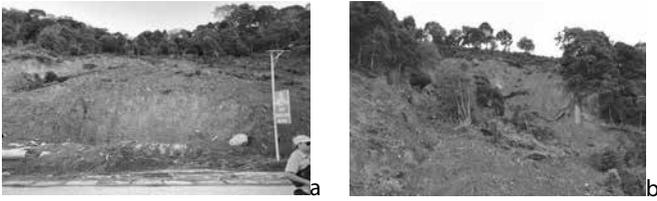
The landslide susceptibility map of Ta Xua commune, Bac Yen district, Son La province was constructed using the logistic regression method. This is a simple statistical method and has been widely applied in the establishment of landslide susceptibility maps. In this paper, six factors promoting the landslide process were applied in the study area including: Slope, strata distribution, average annual rainfall, distance to faults, distance to roads, and land use. At the same time, the input data also included 54 landslide points identified through field surveys.

Keywords: Landslide; logistic regression; Ta Xua commune; landslide susceptibility map; planning.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Thông thường, việc đánh giá nguy cơ trượt lở đất cho một khu vực sẽ được thể hiện qua bản đồ nguy cơ trượt lở đất. Bằng cách hiểu được nguyên nhân và các yếu tố ảnh hưởng đến trượt lở đất, việc phát hiện các vùng nhạy cảm với trượt lở đất là rất quan trọng đối với việc quản lý đất đai hiệu quả, bảo tồn đa dạng sinh học, phát triển bền vững và lập kế hoạch các chiến lược giảm thiểu hiệu quả [10]. Nguy cơ trượt lở đất là khả năng một khu vực cụ thể bị trượt lở đất [3,4]. Nó thường được thể hiện qua một chỉ số số học, đại diện cho xác suất không gian xảy ra trượt lở đất. Bản đồ nguy cơ trượt lở đất thể hiện các khu vực có khả năng xảy ra trượt lở đất dựa trên các điều kiện địa chất, địa hình, và các yếu tố môi trường khác [4]. Tuy nhiên, bản đồ này không cung cấp thông tin về chu kỳ lặp lại của trượt lở đất [2]. Mục đích chính của loại bản đồ này là một bước quan trọng trong việc đánh giá rủi ro trượt lở đất, đồng thời có thể được sử dụng cho quy hoạch sử dụng đất và đánh giá tác động môi trường [5].

Việt Nam nói chung và xã Tà Xùa nói riêng, hàng năm đều xảy ra rất nhiều các vụ trượt lở đất. Ngoài ra, xã Tà Xùa được xem là khu du lịch nổi tiếng cả nước, hàng năm đón lượng lớn khách du lịch trong và ngoài nước đến thăm quan, nghỉ dưỡng. Xã Tà Xùa có diện tích 44,97 km² và dân số 2.104 người [16]. Khu vực này có mức độ phân cắt địa hình lớn, dao động từ 160 m đến hơn 3000 m và có các hoạt động kinh tế, xây dựng sôi động làm thúc đẩy quá trình trượt lở phát triển. Khối trượt điển hình nhất đã xảy ra tại đây là khối trượt ngay phía trên khu nghỉ dưỡng Mando (khu vực trung tâm xã Tà Xùa). Khối trượt xảy ra vào ngày 10/8/2024, khoảng 50.000 m³ đất đá từ trên núi sạt xuống, vùi lấp hoàn toàn homestay Mando, làm một người chết và hai người khác bị thương [17]. Theo ghi nhận, khối trượt này đã xuất hiện từ năm 2022, và sau khi trượt thì đến ngày 17/8/2024, tiếp tục xuất hiện các vết nứt mới kéo dài khoảng 300 m, rộng khoảng 80 cm, tạo thành cung trượt mới [18]. Hình 1 cho thấy khối trượt tại khu nghỉ dưỡng Mando do chính nhóm tác giả ghi nhận trong năm 2022 và 2024.



Hình 1. Trượt lở tại khu nghỉ dưỡng Mando, xã Tà Xùa (a - ảnh chụp năm 2022; b - ảnh chụp năm 2024)

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

Sử dụng phương pháp hồi quy logistic (LR) để xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở đất cho khu vực xã Tà Xùa. LR là một phương pháp mô hình thống kê được sử dụng rộng rãi; trong đó, xác suất của một kết quả có tương quan với một tập hợp các biến dự báo tiềm năng (hoặc các biến dự báo) [13]. LR xác định xem các biến phụ thuộc có mối quan hệ định lượng với một hoặc nhiều biến độc lập hay không; giá trị của biến phụ thuộc được chuyển đổi thành giá trị logarit tỷ lệ xác suất tương ứng và được điều chỉnh theo đường cong logistic [9]. Mô hình LR được xác định bởi một hoặc nhiều biến độc lập và được đo bằng các biến nhị phân như 1 hoặc 0 (có hoặc không có) [6, 8]. Để lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất, LR tập trung vào việc xác định mô hình phù hợp nhất (nhưng hợp lý) để mô tả mối liên hệ giữa sự có hoặc không có trượt lở đất (biến phụ thuộc) và các biến độc lập như góc dốc, hướng và thành phần đá [1]. Do đó, biến phụ thuộc là một biến nhị phân biểu thị sự có hoặc không có trượt lở đất và mối liên hệ giữa các lần xảy ra trượt lở đất và các biến độc lập có thể được biểu diễn như sau [13]:

$$p = \frac{1}{1 + e^{-z}} \tag{1}$$

trong đó: p - xác suất trượt lở đất xảy ra và nằm trong khoảng từ 0 đến 1;

z - tổ hợp tuyến tính có trọng số của các yếu tố độc lập nằm trong khoảng từ $-\infty$ đến $+\infty$. z có thể được biểu diễn dưới dạng tổng của một số giá trị hằng số [6]:

$$z = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_nx_n \tag{2}$$

trong đó: b_0 - giá trị ban đầu của mô hình;

n - số biến độc lập;

b_1, b_2, \dots, b_n - các hệ số;

X_1, X_2, \dots, X_n - các yếu tố gây ra trượt lở đất.

3. DỮ LIỆU TÍNH TOÁN

3.1. Bản đồ hiện trạng trượt lở

Trong nghiên cứu này, bản đồ hiện trạng trượt lở được xây dựng sau khi khảo sát thực địa (hình 2). Khu vực nghiên cứu ghi nhận 54 điểm trượt với diện tích khác nhau. Điểm trượt đáng chú ý nhất là điểm trượt tại khu vực trung tâm xã Tà Xùa.

3.2. Các yếu tố thúc đẩy quá trình trượt lở khu vực nghiên cứu

Bản đồ dữ liệu được lập dựa trên nguyên nhân và yếu tố ảnh hưởng của trượt lở đất. Các nguyên nhân gây ra sạt lở đất có thể được tóm tắt trong ba nhóm chính [7]:

1) Thay đổi hình dạng và chiều cao của mái dốc. Nhóm này bao gồm việc cắt xén mái dốc do con người và các hoạt động tự nhiên gây ra do sự phá hoại của mái dốc bởi các dòng nước liên tục, sự mài mòn của mái dốc.

2) Sự thay đổi cấu trúc, tình trạng và tính chất của đất, đá tạo nên mái dốc. Nhóm này kết hợp quá trình làm thay đổi đất, đá, các tính chất vật lý và cơ học của chúng. Đây là hiện tượng phong hóa vật lý và hóa học, làm ẩm đất, đá bởi khí quyển và nước ngầm.

3) Tải trọng trên mái dốc. Đây là các tải bổ sung khác nhau, chẳng hạn như địa chấn, thủy động lực, thủy tĩnh, tĩnh nhân tạo hoặc tác động động.

Varnes (1984) [14] giải thích rằng có nhiều yếu tố cần được xem xét để phân tích các nguy cơ trượt đất. Soeters và Westen (1996) [12] đã chia các yếu tố đó thành năm nhóm được mô tả như sau:

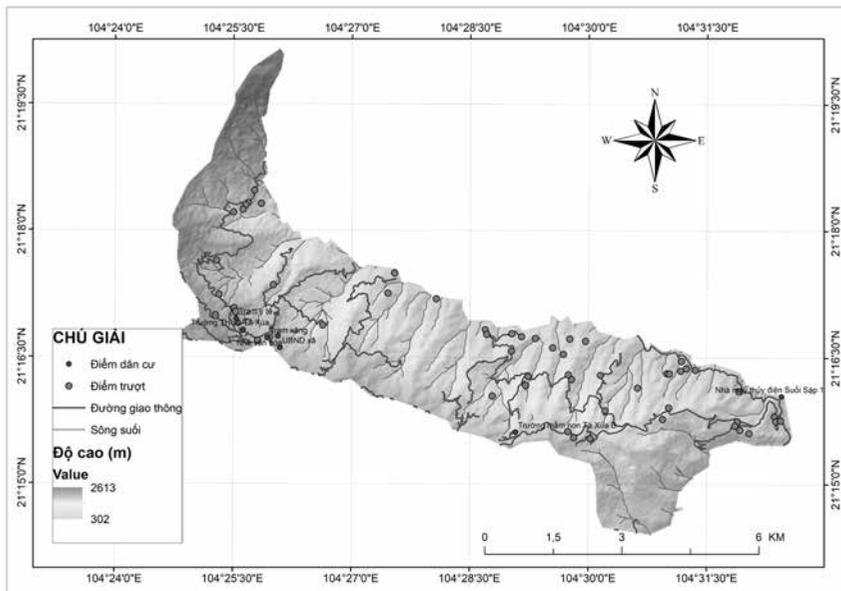
(i) Các yếu tố địa mạo như dữ liệu của đơn vị địa hình, tiểu đơn vị địa mạo, các dạng trượt lở.

(ii) Các yếu tố địa hình như dữ liệu của mô hình địa hình kỹ thuật số, hướng dốc và chiều dài các bề mặt địa hình.

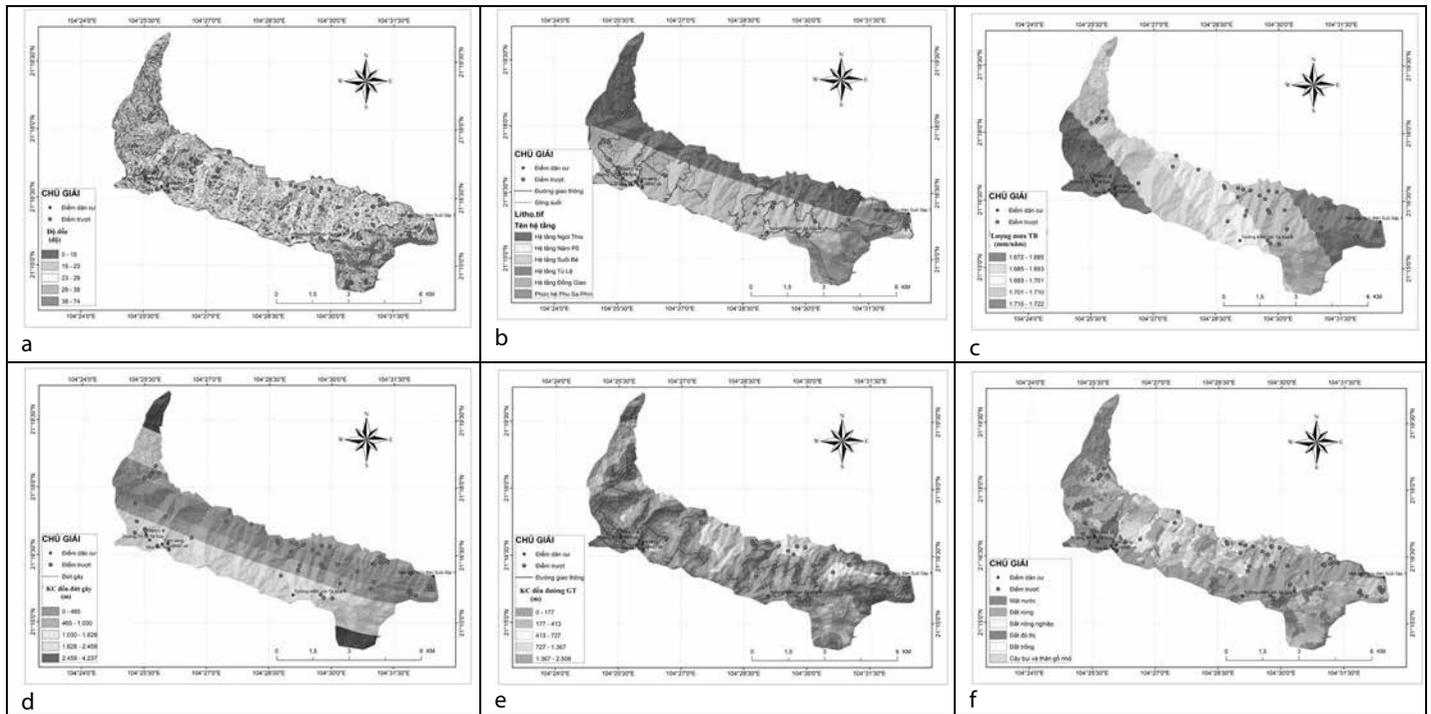
(iii) Các yếu tố địa chất công trình như dữ liệu thạch học, thành phần vật chất, cấu trúc địa chất và gia tốc địa chấn.

(iv) Các yếu tố sử dụng đất như dữ liệu phát triển cơ sở hạ tầng (gần đây và cũ hơn) và bản đồ sử dụng đất (gần đây và cũ hơn)

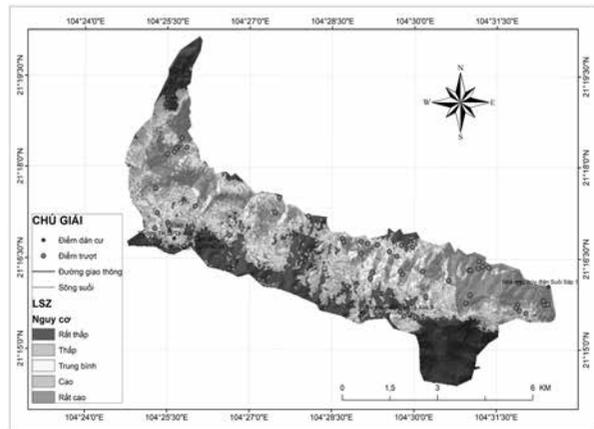
(v) Các yếu tố thủy văn như dữ liệu về hệ thống thoát nước, diện tích lưu vực, lượng mưa, nhiệt độ, bốc hơi và bản đồ mực nước.



Hình 2. Hiện trạng trượt lở khu vực nghiên cứu



Hình 3. Các bản đồ thành phần: a) độ dốc; b) phân bố hệ tầng; c) lượng mưa TB năm; d) khoảng cách đến đút gãy; e) khoảng cách đến đường giao thông; f) sử dụng đất



Hình 4. Bản đồ nguy cơ trượt lở đất xã Tà Xùa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La

Trong đó, có thể không cần thiết phải bao gồm tất cả các tham số; bởi vì nó còn phụ thuộc vào những yếu tố có liên quan đến khu vực nghiên cứu [12]. Nó cũng cung cấp kết quả tối ưu để đánh giá các nguy cơ trượt đất bằng cách chỉ sử dụng một số tham số.

Tác giả Pourghasemi (2018) [11] đã xem xét 469 bài báo khoa học, chia thành hai giai đoạn: 2005–2012 (220 bài) và 2013–2016 (249 bài). Kết quả thống kê cho thấy, yếu tố quan trọng nhất trong đánh giá nguy cơ trượt lở đất là độ dốc (xuất hiện trong 94.2% bài báo). Các yếu tố quan trọng tiếp theo là: địa chất, hướng sườn, sử dụng đất, độ cao, khoảng cách đến sông, khoảng cách đến đút gãy, khoảng cách đến đường giao thông,...

Dựa trên các nghiên cứu trên và căn cứ vào thực tế, sáu yếu tố được sử dụng để xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở cho khu vực nghiên cứu bao gồm: a) độ dốc; b) phân bố hệ tầng; c) lượng mưa TB năm; d) khoảng cách đến đút gãy; e) khoảng cách đến đường giao thông; f) sử dụng đất (hình 3).

Các bản đồ về phân bố hệ tầng, sử dụng đất được kế thừa từ công trình nghiên cứu của tác giả Nguyễn Quốc Thành [15] (hình

3b, 3f). Bản đồ lượng mưa trung bình tháng được nội suy từ dữ liệu của các trạm đo mưa xung quanh khu vực nghiên cứu trong các năm 2022 và 2023 (hình 3c). Các bản đồ về độ dốc, khoảng cách đến đút gãy, khoảng cách đến đường giao thông được xây dựng từ bản đồ địa hình 1:10.000 (hình 3a, 3d, 3e).

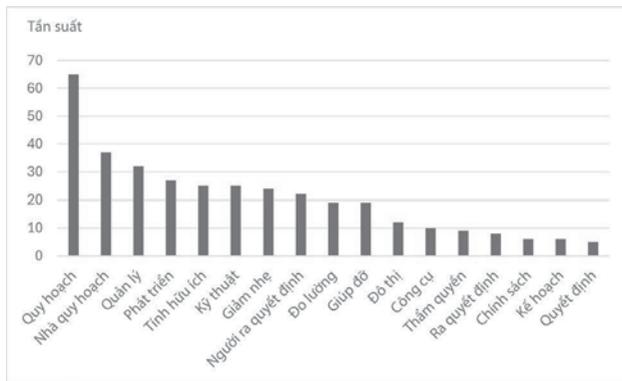
4. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Tổng cộng 54 điểm trượt đã được sử dụng để lập bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở đất cho khu vực xã Tà Xùa. Toàn bộ dữ liệu trượt lở được sử dụng để xây dựng mô hình phân tích. Sử dụng phương pháp hồi quy logistic xây dựng được bản đồ nguy cơ trượt lở đất (hình 4).

Trên bản đồ nguy cơ trượt lở đất xã Tà Xùa cho thấy, khu vực nguy cơ trượt lở cao và rất cao nằm chủ yếu về phía Tây Bắc và Đông Bắc của xã Tà Xùa. Đây là các khu vực có khả năng ảnh hưởng mạnh nhất đến các công trình xây dựng. Khu vực có nguy cơ trượt lở rất thấp chủ yếu nằm ở khu vực phía Đông Nam, khu vực trung tâm xã và khu vực phía Tây Bắc của xã Tà Xùa. Các khu vực này có xác suất ảnh hưởng đến công trình xây dựng là rất thấp.

5. VAI TRÒ CỦA BẢN ĐỒ NGUY CƠ TRƯỢT LỞ ĐẤT

Hiện nay, tại Việt Nam cũng như trên thế giới, vai trò của các bản đồ nguy cơ trượt lở đất là chưa rõ ràng. Việc xác định vai trò của loại bản đồ này sẽ được phân tích qua tần suất xuất hiện của các từ khóa liên quan đến bản đồ nguy cơ trượt lở đất (hình 5). Pareek (2024) [10] đã tổng hợp 250 bài báo khoa học trong danh mục ISI liên quan đến đánh giá nguy cơ trượt lở đất. Mục đích chính của tác giả Pareek là kiểm tra mục đích sử dụng các bản đồ nguy cơ trượt lở đất (ví dụ: quy hoạch sử dụng đất tổng thể hoặc quy hoạch mạng lưới đường bộ). Kết quả là, phần lớn (62%) các bài báo nghiên cứu chỉ mô tả mục đích tạo ra các bản đồ nguy cơ trượt lở đất theo những thuật ngữ rất chung chung, mà không chỉ ra bất kỳ mục đích sử dụng (hay vai trò) cụ thể nào. Chỉ có khoảng 18% các bài báo chỉ ra mục đích cụ thể (hình 5).



Hình 5. Tần suất xuất hiện của các từ khóa liên quan đến bản đồ nguy cơ trượt lở đất [10]

Trên hình 5 cho thấy, vai trò quan trọng nhất của bản đồ nguy cơ trượt lở đất, đó là “quy hoạch” sử dụng hợp lý lãnh thổ. Các vai trò khác ít quan trọng hơn của bản đồ nguy cơ trượt lở đất là: “quản lý” tài nguyên, “kỹ thuật” phòng chống, “giảm nhẹ” thiệt hại, “chính sách”, ra “quyết định” về phòng chống thiên tai,...

Như vậy, bản đồ nguy cơ trượt lở đất khu vực xã Tà Xùa (hình 4) có tính ứng dụng rất quan trọng là “quy hoạch” sử dụng hợp lý lãnh thổ. Khu vực trung tâm xã Tà Xùa (khu vực Ủy ban xã và lân cận) là các khu vực có nguy cơ trượt lở rất thấp và thấp. Do đó, khu vực này có thể tiếp tục mở rộng, xây dựng các công trình xây dựng nhằm phát triển kinh tế. Lưu ý rằng, trong quá trình xây dựng công trình cần bổ sung các giải pháp phòng chống trượt lở cụ thể cho từng vị trí. Các khu vực có nguy cơ trượt lở rất cao và cao (màu đỏ và màu da cam) cần hạn chế xây dựng công trình.

6. KẾT LUẬN

Bản đồ nguy cơ trượt lở đất là công cụ quan trọng để định hướng quy hoạch, quản lý tài nguyên và giảm thiểu rủi ro thiên tai. Đối với khu vực nghiên cứu, bản đồ này có giá trị trong việc quy hoạch xây dựng công trình tại Tà Xùa, nhất là khi nơi đây là một điểm du lịch nổi tiếng. Kết quả cho thấy, có thể tiếp tục mở rộng, xây dựng các công trình xây dựng tại trung tâm xã nhằm phát triển kinh tế, du lịch; do vị trí này chủ yếu có nguy cơ trượt lở rất thấp và thấp. Tuy nhiên, trong quá trình xây dựng cũng cần bổ sung các giải pháp phòng chống trượt lở cụ thể cho từng vị trí. Các khu vực tây bắc và đông bắc của xã Tà Xùa có nguy cơ trượt lở cao và rất cao, cần hạn chế xây dựng công trình.

Lời cảm ơn

Bài báo là một phần sản phẩm của đề tài độc lập cấp Quốc gia: “Nghiên cứu xác định phương pháp đánh giá định lượng, định tính rủi ro thiên tai do lũ quét, lũ bùn đá, trượt lở đất cấp huyện, xã khu vực miền núi phía Bắc”, mã số ĐTĐL.CN-81/21, chủ nhiệm đề tài: TS Nguyễn Trung Kiên. Tập thể tác giả bài báo xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Bộ KH&CN đã tạo điều kiện để hoàn thành nghiên cứu này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ayalew L., Yamagishi H. (2005) The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda-Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology* 65(1): 15-31. doi: 10.1016/j.geomorph.2004.06.010
- [2] Brabb EE (1984) Innovative approaches to landslide hazard and risk mapping. *International Landslide Symposium Proceedings*. Canada, Toronto, pp 17-22
- [3] Budimir, M.E.A., Atkinson, P.M. & Lewis, H.G. A systematic review of landslide probability mapping using logistic regression. *Landslides* 12, 419-436 (2015). <https://doi.org/10.1007/s10346-014-0550-5>
- [4] Caleca, F., Tofani, V., Segoni, S. et al. A methodological approach of QRA for slow-moving landslides at a regional scale. *Landslides* 19, 1539-1561 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10346-022-01875-x>

[5] Corominas J, Smith JT, Van Den Eeckhaut M et al (2013) Recommendations for the quantitative assessment of landslide risk. *Aristotle University of Thessaloniki*

[6] Das G., Lepcha K. (2019) Application of logistic regression (LR) and frequency ratio (FR) models for landslide susceptibility mapping in Relli Khola river basin of Darjeeling Himalaya, India. *SN Applied Sciences* 1(11). doi: 10.1007/s42452-019-1499-8

[7] Fomenko I.K., “Method of assessment of landslide”. Doctor thesis. 318pp, 2014.

[8] Menard S. (2002) *Applied Logistic Regression Analysis*. 2nd ed. Quantitative Applications in the Social Sciences. SAGE Publications, Thousand Oaks, California. doi: 10.4135/9781412983433

[9] Oh H.-J., Kadavi P. R., Lee C.-W., Lee S. (2018) Evaluation of landslide susceptibility mapping by evidential belief function, logistic regression and support vector machine models. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 9(1): 1053-1070. doi: 10.1080/19475705.2018.1481147

[10] Pareek, T., Bhuyan, K., van Westen, C. et al. Analyzing the posterior predictive capability and usability of landslide susceptibility maps: a case of Kerala, India. *Landslides* (2024). <https://doi.org/10.1007/s10346-024-02389-4>

[11] Pourghasemi, H.R., Teimoori Yansari, Z., Panagos, P. et al. Analysis and evaluation of landslide susceptibility: a review on articles published during 2005–2016 (periods of 2005–2012 and 2013–2016). *Arab J Geosci* 11, 193 (2018). <https://doi.org/10.1007/s12517-018-3531-5>

[12] Soeters R., Van Westen C.J., “Slope instability recognition analysis and zonation, In: Turner KT, Schuster RL (eds) *Landslide: investigation and mitigation*”. *Spec Rep 47*. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, DC, pp. 129–177, 1996.

[13] Tu J. V. (1996) Advantages and disadvantages of using artificial neural networks versus logistic regression for predicting medical outcomes. *Journal of Clinical Epidemiology* 49(11): 1225-1231. doi: 10.1016/S0895-4356(96)00002-9

[14] Varnes D.J., “Landslide hazard zonation: a review of principles and practice”. *International Association of Engineering Geology Commission on Landslides and Other Mass Movements on Slopes: UNESCO, Paris*, pp. 1–63 pp, 1984.

[15] Nguyễn Quốc Thành và nnk. (2015). “Nghiên cứu bổ sung, xây dựng và xuất bản bộ bản đồ thiên tai phần đất liền Việt Nam trên cơ sở kết quả nghiên cứu từ năm 2000 đến nay”- mã số KC.08.28/11-15. Lưu trữ Viện Địa chất.

[16] https://vi.wikipedia.org/wiki/Tà_Xùa

[17] https://tuoitre.vn/sat-lo-dat-vui-lap-2-homestay-o-ta-xua-1-nguoi-chet-3-nguoi-bi-thuong-2024081011331851.htm?utm_source=chatgpt.com

[18] https://vtv.vn/xa-hoi/xuat-hien-cung-sat-truot-moi-o-ta-xua-tiep-tuc-di-doi-cac-ho-dan-20240818131235736.htm?utm_source=chatgpt.com