

ĐÁNH GIÁ ĐẶC TRƯNG HÌNH THÁI LƯU VỰC SUỐI ĐẾN SỰ HÌNH THÀNH LŨ Bùn ĐÁ KHU VỰC MIỀN NÚI PHÍA BẮC

Vũ Bá Thao, Nguyễn Thị Thu Hương

Phòng Nghiên cứu Địa kỹ thuật, Viện Thủy Công, Viện KHTL Việt Nam

Nguyễn Văn Hải

Tổng cục Phòng, chống thiên tai, Bộ Nông nghiệp và PTNT

Tóm tắt: Lũ quét gây thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản tại Việt Nam, thường xảy ra ở các lưu vực suối hoặc lưu vực sông nhỏ miền núi. Lũ quét có các đặc tính: xảy ra bất ngờ, dòng chảy xiết, thường kèm theo bùn đá, lũ lên nhanh, xuống nhanh và có sức tàn phá lớn. Lũ bùn đá là một dạng lũ quét, có sức tàn phá lớn nhất trong các loại lũ quét vì: lũ kèm theo hàm lượng lớn đất, đá và cây trôi; xảy ra ở lưu vực nhỏ, chiều dài lòng dẫn ngắn, độ dốc lưu vực lớn nên năng lượng dòng chảy lớn. Bài báo trình bày kết quả nghiên cứu về đặc trưng lưu vực lũ bùn đá (LVLBD) dựa vào điều tra thực địa, sử dụng bản đồ google earth đối với 33 LVLBD thuộc khu vực miền núi phía Bắc. Các đặc trưng LVLBD có thể làm cơ sở phân tích nguyên nhân, cơ chế phát sinh, vận động của lũ bùn đá và luận chứng áp dụng giải pháp phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại do lũ bùn đá.

Từ khóa: Lũ quét, Lũ bùn đá, Hình thái lưu vực.

Summary: Due to their potential devastation, flash floods have increasingly caused tremendous losses to humans and the economy in Vietnam, especially in small basins in mountainous areas. Flash flood events are characterized by occurring suddenly in a short period, fast-moving flow, and containing a large quantity of debris and wood. As a result, it has the considerable potential of devastating nature. One typical type of flash flood is known as a debris flow, which has the most potential devastation. Because it is a fast-moving flow of water, debris, and wood; it frequently occurs in small basins with short streams and steep slopes. This study aims at characterizing the principal features of debris flow basins using data from field surveys and Google Earth interpretation in 33 debris flow basins in the northern region of Vietnam. The characteristics of debris flow provide scientific evidence-based information to interpret the causes, mechanisms, and processes of debris flow, thus supporting the prevention and mitigation of the debris flow disasters.

Keywords: Flash flood, Debris flow, Drainage basin morphology.

1. MỞ ĐẦU

Ở Việt Nam, lũ quét, lũ bùn đá xuất hiện ngày càng tăng cả về tần suất và mức độ thiệt hại, nhất là trong khoảng từ những năm 1990 trở lại đây. Hình 1 thể hiện diễn biến số trận lũ quét, lũ bùn đá theo thời gian ở Việt Nam trong giai đoạn 1953 - 2020. Trong giai đoạn 1953 - 1990, trung bình mỗi năm xảy ra 4 trận; trong giai đoạn: 1991 - 2000 xảy ra 110 trận, trung bình

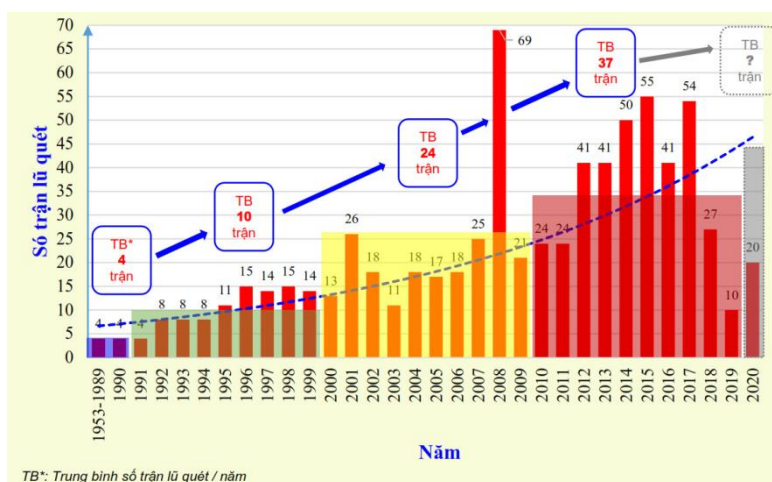
10 trận/năm; giai đoạn: 2001 - 2010 có 247 trận, trung bình 24 trận/năm; giai đoạn: 2011 - 2020 có 363 trận, trung bình 37 trận/năm. Số liệu giới thiệu trên Hình 1 cho thấy ở Việt Nam xu thế xảy ra lũ quét, lũ bùn đá ngày càng gia tăng. Trong những thập kỷ tới với sự gia tăng tác động của biến đổi khí hậu, sự phát triển kinh tế xã hội khu vực miền núi và sự suy giảm rừng nguyên sinh, số trận lũ quét, lũ bùn đá tại Việt

Ngày nhận bài: 08/12/2021

Ngày thông qua phản biện: 15/01/2022

Ngày duyệt đăng: 21/02/2022

Nam sẽ còn có thể tiếp tục tăng cao hơn nữa.



Hình 1: Diễn biến số trận lũ quét, lũ bùn đá ở Việt Nam giai đoạn 1953 - 2020

Trên Hình 1, số liệu lũ quét, lũ bùn đá trong giai đoạn 1953-1990 căn cứ theo Cao Đăng Dur (2003), trong các giai đoạn còn lại được tổng hợp từ các nguồn tham khảo gồm: Lã Thanh Hà (2009); Báo cáo thiên tai của Tổng cục Phòng, Chống thiên tai (2018, 2019, 2020); và Vũ Bá Thao và nnk (2020).

Lũ quét, lũ bùn đá khác với lũ thường (lũ lụt) ở nguyên nhân hình thành. Trong khi lũ thường gây ra do mưa trong điều kiện mặt đệm tương đối ổn định thì lũ quét, lũ bùn đá chỉ phát sinh khi có sự tổ hợp các điều kiện bất lợi như mưa lớn hoặc mưa dài ngày, địa hình dốc, địa chất rời rạc, v.v..., xảy ra đồng thời. Do vậy, khi nghiên cứu nguyên nhân, diễn biến lũ quét, lũ bùn đá người ta rất quan tâm đến cấu trúc của mặt đệm thể hiện qua các đặc trưng hình thái lưu vực như diện tích, chiều dài, chiều rộng, độ dốc, mật độ lưới sông, hình dạng lưu vực, v.v... (L. T. Hà, 2009).

Trong số các dạng lũ quét thì lũ bùn đá là loại hình thiên tai rất khốc liệt. Chúng không chỉ gây thiệt hại về kinh tế mà còn tàn phá, xóa sổ các cụm dân cư, làm chết nhiều người. Ngày 19/7/2004, bản Lý thuộc xã Du Tiến, huyện Yên Minh, tỉnh Hà Giang đã bị lũ bùn đá phá hủy hoàn toàn, 38 người bị thiệt mạng. Nghiên cứu nhận biết loại hình thiên tai này là điều cấp thiết để từ đó có biện pháp phòng ngừa thích hợp. Một trong những vấn đề đầu tiên cần nghiên cứu là đặc điểm các lưu vực nơi có khả năng phát sinh lũ bùn đá.

Trên thế giới đã có khá nhiều các công trình

nghiên cứu về đặc điểm lưu vực lũ bùn đá. Tại Canada, D. J. Wilford và nnk (2004) phân tích 65 trận lũ khu vực miền núi thuộc trung tâm phía tây British Columbia, Canada nhận thấy lũ khu vực miền núi có thể phân chia thành ba loại là lũ lụt (flood) với chiều dài lưu vực lớn hơn 9 km, lũ quét kèm theo một phần bùn đá (debris flood còn gọi là flash flood) với chiều dài lưu vực trong khoảng 2,7 km – 9 km, và lũ bùn đá hay dòng bùn đá (debris flow) có chiều dài lưu vực chỉ từ 0,5 km đến 2,7 km. Tại Ý, Lorenzo Marchi và nnk (2004) phân tích số liệu 127 lưu vực lũ bùn đá tại phía đông dãy An-Pơ nước Ý cho thấy, 72% lưu vực có diện tích nhỏ hơn 5 km² và 91,3% lưu vực có diện tích nhỏ hơn 10 km²; 92,1% LVLBĐ có chiều dài lưu vực ngắn hơn 6 km; 71,2% lưu vực có độ dốc lòng dẫn trong khoảng 20%-50% và độ dốc suối chính trung bình khoảng 38,5%.

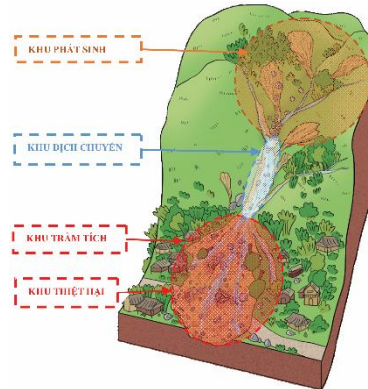
Tại Mỹ, Gartner và nnk (2004) thống kê các trận lũ bùn đá có liên quan đến nguyên nhân cháy rừng tự nhiên tại Mỹ (trích dẫn lại từ Hình 15.9 trang 374 của Matthias Jakob và Oldrich Hungr, 2005). Diện tích LVLBĐ thay đổi trong khoảng 0,02 km² đến 25 km²; diện tích trung bình là 2,5 km²; độ dốc lưu vực trong khoảng 14° đến 42°. LBD

không phát sinh ở lưu vực có diện tích lớn hơn 25 km² bởi vì tổng lượng lũ hoặc năng lượng lũ không đủ lớn để chảy xuống lưu vực lớn hơn phía hạ lưu.

Tại Hàn Quốc, Kim Kyung Suk (2008) nghiên

cứu 46 trận lũ bùn đá ảnh hưởng tới đường cao tốc tại Hàn Quốc trong 5 năm đã kết luận LVBĐ xảy ra ở lưu vực rất nhỏ với diện tích trong khoảng 0,01 km² đến 0,65 km², lũ phát sinh chủ yếu từ nguyên nhân trượt lở các mái dốc có độ dốc trong khoảng 29° đến 55°.

Trong các tiêu chuẩn kỹ thuật của Nhật Bản (V. B. Thao, 3/2020) và Trung Quốc (DZ/T0239-2004), đều đã phân chia hình thái LVLBĐ thành ba khu: khu phát sinh, khu dịch chuyển và khu trầm tích. Mỗi khu vực tương ứng với các giai đoạn hình thành, vận động và tích tụ của dòng lũ (Hình 2). Các đặc trưng này là cơ sở phân tích nguyên nhân, cơ chế phát sinh, vận động và đề xuất các giải pháp phòng tránh lũ bùn đá.



Hình 2: Hình thái LVLBĐ chia thành khu phát sinh, khu dịch chuyển và khu trầm tích

Tại Nhật Bản, trong Tiêu chuẩn quy hoạch và thiết kế công trình đập chắn lũ bùn đá của Nhật Bản (V. B. Thao, 3/2020 chuyển dịch), diện tích LVLBĐ từ 0,1 km² đến 5,0 km². Lũ xảy ra tại suối có độ dốc lòng dẫn lớn hơn 2° gọi là lũ bùn đá và nhỏ hơn 2° thì gọi là lũ quét; với quan điểm được chứng minh trong thực tiễn rằng, độ dốc lòng dẫn nhỏ hơn 2° thì đá trong dòng lũ bùn đá sẽ tự lắng đọng lại, dòng suối/sông phía hạ lưu chỉ còn xảy ra dạng lũ quét (flash flood) mang theo nước và phù sa, bùn, cát, mà không kèm theo đá. LVLBĐ chia thành ba khu vực: khu phát sinh (độ dốc lòng dẫn > 15°), khu dịch chuyển (độ dốc 10°- 20°) và khu lắng đọng (khu trầm tích, độ dốc 2°-15°).

Tại Trung Quốc, Tiêu chuẩn DZ 0220-2006 đã tổng hợp và phân loại một số đặc trưng LVLBĐ. Theo đó, độ dốc trung bình lòng dẫn suối lũ bùn đá thường lớn hơn 3° (tức 5,2 %) và lũ bùn đá xảy ra phổ biến ở suối có độ dốc trung bình lòng dẫn lớn hơn 6° (tức 10,5 %). Chênh cao lưu vực lớn hơn 300 m. Diện tích lưu vực chia làm 4 nhóm gồm: 0,2 km² - 5 km²; 5 km² - 10 km²; 10 km² - 100 km²; và > 100 km², trong

đó lũ bùn đá phát sinh nhiều nhất tại lưu vực có diện tích thuộc khoảng 0,2 km² - 5 km² và 5 km² - 10 km². Rất ít LVLBĐ có diện tích lớn hơn 100 km² (Xem Phụ lục G trong DZ 0220-2006). Li Yong và nnk (2007) thống kê 5900 LVLBĐ tại 7 tỉnh trong khoảng thời gian từ năm 1993 đến 2007, nhận xét rằng lũ bùn đá hầu hết đều phát sinh ở lưu vực nhỏ, thậm chí rất nhỏ. Đối với lưu vực LVBĐ có diện tích nhỏ hơn 10 km², Tứ Xuyên có 70 %, Cam Túc có 80 %, Liêu Ninh có trên 96 % tổng số trận LVBĐ trong mỗi tỉnh đó. Xét toàn bộ Trung Quốc có trên 95 % LVLBĐ có diện tích nhỏ hơn 50 km². Một số trận LVBĐ xảy ra ở lưu vực lớn với diện tích từ 50 km² đến 100 km², nhưng chiếm tỷ lệ rất nhỏ, chỉ dưới 5% tổng số trận LVBĐ.

Tại Việt Nam, Đ. Đ. Bắc và nnk (2008) phân chia lũ quét miền núi thành hai dạng chính là lũ quét vỡ dòng xảy ra trên sông suối lớn miền núi và lũ quét – lũ bùn đá chứa nhiều hàm lượng bùn đá, xảy ra ở trên các lưu vực suối nhỏ và dốc. Lũ quét – lũ bùn đá thường phát sinh ở lưu vực suối hoặc thung lũng nhỏ, chiều dài khoảng

4 km – 10 km. P. Đ. Pha và nnk (2014) chia cấu trúc dòng lũ quét – lũ bùn đá thành ba đới là đới sinh lũ, đới vận chuyển và đới tích tụ. Đ. M. Ngọc (2014) nghiên cứu lũ bùn đá tại các thôn Lũng Chủng, Nà Vài, Nà Đát, Nà Chồ, xã Tân Nam, huyện Quang Bình, tỉnh Hà Giang xảy ra năm 2002 cũng thấy rằng diện tích LVLBĐ từ 0,78 km² đến 3,1 km² (Bảng 3.1 tr. 46). *Như vậy, một số nghiên cứu trong nước nêu trên đều có chung quan điểm là lũ quét dạng lũ bùn đá 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 chưa đi sâu thống kê và phân tích lượng hóa các đặc trưng LVLBĐ.*

Như vậy, cho đến nay tại nước ta chưa có nghiên cứu chi tiết và đầy đủ về đặc trưng LVLBĐ, gây khó khăn trong việc hiểu rõ cơ chế phát sinh, vận động, hình thức và mức độ thiệt hại; cũng như thiếu căn cứ nhận biết dấu hiệu các lưu vực có nguy cơ cao phát sinh lũ bùn đá và đề xuất giải pháp phòng tránh. Bài báo này, thông qua thu thập, phỏng vấn, điều tra, đo đạc

thực địa, đồng thời kế thừa thành tựu nghiên cứu trong và ngoài nước đã lập sơ đồ và phân tích đặc trưng một số lưu vực lũ bùn đá phân bố tại 11 tỉnh miền núi phía Bắc Việt Nam

2. NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Điều tra khảo sát các lưu vực lũ bùn đá

Nghiên cứu này tiến hành điều tra thực địa tại 33 lưu vực đã từng xảy ra LBĐ thuộc các tỉnh miền núi phía Bắc gồm: Hà Giang, Lào Cai, Bắc Kạn, Tuyên Quang, Yên Bái, Lai Châu, Điện Biên, Sơn La, Hoà Bình, Cao Bằng, Lạng Sơn. Thời gian điều tra thực địa chia thành nhiều đợt tiến hành trong năm 2019 và năm 2020. Nhóm nghiên cứu đã tiến hành phỏng vấn người dân và cán bộ địa phương về tình hình thiên tai LBĐ; xác định phạm vi lưu vực LBĐ và đo đạc một số đặc trưng lưu vực LBĐ. Tình hình thiên tai LBĐ tại các lưu vực đã xảy ra LBĐ được tổng hợp trong Bảng 1. Một số hình ảnh điều tra thực địa thể hiện trong Hình 3.

Bảng 1: Tình hình thiên tai LBĐ tại các lưu vực LBĐ đã điều tra trong nghiên cứu này

STT	Tên LVLBĐ	Thời gian	Tình hình diễn biến lũ bùn đá và thiệt hại
1	Suối Tham Cồn, thôn Tham Cồn, xã Cao Bồ, huyện Vị Xuyên, tỉnh Hà Giang.	23/6/2018	Ngày 23 tháng 6 năm 2018, sau một trận mưa kéo dài gây trượt lở đất, đất đá bị dòng nước chảy theo hai khe suối cuốn theo tạo thành dòng lũ bùn đá tại thôn, phá hủy 14 hộ dân, trong đó có 3 hộ bị cuốn trôi hoàn toàn. Sau trận lũ, toàn bộ dân trong khu vực lòng thung lũng gần suối đã được di dời ra khu tái định cư. Ngoài khu vực lòng thung lũng suối, chỉ còn 05 hộ dân sinh sống: 03 hộ ở vị trí trên đồi cao, 02 hộ nằm ngoài phạm vi khu vực bị lũ.
2	Suối Bản Lý, thôn Bản Lý, xã Du Tiến, huyện Yên Minh, tỉnh Hà Giang.	19/7/2004	Ngày 19 tháng 7 năm 2004, sau một trận mưa dài (2-3 ngày) gây lũ bùn đá, dòng lũ bùn đá cuốn trôi 1 ngôi nhà, phá hỏng 18 ngôi nhà, làm 38 người thiệt mạng, phá hỏng hệ thống kênh mương, đường giao thông. Sau trận lũ, các hộ dân đã được tái định cư tại vị trí cao hơn suối khoảng 5m.
3	Suối Khuổi Bành, thôn Nậm Am, xã Thượng Sơn, huyện Vị Xuyên, tỉnh Hà Giang.	8/7/2013	Ngày 8 tháng 7 năm 2013, sau một trận mưa dài từ 2-3 ngày gây lũ bùn đá, dòng lũ bùn đá cuốn trôi 1 ngôi nhà, phá hỏng 3 ngôi nhà. Sau lũ, 4 hộ trên đã tái định cư nơi khác, trong phạm vi xảy ra lũ bùn đá vẫn còn 02 hộ.

STT	Tên LVLBĐ	Thời gian	Tình hình diễn biến lũ bùn đá và thiệt hại
4	Thôn Thác Tăng, xã Cao Bồ, huyện Vị Xuyên, tỉnh Hà Giang.	7/2018	Tháng 7 năm 2018, sau một trận mưa kéo dài gây trượt lở, đất đá bị dòng nước chảy theo hai khe suối tại thôn tạo thành dòng lũ bùn đá. Lũ bùn đá làm ngập trường tiểu học, tràn qua đường làm hỏng 02 cột điện, phá hủy đường liên thôn. Sau khi xảy ra lũ bùn đá, trường học đã được di dời sang địa điểm khác. Tuy nhiên, các hộ dân vẫn xây dựng nhà tại vị trí đã xảy ra lũ.
5	Suối Bản Kim, thôn Bản Kim, xã Thanh Kim, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai.	7/2000	Bản Kim cách trung tâm xã khoảng 2,5 km, có hiện tượng trượt lở khối lớn. Khối trượt nằm trong khu vực phát sinh của lưu vực có khả năng sinh lũ bùn đá. Sạt lở đất gây ảnh hưởng đến 32 hộ dân, sau đó xã đã di dời 32 hộ ra vị trí xã Bản Kim mới, nhưng một thời gian sau thì 22 hộ lại quay lại vị trí cũ, 1 đoạn đường giao thông đang bị lún, 4 ha hoa màu bị ảnh hưởng.
6	Suối Móng Sến, thôn Móng Sến, xã Trung Chải, huyện Mường Tè, tỉnh Lào Cai.	13/5/ 2011	Móng Sến 1, 2 đã xuất hiện vết nứt phía thượng nguồn nơi phát sinh lũ bùn đá. Lũ quét, lũ bùn đá làm ảnh hưởng đến 2 công trình nước sạch, 1 công trình trường học, 1 công trình giao thông, ảnh hưởng đến 54 hộ dân và 41 ha hoa màu. Sau thiên tai, xã đã thực hiện dự án di dời dân cư khẩn cấp ra khỏi khu vực ảnh hưởng.
7	Suối Khuổi Pia, thôn Nà Hối, xã Phúc Lộc, huyện Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn.	29/5/2019	Đêm 28 sáng ngày 29/5/2019, do ảnh hưởng của áp thấp, sau cơn mưa kéo dài từ 2-3h hình thành lũ quét, kèm theo bùn đá gây ảnh hưởng đến 02 ngôi nhà, trong đó có 1 căn phải di dời, phá hoại 10 ha hoa màu, gây sạt mái kênh dẫn nước, xói, sạt lở đất canh tác của người dân dọc suối.
8	Suối Nà Chặng, thôn Nậm Nhì, xã Cổ Linh, huyện Pắc Nặm, tỉnh Bắc Kạn.	15/10/2019	Ngày 15/10/2019, một cơn mưa ngắn khoảng 30 phút đã hình thành lũ quét, nước từ suối chính kèm theo đá, cuội bồi lấp ruộng canh tác của nhân dân địa phương.
9	Suối Nậm Bo - Tả Hang, xã Cao Tân, huyện Pắc Nặm, tỉnh Bắc Kạn.	16/5/2019	Ngày 16/5/2019, mưa lớn kéo dài khoảng 3h đã khiến lũ từ các khe suối đổ về, tràn qua ngàm nối đường giao thông liên xã gây tắc đường giao thông, phá hỏng 1 đập dâng, phá hoại 30 ha hoa màu.
10	Thôn 18, xã Lang Quán, huyện Yên Sơn, tỉnh Tuyên Quang.	8/8/2018	Ngày 8 tháng 8 năm 2018 sau một trận mưa 3h, xuất hiện lũ quét, trượt lở đất phá hoại 8 ha ruộng hoa màu. Trượt lở đất có nguy cơ ảnh hưởng đến 23 hộ dân. Xã có chủ trương di 23 hộ dân tái định cư sang thôn 19.
11	Suối Nà Xé, thôn Tân Hoa, xã Bình An, huyện Lâm Bình, tỉnh Tuyên Quang.	19/7/2019	Ngày 19/7/2019, sau một trận mưa lớn kéo dài 1-1,5h, xuất hiện lũ quét dọc theo các suối trên địa bàn thôn Tân Hoa, làm thiệt hại 8 ha hoa màu, sập 1 cây cầu liên thôn.
12	Suối Háng Chú, thị trấn Mù Cang Chải, huyện Mù Cang	3/8/2017	Khoảng 5h30phút sáng ngày 3/8/2017, một trận lũ quét, lũ bùn đá đã xảy ra tại suối Háng Chú. Lũ gây thiệt hại: 14 người chết và mất tích, 155 nhà bị lũ cuốn trôi hoàn toàn, 166 công trình công cộng bị hư hại, rất nhiều

STT	Tên LVLBĐ	Thời gian	Tình hình diễn biến lũ bùn đá và thiệt hại
	Chải, tỉnh Yên Bái.		tài sản, hoa màu của người dân bị cuốn trôi. Tổng giá trị thiệt hại khoảng trên 724,72 tỷ đồng.
13	Suối Nậm Hát, bản Hát, xã Hát Lừu, huyện Trạm Tấu, tỉnh Yên Bái.	11/10/2017	Do hoàn lưu bão, mưa lớn đã xảy ra trong vòng 3 ngày từ 9 - 12/10/2017 trên địa bàn xã Hát Lừu làm phát sinh lũ quét, lũ bùn đá, sạt lở đất. Đất đá, gỗ trôi từ khu phát sinh do trượt lở mái dốc tự nhiên. Đường kính đá trung bình từ 0,5m đến 1,5m, gỗ dài từ 1m đến 3m, đường kính từ 10cm đến 40cm, nước cuốn theo bùn đá và gỗ phá hủy đường giao thông liên xã. Đồng ruộng bị vùi lấp. Thiệt hại: 8 người chết, sập trôi hoàn toàn 11 nhà, tháo dỡ, di dời 28 nhà, sập trôi 01 cầu treo tại thôn Búng Tàu, xã Hát Lừu dài 35 m, 01 cầu bê tông tại thôn Hát 2 xã Hát Lừu dài 6 m, trôi ngàm Bản Hát - Xà Hồ dài 30 m.
14	Suối Ngòi Thia, bản Hón, xã Phúc Sơn, huyện Văn Chấn, tỉnh Yên Bái.	14/10/2017	Do ảnh hưởng của mưa lớn từ ngày 09 - 14/10/2017, trên địa bàn xã đã xảy ra lũ quét, sạt lở đất diễn ra trên diện rộng. Thiệt hại: 4 người chết và mất tích, 12 nhà bị lũ cuốn trôi hoàn toàn, 14 nhà bị sập hoàn toàn, 22 nhà di dời khẩn cấp.
15	Thị trấn Trạm Tấu, huyện Trạm Tấu, tỉnh Yên Bái.	4/6/2018	Vào khoảng 21 giờ 30 phút ngày 4/6/2018, một khối lượng đất đá dồn từ các khe suối lớn đã gây sạt lở cầu tại thôn KM21, xã Trạm Tấu lý trình KM 22+900, khiến các phương tiện cơ giới không thể lưu thông trên tuyến đường Nghĩa Lộ đi Trạm Tấu.
16	Suối Nà Hừ, bản Nà Hừ, xã Bum Nưa, huyện Mường Tè, tỉnh Lai Châu.	27/6/2018	Mưa lớn thượng nguồn từ đêm 26/6/2018, đến sáng 27/6/2018 mưa lớn bắt đầu từ 7h và phát sinh lũ bùn đá. Lũ bùn đá chỉ xảy ra trong vòng 1 tiếng. Đất đá cung cấp cho dòng lũ từ khu phát sinh do trượt lở mái dốc tự nhiên. Đường kính đá trung bình từ 0,3m đến 2m, nước cuốn theo bùn đá và gỗ tràn đường giao thông liên thôn làm hư hỏng khoảng 50 m đường. Lũ bùn đá khiến 14 hộ bị cuốn trôi, 19 hộ bị ngập, ảnh hưởng đến 213 hộ dân, mất khoảng 40 ha hoa màu, một số đất canh tác bị bùn đá, gỗ vùi lấp phải bỏ hoang.
17	Suối Nậm Nhọ, bản Nà Phầy, xã Vàng San, huyện Mường Tè, tỉnh Lai Châu.	20/8/2020	Mưa lớn và mưa kéo dài đã gây lũ quét, sạt lở đất trên địa bàn vào ngày 20/8/2020, làm 3 nhà dân phải di dời khẩn cấp; 2 ha lúa và ao cá bị đất đá vùi lấp, cuốn trôi; công trình thủy lợi Làn Tỷ bị thiệt hại.
18	Suối Nậm Cáy, bản Nậm Cáy, xã Vàng Ma Chải, huyện Phong Thổ, tỉnh Lai Châu.	3/8/2018	Mưa lớn kéo dài từ 1 - 4/8/2018 gây lũ quét, sạt lở đất tại Vàng Ma Chải. Dòng lũ cuốn theo các tảng đá có đường kính đá trung bình từ 0,2 m đến 0,8 m cùng nhiều bùn đất. Lũ làm hư hỏng 30 m kênh dẫn nước, cuốn trôi 1 đập chắn bằng rọ đá, vùi lấp khoảng 6,5 ha hoa màu, sạt 100 m kè; về người: 5 người chết, 6 người mất tích, 1 người bị thương chủ yếu ở các bản Nhóm I, II, III. Lũ làm ảnh hưởng đến 90 hộ dân, 1 nhà văn hoá thôn.
19	Suối Uôm, bản Pà Có, xã Chà Nưa,	28/8/2018	Mưa lớn xảy ra bắt đầu khoảng 5h sáng đến khoảng 8h sáng 28/8/2018 thì xảy ra lũ bùn đá. Đất đá, gỗ trôi từ khu phát sinh gồm đất đá do bạt

STT	Tên LVLBĐ	Thời gian	Tình hình diễn biến lũ bùn đá và thiệt hại
	huyện Nậm Pồ, tỉnh Điện Biên.		mái làm đường QL6 (đang thi công) và trượt lở mái dốc tự nhiên. Đường kính đá trung bình từ 1m đến 3m; cây gỗ dài từ 1m đến 3m, đường kính từ 20cm đến 30cm, nước cuốn theo bùn đá và gỗ tràn đường giao thông liên xã. Lũ bùn đá làm 2 nhà bị sập, đồng ruộng bị vùi lấp. Những nhà bị ảnh hưởng đã được di dời.
20	Huổi Xa Lăm, bản Pà Có, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, tỉnh Điện Biên.	28/8/2018	Lũ bùn đá Huổi Xa Lăm xảy ra cùng thời điểm với lũ bùn đá tại Huổi Uôm thuộc xã Chà Nưa. Mưa lớn xảy ra bắt đầu khoảng 5h sáng đến khoảng 8h sáng 28/8/2018 thì xảy ra lũ bùn đá. Đất đá, gỗ trôi từ khu phát sinh do trượt lở mái dốc tự nhiên bị nước cuốn theo tràn đường giao thông liên xã, vùi lấp đồng ruộng, khiến 3 nhà dân phải di dời.
21	Huổi Cẩn, bản Pà Có, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, tỉnh Điện Biên.	28/8/2018	Lũ bùn đá Huổi Cẩn, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, Điện Biên xảy ra vào khoảng 8h sáng ngày 28/8/2018. Đất đá, gỗ trôi từ khu phát sinh do trượt lở mái dốc tự nhiên (đường kính đá trung bình từ 1m đến 3m, gỗ dài từ 1m đến 3m, đường kính từ 20cm đến 30cm) bị nước cuốn theo tràn đường giao thông liên xã, gây sập 2 nhà dân, vùi lấp đồng ruộng. Những nhà dân bị ảnh hưởng đã được di dời.
22	Huổi Chum, bản Pà Có, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, tỉnh Điện Biên.	28/8/2018	Lũ bùn đá suối Huổi Chum, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, Điện Biên xảy ra vào khoảng 8h sáng ngày 28/8/2018. Đất đá, gỗ trôi từ khu phát sinh do trượt lở mái dốc tự nhiên (đường kính đá trung bình từ 1m đến 2,5m, gỗ dài từ 1m đến 3m, đường kính từ 20cm đến 30cm) bị nước cuốn theo. Lũ làm 3 nhà bị ngập, đồng ruộng bị vùi lấp. Những nhà dân bị ảnh hưởng đã được di dời.
23	Huổi Lầu, bản Pà Có, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, tỉnh Điện Biên.	28/8/2018	Lũ bùn đá suối Huổi Lầu, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, Điện Biên xảy ra vào khoảng 8h sáng ngày 28/8/2018. Đất đá từ khu phát sinh trượt lở mái dốc tự nhiên (đường kính đá trung bình từ 1m đến 1,5m) bị nước cuốn theo tràn đường giao thông liên xã. Đồng ruộng bị vùi lấp, một số đã phải bỏ hoang. Lũ bùn đá làm ảnh hưởng đến các hộ dân: bản Nà Sự 1 là 54 hộ dân, bản Nà Sự 2 là 50 hộ dân.
24	Huổi Um, bản Pà Có, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, tỉnh Điện Biên.	28/8/2018	Lũ bùn đá suối Huổi Um, xã Chà Nưa, huyện Nậm Pồ, Điện Biên xảy ra vào khoảng 8h sáng ngày 28/8/2018. Đất đá từ khu phát sinh do trượt lở mái dốc tự nhiên (đường kính đá trung bình từ 0,8m đến 1,5m) bị nước cuốn theo tràn qua đường giao thông liên xã, làm ảnh hưởng đến ủy ban xã, trường tiểu học và trường mẫu giáo và 48 hộ dân. Đã chuyển ủy ban xã ra vị trí mới cao hơn, di dời được 20 hộ, 4 hộ không di dời.
25	Đèo Hoa, xã Quài Nưa, huyện Tuần Giáo, tỉnh Điện Biên.	8/2017	Lũ bùn đá xảy ra vào 8/2017. Đất đá từ khu phát sinh trượt lở mái dốc tự nhiên. Đường kính đá trung bình từ 0,2m đến 0,7m, nước cuốn theo bùn đá và gỗ tràn đường giao thông liên thôn làm hư hỏng khoảng 30 m. Lũ bùn đá tràn vào nhà 4 hộ dân, gây tắc nghẽn khi giao cắt với QL6 làm hỏng mặt đường, hoa màu bị ảnh hưởng.
26	Bản Lọng Mắc, xã	31/8/2018	Do ảnh hưởng của mưa vừa, mưa to đến rất to từ ngày 28 đến 31/8/2018,

STT	Tên LVLBĐ	Thời gian	Tình hình diễn biến lũ bùn đá và thiệt hại
	Mường Giôn, huyện Quỳnh Nhai, tỉnh Sơn La.		trên địa bàn xã đã xảy ra lũ quét, sạt lở đất. Làm ngập lụt hoa màu ao nuôi, ảnh hưởng đến sự an toàn 8 hộ dân cần phải di chuyển, ảnh hưởng đến 01 trường tiểu học Lũng Mắc. Thiệt hại: sập tường rào trường mầm non, tháo dỡ và di chuyển 8 hộ dân, ngập lụt 3.000 m ² ao cá, làm thiệt hại 1.000 kg cá thương phẩm; 0,8 ha lúa mới cấy.
27	Xã Tạ Khoa, huyện Bắc Yên, tỉnh Sơn La.	7/2018	Do ảnh hưởng của mưa lớn vào tháng 7/2018, trên địa bàn xã đã xảy ra lũ quét, sạt lở đất. Lũ làm ngập lụt hoa màu ao nuôi, ảnh hưởng đến sự an toàn 8 hộ dân cần phải di chuyển. Khu vực ảnh hưởng: 8 nhà dân, ảnh hưởng đến 01 cầu giao thông trên QL37a, 01 trường học, 4 ha lúa.
28	Suối Nậm Păm, xã Nậm Păm, huyện Mường La, tỉnh Sơn La.	3/8/2017	Mưa kéo dài và mưa lớn cục bộ gây ra sạt lở, lũ quét, lũ bùn đá. Đêm 2/8 rạng sáng 3/8/2017, lũ quét, lũ bùn đá bất ngờ quét qua suối Nậm Păm, suối Chiến, suối Nậm Hồng thuộc các xã Nậm Păm, Chiềng Muôn, Chiềng San, Chiềng Hoa và thị trấn Ít Ong. Thiệt hại: 13 người chết, 02 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. 282,10 ha lúa; 304 ha hoa màu; 2.491 con gia súc; 15.797 con gia cầm; 56 ha ao nuôi cá. 29 phai đập; 10.500 m kênh mương, 2.000 m kè bị vùi lấp, cuốn trôi. Sạt lở, hư hỏng 6,83 km đường; 0,44 km bị ngập; khối lượng sạt lở sa bồi 16.549 m ³ ; 49 cầu, cống bị cuốn trôi, hư hỏng; 170 cột điện bị sạt lở, nghiêng, gãy đổ.
29	Suối Rằng, xóm Rằng, xã Cao Sơn, huyện Đà Bắc, tỉnh Hoà Bình.	2017	Suối Rằng, xã Cao Sơn, huyện Đà Bắc, Hoà Bình xảy ra lũ quét, bùn đá vào năm 2017. Đường kính đá trung bình từ 0,2 m đến 0,8 m, nước cuốn theo bùn đá làm hư hỏng 20 m đường giao thông liên xóm, 17 ha hoa màu bị bùn đá vùi lấp, 103 hộ bị ảnh hưởng.
30	Suối Kìa, xã Yên Hoà, huyện Đà Bắc, tỉnh Hoà Bình.	10/10/2017	Suối Kìa, xã Yên Hoà, huyện Đà Bắc, Hoà Bình xảy ra lũ quét, bùn đá vào 10/10/2017. Đất đá từ khu phát sinh trượt lở mái dốc tự nhiên. Đường kính đá trung bình từ 0,2m đến 0,8m, nước cuốn theo bùn đá làm đứt đoạn 500m đường giao thông liên xóm; 1 trường mầm non bị lấp bùn đất dày đến 2 m vùi lấp; 50 ha hoa màu bị bùn đá vùi lấp; 127 hộ dân bị ảnh hưởng; lũ làm 1 người bị chết.
31	Xóm Đon Sài, xã Nam Quang, huyện Bảo Lâm, tỉnh Cao Bằng.	3/6/2018	Ngày 3/6/2018, một trận lũ quét đột ngột xuất hiện trên địa bàn xã Nam Quang. 01 cây cầu bị cuốn trôi, 25 ha lúa, ngô bị bùn đá vùi lấp.
32	Xã Ca Thành, huyện Nguyên Bình, tỉnh Cao Bằng.	7/2018	Tháng 7 năm 2018, một trận lũ quét đột ngột xuất hiện trên địa bàn xã Ca Thành, cuốn trôi 1 người, làm sạt tỉnh lộ 34.
33	Suối Long Đầu, xã Yên Khoái, huyện Lộc Bình, tỉnh Lạng Sơn.	27/5/2016	Mưa lớn trên thượng nguồn đã gây ra lũ quét tại suối Long Đầu. Lũ quét làm 2 người bị chết.

STT	Tên LVLBĐ	Thời gian	Tình hình diễn biến lũ bùn đá và thiệt hại
	Sơn.		



LBĐ ngày 3/8/2017 xói lòng, bờ suối, và cầu giao thông tại thị trấn Ít Ong, Mường La, Sơn La (Ảnh chụp ngay sau xảy ra lũ).



LBĐ ngày 3/8/2017 mang theo nhiều đá vùi lấp toàn bộ ruộng và cuốn trôi nhà ven suối Nậm Păm (Chụp ảnh UAV tại vị trí UBND xã Nậm Păm sau lũ 1 năm).



Khảo sát trầm tích tại Huổi Sỏi suối Piêng, thuộc suối Nậm Păm, Mường La, Sơn La (ảnh chụp sau lũ 2 năm)

Đá tảng tại thượng lưu (ảnh chụp ngay sau lũ) và hạ lưu suối LBĐ (ảnh chụp sau lũ 1 năm) tại suối Háng Chú thị trấn Mù Cang Chải, Yên Bái ngày 3/8/2017



Đặc trưng nổi bật của lũ bùn đá là lưu lại nhiều đá tảng tại khu vực trầm tích (LBĐ thôn Tham Cồn, xã Cao Bồ, huyện Vị Xuyên, Hà Giang ngày 23/6/2018)



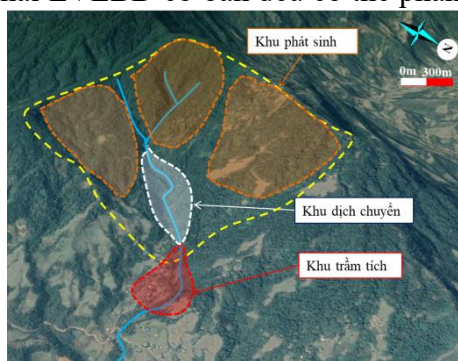
Vị trí nghẽn dòng tại Huổi Háng suối Nậm Păm Nậm Păm, Mường La, Sơn La (ảnh chụp sau lũ 1 năm)

Hình 3: Một số hình ảnh điều tra thực địa LBĐ năm 2019 và 2020 (V. B. Thao và nnk, 2021)

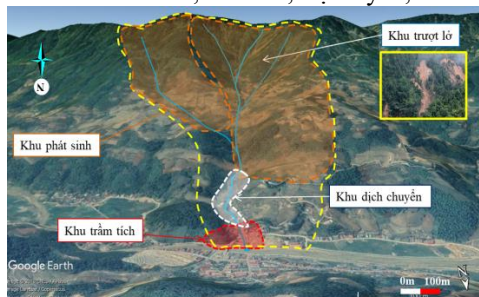
2.2. Lập sơ đồ hình thái lưu vực và tính toán đặc trưng các lưu vực lũ bùn đá

Lập sơ đồ hình thái của 33 LVLBĐ dựa trên bản đồ google earth và hiệu chỉnh theo kết quả điều tra khảo sát thực địa. Từ các sơ đồ hình thái có thể nhận thấy rằng LVLBĐ 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 LVLBĐ cơ bản đều có thể phân chia

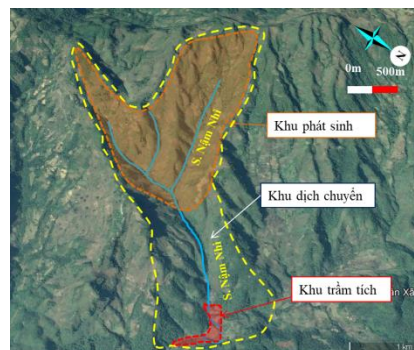
thành ba khu vực gồm: khu phát sinh, khu dịch chuyển và khu trầm tích. Đối tượng chịu thiệt hại phân bố chủ yếu ở khu dịch chuyển dọc ven suối và khu trầm tích, vì người dân thường chọn địa hình khá bằng phẳng tại khu vực cửa ra của suối để xây dựng nhà cửa. Trong khuôn khổ bài báo này, Hình 4 chỉ thể hiện một vài hình thái LVLBĐ điển hình. Hình thái của toàn bộ 33 LVLBĐ tham khảo trong V. B. Thao và nnk (2021).



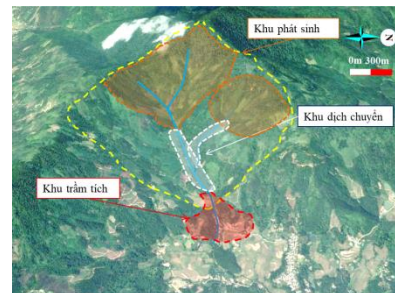
LBD thôn Tham Cồn, Cao Bồ, Vị Xuyên, Hà Giang



LBD suối Háng Chú thị trấn Mù Cang Chải, Yên Bái



LBD xã Cỏ Linh, Pác Nặm, Bắc Kạn



LBD thôn 18, Lang Quán, Yên Sơn, Tuyên Quang

Hình 4: Sơ đồ hình thái một số LVLBĐ điển hình ở miền núi phía Bắc (V. B. Thao và nnk, 2021)

Dựa vào các sơ đồ hình thái LVLBĐ và số liệu đo đạc thực địa, tiến hành tính toán các thông số đặc trưng LVLBĐ như: 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. Kết quả tính toán thể

hiện trong Bảng 2. Cần thiết phải chỉ ra rằng, trong nghiên cứu này mới chỉ dựa vào bản đồ google earth và điều tra thực địa để lập sơ đồ hình thái lưu vực và tính toán các thông số lưu vực nên kết quả vẫn còn sai số nhất định. Ngoài ra việc xác định chiều dài suối chính cũng gặp khó khăn và dẫn đến sai số vì một số suối không có nước vào mùa cạn nhưng lại có dòng chảy rất lớn vào mùa mưa.

Bảng 2: Kết quả tính toán đặc trưng cơ bản của các lưu vực lũ bùn đá

STT	Tên LVLBĐ	F	A	B	C	Δ_{lv}	Δ_{ls}	L_{lv}	L_s	i_{lv}	i_{ls}	K_n
1	Suối Tham Cờn	3,0	1150	850	398	752	452	2,60	2,00	28,9	22,6	0,44
2	Suối Bản Lý	25,1	1645	745	346	1299	399	7,25	6,25	17,9	6,4	0,48
3	Suối Khuổi Bành	1,6	947	655	251	696	404	2,34	1,39	29,7	29,1	0,30
4	Thôn Thác Tăng	0,6	918	640	293	625	347	1,63	1,10	38,3	31,5	0,22
5	Suối Bản Kim	13,3	1885	1083	345	1540	738	6,54	5,12	23,5	14,4	0,31
6	Suối Móng Sến	3,4	1615	1110	445	1170	665	3,46	2,24	33,8	29,7	0,28
7	Suối Khuổi Pia	11,3	1215	978	394	821	584	6,45	5,63	12,7	10,4	0,27
8	Suối Nà Chặng	5,0	995	647	247	748	400	3,68	2,68	20,3	14,9	0,37
9	Suối Nậm Bo - Tả Hang	15,1	1255	567	195	1060	372	6,47	4,31	16,4	8,6	0,36
10	Thôn 18, xã Lang Quán	2,2	655	215	88	567	127	1,87	1,29	30,3	9,8	0,62
11	Suối Nà Xé	8,7	525	330	161	364	169	5,52	4,95	6,6	3,4	0,28
12	Suối Háng Chú	4,7	2065	1600	948	1117	652	3,63	2,98	30,8	21,9	0,36
13	Suối Nậm Hát	4,1	1799	1372	706	1093	666	4,13	2,68	26,5	24,9	0,24
14	Suối Ngòi Thia	31,9	2035	1165	375	1660	790	13,09	9,86	12,7	8,0	0,19
15	Thị trấn Trạm Tấu	10,7	1795	1130	470	1325	660	6,49	5,38	20,4	12,3	0,25
16	Suối Nà Hừ	24,6	2190	1460	780	1410	680	8,12	6,40	17,4	10,6	0,37
17	Suối Nà Phảy	15,5	1715	775	475	1240	300	7,32	4,49	16,9	6,7	0,29
18	Suối Nậm Cáy	3,4	1585	1190	845	740	345	3,25	2,40	22,8	14,4	0,33
19	Huổi Uôm	3,6	1415	1145	640	775	505	2,33	1,85	33,3	27,3	0,66
20	Huổi Xa Lăm	1,3	1350	1097	604	746	493	2,09	1,64	35,7	30,1	0,30
21	Huổi Cản	5,5	1275	880	508	767	372	3,43	2,49	22,4	14,9	0,47
22	Huổi Chum	2,9	1220	970	483	737	487	2,51	2,12	29,4	23,0	0,47
23	Huổi Lầu	3,3	1185	938	450	735	488	2,67	2,22	27,5	22,0	0,46
24	Huổi Um	0,7	980	750	435	545	315	1,46	1,00	37,3	31,5	0,30
25	Đèo Hoa	5,0	1505	980	325	1180	655	3,85	2,49	30,6	26,3	0,33
26	Bản Lọng Mắc	2,3	1465	1239	711	754	528	2,94	2,49	25,6	21,2	0,27
27	Xã Tạ Khoa	4,9	1205	660	284	921	376	3,30	2,30	27,9	16,3	0,45
28	Suối Nậm Păm	23,1	1750	1145	553	1197	592	7,52	6,31	15,9	9,4	0,41
29	Suối Rằng	1,7	680	435	169	511	266	1,33	1,10	38,4	24,2	0,99
30	Xóm Kia	6,9	895	583	150	745	433	3,26	2,57	22,9	16,8	0,65
31	Xóm Đon Sài	3,5	1015	850	427	588	423	2,41	2,11	24,4	20,0	0,60
32	Xã Ca Thành	2,7	1365	1183	926	439	257	1,96	1,28	22,4	20,1	0,70
33	Suối Long Đầu	9,4	1405	1020	327	1078	693	6,36	5,36	16,9	12,9	0,23
Giá trị trung bình		7,9	1355	921	447	907	474	4,28	3,29	24,7	18,1	0,40
Giá trị lớn nhất		31,9	2190	1600	948	1660	790	13,09	9,86	38,4	31,5	0,99
Giá trị nhỏ nhất		0,6	525	215	88	364	127	1,33	1,00	6,6	3,4	0,19

Trong đó: F: Diện tích lưu vực, đơn vị tính là km^2 ; A: Cao độ điểm cao nhất lưu vực, đơn vị tính là mét; B: Cao độ điểm cao nhất suối, đơn vị tính là mét; C: Cao độ điểm cửa ra suối (bằng cao độ điểm thấp nhất suối, bằng cao độ cửa ra lưu vực), đơn vị tính là mét; Δ_{lv} : Chênh cao lưu vực, $\Delta_{lv} = A - C$, đơn vị tính là mét; Δ_{ls} : Chênh cao lòng suối, $\Delta_{ls} = B - C$, đơn vị tính là mét; L_{lv} : Chiều dài lưu vực, đơn vị tính là km; L_s : Chiều dài suối, đơn vị tính là km; i_{lv} : Độ

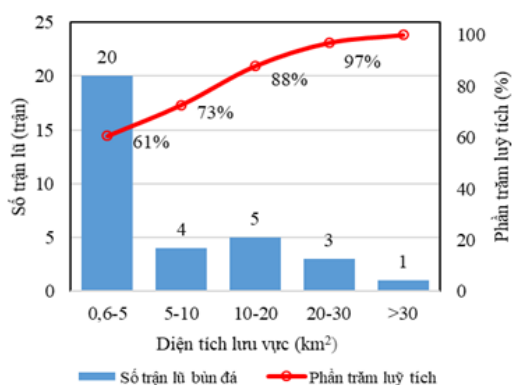
đốc lưu vực trung bình, $i_{lv} = \Delta l_v / L_{lv}$, đơn vị tính là %; i_{ls} : Độ dốc lòng suối trung bình, $i_{ls} = \Delta l_s / L_s$, đơn vị tính là %; K_n : Hệ số hình dạng lưu vực, $K_n = F / (L_{lv})^2$.

3. ĐÁNH GIÁ ĐẶC TRƯNG HÌNH THÁI LƯU VỰC LŨ Bùn ĐÁ

Căn cứ kết quả tính toán thông số của 33 LVLBĐ như thể hiện trong Bảng 2, tiến hành vẽ các biểu đồ quan hệ tương quan để làm cơ sở phân tích đặc trưng lưu vực. Mỗi biểu đồ thể hiện một thông số đặc trưng lưu vực với số trận LBD và với phần trăm lũy tích số trận LBD.

3.1. Quan hệ giữa số trận lũ bùn đá và diện tích lưu vực

Lưu vực LBD là một vùng diện tích tự nhiên được giới hạn bởi đường phân thủy đón nhận nước rơi và hội tụ về một con suối LBD, được xác định bởi đường ranh giới khép kín theo đường phân thủy từ điểm đầu ra của lưu vực. Diện tích các LVLBĐ (F , km^2) xác định dựa vào bản đồ google earth và thể hiện trong Bảng 2. Hình 5 thể hiện biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và diện tích LVLBĐ cho thấy, 73% lưu vực có diện tích từ 1 km^2 đến 10 km^2 ; 90% lưu vực có diện tích nhỏ hơn 20 km^2 . Những lưu vực có diện tích từ 0,6 km^2 – 5,0 km^2 là nơi hay xảy ra LBD nhất, chiếm 61% tổng số trận LBD.

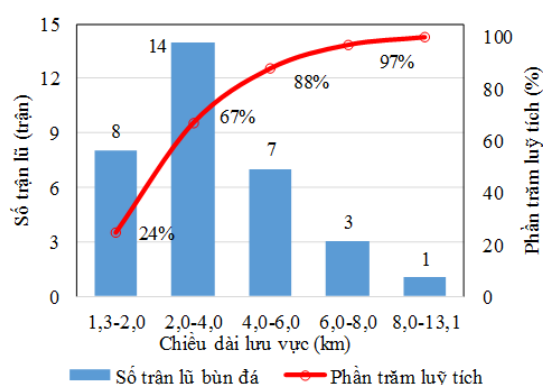


Hình 5: Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và diện tích lưu vực

3.2. Quan hệ giữa số trận lũ bùn đá và chiều dài lưu vực

Chiều dài lưu vực (L_{lv} , km) là khoảng cách theo đường gấp khúc nối các trung điểm mặt

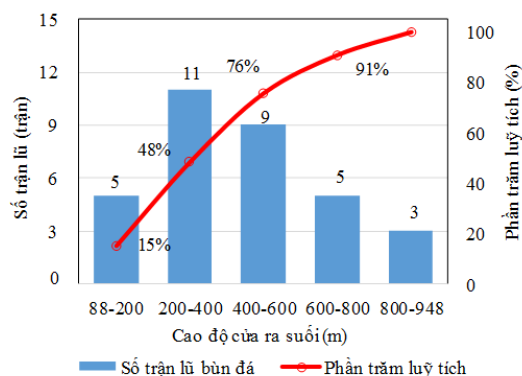
cắt ngang lưu vực và vuông góc với hướng dòng chảy tính từ điểm ra lưu vực (điểm cửa ra suối) đến điểm cao nhất lưu vực. Hình 6 thể hiện quan hệ giữa số trận LBD và chiều dài lưu vực cho thấy, khoảng 90% các lưu vực đã xảy ra LBD có chiều dài ngắn hơn 6 km . Lưu vực có chiều dài lớn hơn 8 km ít xảy ra LBD, chỉ chiếm 3% tổng số trận lũ được thống kê.



Hình 6: Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và chiều dài lưu vực

3.3. Quan hệ giữa số trận lũ bùn đá với cao độ điểm cửa ra suối

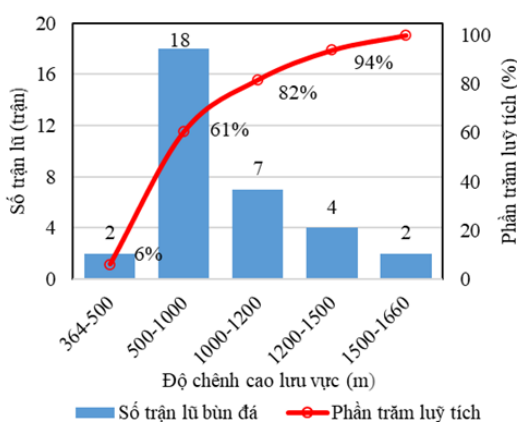
Cao độ điểm cửa ra suối còn gọi là cao độ điểm cửa ra lưu vực, được xác định trên bản đồ địa hình google earth. Hình 7 thể hiện biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và cao độ điểm cửa ra suối cho thấy, khoảng 80% lưu vực có cao độ điểm cửa ra suối (cửa ra LVLBĐ) thấp hơn 600 m. Các lưu vực có cao độ điểm cửa ra từ 200 m đến 600 m có tỷ lệ xảy ra LBD cao nhất, chiếm 60% tổng số trận LBD; 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.



Hình 7: Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và cao độ cửa ra suối

3.4. Quan hệ giữa số trận lũ bùn đá và độ chênh cao lưu vực

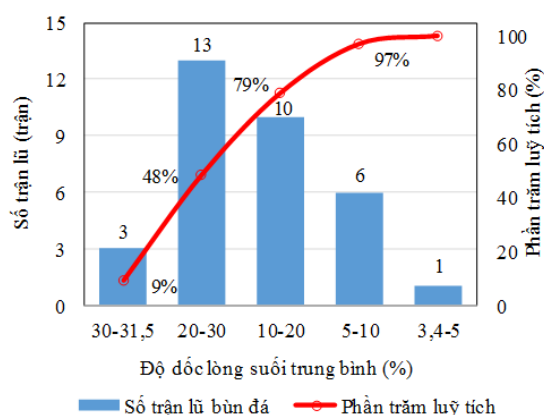
Độ chênh cao lưu vực là hiệu của cao độ điểm cao nhất lưu vực và cao độ điểm cửa ra lưu vực. Hình 8 thể hiện biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và độ chênh cao lưu vực. Khoảng 82% lưu vực LBD có độ chênh cao lưu vực nhỏ hơn 1200 m. Trong đó, chỉ có khoảng 6% số trận lũ xảy ra ở lưu vực có độ chênh cao nhỏ hơn 500 m; các lưu vực có độ chênh cao từ 500 m đến 1200 m có tỷ lệ xảy ra LBD nhiều nhất, chiếm 76% tổng số trận. Như vậy có thể nhận định rằng, hầu hết các trận LBD tại miền núi phía Bắc Việt Nam xảy ra tại lưu vực có độ chênh cao lớn hơn 500 m.



Hình 8: Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và độ chênh cao lưu vực

3.5. Quan hệ giữa số trận lũ bùn đá và độ dốc lòng suối trung bình

Độ dốc lòng suối trung bình (i_{ls} , %) là tỷ lệ phần trăm giữa chênh cao lòng suối và chiều dài suối chính (xem công thức tính ở cuối Bảng 2). Hình 9 thể hiện biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và độ dốc lòng suối trung bình cho thấy, LBD xảy ra ở độ dốc lòng suối nhỏ nhất là 3,4 % (2°), 80% số lưu vực đã xảy ra LBD có độ dốc lòng suối trung bình lớn hơn 10% (6°). Trong đó, các lưu vực có độ dốc lòng suối trung bình từ 10% đến 30% (6° đến 18°) có tỷ lệ xảy ra LBD cao nhất, chiếm 79% tổng số trận LBD. LBD xảy ra ở suối có độ dốc lớn hơn 30% (18°) chỉ chiếm 9% tổng số trận lũ được thống kê; có thể do suối có độ dốc lớn thường nằm trên khu vực địa chất tốt như đá vôi hoặc đá granit có mức độ phong hóa thấp nên ít phát sinh LBD.

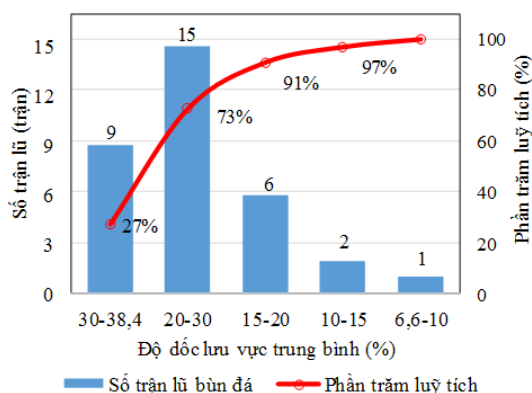


Hình 9: Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBD và độ dốc lòng suối trung bình

3.6. Quan hệ giữa số trận lũ bùn đá và độ dốc lưu vực trung bình

Độ dốc lưu vực trung bình (i_{lv}) được xác định là tỷ lệ phần trăm giữa chênh cao lưu vực và chiều dài lưu vực (xem công thức tính ở cuối Bảng 2). Hình 10 thể hiện quan hệ giữa số trận LBD và độ dốc lưu vực trung bình. Trên 90% các lưu vực đã xảy ra LBD có độ dốc lưu vực lớn hơn 15% (9°). Độ dốc này lớn hơn độ dốc

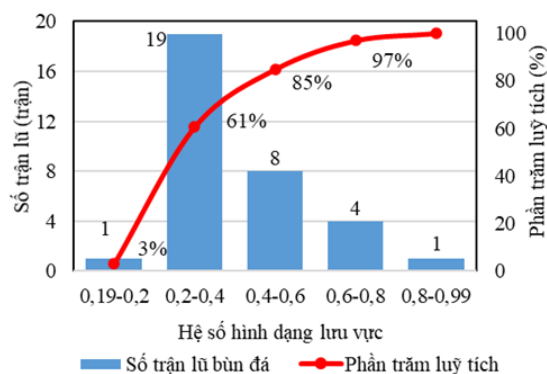
trung bình của các lưu vực sông. Ví dụ: độ dốc trung bình các lưu vực sông Đa Nhim, Trị An, Hàm Thuận, Thác Mơ, Phước Hòa, Dầu Tiếng, Hóa An là $8,8^\circ$ (Bảng 1, Viện QHTL MN). Các LVLBĐ có độ dốc lưu vực trung bình từ 20% ($11,5^\circ$) đến khoảng 40% (23°) (xem giá trị lớn nhất trong Bảng 3) có tỷ lệ xảy ra LBĐ cao nhất, chiếm 73% tổng số trận LBĐ.



Hình 10: Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBĐ và độ dốc LV trung bình

3.7. Quan hệ giữa số trận lũ bùn đá và hệ số hình dạng lưu vực

Hệ số hình dạng lưu vực ($K_n = F/L_v^2$) là hệ số so sánh hình của lưu vực với hình vuông có cạnh bằng chiều dài lưu vực. Hệ số K_n có ảnh hưởng trực tiếp đến phân bố tài nguyên nước lưu vực và quản lý lũ trên lưu vực, K_n càng lớn thì thời gian tập trung dòng chảy trên toàn lưu vực về điểm cửa ra lưu vực sẽ nhanh hơn và ngược lại. Điều này ảnh hưởng trực tiếp đến công tác cảnh báo, dự báo lũ trong phòng, chống thiên tai do lũ (Trần Tuất, 1980). Hình 11 thể hiện biểu đồ quan hệ giữa số trận LBĐ và hệ số hình dạng lưu vực. Có thể thấy 85% các lưu vực đã xảy ra lũ bùn có hệ số hình dạng lưu vực nhỏ hơn 0,6. Các lưu vực có hệ số hình dạng lưu vực từ 0,2 đến 0,8 có tỷ lệ xảy ra LBĐ cao nhất, chiếm 94% tổng số trận LBĐ.



Hình 11: Biểu đồ quan hệ giữa số trận LBĐ và hệ số hình dạng LV

3.8. Đánh giá quan hệ giữa đặc trưng hình thái LVLBĐ và mức độ phát sinh LBĐ

Đặc trưng chung về hình thái LVLBĐ khu vực miền núi phía Bắc là: diện tích nhỏ, độ dốc lòng dẫn lớn, chiều dài lòng dẫn ngắn và độ chênh cao lưu vực lớn. Theo kết quả phân tích đúng với trên 80% số trận LBĐ nêu trong nghiên cứu này như sau: (1) Diện tích LVLBĐ thường nhỏ hơn 20 km², phổ biến nhất là từ 0,6 km² – 5,0 km², trung bình khoảng 8 km²; (2) Chiều dài LVLBĐ ngắn hơn 6 km, LBĐ ít xảy ra ở suối có chiều dài trên 8 km; (3) Cao độ cửa ra LVLBĐ thường thấp hơn 600 m, phổ biến từ 200 m đến 600 m; (4) Độ chênh cao LVLBĐ lớn hơn 500 m, phổ biến trong khoảng 500 m – 1200 m; (5) Độ dốc trung bình lòng suối lớn hơn 10% (6°), phổ biến là 10% - 30% (6° - 18°); (6) Độ dốc LVLBĐ lớn hơn 15% (9°), đa số từ 20% - 40% ($11,5^\circ$ - $23,0^\circ$); (7) Hệ số hình dạng LVLBĐ từ 0,2 đến 0,8 có tỷ lệ xảy ra LBĐ cao nhất.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này đã đánh giá đặc trưng hình thái một số LVLBĐ đến sự hình thành LBĐ ở khu vực miền núi phía Bắc, các đặc trưng

này cơ bản phù hợp với các công bố trong nước và quốc tế. Một số kết luận như sau:

- Lưu vực phát sinh LBD có hình lòng chảo, thuận lợi tập trung nước, ba mặt lưu vực là sườn đồi núi có độ dốc lớn, mặt còn lại là cửa ra lưu vực ở dạng cửa suối, khe, huồi. Hình thái LVLBD phân chia thành ba khu vực gồm: khu phát sinh, 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 tại đoạn cửa ra suối.
- Các đặc trưng hình thái lưu vực có ảnh hưởng nhiều nhất đến hình thành LBD gồm: lưu vực hình lòng chảo, diện tích lưu vực từ $0,5 \text{ km}^2 - 10,0 \text{ km}^2$, chiều dài lưu vực từ 1,0 km - 8 km, độ chênh cao lưu vực từ 350 m - 1200 m, độ dốc lưu vực từ $10^\circ - 25^\circ$, độ dốc lòng suối từ $6^\circ - 20^\circ$, hệ số hình dạng lưu vực

từ 0,2 đến 0,8. Các đặc trưng đã được lượng hóa này góp phần nhận diện chính xác hơn loại hình thiên tai vốn rất khó nhận biết là lũ bùn đá, cả ở Việt Nam và trên thế giới; đồng thời có thể dùng làm cơ sở áp dụng phù hợp các giải pháp phòng chống lũ bùn đá trong thực tiễn.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu này thuộc đề tài cấp Bộ NN & PTNT: “Nghiên cứu đề xuất, ứng dụng giải pháp khoa học công nghệ phù hợp trong phòng, chống và giảm thiểu rủi ro lũ quét tại khu vực miền núi phía Bắc”, 2019-2021. Các tác giả xin chân thành cảm ơn PGS.TSKH. Vũ Cao Minh và PGS.TS. Lã Thanh Hà đóng góp các ý kiến quý báu để hoàn thiện bài báo này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Cao Đăng Dư và Lê Bắc Huỳnh, *Lũ quét – Nguyên nhân và biện pháp phòng tránh*. Nhà xuất bản Nông nghiệp, Hà Nội, 2003.
- [2] DZ/T0239-2004, *Tiêu chuẩn thiết kế công trình lũ bùn đá*. Tiêu chuẩn điều tra địa chất Nước Cộng hòa nhân dân Trung Hoa, 2004. (DZ/T0239-2004. 泥石流工程设计规范. 中华人民共和国地质调差标准, 2004).
- [3] D. J. Wilford, M. E. Sakals, J. L. Innes, R. C. Sidle, W. A. Bergerud, *Recognition of debris flow, debris flood and flood hazard through watershed morphometrics*. Landslide, 2004, 1: 61-66.
- [4] Đào Đình Bắc, Đặng Văn Bào, Nguyễn Hiệu, Trần Thanh Hà, *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, Tiểu ban: Tài nguyên thiên nhiên, môi trường và phát triển bền vững, ICVNS 12/2008.
- [5] Đỗ Minh Ngọc, *Nghiên cứu nguy cơ tai biến lũ bùn đá tại xã Tân Nam, H. Quang Bình, T. Hà Giang và Đề xuất các giải pháp phòng tránh*. LV thạc sỹ Trường Đại học Khoa học tự nhiên, Trường Đại học Quốc Gia Hà Nội, 2014.
- [6] Joseph E. Gartner, Erica R. Bigio, and Susan H. Cannon, *Compilation of Post Wildfire Runoff-Event Data from the Western United States*. USGS Open-File Report 2004-1085, US

Geological Survey, Reston, VA.

- [7] Kim Kyung Suk, *Characteristics of basin topography and rainfall triggering debris flow*. KSCE Journal of Civil and Environmental Engineering Research, Volume 28 Issue 5C, pp. 263-271, 2008.
- [8] Lê Thanh Hà, *Những Điều Cần Biết Về Lũ Quét*. Nhà xuất bản Tài nguyên - Môi trường và bản đồ VN, Hà Nội, 2017.
- [9] Li Yong, Liu Jiang Jing, Chen Xiao Qing, Hu Kai Heng, *Probability distribution of debris-flow valleys*. Journal of Sichuan University (Engineering Science Edition), 39(6): 36-40, 11/2007.
- [10] Lorenzo Marchi and Vincenzo D'Agostino, *Estimation of debris flow magnitude in the eastern Italian Alps*. Earth Surface Processes and Landforms, 29, 207-220, 2004.
- [11] Matthias Jakob and Oldrich Hungr, *Debris-flow hazards and related phenomena*. Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 2005, Germany, Springer.
- [12] Phan Đông Pha, Nguyễn Đăng Túc, Nguyễn Xuân Huyền, Trần Văn Dương, Trần Quốc Cường, Nguyễn Công Quân, *Bản đồ nguy cơ lũ quét – lũ bùn đá khu vực Tây Nguyên*. Tạp chí Các khoa học về trái đất, 36(3CĐ), 365-372, 11/2014.
- [13] Trần Tuất, Nguyễn Đức Nhật, *Khái quát địa lý thủy văn sông ngòi Việt Nam - Phần 1 Miền Bắc*, Tổng cục KTTV, 1980.
- [14] Viện Quy hoạch Thủy lợi Miền Nam, *Phương pháp xác định lưu vực sông*. https://siwrp.org.vn/tin-tuc/phuong-phap-xac-dinh-luu-vuc-song_400.html
- [15] Vũ Bá Thao, *Công trình phòng trị lũ bùn đá*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi. 2020 (60): 40-47.
- [16] Vũ Bá Thao, Phạm Văn Minh, Lê Quang Tuấn, Nguyễn Trung Kiên, *Tổng quan về quan trắc và cảnh báo lũ quét bùn đá*. Tạp chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi, Số 45, 7/2018, pp 45-57.
- [17] Vũ Bá Thao, *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, 2020, 24 (3): 81-88.
- [18] Vũ Bá Thao và nnk, *Báo cáo tổng kết Đề tài cấp Bộ NN & PTNT: “Nghiên cứu đề xuất, ứng dụng giải pháp khoa học công nghệ phù hợp trong phòng, chống và giảm thiểu rủi ro lũ quét tại khu vực miền núi phía Bắc”*, 2019-2021.
- [19] Vũ Cao Minh, *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*, 1994.