

# Phân tích đặc trưng lưu vực phát sinh lũ bùn đá - lũ quét và cơ chế tác động của lũ ở lưu vực suối Nậm Păm

Vũ Bá Thao\*, Nguyễn Thị Thu Hương

Phòng Nghiên cứu Địa kỹ thuật, Viện Thủy Công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Ngày nhận bài 18/4/2023; ngày chuyển phản biện 21/4/2023; ngày nhận phản biện 19/5/2023; ngày chấp nhận đăng 23/5/2023

## Tóm tắt:

Cơ chế tác động là cơ sở cơ bản để đề xuất các giải pháp phòng tránh lũ bùn đá - lũ quét (LBĐ-LQ). Nghiên cứu này thông qua khảo sát thực địa và phân tích đặc trưng hình thái lưu vực của trận LBĐ-LQ xảy ra đêm ngày 2/8/2017 và rạng sáng 3/8/2017 tại xã Nậm Păm, huyện Mường La, tỉnh Sơn La nhằm làm sáng tỏ cơ chế tác động và đặc trưng hình thái các chi lưu vực thuộc lưu vực suối Nậm Păm. Đặc trưng hình thái lưu vực được phân tích theo hướng lượng hóa quan hệ giữa các tham số diện tích, độ dốc, cao độ, chiều dài, hệ số Melton... nhằm góp phần bổ sung cơ sở dữ liệu nhận diện các lưu vực nguy cơ cao phát sinh LBĐ. Trận LQ tại lưu vực suối Nậm Păm năm 2017 là loại hình đa thiên tai chuyển hóa từ tai biến địa chất phát sinh do mưa chuyển hóa thành LQ. Quá trình chuyển hóa bắt đầu từ cao xuống thấp, từ “trượt lở” diện rộng trên các sườn núi do mưa thành “LBĐ” tập trung ở khe suối lưu vực cấp một, rồi chuyển thành “LBĐ-LQ” trong suối lưu vực cấp 2, sau đó thành “LQ-LBĐ” ở suối lưu vực cấp 3 và chuyển hóa thành “LQ” ở lưu vực cấp 4.

**Từ khóa:** cơ chế tác động, hình thái lưu vực, lũ bùn đá, lũ quét.

**Chỉ số phân loại:** 2.7

## **Đặt vấn đề**

Lũ, LQ, LBĐ là một số trong hàng loạt thiên tai có ảnh hưởng nghiêm trọng tại Việt Nam. Theo Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg [1]: Lũ là hiện tượng mực nước sông dâng cao trong khoảng thời gian nhất định sau đó xuống; LQ là lũ xảy ra bất ngờ trên sườn dốc và trên các sông suối nhỏ miền núi, dòng chảy xiết, thường kèm theo bùn đá, lũ lên nhanh, xuống nhanh, có sức tàn phá lớn. Về khái niệm LBĐ, theo Vũ Cao Minh (1996) [2]: Lũ ở khu vực miền núi kèm theo bùn, đất, đá, hoặc gỗ trôi, xảy ra trong thời gian rất nhanh, có sức tàn phá lớn được gọi là LBĐ”; theo Vũ Bá Thao và cs (2021) [3]: LBĐ là hiện tượng do mưa lớn tạo thành dòng lũ cuốn theo đất sạt lở trên sườn núi và đất đá trong lòng sông, suối tạo ra LBĐ chảy rất nhanh và mạnh xuống hạ lưu. Trong quá trình chảy xuống hạ lưu, dòng LBĐ này gây xói lở lòng dẫn và cuốn theo các tảng đá, khúc gỗ lớn trên đường đi của nó, sau đó lan rộng tại cửa ra của sông, suối và gây thiệt hại cho khu vực dân cư xung quanh.

Trên thế giới nhiều quốc gia đã nghiên cứu về đặc trưng lưu vực LBĐ. D.J. Wilford và cs (2004) [4] phân chia lũ miền núi thành 3 loại là lũ lụt với chiều dài lưu vực lớn hơn 9 km; LQ kèm theo một phần bùn đá với chiều dài lưu vực trong khoảng 2,7-9 km và LBĐ có chiều dài lưu vực 0,5-2,7 km.

L. Marchi và V. D’Agostino (2004) [5] phân tích LBĐ tại phía đông dãy An-Pơ nước Ý phát hiện 72% lưu vực có diện tích nhỏ hơn 5 km<sup>2</sup> và 91% lưu vực có diện tích nhỏ hơn 10 km<sup>2</sup>; 92% lưu vực LBĐ có chiều dài ngắn hơn 6 km; 71% lưu vực có độ dốc lòng dẫn trong khoảng 20-50% và độ dốc suối trung bình là 38,5%.

Kim Kyung Suk (2008) [6] cho biết, LBĐ xảy ra ở lưu vực rất nhỏ với diện tích trong khoảng 0,01-0,65 km<sup>2</sup>, lũ phát sinh chủ yếu từ nguyên nhân trượt lở các mái dốc có độ dốc 29-55°. Tiêu chuẩn quy hoạch và thiết kế công trình đập chắn LBĐ của Nhật Bản chỉ ra diện tích lưu vực LBĐ từ 0,1 đến 5,0 km<sup>2</sup> [7]. Lũ xảy ra tại suối có độ dốc lòng dẫn lớn hơn 2° gọi là LBĐ và nhỏ hơn 2° thì gọi là LQ. Lưu vực LBĐ chia thành 3 khu vực: khu phát sinh với độ dốc lòng dẫn >15°, khu dịch chuyển có độ dốc 10-20° và khu lắng đọng có độ dốc 2-15°. Theo tiêu chuẩn DZ 0220-2006 của Trung Quốc phân loại một số đặc trưng lưu vực LBĐ: Độ dốc trung bình lòng dẫn thường lớn hơn 3° và xảy ra phổ biến ở suối có độ dốc trung bình lòng dẫn lớn hơn 6°. Chênh cao lưu vực lớn hơn 300 m. Diện tích lưu vực chia làm 4 nhóm gồm: 0,2-5 km<sup>2</sup>, 5-10 km<sup>2</sup>, 10-100 km<sup>2</sup> và >100 km<sup>2</sup>, trong đó LBĐ phát sinh nhiều nhất tại lưu vực có diện tích khoảng 0,2-5 km<sup>2</sup> và 5-10 km<sup>2</sup> [8].

\*Tác giả liên hệ: Email: vubathao@gmail.com

# Impact mechanisms and morphological characteristics of Nam Pam debris flow - flash flood catchment

Ba Thao Vu\*, Thi Thu Huong Nguyen

Department of Geotechnical Research Engineering,  
Hydraulic Construction Institute, Vietnam Academy for Water Resources

Received 18 April 2023; accepted 23 May 2023

## Abstract:

Understanding the mechanisms and damages caused by debris flows and flash floods is crucial for proposing effective mitigation countermeasures. This study aims to clarify the impact mechanisms and morphological characteristics of a debris flow and flash flood event that occurred from the night of August 2, 2017 to the early morning of August 3, 2017, in Nam Pam commune, Muong La district, Son La province. The study involved field surveys and analysis of the morphological characteristics of the sub-catchments within the Nam Pam stream catchment. The morphological characteristics of the catchment area were analysed by quantifying the relationships between parameters such as area, slope, elevation, length, Melton coefficient... contributing to supplementing the database for identifying high-risk catchment areas prone to debris flows. The 2017 flash flood event in the Nam Pam stream catchment was a multi-hazard phenomenon resulting from rainfall-induced geological transformations. The transformation process started from higher elevations, with widespread landslides caused by rainfall transforming into concentrated "debris flows" in the primary sub-catchment channels, then transitioning into "debris flow-flash floods" in the secondary sub-catchments, followed by "flash floods-debris flows" in the tertiary sub-catchments, and ultimately transforming into "flash floods" in the fourth-order catchment area.

**Keywords:** debris flows, flash flood, impact mechanisms, morphological characteristics of the catchment.

**Classification number:** 2.7

Tại Việt Nam, Cao Đăng Dư và Lê Bắc Huỳnh (2003) [9] đã phân chia những miền hoạt động chính của LQ gồm: khu vực sinh lũ, khu vực tập trung dòng LQ và khu vực chịu lũ. Các tác giả đã đưa ra đặc trưng của 22 lưu vực sông đã xảy ra LQ. Theo đó, giá trị trung bình của một số đặc trưng được tính toán lại như sau: diện tích lưu vực sông trung bình là 584 km<sup>2</sup>; chiều dài lưu vực sông trung bình là 40 km; chiều rộng lưu vực sông trung bình là 12,4 km; các sông bắt nguồn từ cao độ trung bình là 1232 m; độ dốc lưu vực trung bình là 26,2%; hệ số hình dạng lưu vực trung bình là 0,41. Như vậy, có thể nhận thấy các thông số về đặc trưng hình thái của lưu vực đã từng xảy ra LQ như diện tích, chiều dài, chiều rộng là khá lớn, phù hợp với một số trận LQ xảy ra trên các lưu vực rộng lớn như sông Kiến Giang, Gianh, Đà Rằng, Cà Ty và Lòng Sông. Tuy nhiên, với một số trận lũ có tính chất đặc biệt như đã từng xảy ra ngày 27/6/1990 và 27/7/1991 trên lưu vực Nậm Lay [10], các thông số này dường như chưa phù hợp. Sở dĩ tồn tại hạn chế trên là do ở Việt Nam, các nhà nghiên cứu trước đây đã đánh đồng hai khái niệm LQ và LBD trong khi thực tế, hai loại lũ này có nhiều khác biệt. Nghiên cứu này căn cứ trận LBD-LQ Nậm Păm để luận giải sáng tỏ hơn sự khác biệt này.

Sau này, một số nghiên cứu đã đi sâu hơn về đặc tính và đặc trưng lưu vực LQ, LBD. Đào Đình Bắc và cs (2008) [11] thống kê LBD-LQ thường phát sinh ở lưu vực suối hoặc thung lũng nhỏ, chiều dài khoảng 4-10 km. Phan Đông Pha và cs (2014) [12] chia cấu trúc dòng LQ-LBD thành 3 đới là sinh lũ, vận chuyển và tích tụ. Đỗ Minh Ngọc (2014) [13] nghiên cứu LBD tại các thôn thuộc xã Tân Nam, huyện Quang Bình, tỉnh Hà Giang xảy ra năm 2002 cũng thấy rằng diện tích lưu vực LBD từ 0,78 đến 3,1 km<sup>2</sup>. Như vậy, các nghiên cứu có chung phát hiện là LBD xảy ra ở lưu vực suối nhỏ, độ dốc lớn, dòng chảy siết, hàm lượng bùn đá lớn, có sức tàn phá nặng nề, tuy vậy, các nghiên cứu này chưa đi sâu thống kê và phân tích lượng hóa các đặc trưng lưu vực LBD. Vũ Bá Thao và cs (2022) [14] đã đưa ra đặc trưng chung của một số lưu vực LBD khu vực miền núi phía Bắc: Diện tích lưu vực LBD thường nhỏ hơn 20 km<sup>2</sup>, phổ biến nhất là 0,6-5,0 km<sup>2</sup>, trung bình khoảng 8 km<sup>2</sup>; chiều dài lưu vực LBD ngắn hơn 6 km, ít xảy ra với chiều dài trên 8 km; cao độ cửa ra lưu vực LBD thường thấp hơn 600 m, phổ biến từ 200 đến 600 m; độ chênh cao lưu vực LBD lớn hơn 500 m, phổ biến trong khoảng 500-1200 m; độ dốc trung bình lòng suối lớn hơn 10% (6°), phổ biến là 10-30% (6-18°); độ dốc lưu vực LBD lớn hơn 15% (9°), đa số 20-40% (11,5-23,0°). Nghiên cứu trên đã thống kê tập trung loại LBD, tuy nhiên một số trận LQ-LBD hỗn hợp như Hát Lìu, Ngòi Thia... chưa tách riêng từng lưu vực nhỏ LBD thuộc lưu vực lớn LQ.

Trong nghiên cứu này, thông qua thu thập, phỏng vấn, điều tra, đo đạc thực địa, sử dụng ảnh vệ tinh và bản đồ địa hình, để lập sơ đồ phân tích cơ chế tác động và đặc trưng lưu vực LBD phân bố tại xã Nậm Păm, huyện Mường La, tỉnh Sơn La, từ đó góp phần làm sáng tỏ những đặc trưng của LBD-LQ tại Nậm Păm nói riêng và LBD nói chung.

### Cơ chế tác động của LBD-LQ tại Nậm Păm

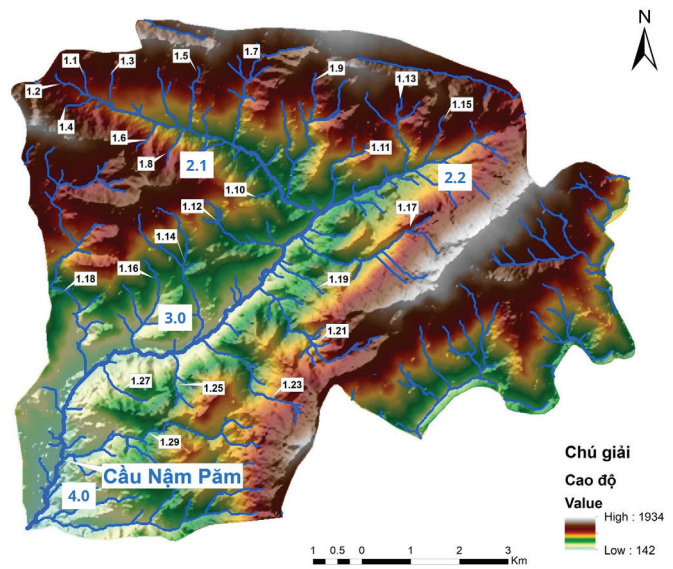
#### Tình hình chung về LBD-LQ Nậm Păm

Trận lũ tại lưu vực suối Nậm Păm xảy ra đêm ngày 2/8/2017 và rạng sáng 3/8/2017 có đặc tính đa thiên tai, là sự chuyển hóa từ trượt lở, sạt lở, kết hợp với nước mưa thành LBD trên các lưu vực cấp 1; tiếp theo chuyển hóa thành LBD-LQ trên lưu vực cấp 2; chuyển hoá thành LQ-LBD trên lưu vực cấp 3; và đến khi chảy vào lưu vực cấp 4 chuyển hóa thành LQ. Do đó, để đảm bảo tính thống nhất và phù hợp với đặc tính của trận lũ, tác giả gọi trận lũ này là LBD-LQ Nậm Păm 2017.

Khoảng một tuần trước ngày xảy ra LBD-LQ trên địa bàn xã Nậm Păm liên tục có mưa nhỏ, đến ngày 2/8/2017 xảy ra mưa lớn. Lượng mưa lũy tích trong vòng 24 giờ (tính từ 13 giờ ngày 2/8/2017 đến 13 giờ ngày 3/8/2017) đạt khoảng 100 mm. Mưa lớn tổ hợp cùng với những yếu tố bất lợi về địa hình dốc, địa mạo lưu vực lòng chảo thuận lợi tập trung nước, địa chất có nhiều đất đá rời rạc đã hình thành nên trận LBD-LQ lớn nhất trong lịch sử 70 năm trên toàn bộ các lưu vực suối Nậm Păm chảy qua địa bàn xã Nậm Păm và một phần thị trấn Ít Ong. Người dân bản địa xác nhận chưa từng xảy ra trận lũ có quy mô tương tự. Trận lũ đã gây ra những thiệt hại nặng nề về người và tài sản, để lại thách thức vô cùng lớn đối với người dân và chính quyền trong tái thiết, phục hồi sinh kế.

#### Cơ chế tác động của LBD-LQ

Nghiên cứu tiến hành điều tra 24 lưu vực suối cấp 1 đã xảy ra LBD vào ngày 2-3/8/2017 thuộc lưu vực suối Nậm Păm, xã Nậm Păm, huyện Mường La, tỉnh Sơn La. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành phỏng vấn người dân và cán bộ địa phương về tình hình thiên tai, mức độ thiệt hại do LBD; khảo sát xác định phạm vi lưu vực LBD và tính toán một số đặc trưng lưu vực LBD. Sơ đồ các lưu vực đã xảy ra LBD-LQ tại Nậm Păm được trình bày ở hình 1.



**Hình 1. Sơ họa các lưu vực xảy ra LBD-LQ Nậm Păm 3/8/2017.** Các ký hiệu từ 1.1 đến 1.29 thể hiện các lưu vực suối LBD cấp 1: các suối có cửa ra đổ trực tiếp vào suối Piêng, Nậm Chiến hoặc Nậm Păm; ký hiệu 2.1, 2.2 thể hiện các lưu vực suối LBD cấp 2: suối Piêng (2.1) và Nậm Chiến (2.2); ký hiệu 3.0 thể hiện lưu vực LBD-LQ cấp 3: suối Nậm Păm đoạn từ điểm hợp lưu của suối Piêng và Chiến đến đoạn suối Nậm Păm bị uốn cong, thu hẹp; ký hiệu 4.0 thể hiện lưu vực LQ cấp 4: suối Nậm Păm đoạn từ vị trí bị uốn cong, thu hẹp đến cầu Nậm Păm và một phần thị trấn Ít Ong.

Các lưu vực này được phân chia thành các cấp khác nhau. Phân chia cấp lưu vực, cơ chế phát sinh và tác động của các suối thuộc hệ thống suối Nậm Păm được trình bày ở bảng 1. Một số hình ảnh điều tra thực địa được thể hiện ở hình 2.

LBD-LQ đã gây những thiệt hại nặng nề cho xã Nậm Păm và một phần thị trấn Ít Ong. Về người, tài sản, cơ sở hạ tầng khu vực: 13 người chết, 2 người mất tích, 15 người bị thương, 279 nhà ở bị sập đổ, cuốn trôi, 159 nhà bị sạt lở, hư hỏng nhẹ, 140 nhà phải di chuyển, 15 điểm trường bị thiệt hại, ảnh hưởng. Về nông nghiệp: lũ đã làm sạt lở, vùi lấp, xói mòn, cuốn trôi khoảng 282 ha lúa, 304 ha cây màu trên nương, 2.500 con gia súc, 15.790 con gia cầm và 56 ha ao nuôi cá. Về thủy lợi: 9 phai đập, 10.500 m kênh mương, 2.000 m kè bị vùi lấp, cuốn trôi. Về giao thông: 6,83 km đường bị sạt lở, hư hỏng, 0,44 km bị ngập, 49 cầu, cống bị cuốn trôi, hư hỏng, trong đó cầu Nậm Păm bị lũ cuốn trôi cả hai đầu cầu. Về đường điện lưới: 170 cột điện cao thế, trung thế bị sạt lở, nghiêng, gãy đổ, 1 trạm biến áp bị lũ cuốn trôi, hư hại.

Thống kê thiệt hại cho thấy, phần lớn những bản nằm trong phạm vi giao thoa cửa ra của các dòng LBD-LQ đổ ra từ các suối cấp 1 và cấp 2 hoặc suối cấp 1 và cấp 3 đều

**Bảng 1. Cơ chế tác động của LBD-LQ tại các lưu vực suối Nậm Păm.**

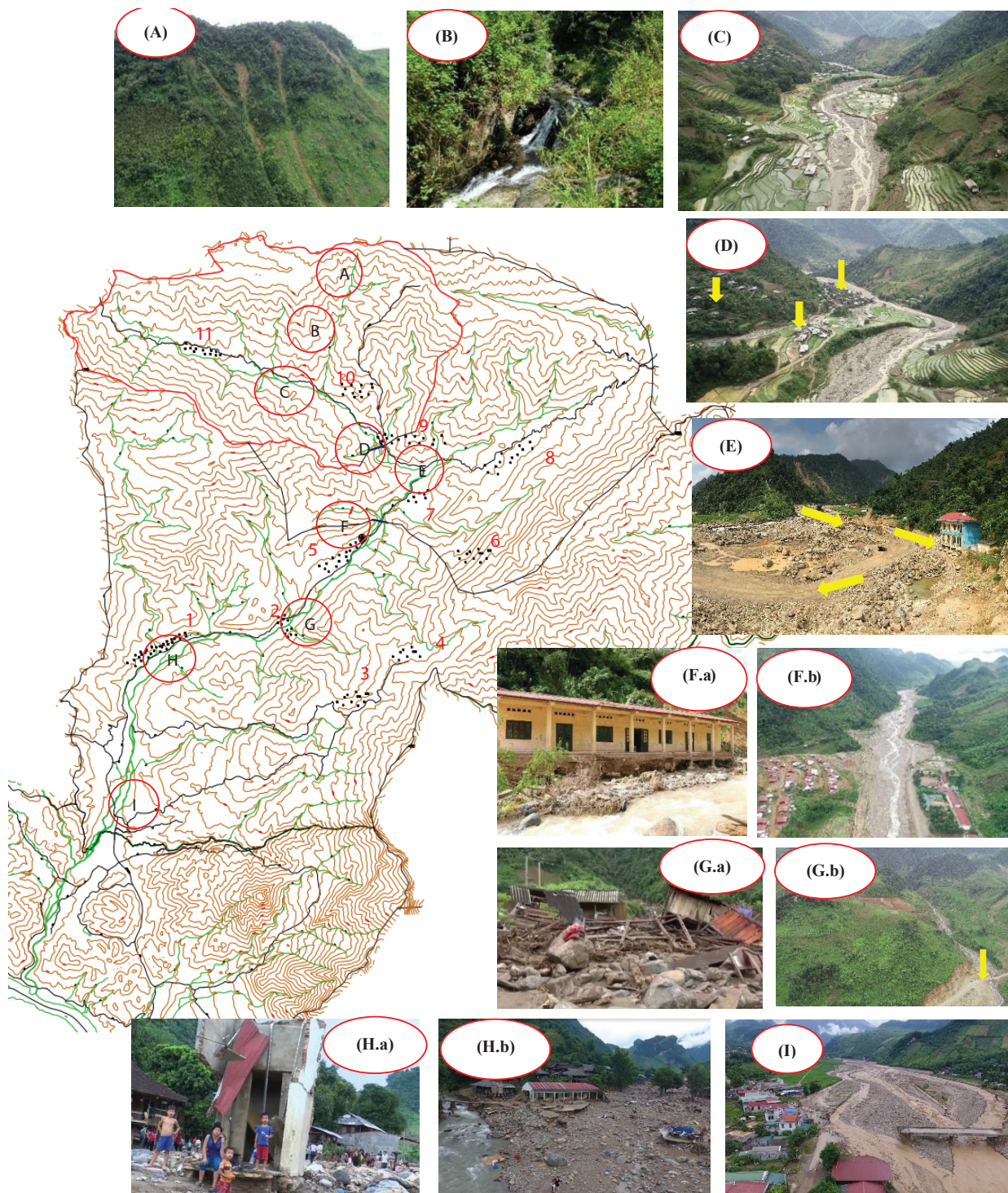
Cấp suối/loại lũ	Khu vực	Cơ chế tác động	Đối tượng thiệt hại
<b>Suối cấp 1: (LBD):</b> Gồm các suối nhánh được ký hiệu từ 1.1 đến 1.29 ở hình 1. Các suối cấp 1 ở Nậm Păm có độ dốc lòng suối trung bình khoảng 15°	Khu vực hình thành	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xói mòn lớp bề mặt, tạo rãnh xói, nương xói trên sườn dốc.</li> <li>- Trượt lở dạng trượt nông hàng loạt với độ dày khoảng 0,5-1,5 m trên sườn đồi, sườn núi.</li> <li>- Sạt lở, đá lăn, đá rơi từ sườn đồi, sườn núi, vách núi.</li> <li>- Địa hình khu vực hình thành thường có dạng phẳng, thuận lợi cho tập trung nước mưa. Độ dốc sườn đồi núi thường trên 25°.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thảm phủ.</li> <li>- Rừng tự nhiên, rừng trồng.</li> <li>- Ruộng lúa, ngô.</li> <li>- Nhà cửa, ruộng vườn trên sườn núi.</li> </ul>
	Khu vực dịch chuyển	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trượt lở bờ suối và thêm suối do dòng lũ đổ về từ khu vực phát sinh.</li> <li>- Xói và dịch chuyển đất đá trầm tích tại lòng suối hòa cùng với LBD.</li> <li>- Đá tảng, cuội tảng, cây trôi và đập, xô đẩy cơ sở hạ tầng, nhà cửa, ruộng vườn.</li> <li>- Mặt cắt ngang lòng dẫn: Suối ở khu vực dịch chuyển hình chữ V, thường có đoạn mặt cắt bị co hẹp, gãy nghiêng, lấp dòng. Độ dốc lòng dẫn thường từ 10 đến 25°.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nhà cửa, chuồng trại trên thềm suối, ven suối bị đổ, sập, cuốn trôi.</li> <li>- Ruộng canh tác dọc theo bờ và lòng suối bị vùi lấp, cuốn trôi.</li> </ul>
	Khu vực lắng đọng	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Khu vực lắng đọng bao gồm dọc lòng suối và tại cửa ra lưu vực, còn gọi là nón phóng vật.</li> <li>- Đá tảng, cuội tảng, cây trôi và đập, xô đẩy, vùi lấp cơ sở hạ tầng, nhà cửa, ruộng vườn.</li> <li>- Một phần đá tảng, cuội tảng, cây trôi chầy xuống lưu vực cấp 2.</li> <li>- Mặt cắt ngang lòng dẫn: Suối ở khu vực lắng đọng thường có hình chữ U, mặt cắt mở rộng, độ dốc lòng dẫn giảm xuống còn từ 10 xuống 2°.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nhà cửa, trường học, đường giao thông, cống bị vùi lấp, xô đổ, cuốn trôi.</li> <li>- Ruộng, vườn, chuồng, trại bị phá hủy.</li> <li>- Khu vực cửa suối là nơi bị thiệt hại nặng nề nhất trong lưu vực cấp 1. Đây là nơi có địa hình thoải, bằng phẳng, rộng nên thường được người dân chọn làm nơi xây nhà ở định cư và chính quyền chọn làm nơi xây trường học. Các nơi chịu ảnh hưởng nặng nề của LBD do suối cấp 1 gồm: bản Piêng, Hóc, Huổi Liêng và Hua Nậm.</li> </ul>
<b>Suối cấp 2: (LBD-LQ):</b> Gồm suối Piêng và Chiến. Suối Piêng là hợp lưu của các suối cấp 1 (từ 1.1 đến 1.10). Suối Chiến là hợp lưu của các suối cấp 1 gồm: 1.11, 1.13, 1.15. Độ dốc lòng dẫn suối cấp 2 trung bình khoảng 6°.	Nhiều dòng LBD từ lưu vực suối cấp 1 đổ vào suối cấp 2 tạo thành LBD-LQ. Hàm lượng bùn đá và kích thước đá giảm so với LBD ở lưu vực suối cấp 1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Một phần vật liệu đất đá từ LBD suối cấp 1 chảy vào suối cấp 2, phá hủy bờ kè, đường giao thông, đất đá, cây khô tiếp tục dịch chuyển trong lòng suối cấp 2.</li> <li>- Trượt lở đất đá hai bờ suối và thêm suối. Hàm lượng vật chất đất đá trong dòng lũ ít hơn và kích thước đá tảng, cuội tảng nhỏ hơn LBD ở lưu vực cấp 1.</li> <li>- Đá, cuội dạng lù tích tại lòng suối bị xô và cuốn trôi bổ sung thêm nguồn vật chất cho dòng lũ.</li> <li>- Vật chất đất đá lắng đọng một phần ở lưu vực cấp 2 và một phần đá nhỏ, cuội, cát, đất, cây, tiếp tục cuốn theo dòng lũ đổ về suối cấp 3.</li> <li>- Xô đẩy, va đập, bồi lắng, vùi lấp.</li> <li>- Mặt cắt ngang lòng dẫn mở rộng hình chữ U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nhà cửa, trường học xây dựng ở thềm suối bị phá hủy, như điểm trường tiểu học Nậm Păm.</li> <li>- Đường giao thông, cầu, cống, kè bị vùi lấp, xô đổ, cuốn trôi.</li> <li>- Ruộng, vườn, chuồng, trại bị phá hủy.</li> <li>- Bản làng xây dựng dọc thềm suối bị phá hủy. Chiều cao dòng lũ phá hủy trung bình là 7 m tính từ mặt nước dòng suối vào mùa cạn. Các bản làng bị thiệt hại bởi dòng cấp 2 là: Hua Piêng, Huổi Sói, Piêng, Ít.</li> </ul>
<b>Suối cấp 3: (LQ-LBD):</b> Là suối Nậm Păm từ đoạn ngã ba suối Piêng - Nậm Chiến đến khe hẹp trước cầu Nậm Păm. Độ dốc lòng dẫn trung bình khoảng 2,5°.	Nhiều dòng LBD từ suối cấp 1 và dòng LBD-LQ ở suối cấp 2 đổ về suối cấp 3 tạo thành LQ-LBD. Hàm lượng bùn đá và kích thước đá giảm so với LBD-LQ ở lưu vực suối cấp 2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dòng LQ-LBD mang ít hàm lượng vật chất đất đá và kích thước đá nhỏ, chủ yếu tác động làm xói lòng dẫn và xói bờ suối, bờ sông, phá hủy ruộng, kè, kênh mương, đường và nhà dân dọc ven suối.</li> <li>- Xô đẩy, va đập, bồi lắng, vùi lấp.</li> <li>- Mặt cắt ngang lòng dẫn mở rộng hình chữ U.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xói, phá hủy bờ kè, mở rộng lòng dẫn, làm sạt đổ nhà dọc ven suối, phá hủy 9 km đường tỉnh lộ 109.</li> <li>- Vùi lấp, cuốn trôi ruộng vườn, chuồng trại, ao nuôi.</li> <li>- Cuốn trôi các phương tiện giao thông.</li> <li>- Các bản bị thiệt hại nặng nề gồm: Bàu, Hóc, Huổi Liêng, Hua Nậm.</li> </ul>
<b>Suối cấp 4: (LQ):</b> Là suối Nậm Păm khe hẹp trước cầu Nậm Păm chảy qua thị trấn Ít Ong. Độ dốc lòng dẫn trung bình khoảng 1,5°.	LQ-LBD ở suối cấp 3 đổ về suối cấp 4 thành LQ. Hàm lượng bùn cát, đá rất nhỏ, chiếm dưới 10% so với tổng lượng dòng lũ. Thành phần vật chất không có đá tảng, cuội tảng.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- LQ, lưu lượng lớn, gây xói lòng, xói lở mạnh bờ kè, đường giao thông, mở trụ cầu.</li> <li>- Mặt cắt ngang lòng dẫn rất rộng, thường được cải tạo thành ruộng canh tác lúa nước của nhân dân.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xói, phá hủy bờ kè, đường giao thông.</li> <li>- Xói lở mô cầu, gây sập hai đầu cầu Nậm Păm.</li> <li>- Vùi lấp ruộng.</li> </ul>

chịu thiệt hại nặng nề về người và tài sản. Đó là các bản: Hua Nậm, Huổi Liêng, Hóc, Piêng. Các bản chịu ảnh hưởng chỉ bởi một suối thuộc các cấp 2, 3 hoặc 4 có mức độ thiệt hại nhỏ hơn. Đối với thị trấn Ít Ong, vì khu vực có dân cư tập trung đông đúc, nhiều công trình cơ sở hạ tầng được xây dựng nên bị ảnh hưởng bởi dòng LQ Nậm Păm ở cấp 4 nhưng mức độ thiệt hại vẫn rất nghiêm trọng. Một phần nguyên nhân có thể nhận thấy là do cầu Ít Ong và kè dọc hai bờ hạ lưu cầu được xây dựng đã thu hẹp trên 50% chiều

rộng lòng suối so với lòng suối phía thượng lưu cầu (hình 2I). Do đó, vấn đề cần được nhấn mạnh và rút kinh nghiệm trong quy hoạch dân cư, xây dựng cầu giao thông đối với khu vực này là khi xây dựng tránh gây thu hẹp dòng chảy tự nhiên của sông, suối.

### Đặc trưng hình thái các lưu vực LBD-LQ

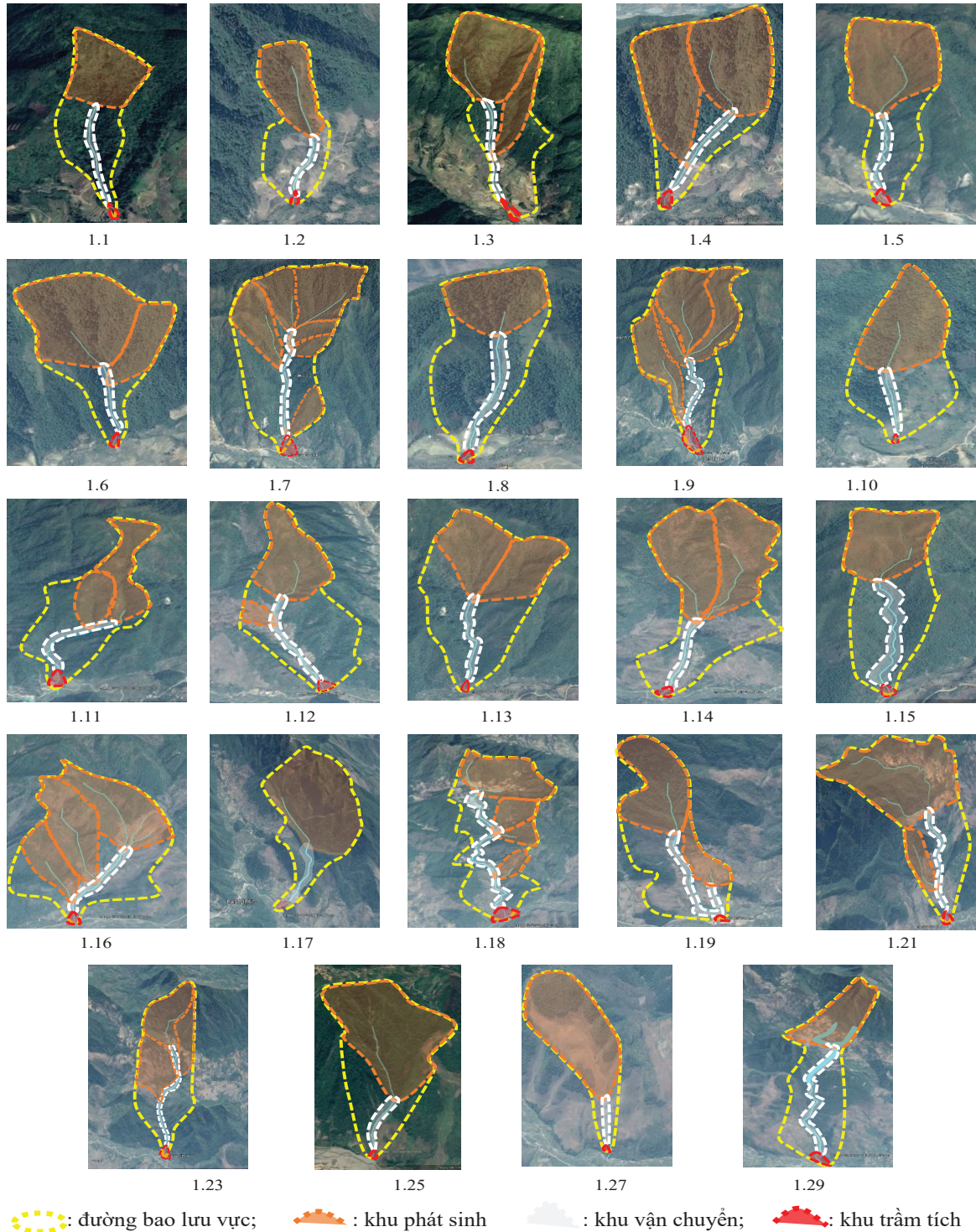
Nghiên cứu đã lập sơ đồ hình thái của 24 lưu vực LBD dựa trên bản đồ Google Earth, bản vẽ địa hình và hiệu chỉnh theo kết quả điều tra khảo sát thực địa trong hai đợt (đợt



**Hình 2. Một số hình ảnh điều tra thực địa về cơ chế tác động và thiệt hại do LBD năm 2017 và 2018.** Các vị trí đánh số từ 1 đến 11 tương ứng với vị trí 11 bản bị thiệt hại của xã Nậm Pấm (1: Hua Nậm; 2: Huổi Liêng; 3: Nong Bâu; 4: Huổi Có; 5: Hốc; 6: Huổi Hốc; 7: Bâu; 8: Ít; 9: Piêng; 10: Huổi Sói; 11: Hua Piêng); (A) Xói lở bề mặt tạo rãnh xói ở khu phát sinh suối cấp 1 tại Nậm Pấm; (B) Khu vực dịch chuyển của LBD ở suối cấp 1 tại Huổi Lát và Nậm Pấm; (C) LBD mang theo nhiều đá vôi lấp toàn bộ ruộng và cuốn trôi nhà ven suối Piêng (chụp ảnh UAV tại vị trí Huổi Lát xã Nậm Pấm sau lũ 6 tháng); (D) Bản Piêng sau LBD (ảnh chụp sau lũ 6 tháng); (E) Trường Tiểu học Nậm Pấm nằm ở phía bờ cong lõm bị lũ phá hủy còn trơ lại 4 phòng học (ảnh chụp ngay sau lũ); (F.a) Trường học tại bản Hốc bị tàn phá trơ cả móng nhà (ảnh chụp ngay sau lũ); (F.b) Toàn cảnh từ vị trí UBND xã Nậm Pấm xuôi về hạ lưu sau lũ 6 tháng; (G.a) Nhà tại bản Huổi Liêng bị lũ phá hủy (ảnh chụp ngay sau lũ); (G.b) Nhà cửa của 16 hộ dân tại khu trũng bản Huổi Liêng bị cuốn trôi hoàn toàn; (H.a) Những người dân vô gia cư sau lũ (ảnh chụp ngay sau lũ); (H.b) Toàn cảnh bản Hua Nậm tan hoang sau lũ (ảnh chụp ngay sau lũ); (I) LBD xói lòng, bờ suối và cầu giao thông tại thị trấn Ít Ong (ảnh chụp ngay sau lũ).

một vào tháng 8/2018, đợt hai vào 10/2020). Từ các sơ đồ hình thái có thể nhận thấy rằng, lưu vực LBD thường có hình lòng chảo thuận lợi cho tập trung nước, ba mặt lưu vực là đồi núi có độ dốc lớn, mặt còn lại là cửa ra lưu vực ở dạng cửa suối nối với suối chính. Hình thái lưu vực LBD cơ bản đều có thể phân chia thành 3 khu vực gồm: khu hình

thành, khu dịch chuyển và khu trầm tích. Đối tượng chịu thiệt hại phân bố chủ yếu ở khu dịch chuyển dọc ven suối và khu trầm tích, vì người dân thường chọn địa hình khá bằng phẳng tại khu vực cửa ra của suối để xây dựng nhà cửa. Hình thái các lưu vực LBD thuộc các suối cấp 1 của khu vực Nậm Păm được thể hiện ở hình 3.



Hình 3. Sơ đồ hình thái các lưu vực LBD cấp 1 Nậm Păm.

### Phân tích đặc trưng hình thái các lưu vực LBD-LQ

Dựa vào các sơ đồ hình thái lưu vực LBD và số liệu đo đạc thực địa, tiến hành tính toán các thông số đặc trưng lưu vực LBD gồm: diện tích, chiều dài lưu vực, chiều dài suối chính, cao độ điểm cao nhất lưu vực, cao độ điểm cao nhất suối, cao độ điểm cửa ra suối (cao độ điểm cửa ra lưu vực), chênh cao lưu vực, chênh cao lòng suối, độ dốc lưu vực trung bình, độ dốc lòng suối trung bình, hệ số hình dạng lưu vực, hệ số Melton. Kết quả tính toán thông số của 24 lưu vực LBD cấp 1 được thể hiện trên các biểu đồ từ hình 4 đến 11. Mỗi biểu đồ thể hiện một thông số đặc trưng lưu vực với số trận LBD và phần trăm lũy tích số trận LBD.

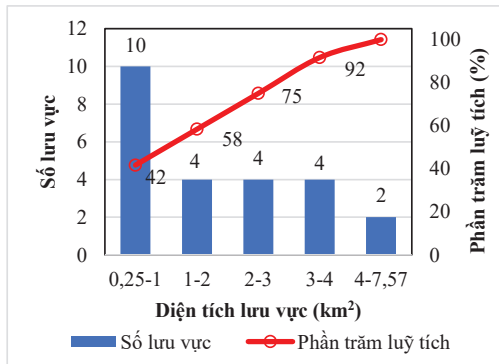
#### Đặc trưng lưu vực LBD thuộc lưu vực cấp 1

Kết quả hình 4 cho thấy 96% lưu vực có diện tích từ 0,25 đến 5 km<sup>2</sup>. Hình 5 cho thấy khoảng 90% các lưu vực đã xây ra LBD có chiều dài từ 1 đến 5 km. Hình 6 cho thấy khoảng 83% lưu vực có cao độ điểm cửa ra suối (cửa ra lưu vực LBD) thấp hơn 900 m. Các lưu vực có cao độ điểm cửa ra khoảng 500 m có tỷ lệ xuất hiện LBD nhiều nhất. Đây là số liệu có thể tham khảo để xem xét quy hoạch xây dựng nhà cửa tại cao độ khu vực cửa lưu vực.

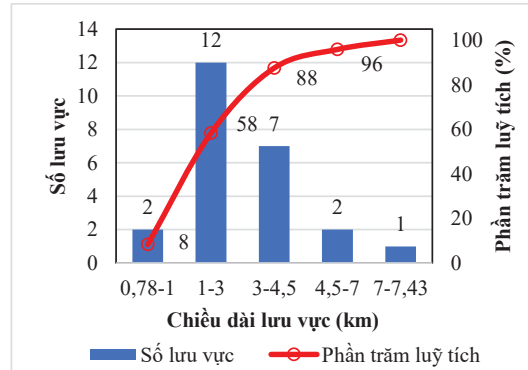
Kết quả hình 7 cho thấy khoảng 92% lưu vực có độ chênh

cao lưu vực nhỏ hơn 1500 m. Trong đó, chỉ có khoảng 4% số trận lũ xảy ra ở lưu vực có độ chênh cao nhỏ hơn 400 m và 8% số trận lũ xảy ra ở lưu vực có độ chênh cao lớn hơn 1500 m; các lưu vực có độ chênh cao từ 400 đến 1500 m có tỷ lệ xảy ra LBD cao nhất, chiếm khoảng 90% tổng số lưu vực. Kết quả hình 8 cho thấy, LBD xảy ra ở độ dốc lòng suối nhỏ nhất là 17,6% (10°), 88% số lưu vực đã xây ra LBD có độ dốc lòng suối trung bình lớn hơn 20% (12°). Trong đó, các lưu vực có độ dốc lòng suối trung bình từ 20 đến 45% (12 đến 24°) có tỷ lệ xảy ra LBD cao nhất, chiếm khoảng 75% tổng số lưu vực LBD.

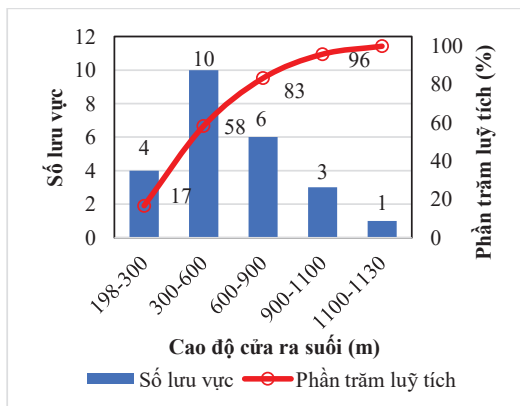
Kết quả hình 9 cho thấy khoảng 88% các lưu vực đã xây ra LBD có độ dốc lưu vực lớn hơn 30% (18°). Các lưu vực LBD có độ dốc lưu vực trung bình từ 30 (18°) đến khoảng 50% (30°) có tỷ lệ xảy ra LBD cao nhất (chiếm khoảng 80% tổng số lưu vực LBD). Kết quả hình 10 cho thấy 88% các lưu vực đã xây ra lũ bùn có hệ số hình dạng lưu vực nhỏ hơn 0,30. Các lưu vực có hệ số hình dạng lưu vực từ 0,15 đến 0,30 có tỷ lệ xảy ra LBD cao nhất (chiếm khoảng 80% tổng số trận LBD). Kết quả hình 11 cho thấy khoảng 90% các lưu vực đã xây ra LBD có hệ số Melton nhỏ hơn 1,05. Các lưu vực có hệ số Melton từ 0,6 đến 1,05 có tỷ lệ xảy ra LBD cao nhất (chiếm trên 85% tổng số trận LBD).



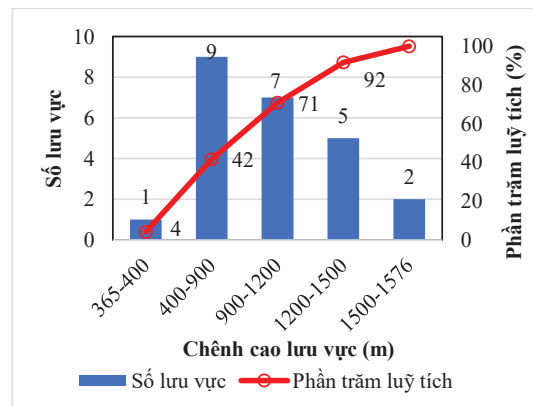
Hình 4. Biểu đồ quan hệ giữa số lưu vực LBD và diện tích lưu vực.



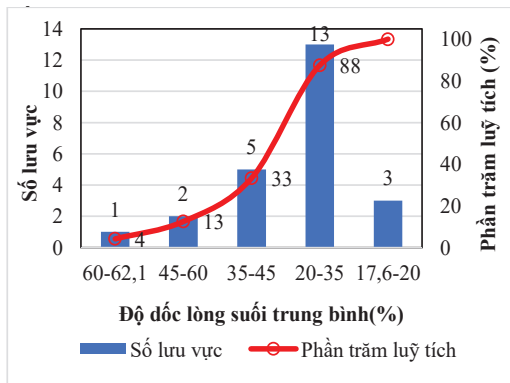
Hình 5. Biểu đồ quan hệ giữa số lưu vực LBD và chiều dài lưu vực.



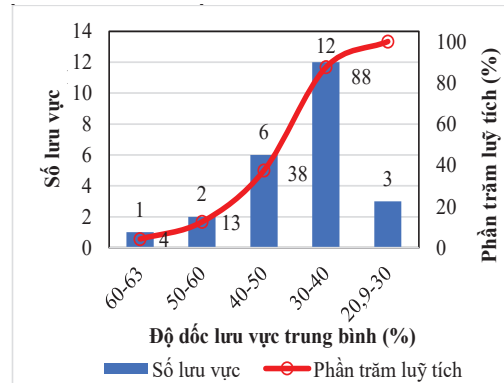
Hình 6. Biểu đồ quan hệ giữa số lưu vực LBD và cao độ cửa ra suối.



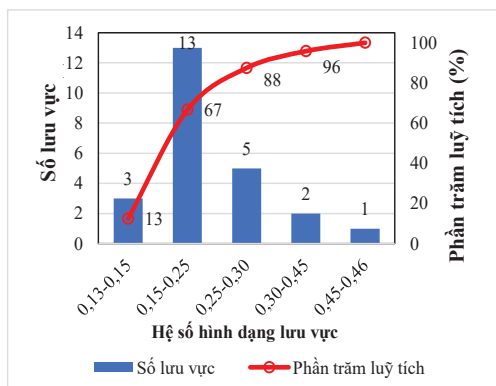
Hình 7. Biểu đồ quan hệ giữa số lưu vực LBD và độ chênh cao lưu vực.



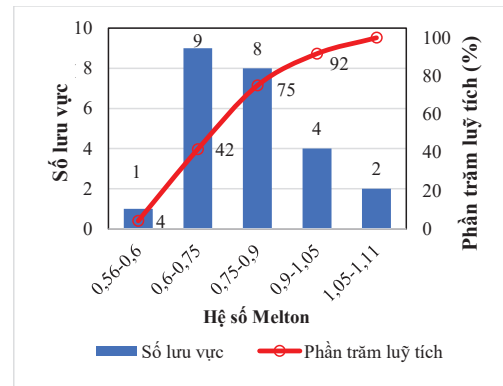
Hình 8. Biểu đồ quan hệ giữa số lưu vực LBD và độ dốc lòng suối trung bình.



Hình 9. Biểu đồ quan hệ giữa số lưu vực LBD và độ dốc lưu vực trung bình.



Hình 10. Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và hệ số hình dạng lưu vực.



Hình 11. Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và hệ số Melton.

### Đặc trưng lưu vực LBD-LQ thuộc lưu vực cấp 2 và cấp 3

Lưu vực LBD-LQ Nậm Păm là lưu vực cấp 3. Lưu vực có diện tích lớn khoảng 63,5 km<sup>2</sup>, gấp khoảng 30 lần diện tích trung bình lưu vực LBD cấp 1; chiều dài lưu vực là 15,8 km, gấp khoảng 5 lần chiều dài lưu vực LBD cấp 1; độ dốc lưu vực trung bình khoảng 6°, bằng khoảng 1/3 so với độ dốc trung bình tại các lưu vực LBD cấp 1; độ dốc lòng suối trung bình khoảng 4°, bằng khoảng 1/4 so với độ dốc lòng suối trung bình tại các lưu vực LBD cấp 1, riêng đoạn cuối của lưu vực LBD-LQ, độ dốc lòng suối trung bình giảm còn khoảng 2,5°; lưu vực có hệ số hình dạng lưu vực 0,25, hệ số Melton 0,20.

### Đặc trưng lưu vực LQ thuộc lưu vực cấp 4

Lưu vực LQ Nậm Păm là lưu vực cấp 4. Lưu vực có diện tích lớn khoảng 116,9 km<sup>2</sup>, gấp khoảng gần 60 lần diện tích các lưu vực LBD cấp 1; chiều dài lưu vực là 21,7 km, gấp khoảng 7 lần chiều dài các lưu vực LBD cấp 1; độ dốc lưu vực trung bình khoảng 5°, bằng khoảng 1/4 độ dốc lưu vực LBD cấp 1; độ dốc lòng suối trung bình khoảng 3°, bằng khoảng 1/5 độ dốc lòng suối trung bình lưu vực LBD cấp 1, riêng đoạn cuối của lưu vực LQ, độ dốc lòng suối trung bình giảm còn khoảng 1,5°, lưu vực có hệ số hình dạng lưu vực 0,25, hệ số Melton là 0,16.

Thông qua nghiên cứu đặc trưng của lưu vực LBD-LQ Nậm Păm được trình bày chi tiết ở trên, chúng tôi nhận thấy: ở lưu vực LQ Nậm Păm (lưu vực cấp 4), các thông số đặc trưng về hình thái lưu vực như diện tích khoảng 116,9 km<sup>2</sup>, chiều dài lưu vực 21,7 km, độ dốc lưu vực trung bình khoảng 5°, hệ số hình dạng lưu vực 0,25 là tương đối phù hợp với những nghiên cứu về LQ tại Việt Nam được trình bày ở phần đặt vấn đề. Ở lưu vực LBD Nậm Păm (lưu vực cấp 1), những thông số về đặc trưng hình thái lưu vực có nhiều khác biệt so với lưu vực cấp 4, sự khác biệt này chính là đặc điểm nhận dạng góp phần phân biệt LBD và LQ, đây cũng chính là tính mới trong nghiên cứu này.

### Kết luận

Trận lũ lịch sử xảy ra đêm 2/8/2017 và rạng sáng 3/8/2017 tại lưu vực suối Nậm Păm mang đặc trưng điển hình đa thiên tai chuyển hóa từ tai biến địa chất thành LQ, từ “trượt lở” thành “LBD” thành “LBD-LQ” thành “LQ-LBD” chuyển hóa thành LQ. Trượt lở dạng trượt nông từ 0,5 đến 1,5 m xảy ra trên các sườn núi, kết hợp với nước mưa chuyển hóa thành LBD trên các lưu vực cấp 1; tiếp theo chuyển hóa thành LBD-LQ trên lưu vực cấp 2; hàm lượng bùn đá tiếp tục giảm dần thành LQ-LBD trên lưu vực cấp 3; và đến khi chảy vào lưu vực cấp 4 chuyển hóa thành LQ.

Đặc trưng hình thái lưu vực LBD cấp 1 tại Nậm Pấm gồm: địa hình, địa mạo lưu vực dạng lòng chảo với ba mặt là đồi núi và một mặt là cửa ra lưu vực, diện tích lưu vực 0,25-5,0 km<sup>2</sup>, chiều dài lưu vực 1,0-5,0 km, độ chênh cao lưu vực phổ biến 800-1500 m, độ dốc lưu vực 18-30°, độ dốc lòng suối 12-24°, hệ số hình dạng lưu vực từ 0,15 đến 0,30, hệ số Melton từ 0,6 đến 1,05. Các đặc trưng hình thái lượng hóa này dùng căn cứ đánh giá sơ bộ các lưu vực có nguy cơ cao phát sinh LBD.

Độ dốc lưu vực và độ dốc lòng suối giảm dần theo cấp lưu vực, làm giảm động năng và thế năng dòng chảy khiến vật chất đất đá dần lắng đọng lại và chuyển hóa từ LBD thành LQ. Tại lưu vực suối cấp 2 là dạng LBD-LQ với độ dốc lưu vực trung bình 12°, độ dốc lòng suối trung bình khoảng 6°. Tại lưu vực suối cấp 3 là loại LQ-LBD với độ dốc lòng suối trung bình khoảng 2,5°. Tại lưu vực suối cấp 4 là loại LQ với độ dốc lòng suối trung bình khoảng 1,5°.

Cơ chế tác động của mỗi loại hình thiên tai LBD, LBD-LQ, LQ-LBD và LQ được phân tích chi tiết ở bảng 1. Cơ chế tác động gây ra loại hình và đối tượng thiệt hại khác nhau, đây là cơ sở quan trọng để đề xuất các giải pháp phòng tránh phù hợp.

## LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này thuộc đề tài cấp quốc gia “Nghiên cứu cơ chế phát sinh, quy luật tác động và xác định các thông số lũ bùn đá phục vụ thiết kế công trình đập chắn bùn đá khu vực miền núi phía Bắc” (mã số 79/2021.ĐTĐL.CN-CNN, 2021-2024). Các tác giả xin chân thành cảm ơn.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Thủ tướng Chính phủ (2021), *Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg: Quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai.*
- [2] Vũ Cao Minh (1996), *Báo cáo đề tài cấp tỉnh và điều tra cơ bản: Điều tra đánh giá hiện tượng trượt lở - lũ bùn đá ở Lai Châu và đề xuất biện pháp phòng chống, Sở Tài nguyên và môi trường tỉnh Lai Châu.*
- [3] Vũ Bá Thao, Trần Quang Hoài, Bùi Xuân Việt và cs (2021), *Bản thảo Cẩm nang phòng tránh lũ quét, sạt lở đất, Cục Quản lý Đê điều và Phòng chống Thiên tai.*

[4] D.J. Wilford, M.E. Sakals, J.L. Innes, et al. (2004), “Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics”, *Landslide*, **1**, pp.61-66.

[5] L. Marchi, V. D’Agostino (2004), “Estimation of debris flow magnitude in the eastern Italian Alps”, *Earth Surface Processes and Landforms*, **29(2)**, pp.207-220.

[6] Kim Kyung Suk (2008), “Characteristics of basin topography and rainfall triggering debris flow”, *KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research*, **28(5C)**, pp.263-271.

[7] Vũ Bá Thao (2020), “Giới thiệu tiêu chuẩn chuyển đổi từ tiêu chuẩn Nhật Bản: Quy hoạch và thiết kế công trình phòng chống lũ bùn đá”, *Tạp chí Địa kỹ thuật*, **24(2)**, tr.81-88.

[8] CHND Trung Hoa (2004), *D2/T0239-2004, Tiêu chuẩn thiết kế công trình kè bùn đá*, Viện Thủy công.

[9] Cao Đăng Dư, Lê Bắc Huỳnh (2003), *Lũ quét - Nguyên nhân và biện pháp phòng tránh*, Nhà xuất bản Nông nghiệp, 96tr.

[10] Lê Bắc Huỳnh (1995), “Nhận xét sơ bộ về nguyên nhân, cơ chế hình thành và tác động của hai trận lũ quét tại Nậm Lay”, *Tạp chí Khí tượng Thủy văn*, **413(5)**, tr.9-18.

[11] Đào Đình Bắc, Đặng Văn Bảo, Nguyễn Hiệu, Trần Thanh Hà (2008), “Tiến tới việc cảnh báo sát thực những không gian có nguy cơ cao đối với một số dạng tai biến thiên nhiên thường gặp ở Việt Nam”, *Kỷ yếu Hội thảo quốc tế Việt Nam học lần thứ ba*, tr.1-25.

[12] Phan Đông Pha, Nguyễn Đăng Túc, Nguyễn Xuân Huyền và cs (2014), “Bản đồ nguy cơ lũ quét - lũ bùn đá khu vực Tây Nguyên”, *Tạp chí Các Khoa học về Trái đất*, **36(3CD)**, tr.365-372.

[13] Đỗ Minh Ngọc (2014), *Nghiên cứu nguy cơ tại biến lũ bùn đá tại xã Tân Nam, huyện Quang Bình, tỉnh Hà Giang và đề xuất các giải pháp phòng tránh*, Luận văn thạc sỹ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội.

[14] Vũ Bá Thao, Nguyễn Thị Thu Hương, Nguyễn Văn Hải (2022), “Đánh giá đặc trưng hình thái lưu vực suối đến sự hình thành lũ bùn đá khu vực miền núi phía Bắc”, *Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi*, **70**, tr.1-16.