

TỔNG QUAN VỀ QUAN TRẮC VÀ CẢNH BÁO SÓM LŨ QUÉT Bùn ĐÁ

Vũ Bá Thao, Phạm Văn Minh

Viện Thủy công, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Lê Quang Tuấn, Nguyễn Trung Kiên

Tổng cục Phòng, Chống thiên tai

Tóm tắt: Lũ quét, sạt lở đất là các loại hình thiên tai gây thiệt hại lớn về người, tài sản cho các tỉnh miền núi phía Bắc, miền Trung và Tây Nguyên. Tuy vậy, các bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét, sạt lở đất chưa thể hiện được cụ thể địa điểm và thời gian xảy ra thiên tai lũ quét. Một số mô hình thí điểm về quan trắc, cảnh báo dựa vào lượng mưa và mực nước sông chỉ phù hợp với loại hình lũ quét trên lưu vực sông. Trong khi đó, đối với lũ quét dạng bùn đá xảy ra tại phía thượng nguồn lưu vực sông ở các khu vực miền núi, là loại hình thiên tai phổ biến và có tác hại nghiêm trọng, thì chưa được quan tâm nghiên cứu và áp dụng hệ thống quan trắc, cảnh báo sớm. Bài viết này tổng quan một số vấn đề liên quan tới quan trắc, cảnh báo lũ quét trong và ngoài nước, từ đó phân tích lựa chọn và đề xuất thí điểm xây dựng một hệ thống quan trắc và cảnh báo lũ quét bùn đá cho khu vực miền núi.

Từ khóa: Lũ quét, lũ bùn đá, sạt lở đất, quan trắc và cảnh báo sớm.

Abstract: Flash floods and landslides are major types of natural disasters that usually causes loss of life and damages to property in mountainous provinces in the North, Central regions, and Central Highlands. However, risk maps of flash flood and landslide have not shown specific locations and time of occurrence of the disasters. Some pilot monitoring and warning models based on rainfall and river water level information are suitable only for flash floods in river basins. While the flash floods associated with debris flow occurring in the upstream of catchments in mountainous areas, a popular hazard that usually causes serious damages, have not been studied and applied such monitoring and early warning systems. This article reviews a number of issues related to flash flood monitoring and warning in Vietnam and the world; this is a basis for analyzing options and proposing a pilot system for monitoring and warning flash floods associated with debris flow in mountainous regions.

Keywords: Flash flood, debris flow, landslide, monitoring and early warning

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Lũ ở khu vực miền núi nói chung là hiện tượng kèm theo bùn đá xảy ra trong thời gian rất nhanh, có sức tàn phá lớn thường được gọi là lũ quét. Lũ quét đã gây ra những tổn thất nghiêm trọng về người, tài sản và hủy hoại môi trường sống. Loại lũ này thường là các trận lũ lớn hoặc đặc

biệt lớn được hình thành từ mưa với cường độ rất cao, xảy ra trong thời gian ngắn, sinh dòng chảy mặt tập trung cao và nhanh, cuốn theo bùn, đá, thực vật và có sức tàn phá rất mạnh. Những thay đổi lớn trong việc sử dụng tài nguyên nước, sử dụng đất không hợp lý như xây dựng đường giao thông và công trình xây dựng dân dụng, khai thác mỏ, có tác động trực tiếp dẫn đến suy thoái môi trường, thay đổi chế độ thủy văn, thay đổi sự ổn định tự nhiên của mái dốc ở nhiều lưu vực sông làm cho vấn đề lũ lụt trên thế giới và Việt Nam càng trở nên phức

Ngày nhận bài: 27/4/2018

Ngày thông qua phản biện: 05/6/2018

Ngày duyệt đăng: 10/7/2018

tạp.

Phần lớn các trận lũ quét đều xảy ra ở khu vực miền núi hẻo lánh, dân cư thưa thớt, tuy nhiên có những trận lũ quét xảy ra có sức tàn phá lớn mang tính hủy diệt, đi qua khu vực đông dân cư, có ý nghĩa kinh tế xã hội quan trọng, gây tổn thất lớn về nhân mạng và tài sản của nhân dân, đặc biệt là những hộ dân sống ở các thôn, bản vùng núi có lũ quét tràn qua. Di biến lũ quét trong khoảng vài chục năm trở lại đây ở Việt Nam có xu hướng tăng nhanh và ngày càng nghiêm trọng [1].

Trong những năm vừa qua, lũ quét, sạt lở đất là các loại hình thiên tai gây thiệt hại lớn về người, tài sản cho các tỉnh miền núi phía Bắc, miền Trung và Tây Nguyên. Từ năm 1953 đến năm 2016 trên toàn quốc đã có khoảng 448 trận lũ quét với các quy mô khác nhau. Trong khi đó từ năm 2000 đến năm 2015 đã xảy ra hơn 250 trận lũ quét, sạt lở đất, làm chết và mất tích 779 người, bị thương 426 người; hơn 9.700 căn nhà bị đổ trôi; hơn 100.000 căn nhà bị ngập, hư hại nặng; hơn 75.000 ha lúa và hoa màu bị ngập; hàng trăm ha đất canh tác bị vùi lấp; nhiều công trình giao thông, thủy lợi, dân sinh kinh tế bị hư hỏng nặng nề; thiệt hại kinh tế ước tính hàng nghìn tỷ đồng. Trong năm 2016, lũ quét, sạt lở đất đã làm 60 người chết, mất tích, nhiều công trình hạ tầng bị sạt lở, hư hỏng. Lũ quét và sạt lở đất trong năm 2017 làm 71 người chết và mất tích, 4109 ngôi nhà bị đổ sập, cuốn trôi, 13.246 hộ dân đang sinh sống tại những nơi không đảm bảo an toàn và có nguy cơ cao ảnh hưởng bởi lũ quét, sạt lở đất [1].

Công tác quan trắc và cảnh báo sớm lũ quét đóng vai trò quan trọng trong việc phòng và giảm thiểu tác hại của loại hình thiên tai này. Tuy vậy, nghiên cứu, ứng dụng, đầu tư cho công tác quan trắc, cảnh báo sớm lũ quét tại Việt Nam còn rất nhiều hạn chế [22]. Tại nước ta mới chỉ có một

vài khu vực được lắp đặt hệ thống quan trắc và cảnh báo lũ quét trên lưu vực sông thông qua các chỉ tiêu là lượng mưa, mực nước sông và lưu lượng dòng chảy. Một số hệ thống điển hình trong những năm gần đây về quan trắc và cảnh báo lũ quét trên lưu vực sông căn cứ vào lượng mưa và mực nước sông bao gồm: Phạm Văn Quý (2018) giới thiệu cấu trúc của một hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt theo thời gian thực, cảnh báo tới cộng đồng người dân dựa vào lượng mưa, lưu lượng, mực nước sông [2]; tỉnh Thanh Hóa xây dựng hệ thống quan trắc, cảnh báo lũ ống, lũ quét và sạt lở đất tại một số huyện miền núi dựa vào lượng mưa và mực nước sông trong năm 2015-2016 [3, 4]; Dự án: Điều tra, khảo sát, phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam - Giai đoạn I từ năm 2006-2009 đã chuyển giao 2 thiết bị đo mưa tự động phục vụ cảnh báo mưa lớn có khả năng gây lũ quét tại huyện Văn Chấn, tỉnh Yên Bái cho Ban Chỉ huy Phòng chống lụt bão tỉnh Yên Bái [5]; Dự án hợp tác giữa Viện Nghiên cứu quản lý thiên tai Hàn Quốc (National Disaster Management Institute) và Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam năm 2017 đã lắp đặt một số trạm đo mưa và mực nước sông tại tỉnh Lào Cai để quan trắc và cảnh báo lũ quét [6]. Các hệ thống cảnh báo này đã đạt được những hiệu quả nhất định trong cảnh báo sớm lũ quét trên sông dựa trên ngưỡng mưa và ngưỡng mực nước. Tuy vậy, đối với loại hình lũ quét bùn đá phát sinh tại phía thượng nguồn khu vực miền núi chưa được quan tâm nghiên cứu và áp dụng hệ thống quan trắc và cảnh báo.

Trên thế giới, lũ quét thường được phân chia thành lũ quét trên sông (flash flood) và lũ bùn đá (debris flow). Hệ thống quan trắc và cảnh báo lũ quét trên sông, như đã nêu ở phần trên, chủ yếu dựa vào lượng mưa, mực nước sông và lưu lượng dòng chảy. Đối với hệ thống quan trắc và cảnh báo lũ bùn đá, do lũ bùn đá xảy ra trên sườn dốc, suối hoặc sông cạn hoặc sông ít nước, vì vậy quan trắc mực nước sông để cảnh báo không mang lại hiệu quả. TS. Đặng Thanh Mai (2018)[22] cũng khẳng định, lũ quét, sạt lở đất

thường xuất hiện tại khu vực nhỏ, nên để cảnh báo tại một địa điểm cần xác định được các điều kiện phát sinh lũ quét và sạt lở đất như: địa hình, cấu trúc địa chất, lớp vỏ phong hóa, đặc điểm thảm phủ, độ ẩm, độ bão hòa, ngưỡng mưa. Theo kinh nghiệm của nhiều nước trên thế giới, nổi bật là Mỹ, Nhật Bản, Ý, Đài Loan, cần căn cứ vào nhiều chỉ tiêu khác để cảnh báo lũ bùn đá, như: lượng mưa tích lũy; độ ẩm của đất; chiều cao dòng bùn đá; áp lực đất và áp lực nước lỗ rỗng ở lòng sông, suối; độ chấn động lòng hoặc bờ sông do lũ tạo ra; cảm biến dây để xác định chiều cao dòng lũ hoặc sự phát sinh của lũ, v.v... [7-10].

Tại nước ta, vấn đề quan trắc và cảnh báo lũ quét bùn đá chưa được quan tâm nghiên cứu và ứng dụng. Bài viết này tổng quan một số vấn đề liên quan tới quan trắc, cảnh báo lũ quét trong và ngoài nước, từ đó phân tích lựa chọn và đề xuất thí điểm xây dựng một hệ thống quan trắc và cảnh báo lũ quét bùn đá cho khu vực miền núi.

2. THÀNH TỰU VÀ TỒN TẠI CỦA CÁC ĐỀ TÀI, DỰ ÁN VỀ QUAN TRẮC VÀ CẢNH BÁO LŨ QUÉT

Thông qua tổng hợp phân tích kết quả thực hiện một số đề án, dự án, đề tài về lũ quét, sạt lở đất đã và đang thực hiện [3-6; 11-21], một số thành tựu và tồn tại về công tác quan trắc, cảnh báo lũ quét được tóm lược như sau:

2.1. Thành tựu

- Tạo nguồn cơ sở dữ liệu cho các đề tài, dự án nghiên cứu về lũ quét.
- Lập bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét với các tỷ lệ ngày càng chi tiết hơn từ 1:500.000, 1:250.000, 1:100.000 và có một số vùng đến 1:50.000.
- Chuyển giao và tập huấn hướng dẫn sử dụng bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét các tỷ lệ 1:100.000 và 1:50.000 cho 14 tỉnh miền núi phía Bắc. Các bản đồ đóng vai trò hỗ trợ cho các địa phương trong công tác quy hoạch sử dụng đất và cảnh báo nguy cơ xuất hiện lũ quét hàng năm trên địa bàn mỗi tỉnh.

- Đề xuất và thực hiện một số hệ thống cảnh báo lũ quét với hình thức thử nghiệm cho một số vùng, lưu vực sông dựa vào lượng mưa và mực nước sông.

2.2. Tồn tại

- Hiệu quả phục vụ cho công tác phòng tránh lũ quét chưa cao. Các công trình nghiên cứu phần lớn ở mức thử nghiệm về mặt khoa học, áp dụng thực tiễn chưa nhiều. Các dự án được thực hiện riêng rẽ ở nhiều Bộ, ngành nên việc áp dụng thực tế bị hạn chế.
- Trên thế giới, bản đồ cảnh báo thiên tai lũ quét, sạt lở đất có ba cấp độ, gồm: (1) Bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét, sạt lở đất (Susceptibility - chỉ phân vùng nguy cơ theo không gian), (2) Bản đồ phân cấp mức độ thảm họa (hazard - cảnh báo được cả không gian và thời gian), (3) Bản đồ mức độ rủi ro (risk - không gian, thời gian và mức độ thiệt hại). Hiện nay Việt Nam mới làm Bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét, sạt lở đất (Susceptibility). Các bản đồ này có tỷ lệ quá lớn, thấp nhất ở tỷ lệ 1:50.000. Đây là các bản đồ dựa trên các số liệu lịch sử, là bản đồ tĩnh, chỉ phân vùng cảnh báo được về không gian, nhưng không đủ chi tiết để cảnh báo đúng vị trí thiên tai. Không dự báo được theo thời gian thực và chính xác vị trí xảy ra sạt lở đất; trong khi địa điểm gây lũ quét phần lớn ở mức quy mô cấp xã, bản. Do đó các dự án đã triển khai chủ yếu có ý nghĩa trong quy hoạch, mang tính định tính mà chưa có định lượng trong quá trình dự báo và cảnh báo các yếu tố KTTV nói chung và thiên tai nói riêng, vì vậy giá trị ứng dụng thực tiễn chưa cao.
- Việt Nam đã có một số dự án do nước ngoài đầu tư xây dựng hệ thống quan trắc và cảnh báo lũ quét trên lưu vực sông dựa trên hai chỉ tiêu là lượng mưa và mực nước sông [3-6]. Các hệ thống cảnh báo này không cảnh báo được lũ quét bùn đá xảy ra ở phía thượng nguồn của các lưu vực sông, nơi mà lũ quét bao gồm nước mang theo bùn đá, cây khô. Trong khi đó dân cư miền núi thường chịu

Tại Việt Nam, bên cạnh công tác lập bản đồ phân vùng nguy cơ lũ quét, việc cảnh báo lũ quét là một nhiệm vụ cực kỳ cấp bách phục vụ cho công tác chỉ đạo điều hành phòng tránh thiên tai ở các vùng có nguy cơ cao. Một loạt các địa phương và các Bộ, ngành đã kết hợp các kết quả nghiên cứu này để xây dựng chương trình minh họa hệ thống giám sát và cảnh báo thiên tai lũ quét.

Việc thí điểm đã được tiến hành ở một số khu vực như Yên Bái, Sơn La hoặc gần đây tại Thanh Hoá, tuy nhiên chưa phát huy hiệu quả như mong muốn do nhiều yếu tố khác nhau: (i) các dự án đa phần là các dự án nghiên cứu thử nghiệm, việc bảo dưỡng, vận hành sau đầu tư chưa được quan tâm đúng mức; (ii) việc xác định ngưỡng mưa sinh lũ quét còn khó khăn do hạn chế về dữ liệu các trận lũ quét trong lịch sử;

(iii) một vài địa điểm sau khi lắp đặt thì chưa ghi nhận các trận lũ quét xảy ra. Ngoài ra, các dự án này còn có một số hạn chế như sau:

- Các thiết bị quan trắc chưa được kết nối thành một mạng thống nhất, kết quả dự báo chưa được tích hợp trong một mô hình đầy đủ theo các số liệu về lượng mưa, số liệu vệ tinh - viễn thám, số liệu mô hình trên không gian rộng. Chính vì thế chất lượng dự báo và cảnh báo thiên tai của các thiết bị độc lập còn nhiều hạn chế.
- Hệ thống quan trắc các trạm mưa tự ghi không đủ dày (đặc biệt thiếu trạm đo tại các vùng có nguy cơ lũ quét cao), thời gian quan trắc ngắn. Do vậy, việc áp dụng các phương pháp cảnh báo lũ quét hiện có, điển hình là phương pháp Đường tới hạn (CL) theo chỉ dẫn của Nhật Bản còn nhiều hạn chế.

Bảng 1. Một số hệ thống cảnh báo lũ quét trên thế giới (chỉnh sửa và bổ sung từ L.T. Hà [11])

STT	Hệ thống cảnh báo	Quốc gia	Số liệu đầu vào	Phương pháp, mô hình phân tích ngưỡng cảnh báo	Phạm vi	Thời gian dự báo
1	ALERT	Úc	Mưa và mực nước theo thời gian thực	Làm đầu vào cho mô hình tính toán độ lớn và thời gian xảy ra lũ	Theo lưu vực nghiên cứu	Tức thời
2	Gridded Flash flood Guidance (GFFG)	Bắc Mỹ	NEXRAD radar, trạm mưa thực đo, mưa dự báo số trị	Mô hình phân bố tính độ ẩm đất, lưu lượng tràn bờ	Lưu vực 100-300 km ²	3-24h
3	Hệ thống FFG Trung Mỹ	Trung Mỹ	Mưa thực đo, mưa vệ tinh GHE	Dựa trên độ ẩm bão hòa đất	Lưu vực 100-300 km ²	3-6h
4	Hệ thống cảnh báo lũ quét của Áo	Áo	Mưa và dòng chảy thực đo, mưa radar, mưa dự báo	Mô hình phân bố dạng lưới tính độ ẩm đất	Lưới 1 km ²	48h

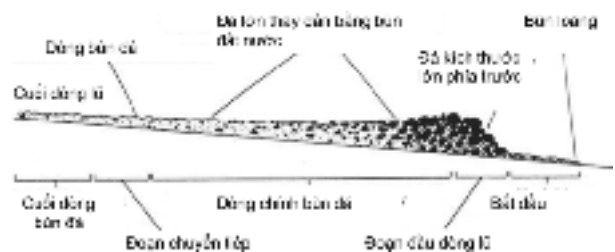
STT	Hệ thống cảnh báo	Quốc gia	Số liệu đầu vào	Phương pháp, mô hình phân tích ngưỡng cảnh báo	Phạm vi	Thời gian dự báo
			số trị			
5	European Flood Forecasting System (EFFS)	Châu Âu	Mưa thực đo, mưa radar, GCM downscaling	Mô hình mưa rào dòng chảy ISFLOOD-FF: Mô hình thủy lực LISFLOOD-FP	Mô hình thủy văn lưới 1km ² và Mô hình thủy lực lưới 10-100 m ² .	72-120h
6	Khung hỗ trợ quyết định - cảnh báo lũ quét của Thái Lan	Thái Lan	Mưa, nhiệt độ không khí, độ ẩm, bức xạ, gió, mưa dự báo	Sử dụng mạng nơ ron nhân tạo ANN để dự báo dòng chảy lũ. So sánh với lũ quét lịch sử trong hệ thống	Theo lưu vực nghiên cứu	24h
7	Hệ thống cảnh báo lũ quét sông Ayalon	Israel	Mưa và dòng chảy thực đo	Hệ thống bao gồm module tính hồi quy tự động tại các trạm trên sông nhánh ở thượng lưu, module tính truyền lũ, module tính phân bố mưa và module tính dòng chảy hồi quy tại trạm cần tính toán.	Theo lưu vực nghiên cứu	30-3.5h
8	Hệ thống cảnh báo lũ bùn đá	Nhật Bản	Mưa radar ước tính theo mưa thực đo (mưa tích lũy 1h), cảm biến hồ	Dùng mưa tích lũy 1h tính toán chỉ số mưa ngắn hạn. Dùng mạng nơ ron nhân tạo tính toán	Lưới tính toán 5x5 km ²	1-3h

STT	Hệ thống cảnh báo	Quốc gia	Số liệu đầu vào	Phương pháp, mô hình phân tích ngưỡng cảnh báo	Phạm vi	Thời gian dự báo
			trợ (độ ẩm, sóng âm ...)	ngưỡng sinh lũ quét.		
9	Hệ thống cảnh báo lũ quét vùng Caribê và Trung Mỹ	Vùng Caribe	Hệ thống đo mưa tự động	Hệ thống tự động cảnh báo theo 3 cấp báo động	Tại vị trí đặt trạm	Tức thời
10	Hệ thống cảnh báo lũ bùn đá	Đài Loan	Hệ thống đo mưa tự động, cảm biến độ ẩm, cảm biến sóng âm, cảm biến dây	Dùng mô hình xác định ngưỡng và kích bản dự báo.	Tại vị trí đặt trạm	Tức thời

4. ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH QUAN TRẮC VÀ CẢNH BÁO LŨ QUÉT

4.1. Cơ sở lựa chọn loại hình cảm biến quan trắc

Hầu hết những dòng bùn đá thường bắt nguồn từ sự trượt lở đất gây ra bởi nhiều nhân tố như mưa, xói mòn, trượt ngầm, nước ngầm... Những mảnh vụn đất, đá do trượt lở đất cuốn theo dòng chảy sông, suối tạo thành dòng bùn đá có tốc độ từ vài m/s đến vài chục m/s. Massimo và Lorenzo (2008) cho rằng lũ bùn đá có thể được xem như giai đoạn trung chuyển giữa sạt lở đất và lũ nước [9] (còn gọi là lũ quét hay lũ quét nghẽn dòng hoặc lũ quét tổng hợp mà trong tiếng Anh gọi chung là Flash Flood).

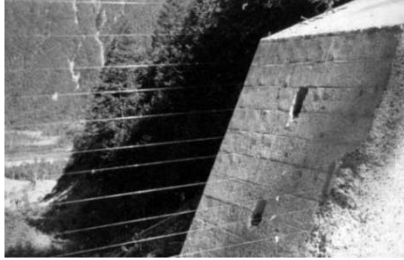


Hình 1. Sơ họa cấu tạo dòng lũ quét bùn đá [7]

Cấu tạo dòng lũ quét bùn đá được thể hiện trên Hình 1. Quá trình hình thành và di chuyển của dòng bùn đá làm thay đổi độ ẩm trong đất, tăng áp lực nước lỗ rỗng, áp lực đất, tạo rung động và sóng âm trong đất. Do vậy, các loại cảm biến tương ứng với các ảnh hưởng của dòng bùn đá được sử dụng để ghi lại sự thay đổi và từ đó nhận biết sự xuất hiện cũng như đặc tính của lũ bùn đá như tốc

độ dịch chuyển, chiều dày dòng bùn đá. Ưu nhược điểm và điều kiện áp dụng của các loại cảm biến dùng để quan trắc lũ bùn đá

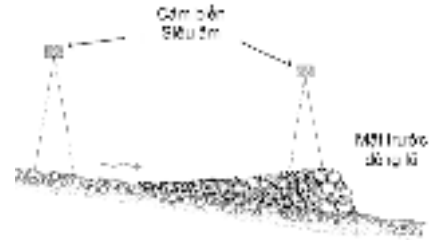
được tổng hợp trong Bảng 2. Hình ảnh một số loại cảm biến quan trắc lũ bùn đá thể hiện trên Hình 2.



Cảm biến dây tại Italia [9]



Cảm biến siêu âm đo chiều sâu dòng bùn đá tại Italia [9]



Cảm biến siêu âm đo tốc độ dòng bùn đá [9]



Cảm biến sóng âm lắp đặt bên bờ sông tại Mỹ [9]



Cảm biến sóng âm lắp đặt bên bờ suối tại Đài Loan [10]



Ghi được video và hình ảnh dòng lũ bùn đá từ Camera CCD tại Italia [9]

Hình 2. Hình ảnh một số loại cảm biến quan trắc lũ quét bùn đá.

Cho đến nay, tại Việt Nam đã có một số ít dự án sử dụng mô hình quan trắc và cảnh báo lũ quét trên lưu vực sông dựa trên số liệu đo mưa. Tuy vậy, việc quan trắc và cảnh báo theo thời gian thực cho lũ quét trên suối cạn và lũ quét bùn đá chưa được nghiên cứu và áp dụng.

Tùy vào điều kiện cụ thể của khu vực xảy ra lũ bùn đá mà sử dụng các loại thiết bị quan trắc phù hợp. Một số hệ thống quan trắc lũ quét bùn đá thể hiện trong Hình 3. Có thể thấy, các loại cảm biến được sử dụng phổ biến gồm: (1)

thiết bị đo mưa (rain gauge); (2) cảm biến siêu âm (ultrasonic device hoặc radar device hoặc water level gauge, đo mực nước hoặc chiều dày và tốc độ dòng lũ); (3) cảm biến sóng âm hoặc cảm biến địa chấn (geophone hoặc seismic sensor hoặc vibration sensor); (4) cảm biến dây (wire sensor); (5) camera CCD; đồng thời có thể kết hợp với giải pháp công trình là đập chắn bùn đá đặt phía hạ lưu khu vực lũ bùn đá và phía trước khu vực bị ảnh hưởng như dân cư, đường giao thông.

Bảng 2. Ưu nhược điểm của các loại cảm biến quan trắc lũ quét, lũ quét bùn đá (Chỉnh sửa và bổ sung thêm từ Massimo và Lorenzo 2008 [9])

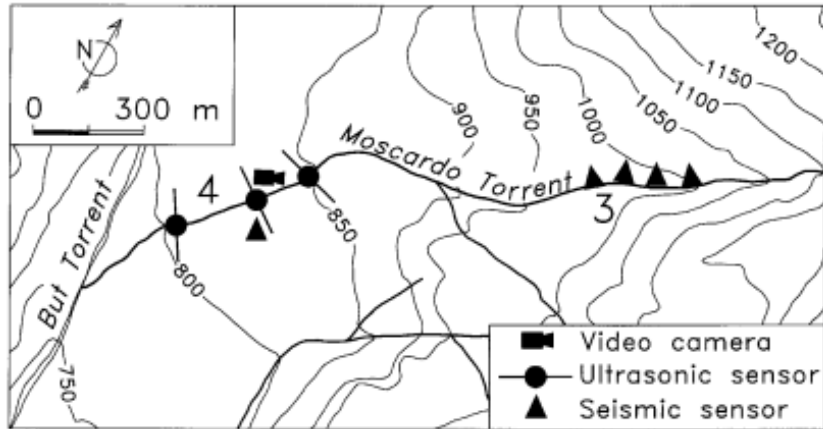
STT	Cảm biến	Công dụng	Ưu điểm	Hạn chế
1	Cảm biến siêu âm (ultrasonic, radar, laser).	Đo trạng thái dòng bùn đá, tốc độ dòng bùn đá	Đễ đặt ngưỡng cảnh báo	Cảm biến siêu âm phải treo bên trong dòng suối; lắp đặt gặp khó khăn nếu bờ suối không ổn định.
2	Cảm biến sóng âm, thiết bị dò âm thanh dưới đất (geophones) và cảm biến địa chấn (seismometers, vibration sensor)	Đo rung động nền tạo bởi lũ quét.	Lắp đặt dễ và an toàn vì cảm biến được chôn tại vị trí ổn định trên bờ suối.	Xác định ngưỡng cảnh báo khá phức tạp. Rủi ro cảnh báo sai vì các nguồn địa chấn khác như tàu, xe tải chạy, đá rơi, v.v... Việc lọc tín hiệu địa chấn làm tăng mức độ phức tạp của hệ thống cảnh báo.
3	Cảm biến dây (wire sensors)	Phát hiện dòng bùn đá khi dây đứt.	Thiết bị đơn giản.	Cần phải phục hồi lại sau lũ quét. Rủi ro cảnh báo sai trong trường hợp động vật chạy qua, cây đổ v.v...
4	Đèn quang điện (photocell), đầu dò hồng ngoại (infrared photobeam)	Nhận biết dòng bùn đá.	Thiết bị đo gián tiếp không tiếp xúc trực tiếp với dòng bùn đá. Không phải phục hồi sau lũ.	Phải lắp đặt cẩn thận để tránh cảm biến tiếp xúc với dòng bùn đá.
5	Camera giám sát video CCD	Nhận biết sự xuất hiện, hình thái, tốc độ dòng bùn đá.	Lắp đặt an toàn bên bờ suối	Hiệu quả cảnh báo kém trong điều kiện sương mù hoặc trời tối.
6	Cảm biến áp lực nước lỗ rỗng	Đo áp lực nước lỗ rỗng trong nền mái dốc đất hoặc nền đáy sông để phân tích trạng thái bão hòa hoặc hóa lỏng của đất.	Đất bão hòa hoặc hóa lỏng dẫn đến trượt lở, đất đá từ khối trượt sẽ hình thành dòng lũ bùn đá. Sự tăng đột ngột áp lực nước lỗ rỗng hoặc ứng suất hữu hiệu của đất giảm xuống bằng 0 là dấu hiệu nhận biết nguy cơ trượt lở, khởi phát lũ bùn đá.	Khó bảo quản, dễ bị cuốn trôi khi lũ chảy qua. Không phù hợp với nền đất hạt thô như cuội sỏi hoặc nền đá.

Các hệ thống này có điểm chung như sau: (1) khu vực lắp đặt hệ thống quan trắc, cảnh báo lũ bùn đá ở phía thượng lưu của dòng sông hoặc ở nhánh sông nhỏ, hoặc ở suối, nơi khởi

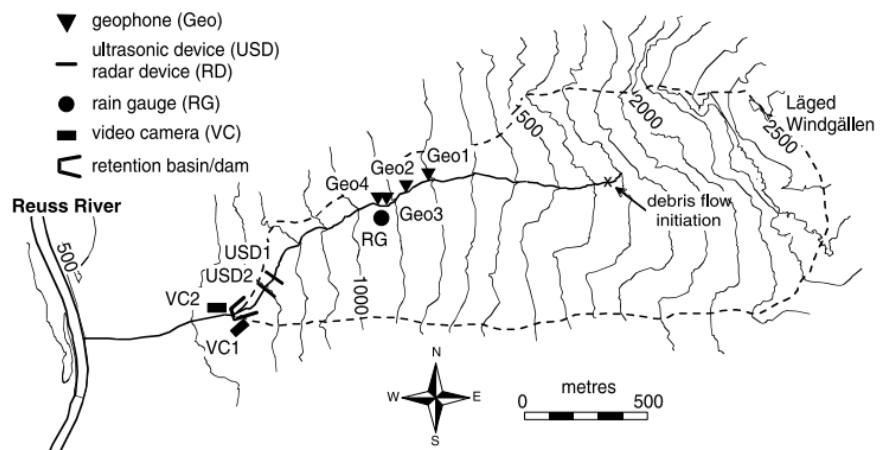
nguồn của sạt lở đất và gây nên lũ quét; (2) diện tích khu vực quan trắc không lớn, từ 1 km² đến 5 km², nhỏ hơn nhiều so với quan trắc lũ quét trên lưu vực sông; (3) trạm các thiết bị

quan trắc đặt phía trước khu vực cần bảo vệ và phía dưới của vùng sinh lũ (debris flow initiation); (4) đối tượng được cảnh báo là khu dân cư, đường giao thông, v.v...

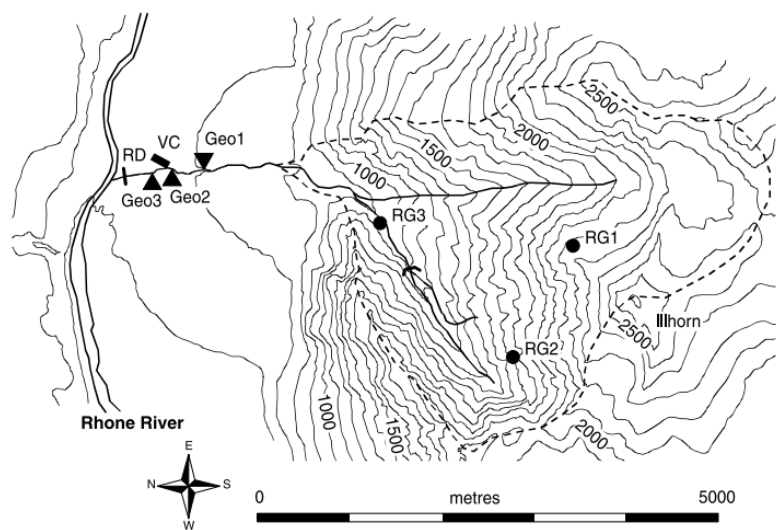
(1) Tại Italia: cảm biến sóng âm, cảm biến siêu âm, CCD camera [23].



(2) Tại Thụy Sĩ: thiết bị đo mưa, cảm biến sóng âm, cảm biến siêu âm, camera video, kết hợp đập chắn bùn đá [24].



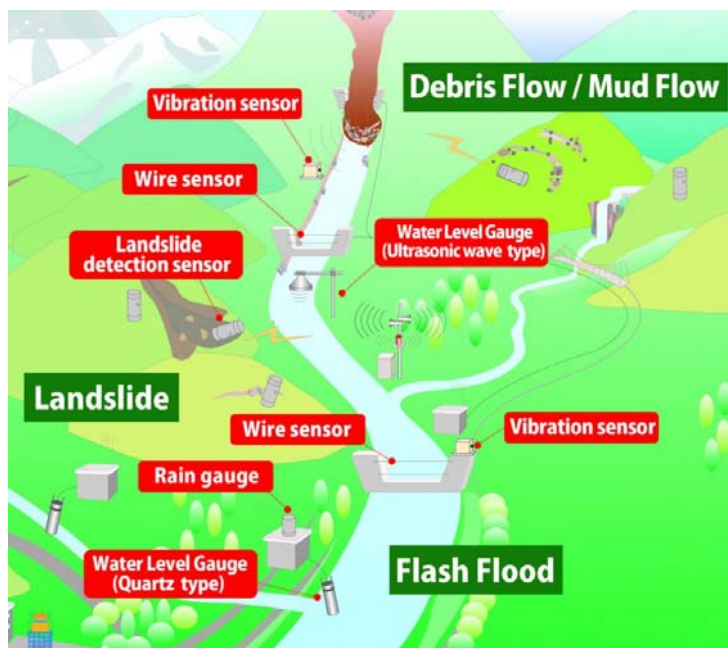
(3) Tại Thụy Sĩ: thiết bị đo mưa, cảm biến sóng âm, camera video, kết hợp đập chắn bùn đá [24].



(4) Tại làng Shen Mu Đài Loan: thiết bị đo mưa, cảm biến siêu âm đo mực nước, cảm biến dây, cảm biến sóng âm, CCD camera [25].



(5) Nhật Bản: thiết bị đo mưa, cảm biến siêu âm đo mực nước, cảm biến sóng âm, cảm biến dây, CCD camera. <https://www.bosai-jp.org>



Hình 3. Mặt bằng bố trí hệ thống cảm biến quan trắc lũ quét bùn đá tại một số quốc gia.

4.2. Đề xuất áp dụng mô hình quan trắc và cảnh báo lũ quét

Xã Trung Chải huyện Sa Pa là xã được phân vùng có nguy cơ rất cao về lũ quét và sạt lở đất, hàng năm thường xuyên xảy ra lũ quét, sạt lở đất ở rất nhiều điểm trong các thôn bản, xã có 7 thôn bản với hơn 600 hộ dân sinh sống rải rác trên các sườn núi cao dễ bị rủi ro do lũ quét sạt lở muốn di chuyển đến nơi an toàn nhưng không thể tìm được mặt bằng ổn định để ở. Để chủ động phòng ngừa ứng phó với thiên tai, Xã đã được tổ chức UNDP của Liên hợp Quốc tài trợ lắp đặt hệ thống quan trắc

cảnh báo sớm thiên tai từ năm 1997 gồm thiết bị đo mưa, thiết bị cảnh báo bằng âm thanh, thiết bị truyền thanh không dây xuống thôn bản, tuy nhiên sau vài năm sử dụng bị hư hỏng do sét đánh không sửa chữa được, mặt khác công tác quản lý hệ thống gặp nhiều khó khăn nên hệ thống cảnh báo không có hiệu quả. Đặc biệt hệ thống chưa phát huy hiệu quả, khi có mưa to thiết bị phát tín hiệu cảnh báo nhưng không xuất hiện sạt lở, khi bị sạt lở thì không thấy cảnh báo.



Hình 4. Mặt bằng bố trí hệ thống thiết bị cảnh báo lũ quét tại xã Trung Chải, huyện Sapa, tỉnh Lào Cai

Khu vực xã Trung Chải địa hình ngấn và dốc, có nguy cơ cao xảy ra lũ quét bùn đá ảnh hưởng rất lớn đến hơn 600 hộ dân sống rải rác trên các sườn núi. Vì vậy, xây dựng một hệ thống quan trắc và cảnh báo lũ quét là rất cấp thiết.

Căn cứ vào kinh nghiệm và điều kiện địa hình, địa chất, lũ quét lịch sử tại Trung Chải, một hệ thống thiết bị quan trắc lũ quét bùn đá được đề xuất như mô tả trên Hình 4. Đề xuất này mới

chỉ là kết quả nghiên cứu sơ bộ, mang tính chất tiếp cận kinh nghiệm nước ngoài. Các nội dung chi tiết về hệ thống sẽ được trình bày ở các bài viết sau.

5. KẾT LUẬN

- Một số hệ thống quan trắc, cảnh báo lũ quét tại nước ta hiện nay căn cứ vào lượng mưa và mực nước sông chỉ phù hợp với loại hình lũ quét trên sông. Trong khi đó, việc quan trắc và cảnh báo lũ quét dạng bùn đá phát sinh từ sạt lở đất ở khu vực miền núi chưa được quan tâm nghiên cứu.

- Trên cơ sở phân tích ưu nhược điểm của các mô hình cảnh báo lũ quét trong và ngoài nước, bài viết này đã đề xuất áp dụng mô hình quan trắc và cảnh báo lũ quét bùn đá cho một khu vực cụ thể dựa vào các thông số: lượng mưa, độ ẩm của đất, chiều cao dòng lũ, độ chấn động, cảm biến dây.

- Để nâng cao hiệu quả của các hệ thống quan trắc, cảnh báo thiên tai lũ quét, việc thực hiện các đề tài nghiên cứu chuyên sâu về xác định ngưỡng cảnh báo lũ quét, lũ bùn đá, sạt lở đất là rất cần thiết và phải thực hiện trước khi lắp đặt các hệ thống quan trắc, cảnh báo sớm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ban Chỉ đạo trung ương về Phòng chống thiên tai, *Báo cáo Thiên tai Việt Nam năm 2017, 2018*, Hà Nội.
- [2] Phạm Văn Quý, *Giới thiệu cấu trúc hệ thống cảnh báo lũ lụt theo thời gian thực*, 2018, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Hà Nội.
- [3] UBND tỉnh Thanh Hóa, *Giới thiệu dự án "Xây dựng hệ thống quan trắc cảnh báo lũ ống, lũ quét và sạt lở đất tại các huyện miền núi, tỉnh Thanh Hóa"*, 2015, Thanh Hóa.
- [4] Nguyễn Công Trường, *Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn để thiết lập phương pháp cảnh báo lũ quét thời gian thực cho khu vực miền núi tỉnh Thanh Hóa*, Luận văn thạc sỹ, 2017, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.
- [5] Bộ Tài nguyên và Môi trường, *Báo cáo kết quả thực hiện dự án: Điều tra, khảo sát, phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam - Giai đoạn I từ năm 2006-2009 được triển khai tại 14 tỉnh miền núi phía Bắc*, 19/8/2014, Hà Nội.
- [6] Vietnam Academy for Water Resources, *Construction of forecasting and warning system for disaster risk reduction in Viet Nam*, 2018, Vietnam Academy for Water Resources and National Disaster Management Research Institute of South Korea.
- [7] Jakob, Matthias, Hungr, Oldrich, *Debris-flow hazards and related phenomena*, 2005, Springer Science & Business Media, Chapter 12: Debris flow instrumentation.
- [8] Y. Itakura, H. Inaba, T. Sawada, *"A debris-flow monitoring devices and methods bibliography"*, Natural Hazards and Earth System Science, 2005, 5 (6), pp.971-977.

- [9] Massimo Arattano and Lorenzo Marchi, "Review Systems and Sensors for Debris-flow Monitoring and Warning", *Sensors*, 2008, 8, 2436-2452.
- [10] Hsiao-Yuan Yin, Ching-Jer Huang, Yao-Min Fang, Bing-Jean Lee, Tien-Yin Chou, "The present development of debris flow monitoring technology in Taiwan - A case study presentation", *International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment*, Proceedings. 10.4408/IJEGE.2011-03.B-068, pp. 992-1000.
- [11] Lã Thanh Hà, *Dự án Điều tra, khảo sát, phân vùng và cảnh báo khả năng xuất hiện lũ quét ở miền núi Việt Nam - Giai đoạn I từ năm 2006-2009*, 2009, Hà Nội.
- [12] Viện Khoa học và Địa chất Khoáng, *Đề án: Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam, giai đoạn I: 2012-2015*, 2015, Hà Nội.
- [13] Viện Địa chất, Viện Hàn lâm KH & CN Việt Nam, *Đề tài: Ứng dụng viễn thám và GIS nghiên cứu các loại hình tai biến địa chất trượt lở đất, lũ quét, ngập úng dọc theo tuyến đường Hồ Chí Minh, 2009 – 2010, 2010*, Hà Nội.
- [14] Viện Khoa học Khí tượng Thủy văn và Môi trường, *Dự án: Điều tra, khảo sát, xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ xảy ra lũ quét khu vực Miền Trung, Tây Nguyên, và xây dựng hệ thống thí điểm phục vụ cảnh báo cho các địa phương có nguy cơ cao xảy ra lũ quét phục vụ công tác quy hoạch, chỉ đạo điều hành phòng tránh thiên tai thích ứng với biến đổi khí hậu, 2011-2015*, 2015, Hà Nội.
- [15] Nguyễn Trọng Yên, *Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng tai biến môi trường tự nhiên lãnh thổ Việt Nam*, Đề tài NCKH cấp Nhà nước, mã số KC.08.01, 2001 -2004.
- [16] Cao Đăng Dư, *Nghiên cứu nguyên nhân hình thành lũ quét và các biện pháp phòng chống*, Đề tài độc lập cấp Nhà nước KT-DL-92-14, 1992-1995.
- [17] Ngô Đình Tuấn, *Thiên tai lũ quét ở Việt Nam*, Chuyên đề nghiên cứu, Dự án UNDP VIE 97/2002, Disaster Management Unit, 2000.
- [18] Vũ Cao Minh, *Nghiên cứu thiên tai trượt lở ở Việt Nam*, Dự án UNDP VIE 97/2002, Disaster Management Unit, 2000.
- [18] Trần Thục, Lã Thanh Hà, *Lũ quét – Khái niệm và phương pháp nghiên cứu*, NXB Khoa học Tự nhiên và Công nghệ, 2012, Hà Nội.
- [20] Nguyễn Việt Thi, *Các hình thái thời tiết gây mưa sinh lũ quét và khả năng cảnh báo, dự báo lũ quét ở Việt Nam*.
- [21] Tổng cục Khí tượng Thủy văn(cũ), *Dự án Phòng chống lũ quét ở lưu vực sông Nậm Pàn, Nậm La, Sơn La*, 1995 -1997.
- [22] Đặng Thanh Mai, *Bắt cập trong công tác dự báo lũ quét và sạt lở đất*, Báo nhân dân, 7/2008.
- [23] Lorenzo Marchi, Massimo Arattano, Andrea M. Deganutti, "Ten years of debris-flow monitoring in the Moscardo Torrent (Italian Alps)", *Geomorphology* 46 (2002) 1 –17.
- [24] M. Hürlimann, D. Rickenmann and C. Graf, "Field and monitoring data of debris-flow events in the Swiss Alps", *Can. Geotech. J.* 40: 161–175 (2003).
- [25] Huang-Chen Lee, Amit Banerjee, Yao-Min Fang, Bing-Jean Lee, and Chung-Ta King. "Design of a Multifunctional Wireless Sensor for In-Situ Monitoring of Debris Flows", *IEEE Transactions On Instrumentation and Measurement*, 2010.