



## ĐỀ TÀI CẤP QUỐC GIA

**Đề tài:** Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương

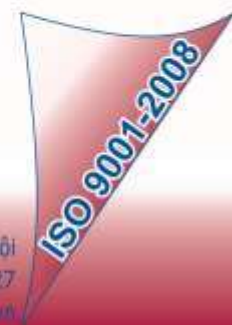
Mã số ĐTĐL.CN-14/20

## BÁO CÁO TỔNG HỢP

**Cơ quan chủ trì:** Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

**Chủ nhiệm:** ThS. Trần Mạnh Trường

Hà Nội – 2023



## ĐỀ TÀI CẤP QUỐC GIA

**Đề tài:** Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương

Mã số ĐTĐL.CN-14/20

## BÁO CÁO TỔNG HỢP

Cơ quan chủ trì

Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Giám đốc:



GS.TS. Trần Đình Hoà

Chủ nhiệm:

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Trần Mạnh Trường".

ThS. Trần Mạnh Trường

## BÁO CÁO THỐNG KÊ KẾT QUẢ THỰC HIỆN ĐỀ TÀI

### I. THÔNG TIN CHUNG

**1. Tên đề tài:** Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương

Mã số đề tài: ĐTĐL.CN-14/20

Thuộc Chương trình: Không

**2. Chủ nhiệm đề tài:**

Họ và tên: Trần Mạnh Trường

Ngày, tháng, năm sinh: 1975 Giới tính: Nam

Học hàm, học vị: Thạc sĩ

Chức danh khoa học: Chuyên viên cao cấp

Chức vụ: Phó trưởng Ban Kế hoạch Tổng hợp - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam .

Điện thoại: Tổ chức: 024.3.8522086 Mobile: 0904161775

Fax: 024.35632827 E-mail: [truongvkhrlvn@gmail.com](mailto:truongvkhrlvn@gmail.com)

Tên tổ chức đang công tác: Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

Địa chỉ tổ chức: 171 Tây Sơn, Đống Đa, Hà Nội

Địa chỉ nhà riêng: số 17, ngõ 199/2 Hồ Tùng Mậu, phòng Cầu Diễn, quận Nam Từ Liêm, Tp Hà Nội

**3. Tổ chức chủ trì đề tài/dự án:**

Tên tổ chức chủ trì đề tài: Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

Điện thoại: (024)38522086 Fax: (024)35632827

Website: [VAWR.ORG.VN](http://VAWR.ORG.VN)

Địa chỉ: 171 Tây Sơn, quận Đống Đa, thành phố Hà Nội

Họ và tên thủ trưởng tổ chức: GS.TS Trần Đình Hòa Số tài khoản: 3713.0.1052525

Kho bạc nhà nước: Kho bạc Nhà nước Đống Đa, Hà Nội Tên cơ quan chủ quản đề tài: Bộ Khoa học và Công nghệ

### II. TÌNH HÌNH THỰC HIỆN

**1. Thời gian thực hiện đề tài:**

- Theo Hợp đồng đã ký kết: từ tháng 05/2020 đến tháng 5/2023

- Thực tế thực hiện: từ tháng 05/2020 đến tháng 5/2023

- Được gia hạn (nếu có): Không

**2. Kinh phí và sử dụng kinh phí:**

a) Tổng số kinh phí thực hiện: 8.450 tr.đ, trong đó:

+ Kinh phí hỗ trợ từ SNKH: 8.000 tr.đ.

+ Kinh phí từ các nguồn khác: 450 tr.đ.

+ Tỷ lệ và kinh phí thu hồi đối với dự án (nếu có): Không

b) Tình hình cấp và sử dụng kinh phí từ nguồn SNKH:

Đơn vị tính: Triệu đồng

SỐ TT	Theo kế hoạch		Thực tế đạt được		Ghi chú (Số đề nghị quyết toán)
	Thời gian (Tháng, năm)	Kinh phí (Tr.đ)	Thời gian (Tháng, năm)	Kinh phí (Tr.đ)	
1	Năm 2020	3.207	30/12/2020	3.018,17	1.701,5
2	Năm 2021	3.732	30/12/2021	1.654,85	2067,46
3	Năm 2022+2023	1.061	30/12/2022	1.970,352	4.231,05
			5/2023	1.356,725	

Đơn vị tính: Triệu đồng

TT	Nội dung các khoản chi	Theo kế hoạch			Thực tế đạt được		
		Tổng	SNKH	Nguồn khác	Tổng	SNKH	Nguồn khác
1	Trả công lao động (khoa học, phổ thông)	5.488	5.038	450	5.488	5.038	450
2	Nguyên, vật liệu, năng lượng	566,4	566,4		566,4	566,4	
3	Thiết bị, máy móc	1.300	1.300		1.300	1.300	
4	Xây dựng, sửa chữa nhỏ						
5	Chi khác	1.095,6	1.095,6		1.095,6	1.095,6	
	<b>Tổng cộng</b>	<b>8.450</b>	<b>8.000</b>		<b>8.450</b>	<b>8.000</b>	

- Lý do thay đổi (nếu có): Không tổ chức 01 Hội thảo (24 triệu đồng)

### 3. Các văn bản hành chính trong quá trình thực hiện đề tài/dự án:

(Liệt kê các quyết định, văn bản của cơ quan quản lý từ công đoạn xác định nhiệm vụ, xét chọn, phê duyệt kinh phí, họp đồng, điều chỉnh (thời gian, nội dung, kinh phí thực hiện... nếu có); văn bản của tổ chức chủ trì đề tài, dự án (đơn, kiến nghị điều chỉnh... nếu có)

TT	Số, thời gian ban hành văn bản	Tên văn bản	Ghi chú
1	Số 2859/QĐ-BKHCN ngày 30/9/2019 của Bộ Khoa học và Công nghệ	QĐ: về việc phê duyệt tổ chức chủ trì, cá nhân chủ nhiệm, kinh phí và phương thức khoán chi và thời gian thực hiện đề tài khoa học và công nghệ độc lập cấp quốc gia bắt đầu thực hiện từ năm 2020	
	Số 760/QĐ-UBND ngày 28/4/2020 của Ủy ban nhân dân tỉnh Bắc Kạn	QĐ: V/v phê duyệt nội dung và dự toán kinh phí đối ứng (10%) thực hiện đề tài khoa học và công nghệ cấp Quốc gia: Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương	
2	HĐ số 14/2020/HĐ-ĐTCT-ĐTĐL.CN-ĐP ký ngày 15/5/2020	Hợp đồng thực hiện đề tài KH và CN số 14/2020/HĐ-ĐTCT-ĐTĐL.CN-ĐP ký ngày 15/5/2020 giữa Văn phòng các Chương trình trọng điểm cấp nhà nước, Vụ Phát triển Khoa học và Công nghệ Địa phương với Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam; Hợp đồng thực hiện đề tài KH và CN số 14/2020/HĐ-	

TT	Số, thời gian ban hành văn bản	Tên văn bản	Ghi chú
		ĐTCT-ĐTĐL.CN-ĐP ký ngày 15/5/2020 giữa Sở Khoa học và Công nghệ với Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam	
3	Số: 121/QĐ-SKHCN ngày 30/6/2023 của Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bắc Kạn	QĐ: V/v thành lập Hội đồng Khoa học và Công nghệ tư vấn đánh giá, nghiệm thu (Cấp tỉnh) kết quả thực hiện đề tài: Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương	
4	Biên bản họp ngày 19/7/2023 tại Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bắc Kạn	Biên bản đánh giá kết quả nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp Quốc gia “Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương” mã số nhiệm vụ: ĐTĐL.CN-14/20	
5	Số 2240/QĐ-BKHCN ngày 05/10/2023 của Bộ Khoa học và Công nghệ	QĐ: V/v thành lập Hội đồng và Tổ chuyên gia tư vấn, đánh giá, nghiệm thu kết quả thực hiện nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp Quốc gia: Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương; ĐTĐL.CN-14/20	
6	Biên bản họp ngày 2/11/2023 tại Bộ Khoa học và Công nghệ	Biên bản đánh giá kết quả nhiệm vụ khoa học và công nghệ cấp Quốc gia “Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương” mã số nhiệm vụ: ĐTĐL.CN-14/20	
7	Số đăng ký: 2023-02-1767/NS-KQNC ngày 25/12/2023 của Cục Thông tin khoa học và Công nghệ Quốc gia	V/v Chứng nhận đăng ký kết quả thực hiện nhiệm vụ KH&CN sử dụng ngân sách nhà nước.	

#### 4. Tổ chức phối hợp thực hiện đề tài, dự án:

TT	Tên tổ chức đăng ký theo Thuyết minh	Tên tổ chức đã tham gia thực hiện	Nội dung tham gia chủ yếu	Sản phẩm chủ yếu đạt được	Ghi chú*
1	Trung tâm Khuyến nông tỉnh Bắc Kạn	Trung tâm Khuyến nông tỉnh Bắc Kạn	- Nghiên cứu xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng hồ Ba Bể diện tích 3 hecta; - Tiếp nhận, quản lý và nhân rộng mô hình trồng rừng cho người dân khi đề tài kết thúc.	- Vị trí mô hình được lựa chọn tại thôn bản Chán, xã Đồng Phúc, huyện Ba Bể. - Đạo tạo/tập huấn và hướng dẫn người dân trồng, chăm sóc rừng; - Phối hợp Bàn giao mô hình - Phối hợp nhân rộng mô hình	
	Văn phòng Ban chỉ huy Phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn tỉnh Bắc Kạn	Văn phòng Ban chỉ huy Phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn tỉnh Bắc Kạn	- Phối hợp quá trình thực hiện. - Phương án lựa chọn đặt vị trí trạm đo; - Tham gia góp ý hoàn thiện các kết quả nghiên cứu;	- Tiếp nhận, ứng dụng triển khai mô hình cảnh báo sớm sau khi đề tài kết thúc; - Tiếp nhận, quản lý và sử dụng hệ thống thí điểm sau khi đề tài kết thúc; - Tiếp nhận, ứng dụng triển	

TT	Tên tổ chức đăng ký theo Thuyết minh	Tên tổ chức đã tham gia thực hiện	Nội dung tham gia chủ yếu	Sản phẩm chủ yếu đạt được	Ghi chú*
		cục Thủy lợi tỉnh Bắc Kạn	- Chủ trì đạo tạo và chuyển giao cho các huyện/xã.	khai mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai.	
2	Công Ty TNHH K&G Việt Nam	Công Ty TNHH K&G Việt Nam	- Tham gia phối hợp thực hiện các nội dung sau - Nghiên cứu đánh giá hiện trạng và xác định các thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể; - Nghiên cứu thiết lập mô hình cảnh báo sớm và giải pháp ứng phó với các loại hình thiên tai chính khu vực hồ Ba Bể; - Nghiên cứu xây dựng thí điểm hệ thống cảnh báo sớm ngập lụt khu vực hồ Ba Bể.	Báo cáo đánh giá các thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể	
3	Học Viện Tài Chính	Học Viện Tài Chính	- Thiết lập công cụ tính toán nguy cơ ngập lũ; - Thiết lập công cụ tính toán nguy cơ sạt lở.	Bộ Công cụ của mô hình dự báo lũ, sạt lở	

- Lý do thay đổi (nếu có):

### 5. Cá nhân tham gia thực hiện đề tài, dự án:

(Người tham gia thực hiện đề tài thuộc tổ chức chủ trì và cơ quan phối hợp, không quá 10 người kể cả chủ nhiệm)

TT	Tên cá nhân đăng ký theo Thuyết minh	Tên cá nhân đã tham gia thực hiện	Nội dung tham gia chính	Sản phẩm chủ yếu đạt được	Ghi chú*
1	ThS. Trần Mạnh Trường	ThS. Trần Mạnh Trường	Chủ nhiệm đề tài. Tổ chức thực hiện triển khai các nội dung nghiên cứu	Các báo cáo khoa học	
2	ThS. Dương Thị Kim Thư	ThS. Dương Thị Kim Thư	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
3	ThS.NCS. Phạm Văn Ban	TS. Phạm Văn Ban	Nội dung 1, 2	Các báo cáo khoa học	
4	TS. Nguyễn Đăng Giáp	TS. Nguyễn Đăng Giáp	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
5	TS. Nguyễn Hồng Trường	TS. Nguyễn Hồng Trường	Nội dung 1, 2	Các báo cáo khoa học	
6	ThS. Lê Xuân Cầu	ThS Nguyễn Thái Hưng	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai)	Các báo cáo khoa học	
7	ThS. Hoàng Thị	ThS. Nguyễn	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô	Các báo cáo	

TT	Tên cá nhân đăng ký theo Thuyết minh	Tên cá nhân đã tham gia thực hiện	Nội dung tham gia chính	Sản phẩm chủ yếu đạt được	Ghi chú*
	Na	Thu Trang	hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	khoa học	
8	TS. Nguyễn Ngọc Nam	TS. Nguyễn Ngọc Nam	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
9	TS. Nguyễn Thị Thuý Quỳnh	TS. Nguyễn Thị Thuý Quỳnh	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
10	ThS. Lê Văn Thìn	ThS. Lê Văn Thìn	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
11	ThS. Lê Anh Tuấn	ThS. Lê Anh Tuấn	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
12	PGS.TS. Nguyễn Kiên Quyết	ThS. Trần Thị Mai Lan	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
13	ThS. Đỗ Nguyễn Tuấn Anh	ThS. Nguyễn Thu Thảo	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
14	ThS. Nguyễn Văn Hiến	TS. Hà Thị Quyên	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
15	ThS. Nguyễn Thị Nguyệt	TS. Nguyễn Quang Phi	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
16	ThS. Nguyễn Thị Bích Ngọc	ThS. Nguyễn Gia Vượng	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
17	TS. Nguyễn Ngọc Doanh	CN. Nguyễn Thị Thảo	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
18	ThS. Nguyễn Thị Xuân Thủy	ThS. Nguyễn Thị Xuân Thủy	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
19	PGS.TS. Trương Văn Bốn	CN. Đặng Thị Phương Thúy	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
20	ThS Vũ Văn Hải	CN. Vũ Thị Tĩnh	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
21	ThS. Đào Anh Tuấn	CN. Hoàng Đình Hằng	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
22	ThS. Phí Thị Hằng	ThS. Phí Thị Hằng	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	

TT	Tên cá nhân đăng ký theo Thuyết minh	Tên cá nhân đã tham gia thực hiện	Nội dung tham gia chính	Sản phẩm chủ yếu đạt được	Ghi chú*
23	PGS.TS. Trần Quốc Thương	ThS Phạm Đức Trung	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
24	ThS. Bùi Ngọc Quyên	ThS. Các Thị Hiền	Nội dung 1, Nội dung 5 (Mô hình trồng rừng và mô hình thiên tai cộng đồng)	Các báo cáo khoa học	
25	ThS. Nguyễn Đức Diện	ThS. Nguyễn Đức Diện	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
26	ThS. Bùi Văn Hữu	ThS. Bùi Văn Hữu	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
27	KS. Đặng Thế Hiền	KS. Đặng Thế Hiền	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
28	ThS. Trần Trung Dũng	ThS. Trần Trung Dũng	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
29	ThS. Nguyễn Khắc Minh	ThS. Nguyễn Khắc Minh	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
30	KS. Phạm Thị Tuyết	KS. Phạm Thị Tuyết	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	
31	ThS. Nguyễn Văn Ngọc	ThS. Nguyễn Văn Ngọc	Nội dung 3, 4, 5 (mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai), 6	Các báo cáo khoa học	

- Lý do thay đổi (nếu có): Một số cán bộ chuyển công tác và nghỉ chế độ. Bổ sung thêm cán bộ thực hiện

#### 6. Tình hình hợp tác quốc tế: Không

TT	Theo kế hoạch (Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm, tên to chức hợp tác, số đoàn, số lượng người tham gia...)	Thực tế đạt được (Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm, tên to chức hợp tác, số đoàn, số lượng người tham gia-)	Ghi chú*
1			

- Lý do thay đổi (nếu có):

#### 7. Tình hình tổ chức hội thảo, hội nghị:

TT	Theo kế hoạch (Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm)	Thực tế đạt được (Nội dung, thời gian, kinh phí, địa điểm)	Ghi chú*
	- Đánh giá Kết quả xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng hồ, diện tích 3	Hội thảo trình bài 04 báo cáo: Tổng quan về đề tài; Kết quả mô hình trồng rừng kết hợp dược liệu chống xói mòn; Xây dựng hệ thống cảnh báo thiên tai khu vực hồ Ba Bể; Giới	



	hecta - Hội thảo tổ chức ngày 12/110/2022, tại tỉnh Bắc Kạn: - Kinh phí: 31.440.000đ	thiệu hệ thống cảnh báo thiên tai trực tuyến. - Hội thảo có 08 ý kiến của các nhà khoa học, nhà quản lý.	
2	- Đánh giá Kết quả xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng hồ, diện tích 3 hecta - Hội thảo tổ chức ngày 21/04/2023, tại tỉnh Hà Nội - Kinh phí: 42.100.000đ	Hội thảo nghe các báo cáo như sau: Kết quả chính của đề tài đã đạt được;; Kết quả xây dựng hệ thống cảnh báo thiên tai khu vực hồ Ba Bể; Giới thiệu hệ thống cảnh báo thiên tai trực tuyến; Kết quả mô hình trồng rừng kết hợp dược liệu chống xói mòn; Kết quả xây dựng mô hình thiên tai cộng đồng. - Hội thảo có 08 ý kiến của các nhà khoa học, nhà quản lý.	

- Lý do thay đổi (nếu có):

### 8. Tóm tắt các nội dung, công việc chủ yếu:

(Nêu tại mục 15 của thuyết minh, không hao gồm: Hội thảo khoa học, điều tra khảo sát trong nước và nước ngoài)

TT	Các nội dung, công việc chủ yếu (Các mốc đánh giá chủ yếu)	Thời gian (Bắt đầu, kết thúc - tháng ... năm)		Người, cơ quan thực hiện ••
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
1	Nội dung 1: Nghiên cứu đánh giá hiện trạng và xác định các loại hình thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể	05/2020 ÷ 12/2020	Đúng tiến độ	Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
2	Nội dung 2: Khảo sát, đo đạc bổ sung các số liệu cơ bản phục vụ đánh giá tác động của các loại hình thiên tai chính đến sự ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể	05/2020 ÷ 12/2021	Đúng tiến độ	Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
3	Nội dung 3: Xây dựng bản đồ hiện trạng và bản đồ phân vùng nguy cơ cho các loại hình thiên tai chính khu vực hồ Ba Bể	06/2020 ÷ 12/2022	Đúng tiến độ	Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
4	Nội dung 4: Nghiên cứu xây dựng các giải pháp giữ ổn định tự nhiên phục vụ phát triển kinh tế xã hội khu vực hồ Ba Bể	06/2020 ÷ 12/2022	Đúng tiến độ	Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
5	Nội dung 5: Nghiên cứu xây dựng mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai	06/2020 ÷ 12/2022	Đúng tiến độ	Phòng TNTĐ - Viện Khoa học Thủy lợi

TT	Các nội dung, công việc chủ yếu (Các mốc đánh giá chủ yếu)	Thời gian (Bắt đầu, kết thúc - tháng ... năm)		Người, cơ quan thực hiện ••
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
	chính; Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai; và Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu làm giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng hồ lưu vực hồ Ba Bể.			Việt Nam
6	Nội dung 6: Xây dựng bộ cơ sở dữ liệu tổng hợp của đề tài	9/2022 ÷ 05/2023	Đúng tiến độ	Phòng TNTĐ - Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam
7	Xây dựng báo cáo cuối cùng	03/2023 ÷ 05/2023	Đúng tiến độ	Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

- Lý do thay đổi (nếu có):

### III. SẢN PHẨM KH&CN CỦA ĐỀ TÀI, Dự ÁN

#### 1. Sản phẩm KH&CN đã tạo ra:

##### a) Sản phẩm Dạng I:

TT	Tên sản phẩm và chỉ tiêu chất lượng chủ yếu	Đơn vị đo	Số lượng	Theo kế hoạch	Thực tế đạt được
1	Mô hình cảnh báo sớm bồi lấp lòng hồ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất	Mô hình	Số lượng: 01 Quy mô: bao gồm 6 trạm đo mưa, 3 trạm đo mực nước, 3 trạm phát tin cảnh báo, 01 hệ thống máy chủ	- Xây dựng được phương pháp cảnh báo sớm phù hợp với điều kiện tự nhiên, mô hình cảnh báo có khả năng triển khai, áp dụng cho khu vực hồ Ba Bể một cách linh hoạt nhằm giảm thiểu nguy cơ gây mất ổn định khu vực nghiên cứu. - Xây dựng hệ thống cảnh báo sớm ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất hoạt động phù hợp với điều kiện địa phương.	- Mô hình cảnh báo sớm được xây dựng dựa trên cơ sở khoa học và phương pháp hiện đại cho các loại hình thiên tai chính trên khu vực nghiên cứu. Phương pháp cảnh báo trực tiếp đến người dùng là một phương pháp hiệu quả hỗ trợ công tác phòng, chống thiên tai. Mô hình cảnh báo được xây dựng riêng cho khu vực nghiên cứu từ các số liệu điều tra khảo sát, xây dựng phương pháp và cơ sở khoa học đến việc tích hợp vào hệ thống cảnh báo sớm. - Hệ thống cảnh báo sớm bao gồm: mạng lưới trạm quan trắc hiện có và lắp đặt bổ sung, máy chủ, các mô hình được thiết lập, giao diện hiển thị người dùng và điều hành. - Toàn bộ hệ thống được liên kết hoàn chỉnh với nhau từ thu thập, xử lý, phân tích dữ liệu mưa theo không gian, thời gian, mưa dự báo, mưa quan trắc, mưa giả định theo kịch bản chỉ đạo, điều hành đến tính toán, mô phỏng, phân tích xác định nguy cơ theo các cấp độ nguy cơ THẤP – TRUNG BÌNH – CAO, từ đó lựa chọn giải pháp cảnh báo hay không cảnh báo theo phương thức tự động và thủ công. Hệ thống cảnh báo sớm là giải pháp hữu hiệu nhất để chủ động ứng phó

TT	Tên sản phẩm và chỉ tiêu chất lượng chủ yếu	Đơn vị đo	Số lượng	Theo kế hoạch	Thực tế đạt được
					<p>với thiên tai trong điều kiện hiện nay của khu vực hồ Ba Bể. Hệ thống cảnh báo sớm đã được đề tài tổ chức tập huấn cho các cán bộ chuyên trách về phòng, chống thiên tai tại địa phương và nghiệm thu, bàn giao đưa vào sử dụng phục vụ công tác chỉ đạo, điều hành của Ban Chỉ huy PCTT&amp;TKCN tỉnh Bắc Kạn.</p> <p>- Mô hình cảnh báo sớm bồi lấp lòng hồ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất lưu vực hồ Ba Bể được bàn giao và đạo tạo sử dụng tại Văn phòng thường trực Ban chỉ huy phòng thủ dân sự, Phòng chống thiên tai và tìm kiếm cứu nạn tỉnh Bắc Kạn (Chi cục Thủy lợi tỉnh Bắc Kạn là đơn vị đầu mối) ngày 5/5/2023.</p>
2	Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu làm giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng hồ (diện tích 3 hecta)	Mô hình	Số lượng: 01 Quy mô: 03 hecta	<p>- Tỷ lệ sống của cây dược liệu sau năm thứ nhất tại mô hình <math>\geq 85\%</math></p> <p>- Tăng giá trị ít nhất 20% so với các biện pháp canh tác truyền thống</p> <p>- 100% người dân có diện tích đất thuộc mô hình được tham gia quá trình xây dựng mô hình</p>	<p>- Đã triển khai xây dựng mô hình: 660 cây trám đạt 100%; 660 cây dẻ, đạt 100%; 4875 cây chè hoa vàng đạt 102% so với thiết kế ban đầu và 20.000 cây Khôi nhung tía (2021). Tổng hợp số liệu theo dõi đến tháng 5/2023, tỷ lệ số của cây chè hoa vàng <math>&gt;90\%</math>; cây trám, dẻ đạt <math>&gt;95\%</math>. Cây trồng tại mô hình phát triển tương đối tốt. Một số cây chè hoa vàng đã cho hoa bói năm thứ hai được người dân thu hái để sử dụng. Khoảng 3% cây trám, dẻ năm 2022 đã cho thu quả. Theo dõi về xói mòn từ năm 2020 đến nay. Bàn giao Mô hình trồng rừng kết hợp dược liệu làm giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng hồ lưu vực hồ Ba Bể tại xã Đồng Phúc, huyện Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn ngày 5/5/2023. Đánh giá chung:</p> <p>+ Về hiệu quả kinh tế: chi xét riêng cây chè hoa vàng sau ba năm sau khi trồng đã thu được 6,3 triệu/ha (chưa tính đến các cây trám dẻ đã cho quả bói từ năm thứ hai)</p> <p>+ Đã thành lập được Tổ trồng rừng kết hợp cây dược liệu gồm 1 Tổ trưởng và 9 tổ viên. Là tiền đề để thành lập/vào Hợp tác xã sau này.</p> <p>+ Cây khôi nhung tía trồng thử nghiệm tại mô hình cho kết quả tốt, không ảnh hưởng đến sự phát triển của các cây trồng tại mô hình, tạo sự phát triển bền vững cho mô hình.</p> <p>+ Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu tại Đồng Phúc đã cho thấy có tác</p>

TT	Tên sản phẩm và chỉ tiêu chất lượng chủ yếu	Đơn vị đo	Số lượng	Theo kế hoạch	Thực tế đạt được
					dụng trong việc tham gia chống xói mòn trên sườn dốc (giảm 7-13% lượng xói mòn so với đối chứng không áp dụng mô hình này). Điều này sẽ góp phần vào giảm bồi lắng lòng hồ Ba Bể và tạo sinh kế bền vững cho người dân vùng đầu nguồn các sông chảy vào hồ. - Mô hình đã được bàn giao cho các hộ dân và Ủy ban nhân dân xã Đồng Phúc ngày 5/5/2023.

- Lý do thay đổi (nếu có):

b) Sản phẩm Dạng II:

Số TT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
1	Bộ cơ sở dữ liệu	Bộ số liệu bao gồm: - Số liệu mưa, lưu lượng, mực nước thu thập phục vụ tính toán các mô hình cho các loại hình thiên tai; hiện trạng các loại hình thiên tai. - Số liệu nền về cơ sở hạ tầng, công trình phòng chống thiên tai, công trình thủy lợi. - Các sản phẩm của đề tài (bao gồm các báo cáo kết quả nghiên cứu và bản đồ) - Số liệu khảo sát, đo đạc bồi lấp lòng hồ - Các dữ liệu khác có liên quan trong quá trình thực hiện đề tài.	Thực hiện đầy đủ các nội dung theo đăng ký	
2	Kết quả khảo sát, đo đạc bồi lấp lòng hồ Ba Bể	- Số liệu khảo sát đo đạc lòng hồ, mặt cắt ngang sông suối tuân thủ TCVN 9398:2012 (công tác trắc địa trong công trình xây dựng), TCVN 8226:2009 (các quy định chủ yếu về khảo sát mặt cắt và bình đồ địa hình các tỷ lệ từ 1:200 đến 1:5000 công trình thủy lợi). - Số liệu đo đạc thủy văn tuân thủ QCVN 47:2012/BTNMT – Quy chuẩn quốc gia về quan trắc thủy văn.	Thực hiện đầy đủ các nội dung theo đăng ký	
3	Báo cáo đánh giá các thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể	- Đánh giá được hiện trạng thiên tai trên khu vực hồ Ba Bể. - Xây dựng được cơ sở khoa học xác định các loại hình thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể.	Thực hiện đầy đủ các nội dung theo đăng ký	
4	Bộ bản đồ hiện trạng thiên tai tỷ lệ 1/10.000 đến cấp xã	- Bộ bản đồ hiện trạng cho các loại hình thiên tai chính là ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ khu vực hồ Ba Bể, tỷ lệ 1: 10.000, chi tiết đến cấp xã. - Bộ bản đồ được thể hiện trên nền 1:10.000 với các thông tin được cập nhật đầy đủ, chi tiết. Các đường nét, ký hiệu được thực hiện theo TT47/2014/TT-BTNMT quy định kỹ thuật thành lập bản đồ hành chính các cấp.	Thực hiện đầy đủ các nội dung theo đăng ký	
	Bộ bản đồ phân	Bản đồ phân vùng nguy cơ ngập lụt, lũ quét, sạt lở		

Số TT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Ghi chú
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
	vùng nguy cơ thiên tai do ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ tỷ lệ 1/10.000 đến cấp xã	đất, bồi lấp lòng hồ thể hiện rõ các khu vực có khả năng xuất hiện các loại hình thiên tai chính trên nền 1:10.000 với các thông tin được cập nhật đầy đủ, chi tiết. Các đường nét, ký hiệu được thực hiện theo TT47/2014/TT-BTNMT quy định kỹ thuật thành lập bản đồ hành chính các cấp.		
	Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai	Xây dựng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai với đầy đủ kế hoạch ứng phó phù hợp với tập quán của người dân. Tổ chức các lớp đào tạo cho các đối tượng là quản lý, người dân và đối tượng dễ bị tổn thương.		
	Báo cáo các giải pháp	Xây dựng giải pháp tổng thể và cụ thể phù hợp với điều kiện tự nhiên, tập quán của người dân, đảm bảo khả năng giữ ổn định tự nhiên cho khu vực hồ Ba Bể.	Thực hiện đầy đủ các nội dung theo đăng ký	
	Báo cáo tổng hợp và Báo cáo tóm tắt	Báo cáo thể hiện đầy đủ, khách quan, trung thực các nội dung nghiên cứu và đảm bảo chất lượng, khoa học đối với các sản phẩm của đề tài	Thực hiện đầy đủ các nội dung theo đăng ký	

- Lý do thay đổi (nếu có): Không

c) Sản phẩm Dạng III:

TT	Tên sản phẩm	Yêu cầu khoa học cần đạt		Số lượng, nơi công bố (Tạp chí, nhà xuất bản)
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
	Bài báo khoa học đăng trên các tạp chí trong nước	02	02	
1	Research and propose a forest model of complex with medicinal plants suitable to the natural and social conditions of Ba Be district, Bac Kan province	Thể hiện các nội dung nghiên cứu chính của đề tài	Nội dung phản ánh đầy đủ yêu cầu khoa học đã đăng ký	Tạp Chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi – Bản tiếng Anh
2	Landslide hazard mapping using ensemble machine learning algorithm in Babe lake basin	Thể hiện các nội dung nghiên cứu chính của đề tài	Nội dung phản ánh đầy đủ yêu cầu khoa học đã đăng ký	Tạp Chí Khoa học và Công nghệ Thủy lợi – Bản tiếng Anh

- Lý do thay đổi (nếu có): Không

d) Kết quả đào tạo:

Số TT	Cấp đào tạo, Chuyên ngành đào tạo	Số lượng		Ghi chú (Thời gian kết thúc)
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
1	Thạc sỹ	01	02	02 đã bảo vệ

- Lý do thay đổi (nếu có): Không.

đ) Tình hình đăng ký bảo hộ quyền sở hữu công nghiệp, quyền đối với giống cây trồng:

TT	Tên sản phẩm đăng ký	Kết quả		Ghi chú (Thời gian kết thúc)
		Theo kế hoạch	Thực tế đạt được	
1				

- Lý do thay đổi (nếu có):

e) Thống kê danh mục sản phẩm KHCVN đã được ứng dụng vào thực tế

TT	Tên kết quả đã được ứng dụng	Thời gian	Địa điểm (Ghi rõ tên, địa chỉ nơi ứng dụng)	Kết quả sơ bộ
1				

## 2. Đánh giá về hiệu quả do đề tài, dự án mang lại:

### a) Hiệu quả về khoa học và công nghệ:

(Nêu rõ danh mục công nghệ và mức độ nắm vững, làm chủ, so sánh với trình độ công nghệ so với khu vực và thế giới...)

- Góp phần nâng cao nhận thức về thiên tai do ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ. Phát triển, ứng dụng các công cụ, phần mềm mô hình toán hiện đại trong nghiên cứu tính toán, phân vùng nguy cơ ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ. Thông qua kết quả nghiên cứu đề tài sẽ góp phần có cách tiếp cận mới, phương pháp mới, công cụ mới trong nghiên cứu tính toán mô phỏng nguy cơ ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ. Đồng thời giúp đào tạo, bồi dưỡng kiến thức chuyên môn, chuyên sâu cho các cán bộ tham gia nghiên cứu, thực hiện đề tài.

- Kết quả nghiên cứu của đề tài sẽ có những đóng góp mới trong lý luận khoa học về phương pháp luận và ứng dụng triển khai. Nội dung nghiên cứu của đề tài liên quan đến nhiều lĩnh vực khoa học khác nhau, bao gồm: khoa học trái đất, khoa học vật lý, khoa học khí tượng thủy văn, toán học, cơ học, công nghệ thông tin, khoa học máy tính và khoa học xã hội.

### b) Hiệu quả về kinh tế xã hội:

(Nêu rõ hiệu quả làm lợi tính bằng tiền dự kiến do đề tài, dự án tạo ra so với các sản phẩm cùng loại trên thị trường...)

- Bản đồ phân vùng nguy cơ ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất..., tỷ lệ 1: 10.000, có độ chi tiết đến cấp xã sẽ giúp UBND tỉnh Bắc Kạn có cơ sở khoa học để sử dụng đất hiệu quả, an toàn trong điều kiện hiện nay.

- Hệ thống cảnh báo sớm ngập lụt được xây dựng thí điểm trong khu vực hồ Ba Bể sẽ giúp cộng đồng dân cư trong khu vực chủ động phòng tránh khi có thiên tai xảy ra.

- Mô hình trình diễn trồng cây dược liệu sẽ giúp cộng đồng dân cư trong khu vực hồ Ba Bể có thêm một lựa chọn trong phát triển kinh tế xã hội của từng hộ gia đình.

- Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai sẽ giúp giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản của nhà nước, nhân dân trong khu vực.

- Đối với cơ quan chủ trì: Đề tài có nội dung nghiên cứu phù hợp với chức năng nhiệm vụ của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, kết quả thực hiện đề tài sẽ giúp Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam và lĩnh vực nghiên cứu khoa học về phòng tránh thiên tai có thêm một công cụ mô hình toán mới để tính toán, mô phỏng nguy cơ ngập lụt, lũ quét và sạt lở đất cho các khu vực miền núi Việt Nam. Mặt khác, các cán bộ tham gia thực hiện đề tài sẽ được tăng cường năng lực trong nghiên cứu về ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ v.v.

- *Đối với UBND tỉnh Bắc Kạn:* Có cơ sở khoa học trong phân vùng nguy cơ rủi ro ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất hay bồi lấp lòng hồ Ba Bể, từ đó chủ động trong qui hoạch sử dụng đất, tái định cư dân cư ra khỏi các vùng chịu nhiều rủi ro thiên tai.

- *Đối với các cơ quan đơn vị khác:* Có công cụ phục vụ các nhiệm vụ nghiên cứu, đào tạo. Đồng thời giúp tính toán, mô phỏng, phân vùng nguy cơ nhằm chủ động hơn trong quản lý, điều hành sản xuất, quy hoạch phát triển KTXH.

Mô hình cảnh báo sớm thiên tai cho lưu vực hồ Ba Bể được xây dựng một cách tương đối hoàn chỉnh đối với các loại hình thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất phục vụ công tác điều hành, phòng chống thiên tai. Hệ thống kết hợp phương pháp xác định nguy cơ các loại hình thiên tai với dữ liệu quan trắc theo thời gian thực (gồm 74 trạm quan trắc mưa Vrain; 6 trạm quan trắc mưa, 3 trạm quan trắc mực nước, 3 trạm loa cảnh báo do đề tài lắp đặt) để đưa ra cảnh báo sớm cho lưu vực hồ Ba Bể. Hệ thống có khả năng cảnh báo theo thời gian thực và người dùng có thể hoàn toàn tự xây dựng kịch bản theo điều kiện thực tế nhằm đáp ứng nhu cầu phòng, chống thiên tai tại địa phương. Hệ thống được xây dựng trên nền WebGIS.

Các ngưỡng cảnh báo cho loại hình lũ, lũ quét và sạt lở đất được xây dựng theo các cấp độ nguy cơ (thấp – trung bình – cao – rất cao), từ đó thiết lập phát cảnh báo tự động (khi xuất hiện nguy cơ theo thời gian thực) hoặc thủ công bởi người quản trị dựa trên các kịch bản điều hành phòng, chống thiên tai.

Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai đã được xây dựng và thiết lập dựa trên nhóm cộng đồng gồm các thành viên tham gia là các hộ dân thuộc 13 thôn thuộc xã Đồng Phúc và lãnh đạo xã Đồng Phúc. Mô hình hoạt động được tổ chức thành 02 nhóm bao gồm nhóm Hỗ trợ kỹ thuật với sự tham gia của hội Phụ nữ, Nông dân, Đoàn Thanh niên và lãnh đạo xã là Trưởng nhóm và nhóm cụm dân cư bao gồm các hộ trong thôn và trưởng thôn làm Trưởng nhóm. Mô hình cũng đã ban hành quy chế làm việc của 02 nhóm trên và tổ chức tập huấn được cho toàn bộ 120 học viên. Ưu điểm của mô hình mới này là có sự liên kết giữa chính quyền và người dân tốt hơn so với các mô hình do các NGO đã thành lập trước đó. Các phổ biến về thiên tai như kiến thức thiên tai, các thông tin ứng phó với thiên tai sẽ được các nhóm tiếp nhận và hỗ trợ trong cộng đồng một cách hiệu quả hơn dưới sự chỉ đạo của Trưởng nhóm.

Thông qua lớp tập huấn, người dân tham gia mô hình cộng đồng ứng phó với thiên tai đã nắm rõ được các qui định của pháp luật về thiên tai, truyền tin cảnh báo thiên tai, nhận diện nguy cơ, xác định các công việc cần thực hiện TRƯỚC-TRONG và SAU mỗi đợt thiên tai, xác định các dụng cụ, nhu yếu phẩm cần chuẩn bị và các bước thực hiện để ứng phó hiệu quả khi có thông tin cảnh báo thiên tai của các cấp chính quyền tại địa phương hoặc thông tin cảnh báo từ hệ thống cảnh báo sớm được thiết lập trong khu vực.

Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu được xây dựng tại xã Đồng Phúc với diện tích 3 hecta cho các loại cây trám trắng, trà hoa vàng, dẻ ván ghép và cây khôi nhung tía, hình thành nên lớp rừng đa tầng tán giúp làm giảm thiểu xói mòn bề mặt và nâng cao sinh kế cho người dân. Đây là mô hình tiềm năng giúp khôi phục lại chất lượng thảm phủ lưu vực

hồ Ba Bể với đa mục tiêu.

**b) Đối với kinh tế - xã hội và môi trường**

(*Nêu những tác động dự kiến của kết quả nghiên cứu đối với sự phát triển kinh tế - xã hội và môi trường*)

- Bản đồ phân vùng nguy cơ ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất..., tỷ lệ 1: 10.000, có độ chi tiết đến cấp xã sẽ giúp UBND tỉnh Bắc Kạn có cơ sở khoa học để sử dụng đất hiệu quả, an toàn trong điều kiện hiện nay.

- Hệ thống cảnh báo sớm ngập lụt được xây dựng thí điểm trong khu vực hồ Ba Bể sẽ giúp cộng đồng dân cư trong khu vực chủ động phòng tránh khi có thiên tai xảy ra.

- Mô hình trình diễn trồng cây dược liệu sẽ giúp cộng đồng dân cư trong khu vực hồ Ba Bể có thêm một lựa chọn trong phát triển kinh tế xã hội của từng hộ gia đình.

- Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai sẽ giúp giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản của nhà nước, nhân dân trong khu vực.

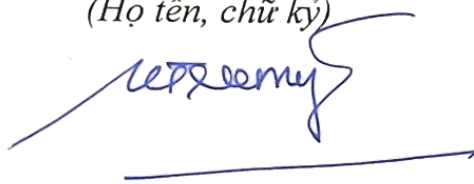
**3. Tình hình thực hiện chế độ báo cáo, kiểm tra của đề tài, dự án:**

Sơ TT	Nội dung	Thời gian thực hiện	Ghi chú ( <i>Tóm tắt kết quả, kết luận chính, người chủ trì...</i> )
<b>I</b>	<b>Báo cáo định kỳ</b>		
1	Lần 1	Tháng 8/2021	Đề tài đã hoàn thành khối lượng sản phẩm theo đề cương được duyệt, chất lượng các sản phẩm bảo đảm theo yêu cầu đã đăng ký và đang tiếp tục triển khai hoàn thành các nội dung tiếp theo
2	Lần 2	Tháng 9/2022	Hoàn thành các nội dung trong kỳ. Bảo đảm tiến độ theo kế hoạch
3	Lần 3	Tháng 5/2023	Hoàn thành các nội dung trong kỳ. Bảo đảm tiến độ theo kế hoạch
<b>II</b>	<b>Kiểm tra định kỳ</b>		
1	Lần 1	Tháng 8/2021	Tiến độ thực hiện đề tài đã bám sát tiến độ như đã đăng ký trong hợp đồng - Kiến nghị Văn phòng các chương trình kiểm tra xác nhận khối lượng thực hiện và quyết toán đến kỳ báo cáo.
2	Lần 2	Tháng 10/2022	Tiến độ thực hiện đề tài đã bám sát tiến độ như đã đăng ký trong hợp đồng - Kiến nghị Văn phòng các chương trình kiểm tra xác nhận khối lượng thực hiện và quyết toán đến kỳ báo cáo.
3	Lần 3	Tháng 5/2023	- Tiến độ thực hiện đề tài đã bám sát tiến độ như đã đăng ký trong hợp đồng Kiến nghị Văn phòng các chương trình kiểm tra xác nhận khối lượng thực hiện và quyết toán đến kỳ báo cáo.
<b>III</b>	<b>Kiểm tra định kỳ của Sở KH&amp;CN tỉnh Bắc Kạn và Biên bản xác nhận khối lượng/kinh phí</b>		
1	Lần 1	1/2021	- Hoàn thành các nội dung trong kỳ. Bảo đảm tiến độ theo kế hoạch. - Ghi nhận cơ quan chủ trì đã hỗ trợ các hộ dân hệ thống dẫn nước tưới cho mô hình. Biên bản xác nhận kinh phí lần 1 ngày 15/12/2020.
2	Lần 2	8/2021	- Hoàn thành các nội dung trong kỳ. Bảo đảm tiến độ theo kế hoạch. - Đánh giá cao công tác phối hợp triển khai mô hình giữa cơ



Sơ TT	Nội dung	Thời gian thực hiện	Ghi chú (Tóm tắt kết quả, kết luận chính, người chủ trì...)
			quan chủ trì (Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam), 10 hộ dân và Trung tâm Khuyến nông tỉnh Bắc Kạn, Chi cục Thủy lợi tỉnh Bắc Kạn Biên bản xác nhận kinh phí lần 2 ngày 24/05/2021.
3	Lần 3	11/2021	- Hoàn thành các nội dung trong kỳ. Bảo đảm tiến độ theo kế hoạch. Biên bản xác nhận kinh phí lần 3 ngày 1/12/2021.
4	Lần 4	5/2022	- Hoàn thành các nội dung trong kỳ. Bảo đảm tiến độ theo kế hoạch.
III	Nghiệm thu cấp tỉnh	19/07/2023	- Chủ tịch HĐ: ThS. Nông Quang Nhất – Phó Chủ tịch Ủy ban nhân dân tỉnh Bắc Kạn - Hội đồng đánh giá đạt yêu cầu.

**Chủ nhiệm đề tài**  
(Họ tên, chữ ký)



**Trần Mạnh Trường**

**Thủ trưởng tổ chức chủ trì**  
(Họ tên, chữ ký và đóng dấu)

**PHÓ GIÁM ĐỐC**



*Nguyễn Thanh Bằng*

Hà Nội, ngày 21 tháng 03 năm 2023

**DANH SÁCH CÁN BỘ THAM GIA THỰC HIỆN CHÍNH CỦA ĐỀ TÀI**

**1. Tên đề tài:** Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương

**Mã số nhiệm vụ:** DTDL.CN-14/20

**2. Thời gian thực hiện:** Bắt đầu: 15/05/2020

Kết thúc: 15/5/2023

**3. Tổ chức chủ trì nhiệm vụ:** Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam

**4. Danh sách các cán bộ thực hiện**

Số TT	Theo thuyết minh	Theo thực tế	Lý do
1	ThS. Trần Mạnh Trường (Chủ nhiệm đề tài)	ThS. Trần Mạnh Trường (Chủ nhiệm đề tài)	
2	ThS. Dương Thị Kim Thư (Thư ký khoa học đề tài)	ThS. Dương Thị Kim Thư (Thư ký khoa học đề tài)	
3	ThS.NCS. Phạm Văn Ban	TS. Phạm Văn Ban	
4	TS. Nguyễn Đăng Giáp	TS. Nguyễn Đăng Giáp	
5	TS. Nguyễn Hồng Trường	TS. Nguyễn Hồng Trường	
6	ThS. Lê Xuân Cầu	ThS Nguyễn Thái Hưng	Nghỉ chế độ
7	ThS. Hoàng Thị Na	ThS. Nguyễn Thu Trang	Chuyển công tác
8	TS. Nguyễn Ngọc Nam	TS. Nguyễn Ngọc Nam	
9	TS. Nguyễn Thị Thuý Quỳnh	TS. Nguyễn Thị Thuý Quỳnh	
10	ThS. Lê Văn Thìn	ThS. Lê Văn Thìn	
11	ThS. Lê Anh Tuấn	ThS. Lê Anh Tuấn	
12	PGS.TS. Nguyễn Kiên Quyết	ThS. Trần Thị Mai Lan	Chuyển công tác
13	ThS. Đỗ Nguyễn Tuấn Anh	ThS. Nguyễn Thu Thảo	Chuyển công tác
14	ThS. Nguyễn Văn Hiến	TS. Hà Thị Quyển	Chuyển công tác
15	ThS. Nguyễn Thị Nguyệt	TS. Nguyễn Quang Phi	Chuyển công tác

<b>Số TT</b>	<b>Theo thuyết minh</b>	<b>Theo thực tế</b>	<b>Lý do</b>
16	ThS. Nguyễn Thị Bích Ngọc	ThS. Nguyễn Gia Vượng	Chuyển công tác
17	TS. Nguyễn Ngọc Doanh	CN. Nguyễn Thị Thảo	Chuyển công tác
18	ThS. Nguyễn Thị Xuân Thủy	ThS. Nguyễn Thị Xuân Thủy	
19	PGS.TS. Trương Văn Bốn	CN. Đặng Thị Phương Thúy	Nghỉ chế độ
20	ThS Vũ Văn Hải	CN. Vũ Thị Tinh	Nghỉ chế độ
21	ThS. Đào Anh Tuấn	CN. Hoàng Đình Hằng	Chuyển công tác
22	ThS. Phí Thị Hằng	ThS. Phí Thị Hằng	
23	PGS.TS. Trần Quốc Thương	ThS Phạm Đức Trung	Nghỉ chế độ
24	ThS. Bùi Ngọc Quyên	ThS. Các Thị Hiền	Chuyển công tác

## **DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT**

<b>KÝ HIỆU</b>	<b>MÔ TẢ</b>
UNDRR	Văn phòng Liên Hợp quốc về giảm nhẹ rủi ro thiên tai
ASEAN	Hiệp hội các quốc gia Đông Nam Á
UNESCO	Tổ chức Giáo dục, Khoa học và Văn hóa Liên Hợp Quốc
RAMSAR	Công ước Ramsar là một công ước quốc tế về bảo tồn và sử dụng một cách hợp lý và thích đáng các vùng đất ngập nước có tầm quan trọng quốc tế
GDACS	Hệ thống Điều phối và Cảnh báo Thảm họa Toàn cầu
JRC	Trung tâm nghiên cứu đại diện của Ủy ban châu Âu
OCHA	Văn phòng điều phối các vấn đề nhân đạo của Liên hợp quốc
IPAWS	Hệ thống cảnh báo công cộng tích hợp của Bộ An ninh nội địa Hoa Kỳ
EAS	Hệ hống cảnh báo khẩn cấp
NOAA	Cục Quản lý Khí quyển và Đại dương Quốc gia
USGS	Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ
FFMP	Hệ thống Dự báo và cảnh báo Lũ quét
NWS	Cục Thời tiết Quốc gia
JMA	Cơ quan Khí tượng Nhật Bản
EEW	Hệ thống cảnh báo sớm động đất
MLIT	Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông và Du lịch
NIED	Viện Nghiên cứu Quốc gia về Khoa học Trái đất và Khả năng Chống chịu Thảm họa
LEWS	Hệ thống cảnh báo sớm
INV	Mô hình vận tốc nghịch đảo
SLO	Mô hình độ dốc
NMC	Hệ thống Dự báo Lũ lụt của Trung tâm Khí tượng Quốc gia Trung Quốc
FLWS	Hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt ở Nepal
UNDP	Chương trình Phát triển của Liên Hợp Quốc
DFID	Vụ Phát Triển Quốc Tế Anh
NEWSL	Hệ thống cảnh báo sớm sạt lở Nepal
EFAS	Hệ thống tăng cường nhận thức lũ lụt châu Âu
EU	Liên minh châu Âu
ERCC	Trung tâm điều phối ứng phó khẩn cấp châu Âu
KTTV	Khí tượng thủy văn
SEAFFGS	Hệ thống định hướng cảnh báo lũ quét khu vực Đông Nam Á
IFAS	Hệ thống phân tích lũ tích hợp
ATNĐ	Áp thấp nhiệt đới

DHTNĐ	Dải hội tụ nhiệt đới
ICHARM	Trung tâm Quốc tế về quản lý thiên tai và rủi ro tài nguyên nước Nhật Bản
AFD	Cơ quan phát triển Pháp
FIS	Hệ thống thông tin lũ lưu vực
FFGS	Hệ thống chỉ dẫn lũ quét với phạm vi toàn cầu
UNICEF	Quỹ Nhi đồng Liên Hợp Quốc
TKCN	Tìm kiếm cứu nạn
BCH	Ban chỉ huy
PCTT	Phòng chống thiên tai
PCLB	Phòng chống lụt bão
UBND	Ủy ban nhân dân
CARE	Tổ chức nhân đạo hàng đầu chống đói nghèo toàn cầu và cứu trợ khẩn cấp
PTA	Nhóm Phát triển áp
CLB	Câu lạc bộ
TNV	Tình nguyện viên
QLRRTT DVCD	Quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng
NGO	Tổ chức phi chính phủ
KH&CN	Khoa học và công nghệ
WMO	Tổ chức Khí tượng Thế giới
UNEP	Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc
KHTN	Khoa học tự nhiên
NN&PTNT	Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

## MỤC LỤC

MỞ ĐẦU .....	1
1.1. Tính cấp thiết.....	1
1.2. Tên đề tài.....	4
1.3. Mục tiêu đề tài.....	4
1.3.1. Mục tiêu đề tài.....	4
1.3.2. Mục tiêu cụ thể.....	4
1.4. Phạm vi nghiên cứu.....	5
1.5. Kết quả đạt được của Đề tài.....	6
1.5.1. Kết quả đạt được theo nội dung nghiên cứu.....	6
1.5.2. Kết quả đạt được theo sản phẩm đặt hàng.....	8
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI.....	12
1.1. Tổng quan tình hình nghiên cứu mô hình cảnh báo sớm thiên tai.....	12
1.1.1. Tổng quan tình hình xây dựng hệ thống cảnh báo sớm trên thế giới.....	12
1.1.2. Tổng quan tình hình xây dựng hệ thống cảnh báo sớm ở Việt Nam.....	25
1.1.3. Tình hình cảnh báo sớm thiên tai tỉnh Bắc Kạn và trên khu vực nghiên cứu.....	36
1.2. Tổng quan tình hình nghiên cứu mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai.....	37
1.2.1. Các mô hình ứng phó với thiên tai dựa vào cộng đồng trên thế giới.....	37
1.2.2. Các mô hình ứng phó với thiên tai dựa vào cộng đồng tại Việt Nam.....	40
CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ SỐ LIỆU CƠ BẢN.....	53
2.1. Các phương pháp nghiên cứu chung.....	53
2.1.1. Phương pháp kế thừa.....	53
2.1.2. Phương pháp điều tra, khảo sát.....	53
2.1.3. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu.....	54
2.1.4. Phương pháp chuyên gia.....	54
2.1.5. Phương pháp viễn thám, GIS, bản đồ.....	54
2.1.6. Phương pháp mô hình toán.....	55
2.1.7. Phương pháp điều tra xã hội học.....	55
2.2. Xây dựng mô hình cảnh báo sớm thiên tai.....	55

2.3.	Xây dựng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai .....	89
2.3.1.	Tham vấn chuyên gia .....	89
2.3.2.	Điều tra xã hội học .....	89
2.3.3.	Thu thập tài liệu thứ cấp tại các Sở ban ngành liên quan.....	91
2.3.4.	Thống kê, tổng hợp số liệu .....	91
2.4.	Xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu giảm thiểu xói mòn và phát triển kinh tế, xã hội .....	91
2.4.1.	Tham vấn chuyên gia .....	91
2.4.2.	Điều tra xã hội học – lập bảng câu hỏi .....	92
2.4.3.	Chọn mẫu.....	92
2.4.4.	Thu thập tài liệu thứ cấp tại các Sở ban ngành liên quan.....	94
2.4.5.	Thu thập tài liệu thứ cấp từ Internet .....	94
2.4.6.	Thống kê, tổng hợp số liệu .....	95
<b>CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ XÁC ĐỊNH NGUY CƠ CÁC LOẠI HÌNH THIÊN TAI CHÍNH.....</b>		<b>97</b>
3.1.	Đánh giá hiện trạng các loại hình thiên tai.....	97
3.1.1.	Hiện trạng lũ, ngập lũ .....	97
3.1.2.	Hiện trạng sạt lở đất .....	99
3.1.3.	Hiện trạng lũ quét .....	102
3.1.4.	Hiện trạng bồi lấp lòng hồ .....	105
3.2.	Đánh giá nguy cơ các loại hình thiên tai.....	107
3.2.1.	Nguy cơ lũ, ngập lũ .....	107
3.2.2.	Nguy cơ sạt lở đất.....	115
3.2.3.	Nguy cơ lũ quét .....	140
3.2.4.	Nguy cơ bồi lấp lòng hồ .....	150
3.3.	Đánh giá nguyên nhân chính gây ra các loại hình thiên tai và khuyến nghị sử dụng mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai. ....	155
3.3.1.	Nguyên nhân chính gây ra các loại hình thiên tai .....	155
3.3.2.	Khuyến nghị và các lưu ý khi sử dụng mô hình cảnh báo sớm .....	157
<b>CHƯƠNG 4. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ VỚI MỘT SỐ THIÊN TAI CHÍNH, PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI.....</b>		<b>160</b>

4.1.	Đặt vấn đề.....	160
4.2.	Giải pháp tổng thể .....	164
4.2.1.	Giải pháp phi công trình.....	164
4.2.2.	Giải pháp công trình .....	164
4.3.	Giải pháp cụ thể cho một số loại thiên tai chính và ổn định tự nhiên lưu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.....	172
4.3.1.	Cảnh báo, ứng phó với các loại hình thiên tai chính lưu vực hồ Ba Bể 172	
4.3.2.	Giảm thiểu xói mòn lưu vực nhằm hạn chế bồi lắng lòng hồ và ổn định tự nhiên lưu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế - xã hội .....	191
CHƯƠNG 5. XÂY DỰNG BỘ CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐỀ TÀI.....		198
5.1.	Giới thiệu.....	198
5.2.	Thu thập và chuẩn bị dữ liệu.....	198
5.2.1.	Các dữ liệu thu thập tài địa phương .....	198
5.2.2.	Số liệu khí tượng thủy văn .....	198
5.2.3.	Số liệu khảo sát địa hình.....	198
5.2.4.	Số liệu phục vụ quản lý, điều hành phòng, chống thiên tai .....	199
5.2.5.	Các báo cáo sản phẩm, báo cáo nội dung của Đề tài .....	199
5.3.	Thiết kế dữ liệu .....	199
5.3.1.	Cấu trúc dữ liệu sản phẩm của đề tài.....	199
5.3.2.	Cấu trúc dữ liệu không gian thu thập .....	200
5.3.3.	Cấu trúc dữ liệu phục vụ quản lý, cảnh báo thiên tai .....	203
5.3.4.	Các dữ liệu khác .....	208
5.4.	Giao diện quản lý hệ thống .....	209
5.4.1.	Giao diện quản lý bộ cơ sở dữ liệu.....	209
5.4.2.	Giao diện quản lý cơ sở dữ liệu không gian.....	210
5.4.3.	Giao diện hiển thị nội dung các sản phẩm của Đề tài .....	214
5.5.	Tập huấn, hướng dẫn sử dụng.....	215
KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ.....		217
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....		220



## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.	Thống kê thiệt hại về người trong giai đoạn 1990-2021 (nguồn: Mard).	2
Hình 2.	Thiệt hại về tài sản trong giai đoạn 1990-2021 (Nguồn: Mard).....	2
Hình 3.	So sánh thiệt hại về người và tài sản theo loại hình thiên tai giai đoạn 1991-2021 (Nguồn Mard).....	2
Hình 4.	Khu vực nghiên cứu của Đề tài .....	5
Hình 5.	Hệ thống GDACS trực tuyến tại trang gdacs.org .....	12
Hình 6.	Hệ thống EWS của Nhật Bản .....	16
Hình 7.	Công tác dự báo các loại hình thiên tai quy mô toàn quốc.....	26
Hình 8.	Giao diện hệ thống Delft-FEWS dự báo lũ cho lưu vực sông Mã .....	30
Hình 9.	Hệ thống cảnh báo lũ quét huyện Thuận Châu, tỉnh Sơn La.....	31
Hình 10.	Hệ thống cảnh báo nguy cơ lũ quét lưu vực Trạm Tấu .....	32
Hình 11.	Hệ thống cảnh báo lũ quét, sạt lở đất ở Bản Khoang, Sa Pa .....	34
Hình 12.	Hệ thống cảnh báo lũ, sạt lở đất tỉnh Bắc Kạn .....	36
Hình 13.	Học sinh thành phố Kobe được tập huấn, tham gia cuộc diễn tập chống thảm họa, thiên tai .....	37
Hình 14.	Trận động đất cường độ 6,9 độ Richtre, tàn phá nhà cửa ở Ấn Độ .....	39
Hình 15.	Mô hình Bokomin được thực hiện tại tỉnh Ninh Thuận .....	39
Hình 16.	Sơ đồ cơ cấu tổ chức Mô hình xã 1002 .....	41
Hình 17.	Sơ đồ cơ cấu tổ chức mô hình Đội xung kích xã.....	42
Hình 18.	Hợp người dân chuẩn bị cho lập kế hoạch Ấp.....	44
Hình 19.	Tập huấn về giới và lồng ghép giới trong quản lý rủi ro thiên tai cấp huyện tại huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang .....	46
Hình 20.	Sinh hoạt câu lạc bộ “Sống chung với lũ” .....	48
Hình 21.	Sơ đồ cơ cấu tổ chức mô hình quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng thực hiện bởi tổ chức CARE .....	50
Hình 22.	Sinh hoạt tổ nhóm cộng đồng tham gia QLRRTT-DVCD tại xã Cao Thượng .....	51
Hình 23.	Cơ cấu hệ thống .....	56
Hình 24.	Sơ đồ hoạt động của hệ thống cảnh báo lũ .....	57
Hình 25.	Chi tiết tính toán nguy cơ lũ của hệ thống cảnh báo lũ .....	58

Hình 26.	Thiết lập mô hình thủy văn HEC-HMS .....	59
Hình 27.	Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình HEC-HMS .....	59
Hình 28.	Phạm vi mô phỏng 1 chiều trong mô hình HEC-RAS .....	60
Hình 29.	Mô phỏng 2 chiều và kết hợp 1 chiều, 2 chiều trong mô hình HEC-RAS .....	61
Hình 30.	Quy trình xác định nguy cơ sạt lở đất.....	62
Hình 31.	Phân bố các loại đất trên khu vực nghiên cứu .....	65
Hình 32.	10 hình dạng địa hình phổ biến theo Jasiewicz .....	66
Hình 33.	Phương pháp xác định hình dạng địa hình .....	66
Hình 34.	Phân bố hình dạng địa hình khu vực nghiên cứu.....	67
Hình 35.	Quá trình phân tích, đánh giá lượng mưa phục vụ tính toán nguy cơ sạt lở .....	68
Hình 36.	Ví dụ về sử dụng hồi quy logistic trong đánh giá sạt lở dựa vào độ dốc .. .....	69
Hình 37.	Kết quả dự đoán nguy cơ sạt lở theo hồi quy logistic .....	70
Hình 38.	Một minh họa cho thuật toán rừng ngẫu nhiên (phân loại và hồi quy) .	70
Hình 39.	Kết hợp nhiều mô hình “yếu” sẽ cho ra một mô hình “mạnh” hơn.....	72
Hình 40.	Minh họa đường cong ROC và diện tích AUC .....	75
Hình 41.	Phương pháp xác định các tham số tính toán nguy cơ lũ quét .....	76
Hình 42.	Sơ đồ tiếp cận xây dựng mô hình bồi lấp lòng hồ .....	81
Hình 43.	Bản đồ phân chia lưu vực thành 28 tiểu lưu vực .....	83
Hình 44.	Lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh tại trạm Đầu Đăng .....	85
Hình 45.	Tương quan giữa lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh .. .....	85
Hình 46.	Tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh tại trạm Đầu Đăng .....	85
Hình 47.	Tương quan giữa tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh tại trạm Đầu Đăng.....	86
Hình 48.	Lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định tại trạm Đầu Đăng .....	86

Hình 49.	Tương quan giữa lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định ... .....	87
Hình 50.	Tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định tại trạm Đầu Đẳng .....	87
Hình 51.	Tương quan giữa tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định tại trạm Đầu Đẳng .....	87
Hình 52.	Địa hình và biên đầu vào của mô hình HEC–RAS 2D.....	88
Hình 53.	Setup bộ thông số nhám cho mô hình HEC-RAS 2D.....	89
Hình 54.	Mực nước lớn nhất theo điều tra vết lũ năm 2020.....	99
Hình 55.	Kết quả điều tra sạt lở của Viện Địa chất Khoáng sản năm 2013 .....	100
Hình 56.	Sạt lở đất tại huyện Ba Bể [44].....	101
Hình 57.	Sạt lở đất đá tại xã Nam Mẫu (ảnh điều tra 9/2020).....	101
Hình 58.	Vị trí các điểm sạt lở khảo sát bổ sung năm 2020 .....	102
Hình 59.	Vị trí các điểm xảy ra lũ quét theo kết quả điều tra năm 2020 .....	103
Hình 60.	Biểu đồ lượng mưa 1 ngày max tại trạm đo mưa Chợ Rã .....	108
Hình 61.	Biểu đồ lượng mưa 3 ngày max tại trạm đo mưa Chợ Rã .....	108
Hình 62.	Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=100mm.....	108
Hình 63.	Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=200mm.....	109
Hình 64.	Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=300mm.....	109
Hình 65.	Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=400mm.....	109
Hình 66.	Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=500mm.....	110
Hình 67.	Đường quá trình lưu lượng tại thượng nguồn sông Năng với kịch bản mưa thiết kế 100mm .....	110
Hình 68.	Đường quá trình lưu lượng tại thượng nguồn sông Nam Cường mưa thiết kế 200mm .....	110
Hình 69.	Bản đồ ngập lụt kịch bản mưa X=100mm trên lưu vực .....	111
Hình 70.	Bản đồ ngập lụt kịch bản mưa X=200mm trên lưu vực .....	111
Hình 71.	Bản đồ ngập lụt kịch bản mưa X=300mm trên lưu vực .....	112
Hình 72.	Bản đồ ngập lụt kịch bản mưa X=400mm trên lưu vực .....	112
Hình 73.	Bản đồ ngập lụt kịch bản mưa X=500mm trên lưu vực .....	113
Hình 74.	Bản đồ phân bố cao độ địa hình khu vực nghiên cứu.....	115

Hình 75.	Phân bố độ cao và điểm sạt lở theo độ cao.....	115
Hình 76.	Bản đồ phân bố độ dốc hướng xuống.....	116
Hình 77.	Phân bố độ dốc hướng xuống theo tỷ lệ trên khu vực nghiên cứu.....	116
Hình 78.	Bản đồ phân bố độ cong theo phương ngang.....	117
Hình 79.	Quá trình xây dựng bản đồ sông suối theo GIS.....	118
Hình 80.	Bản đồ mạng lưới sông suối khu vực nghiên cứu.....	118
Hình 81.	Phân bố khoảng cách sông suối trên khu vực nghiên cứu.....	119
Hình 82.	Bản đồ khoảng cách đến sông suối khu vực nghiên cứu.....	119
Hình 83.	Phân bố khoảng cách đến đường giao thông khu vực nghiên cứu.....	120
Hình 84.	Bản đồ khoảng cách đến đường giao thông khu vực nghiên cứu.....	120
Hình 85.	Bản đồ chỉ số thực vật khu vực nghiên cứu giai đoạn 2000÷2020.....	121
Hình 86.	Phân bố chỉ số NDVI trong khu vực giai đoạn 2000÷2020.....	121
Hình 87.	Phân bố các loại đất trên khu vực nghiên cứu.....	122
Hình 88.	Bản đồ phân loại đất trên khu vực nghiên cứu.....	123
Hình 89.	Phân bố hình dạng địa hình khu vực nghiên cứu.....	123
Hình 90.	Hình dáng địa hình khu vực nghiên cứu.....	124
Hình 91.	Mật độ sông suối khu vực nghiên cứu.....	125
Hình 92.	Phân bố hình dạng địa hình khu vực nghiên cứu.....	125
Hình 93.	Các trạm quan trắc mưa và điểm sạt lở trong khu vực nghiên cứu.....	126
Hình 94.	Phân bố tổng lượng mưa lớn nhất tích lũy theo ngày của 808 vị trí sạt lở .....	127
Hình 95.	Phân bố lượng mưa tích lũy lớn nhất 10 ngày tại 808 điểm sạt lở theo năm .....	129
Hình 96.	Phân bố lượng mưa với thời gian lặp lại 20 năm (tương ứng tần suất 5%). .....	130
Hình 97.	Các điểm hiệu chỉnh, kiểm định trong mô phỏng học máy.....	131
Hình 98.	Trọng số các yếu tố sạt lở theo từng mô hình.....	133
Hình 99.	Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 200mm trong 10 ngày . .....	136
Hình 100.	Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 250mm trong 10 ngày . .....	137

Hình 101.	Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 300mm trong 10 ngày . .....	137
Hình 102.	Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 350mm trong 10 ngày . .....	138
Hình 103.	Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 400mm trong 10 ngày . .....	138
Hình 104.	Địa hình khu vực nghiên cứu.....	140
Hình 105.	Bản đồ phân bố độ dốc lưu vực .....	141
Hình 106.	Bản đồ sử dụng đất khu vực nghiên cứu .....	142
Hình 107.	Bản đồ loại đất trong khu vực nghiên cứu.....	143
Hình 108.	Bản đồ chiều dài dòng chảy tập trung trên khu vực nghiên cứu .....	144
Hình 109.	Bản đồ hướng dòng chảy .....	145
Hình 110.	Bản đồ tập trung dòng chảy .....	146
Hình 111.	Tính toán mô phỏng cho trận lũ năm 2020.....	147
Hình 112.	Nguy cơ lũ quét ứng với lượng mưa 150mm trong 3 giờ với độ ẩm kỳ trước ở trạng thái khô .....	148
Hình 113.	Nguy cơ lũ quét ứng với lượng mưa 150mm trong 3 giờ với độ ẩm kỳ trước ở trạng thái bình thường.....	149
Hình 114.	Nguy cơ lũ quét ứng với lượng mưa 150mm trong 3 giờ với độ ẩm kỳ trước ở trạng thái ướt.....	150
Hình 115.	Tổng lượng bùn cát tại ba nhánh Nam Cường, Lèng và Xuân Lạc đổ vào hồ Ba Bể theo từng giai đoạn .....	151
Hình 116.	Tổng lượng bùn cát xói mòn tích lũy đổ vào hồ Ba Bể qua các năm..	152
Hình 117.	Tổng lượng bùn cát tại hồ theo từng kịch bản.....	152
Hình 118.	Tổng lượng bùn cát tích lũy tại hồ theo từng kịch bản.....	152
Hình 119.	Tổng lượng bùn cát tại ba nhánh Nam Cường, Pác Ngòi và Xuân Lạc đổ vào hồ Ba Bể theo từng giai đoạn.....	153
Hình 120.	Tổng lượng bùn cát xói mòn tích lũy đổ vào hồ Ba Bể qua các năm..	153
Hình 121.	Tổng lượng bùn cát tại hồ theo từng kịch bản.....	154
Hình 122.	Tổng lượng bùn cát tích lũy tại hồ theo từng kịch bản.....	154
Hình 123.	Tác động qua lại giữa các vấn đề trên lưu vực hồ Ba Bể .....	161

Hình 124.	Giải pháp công trình và phi công trình phòng ngừa và ứng phó lũ, lũ quét .....	165
Hình 125.	Đập chắn ngang dòng, ngưỡng tràn và đập chắn bùn đá.....	166
Hình 126.	Giải pháp phi công trình và công trình phòng ngừa và ứng phó với sạt lở đất .....	167
Hình 127.	Một số giải pháp công trình chống sạt lở.....	168
Hình 128.	Giải pháp giảm thiểu bồi lấp hồ chứa theo 4 phương pháp chính .....	170
Hình 129.	Bể lắng được xây dựng bên trên Hồ chứa Wehrspann, Nebraska .....	171
Hình 130.	Đê trầm tích (phụ) được xây dựng ở phần trên của hồ chứa Nebraska .....	172
Hình 131.	Máy hút bùn có công suất nhỏ .....	172
Hình 132.	Minh họa bản tin dự báo của Đài KTTV tỉnh Bắc Kạn.....	174
Hình 133.	Quan trắc mưa Vrain theo thời gian thực tại Bắc Kạn .....	175
Hình 134.	Hệ thống cơ sở dữ liệu nông nghiệp Bắc Kạn .....	176
Hình 135.	Quản lý công trình thủy lợi và thông tin thời tiết, thiên tai .....	176
Hình 136.	Xây dựng trạm quan trắc kết hợp với lồng ghép các trạm quan trắc đã có trong khu vực nghiên cứu giai đoạn 2021-2022.....	181
Hình 137.	Diện tích phụ trách các trạm quan trắc mưa .....	182
Hình 138.	Chi tiết lượng mưa quan trắc theo không gian và thời gian .....	184
Hình 139.	Cảnh báo sớm nguy cơ lũ theo thời gian .....	184
Hình 140.	Chi tiết kết quả cảnh báo sớm tại vị trí cụ thể .....	184
Hình 141.	Tích hợp khả năng tính toán nguy cơ theo kịch bản cảnh báo sớm.....	185
Hình 142.	Giao diện kích hoạt cảnh báo tại các trạm cảnh báo .....	185
Hình 143.	Một số hình ảnh đổ thải khi thi công, san ủi mặt bằng qua xã Bằng Phúc, huyện Chợ Đồn.....	194
Hình 144.	Cấu trúc dữ liệu lưu trữ trong CSDL phục vụ cảnh báo thiên tai.....	203
Hình 145.	Giao diện quản lý bộ CSDL.....	209
Hình 146.	Giao diện chỉnh sửa/xóa/lưu dữ liệu trong CSDL .....	209
Hình 147.	Giao diện quản lý thông tin trạm quan trắc .....	210
Hình 148.	Giao diện quản lý dữ liệu ghi mưa .....	210
Hình 149.	Giao diện quản lý lịch sử cảnh báo tại các trạm cảnh báo.....	210

Hình 150.	Giao diện quản lý các đối tượng không gian .....	211
Hình 151.	Quản lý đường giao thông và thuộc tính .....	211
Hình 152.	Quản lý sông, suối và thuộc tính .....	212
Hình 153.	Quản lý loại đất và thuộc tính.....	212
Hình 154.	Quản lý Công trình thủy lợi và thuộc tính .....	213
Hình 155.	Quản lý cây trồng và thuộc tính.....	213
Hình 156.	Quản lý rừng và thuộc tính .....	214
Hình 157.	Giao diện truy xuất báo cáo sản phẩm của Đề tài .....	214
Hình 158.	Giao diện truy xuất bản đồ sản phẩm của Đề tài .....	215
Hình 159.	Truy xuất các tài liệu khác (dạng nén).....	215
Hình 160.	Một số hình ảnh buổi tập huấn sử dụng hệ thống cảnh báo và quản trị cơ sở dữ liệu Đề tài.....	216

## DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1.	Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định .....	59
Bảng 2.	Tổng hợp mạng sông được mô phỏng .....	60
Bảng 3.	Kết quả hiệu chỉnh mô hình HEC-RAS.....	61
Bảng 4.	Kết quả xây dựng cấp cảnh báo tại các vị trí đo mực nước.....	61
Bảng 5.	Số liệu mẫu đánh giá mô hình dự đoán .....	72
Bảng 6.	Bảng phân loại mức độ nguy cơ theo độ tin cậy của mô hình học máy	75
Bảng 7.	Bảng tra chỉ số CN sử dụng trong nghiên cứu.....	77
Bảng 8.	Hiệu chỉnh chỉ số CN theo trạng thái ẩm của đất .....	78
Bảng 9.	Bảng phân loại nguy cơ lũ quét .....	80
Bảng 10.	Dữ liệu và nguồn dữ liệu .....	82
Bảng 11.	Kết quả giai đoạn hiệu chỉnh với lưu lượng dòng chảy và tải lượng bùn cát tại trạm Đầu Đăng.....	84
Bảng 12.	Kết quả giai đoạn kiểm định với lưu lượng dòng chảy và tải lượng bùn cát tại trạm Đầu Đăng.....	86
Bảng 13.	Tổng hợp các vị trí ngập lụt và có nguy cơ tại khu vực hồ Ba Bể .....	98
Bảng 14.	Tổng hợp vị trí xảy ra lũ quét và nguy hiểm tại các xã .....	104
Bảng 15.	Bảng tóm tắt ý kiến của người dân 4 thôn ven hồ Ba Bể [50].....	106
Bảng 16.	Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=300mm.....	113
Bảng 17.	Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=350mm.....	114
Bảng 18.	Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=400mm.....	114
Bảng 19.	Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=450mm.....	114
Bảng 20.	Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=500mm.....	114
Bảng 21.	Dữ liệu thu thập quan trắc mưa tại khu vực nghiên cứu.....	126
Bảng 22.	Tổng hợp đặc trưng mưa lớn nhất tích lũy theo ngày của 808 vị trí sạt lở .....	127
Bảng 23.	Chuẩn hóa dữ liệu mô phỏng trong mô hình học máy .....	132
Bảng 24.	Kết quả tổng hợp diện tích, nguy cơ sạt lở theo kịch bản .....	139
Bảng 25.	Phân bố địa hình khu vực nghiên cứu.....	141
Bảng 26.	Giá trị quan trắc lượng mưa tại các trạm từ ngày 1-8/7/2020 (mm) ...	147



Bảng 27.	Kịch bản cảnh báo sớm bồi lấp lòng hồ Ba Bể.....	150
Bảng 28.	Các hệ thống có liên quan đến công tác phòng, chống thiên tai lưu vực hồ Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn .....	172
Bảng 29.	Quản lý dữ liệu sản phẩm của Đề tài .....	199
Bảng 30.	Quản lý dữ liệu không gian đường giao thông .....	200
Bảng 31.	Quản lý dữ liệu không gian sông suối .....	200
Bảng 32.	Quản lý dữ liệu không gian loại đất.....	201
Bảng 33.	Quản lý dữ liệu không gian rừng .....	201
Bảng 34.	Quản lý dữ liệu không gian cây trồng .....	202
Bảng 35.	Quản lý dữ liệu không gian công trình thủy lợi.....	202
Bảng 36.	Quản lý các trạm quan trắc kết nối trong Đề tài .....	204
Bảng 37.	Quản lý các trạm quan trắc kết nối trong Đề tài .....	205
Bảng 38.	Quản lý các bản ghi dữ liệu quan trắc .....	205
Bảng 39.	Quản lý thông tin thiết bị .....	206
Bảng 40.	Quản lý lịch sử cảnh báo của các trạm cảnh báo .....	206
Bảng 41.	Quản lý người dùng .....	207
Bảng 42.	Quản lý tài khoản Telegram .....	207
Bảng 43.	Quản lý dữ liệu khác .....	208

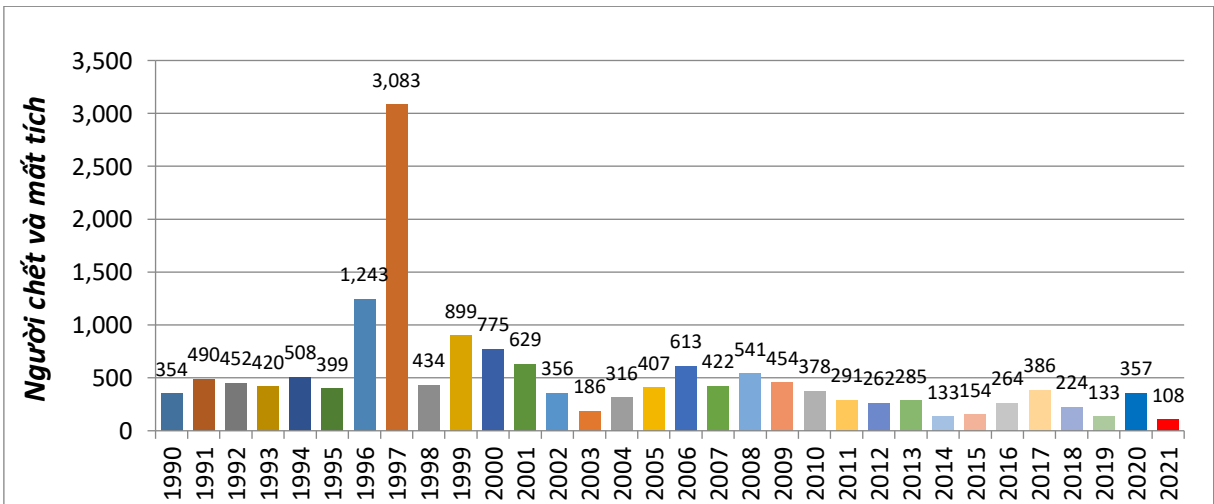
## MỞ ĐẦU

### 1.1. Tính cấp thiết

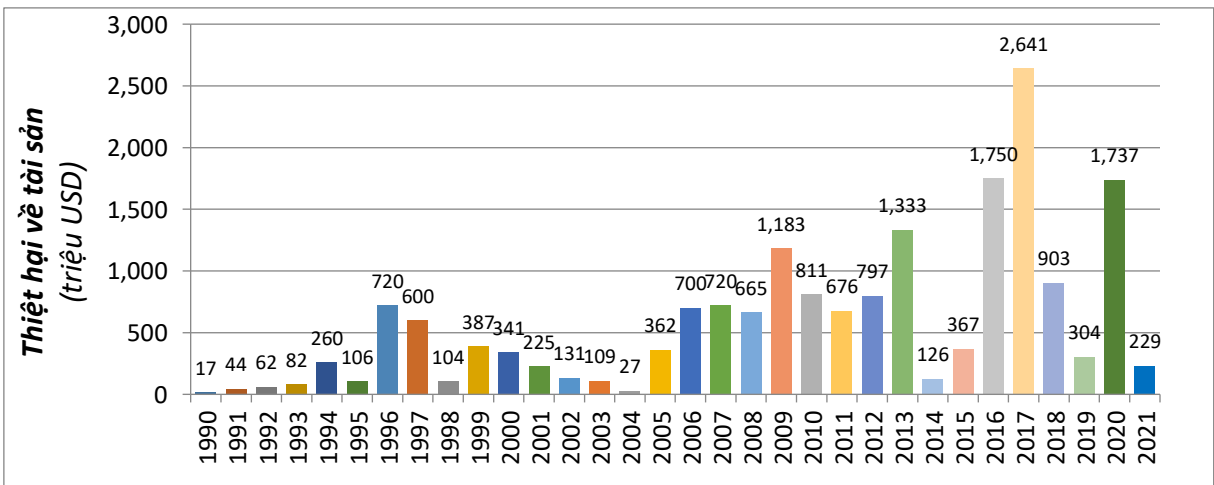
Trong những năm gần đây, tác động của biến đổi khí hậu có xu hướng ngày càng rõ rệt hơn trên phạm vi toàn quốc. Mưa lớn trong thời gian ngắn thường xuyên xuất hiện, gây ra lũ lụt trên phạm vi rộng, thiệt hại rất lớn đối với kinh tế, xã hội, môi trường của các địa phương. Giai đoạn từ 2015 đến 2020, mưa lớn gây lũ lụt trên mọi miền tổ quốc, từ miền Bắc đến miền Nam, từ miền núi ra đến hải đảo như lũ lụt lịch sử ở Quảng Ninh tháng VIII/2015, thành phố Hà Nội tháng VIII/20017 và VII/2018, Hoà Bình tháng X/2017, thành phố Hà Giang tháng VI/2018, ngập lụt lịch sử với hòn đảo Phú Quốc tháng VIII/2019, thành phố Đà Lạt tháng VIII/2019, thành phố Vinh tháng X/2019, thành phố Thái Nguyên tháng IX/2019, khu vực miền Trung tháng XII/2016, XII/2017. Đặc biệt, trong tháng X/2020, mưa lớn liên tục từ Hà Tĩnh đến Quảng Nam do ảnh hưởng bởi bão, hoàn lưu bão số 6-7-8-9 đã gây ngập lụt trên diện rộng đối với các tỉnh Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị và Thừa Thiên Huế, với lượng mưa quan trắc được đã vượt mức lịch sử tại nhiều nơi đã làm lũ vượt lịch sử năm 1979 tại Quảng Bình, vượt lũ lịch sử năm 1999 tại sông Bồ - Thừa Thiên Huế. Lũ lụt đã làm nhiều người chết và gây thiệt hại cực kỳ to lớn đối với tài sản của nhân dân địa phương.

Mưa lớn cực đoan, nhất là mưa lớn trong thời gian dài đã gây ra hiện tượng lũ quét, sạt lở đất đối với các khu vực miền núi và lưu vực sông suối nhỏ. Đây là loại hình thiên tai có mức độ tàn phá khủng khiếp nhất ở Việt Nam trong thời gian vừa qua. Theo số liệu thống kê của Ban Chỉ đạo Quốc gia về Phòng, chống thiên tai cho thấy số người chết, mất tích do lũ quét, sạt lở đất hàng năm là rất lớn, năm 2016 có 86 người, năm 2017 có 71 người, năm 2018 có 55 người chết, mất tích do lũ quét, sạt lở đất. Đặc biệt, trong đợt mưa lũ lịch sử tháng X/2020 tại các tỉnh miền Trung đã làm chết, mất tích rất nhiều người qua các vụ sạt lở, lũ quét tại tỉnh Quảng Bình (xã Hưng Trạch: 04, Trạm bảo vệ rừng Thác Voi- xã Trường Sơn: 02), Quảng Trị (thôn Tà Hùng-xã Húc: 07, - Đoàn 337- xã Hướng Phùng: 22), Thừa Thiên Huế (thủy điện Rào Trăng 3-xã Phong Xuân: 17, Trạm kiểm lâm 67-xã Phong Xuân: 13) Quảng Nam (xã Trà Leng: 22, xã Trà Vân: 08, xã Trà Mai: 01, xã Trà Giáp: 01, thôn 6 xã Phước Lộc: 11, thôn Bình Kiều-xã Hiệp Hòa: 01).

Ngoài thiệt hại lớn về người, thiên tai do bão, lũ, ngập lụt, lũ quét và sạt lở đất đã tác động mạnh, sâu rộng đến đời sống người dân, làm đình trệ sản xuất, kinh doanh, ảnh hưởng lớn đến phát triển kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng - an ninh, sức khỏe cộng đồng và môi trường sinh thái.



Hình 1. Thống kê thiệt hại về người trong giai đoạn 1990-2021 (nguồn: Mard)



Hình 2. Thiệt hại về tài sản trong giai đoạn 1990-2021 (Nguồn: Mard)



Hình 3. So sánh thiệt hại về người và tài sản theo loại hình thiên tai giai đoạn 1991-2021 (Nguồn Mard)

Bắc Kạn là một tỉnh miền núi nằm ở phía Bắc của Bắc Bộ, khu vực thường xuyên xảy ra các trận lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất. Theo thống kê và điều tra thì hàng năm trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn đều xảy ra lũ quét, sạt lở đất với cường độ tương đối lớn, có sức tàn phá lớn, gây ra thiệt hại lớn về tính mạng và tài sản của Nhà nước và nhân dân trong khu

vực. Đặc biệt là các triền sông, suối nhỏ phía thượng nguồn do có độ dốc lưu vực, lòng sông lớn như: các xã thuộc huyện Ngân Sơn (Vân Tùng, Đức Vân, Cốc Đán, Lãng Ngâm, Nà Phặc ...), các xã thuộc huyện Ba Bể (Nghiêm Loan, Hà Hiệu, Bành Trạch, Địa Linh, Phúc Lộc), các xã thường xuyên bị ngập lụt vùng hồ Ba Bể (Cao Trí, Cao Thượng, Thượng Giáo, Khang Linh, Nam Mẫu), các xã ngập lụt thượng nguồn sông Cầu (Phương Viên, Đông Viên, Đôn Phong, Dương Quang) và các xã, các phường thuộc thành phố Bắc Kạn. Lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất đã gây trở ngại không nhỏ trong việc ổn định dân cư và quy hoạch phát triển kinh tế trong khu vực cũng như trong địa bàn toàn tỉnh.

Trong lịch sử đã có nhiều trận lũ xảy ra bao gồm trận lũ năm 1959 trên địa bàn thị xã Bắc Kạn; trận lũ năm 1986 trên toàn tỉnh; lũ quét năm 1990 trên sông Lạnh (nhánh thượng nguồn sông Cầu), trận lũ năm 2002, 2006 và nhiều trận lũ khác gây thiệt hại lớn về người và tài sản trên địa bàn tỉnh.

Bên cạnh loại hình thiên tai lũ, lũ quét, bồi lắng lòng hồ Ba Bể là một trong những vấn đề lớn đối với di sản quốc gia này. Kết quả nghiên cứu của Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, trung bình mỗi năm có khoảng 70.000 tấn (420.000m<sup>3</sup>) bùn cát được vận chuyển về hồ Ba Bể và nguyên nhân chính là do bùn cát từ 3 con suối Pắc Ngòi, suối Nam Cường, suối Xuân Lạc vận chuyển về hồ Ba Bể, tổng lượng bùn cát từ 3 con sông chiếm 93% tổng lượng bồi lấp hồ Ba Bể. Qua kết quả theo dõi, khảo sát, đo đạc trong giai đoạn 1999-2006, lượng bùn cát vận chuyển về bồi lấp hồ Ba Bể của các con suối Pắc Ngòi: 187.700m<sup>3</sup>, Nam Cường: 110.000m<sup>3</sup>, Xuân Lạc: 97.000m<sup>3</sup>. Kết quả điều tra cho thấy, trong giai đoạn 1969-1989 hồ Ba Bể được bồi lắng từ cả 4 hướng khác nhau, diện tích bồi lấp khoảng 15ha, giai đoạn 1989-2002 có tốc độ bồi lấp lớn hơn 2,7 lần so với giai đoạn 1969-1989.

Mặt khác, trong những năm gần đây, các giải pháp ứng phó với thiên tai tại tỉnh Bắc Kạn, khu vực hồ Ba Bể có thể đã được thực hiện lồng ghép trong các chương trình, đề án trong phạm vi lớn. Tuy nhiên, các giải pháp ứng phó với thiên tai như ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ, bồi – xói lòng sông với mức độ chi tiết cho toàn tỉnh Bắc Kạn, cũng như riêng khu vực hồ Ba Bể thì chưa được thực hiện, chưa đáp ứng yêu cầu thực tiễn trong công tác chỉ đạo, chỉ huy, điều hành phòng, chống thiên tai tại địa phương. Đồng thời, khu vực hồ Ba Bể và vùng phụ cận có nhiều đồng bào dân tộc thiểu số sinh sống, sinh kế đối với người dân là đặc biệt quan trọng để có thể tiếp tục giữ rừng, giữ gìn sự tự nhiên của hồ Ba Bể nhằm hạn chế các tác động bất lợi do khai thác rừng của người dân trong vùng.

Các hệ thống hỗ trợ công tác phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh còn rời rạc, chủ yếu là quan trắc mưa, mực nước và có tới 3 hệ thống song song: (1) vrain; (2) KTTV tỉnh Bắc Kạn và (3) một số trạm riêng do PCTT tỉnh Bắc Kạn lắp đặt. Mặc dù vậy, các hệ

thông này đều là các hệ thống ghi lại số liệu quan trắc, chưa có khả năng xác định nguy cơ từ các dữ liệu này.

Khi xuất hiện các điều kiện thời tiết cực đoan, hiện nay chưa có bất kể hệ thống nào trong phạm vi khu vực hồ Ba Bể nói riêng và tỉnh Bắc Kạn nói chung có thể cảnh báo được nguy cơ theo các loại hình thiên tai chính trên khu vực. Chỉ có duy nhất thông tin cảnh báo về mưa lớn, mưa trận của ngành khí tượng thủy văn, các hệ quả sinh ra bởi lượng mưa chưa được đánh giá như lũ lụt, lũ quét, sạt lở đất. Điều này đã gây ra những khó khăn trong việc điều hành phòng, chống thiên tai ở địa phương.

Do vậy, nghiên cứu nhằm tìm kiếm các giải pháp hữu hiệu để ứng phó lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất để giúp chính quyền địa phương chủ động trong công tác chỉ đạo, chỉ huy điều hành phòng chống thiên tai, cũng như nghiên cứu trồng cây dược liệu nhằm tăng độ che phủ của rừng, giảm thiểu khả năng xói mòn trên lưu vực, giảm tốc độ bồi lắng cho hồ Ba Bể là rất cần thiết với tỉnh Bắc Kạn.

## **1.2. Tên đề tài**

Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương

## **1.3. Mục tiêu đề tài**

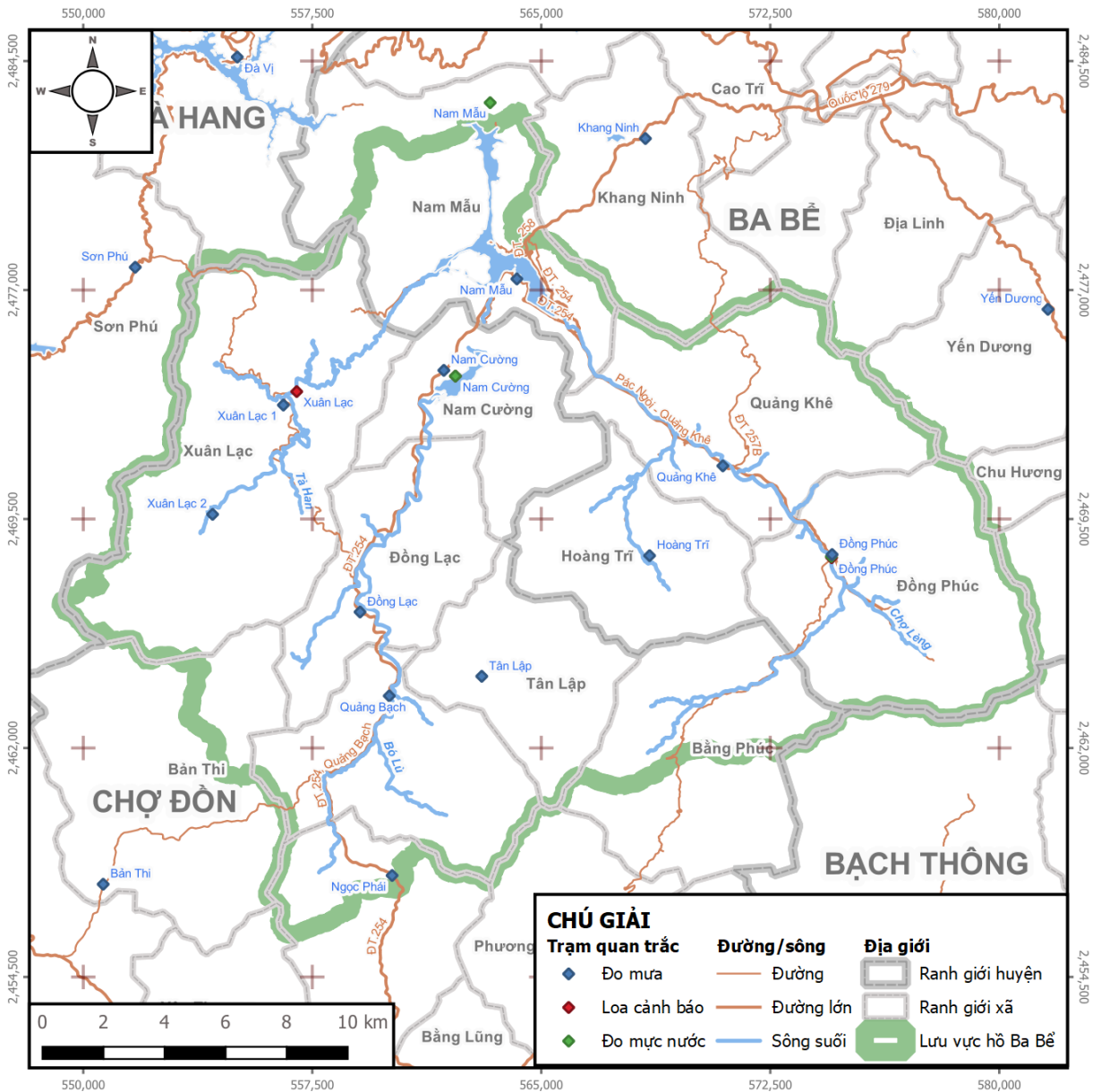
### **1.3.1. Mục tiêu đề tài**

Xây dựng các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương.

### **1.3.2. Mục tiêu cụ thể**

- Xác lập cơ sở khoa học cho việc nhận dạng một cách đầy đủ một số thiên tai chính khu vực hồ Ba Bể (bồi lấp lòng sông, lòng hồ; ngập lụt; lũ quét; sạt lở đất).
- Xây dựng được mô hình cảnh báo sớm ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất.
- Xây dựng được mô hình ứng phó với ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất.
- Đề xuất được các giải pháp tổng thể và cụ thể phục vụ ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể để phát triển kinh tế xã hội của địa phương.

#### 1.4. Phạm vi nghiên cứu



Hình 4. Khu vực nghiên cứu của Đề tài

Khu vực nghiên cứu của Đề tài bao gồm một phần huyện Chợ Đồn và một phần huyện Ba Bể, chủ yếu thuộc phạm vi các xã Nam Mẫu, Nam Cường, Xuân Lạc, Đồng Lạc, Quảng Bạch, Tân lập, Hoàng Trĩ, Quảng Khê, Đồng Phúc và một phần xã Bằng Phúc. Phạm vi nghiên cứu là lưu vực hồ, với cửa ra là cửa hồ Ba Bể được thể hiện trong Hình 4.

## 1.5. Kết quả đạt được của Đề tài

### 1.5.1. Kết quả đạt được theo nội dung nghiên cứu

TT	Nội dung	Kết quả
1	Nội dung 1: Nghiên cứu đánh giá hiện trạng và xác định các loại hình thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Thu thập bộ số liệu về địa hình, thảm phủ, địa chất, sử dụng đất đến năm 2020</li> <li>- Thu thập được vết lũ, tình hình lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, xói mòn lưu vực và bồi lắng lòng hồ cho các trận thiên tai lớn giai đoạn 2000-2020</li> <li>- Đánh giá được hiện trạng thiên tai lưu vực hồ Ba Bể cho các loại hình thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ Ba Bể</li> <li>Xây dựng được cơ sở khoa học, phương pháp nghiên cứu để xác định nguy cơ các loại hình thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ Ba Bể: <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sử dụng mô hình HEC-HMS kết hợp HEC-RAS để mô phỏng lũ, ngập lũ.</li> <li>+ Sử dụng mô hình thủy văn GIS để mô phỏng, xác định nguy cơ lũ quét.</li> <li>+ Sử dụng mô hình học máy để mô phỏng, xác định nguy cơ sạt lở.</li> <li>+ Sử dụng mô hình SWAT kết hợp HEC-RAS để mô phỏng xói mòn, xác định nguy cơ bồi lấp lòng hồ Ba Bể.</li> </ul> </li> </ul>
2	Nội dung 2: Khảo sát, đo đạc bổ sung các số liệu cơ bản phục vụ đánh giá tác động của các loại hình thiên tai chính đến sự ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hoàn thành khảo sát địa hình 2 đợt: (1) đợt 1 bao gồm khảo sát mặt cắt các nhánh suối Pắc Ngòi, suối Nam Cường suối Xuân Lạc, và lòng hồ Ba Bể; (2) đợt 2 đo đạc lại lòng hồ Ba Bể.</li> <li>- Hoàn thành khảo sát thủy văn: tại 3 nhánh sông đổ vào hồ Ba Bể và trên nhánh sông Năng.</li> </ul>
3	Nội dung 3: Xây dựng bản đồ hiện trạng và bản đồ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cập nhật được bản đồ nền, bao gồm cập nhật cao độ đường đồng mức và các điểm khảo sát bổ sung, các địa danh và tuyến đường đến năm 2020.</li> </ul>

TT	Nội dung	Kết quả
	phân vùng nguy cơ cho các loại hình thiên tai chính khu vực hồ Ba Bể	<p>- Xây dựng được bản đồ hiện trạng: (1) Bản đồ hiện trạng ngập lụt dựa trên điều tra vết lũ lịch sử; (2) Bản đồ hiện trạng lũ quét dựa trên các điểm xác định tại địa phương; (3) Bản đồ hiện trạng sạt lở dựa trên các điểm sạt lở thu thập; (4) Bản đồ hiện trạng bồi lấp lòng hồ dựa trên sự chênh lệch về kết quả đo đạc lòng hồ đợt 1 và đợt 2.</p> <p>- Xây dựng được bản đồ nguy cơ: (1) 5 kịch bản mưa cho bản đồ nguy cơ ngập lũ; (2) 3 kịch bản mưa do bản đồ nguy cơ lũ quét; (3) 3 kịch bản mưa cho bản đồ nguy cơ sạt lở; (3) 3 kịch bản sử dụng đất đến năm 2030 cho bản đồ nguy cơ bồi lấp lòng hồ.</p>
4	Nội dung 4: Nghiên cứu xây dựng các giải pháp giữ ổn định tự nhiên phục vụ phát triển kinh tế xã hội khu vực hồ Ba Bể	<p>- Đề xuất được giải pháp tổng thể ứng phó với các thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ cho lưu vực hồ Ba Bể.</p> <p>- Đề xuất được các giải pháp cụ thể nhằm ứng phó với các loại hình thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ Ba Bể.</p> <p>- Xây dựng sơ đồ cảnh báo, truyền tin đến người dân và chính quyền địa phương thông qua Website và Telegram.</p>
5	Nội dung 5: Nghiên cứu xây dựng mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai chính; Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai; và Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu làm giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng	<p>- Xây dựng được mô hình lý thuyết nhằm xác định nguy cơ và cảnh báo sớm thiên tai, xây dựng thí điểm hệ thống cảnh báo sớm thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất vào bồi lấp lòng hồ tại Website <a href="http://thientaibabe.com">http://thientaibabe.com</a></p> <p>- Lắp đặt 12 thiết bị: (3) thiết bị quan trắc mực nước; (3) thiết bị loa cảnh báo; và (6) thiết bị quan trắc mưa cho lưu vực hồ Ba Bể; Tích hợp các thiết bị vào hệ thống cảnh báo sớm; Tích hợp 74 trạm quan trắc mưa của Vrain vào hệ thống cảnh báo sớm.</p> <p>- Xây dựng được mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai cho 13 thôn thuộc xã Đồng Phúc, huyện Ba Bể.</p>



TT	Nội dung	Kết quả
	hồ lưu vực hồ Ba Bể.	- Xây dựng được 03 hecta mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu bao gồm: cây dẻ ván, cây trám và cây trà hoa vàng; bổ sung trồng kết hợp cây Khôi nhung tía.
6	Nội dung 6: Xây dựng bộ cơ sở dữ liệu tổng hợp của đề tài	- Xây dựng được bộ cơ sở dữ liệu của Đề tài ở Website <a href="http://thientaibabe.com:8000">http://thientaibabe.com:8000</a> với các dữ liệu bao gồm toàn bộ số liệu thu thập, các sản phẩm của Đề tài.

### 1.5.2. Kết quả đạt được theo sản phẩm đặt hàng

TT	Sản phẩm	Kết quả đạt được
<i>I</i>	<i>Dạng I</i>	
1	Mô hình cảnh báo sớm bồi lấp lòng hồ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất	<p>- Xây dựng được quy trình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai: lũ, lũ quét, sạt lở đất, cảnh báo dài hạn bồi lấp lòng hồ cho lưu vực hồ Ba Bể.</p> <p>- Xây dựng được hệ thống cảnh báo sớm lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lấp lòng hồ Ba Bể trên nền WebGIS tại địa chỉ: <a href="http://thientaibabe.com">http://thientaibabe.com</a> :</p> <p>+ Thiết bị: lắp đặt bổ sung 6 trạm quan trắc mưa, 3 trạm quan trắc mực nước và 3 trạm loa cảnh báo và tích hợp vào trong hệ thống cảnh báo sớm.</p> <p>+ Hệ thống: tích hợp cơ sở khoa học xác định các loại hình thiên tai bao gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tích hợp mô hình thủy văn HEC-HMS và thủy lực HEC-RAS vào hệ thống cảnh báo sớm lũ.</li> <li>✓ Tích hợp mô hình thủy văn GIS vào hệ thống cảnh báo sớm lũ quét.</li> <li>✓ Tích hợp mô hình học máy vào hệ thống cảnh báo sớm sạt lở.</li> <li>✓ Tích hợp kết quả tính toán nguy cơ bồi lấp lòng hồ đến cuối thế kỷ (kết quả tính toán dựa trên mô hình SWAT).</li> </ul> <p>+ Tích hợp quan trắc: Tích hợp quan trắc của 74 trạm đo mưa từ hệ thống Vrain vào hệ thống cảnh báo sớm.</p> <p>+ Truyền tin: qua Telegram</p>

<b>TT</b>	<b>Sản phẩm</b>	<b>Kết quả đạt được</b>
		+ Hoạt động: trên nền Web; tính toán nguy cơ lũ, lũ quét, sạt lở đất theo thời gian thực; tính toán nguy cơ lũ, lũ quét, sạt lở đất theo kịch bản người dùng.
2	Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu làm giảm thiểu xói mòn, bồi lấp lòng hồ (diện tích 3 hecta)	- Xây dựng được 03 hecta mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu tại xã Đồng Phúc, huyện Ba Bể bao gồm các loại cây: Cây trám, cây dẻ, cây chè hoa vàng và cây khô nhung tía. - Tỷ lệ sống của các loại cây đạt trên 90% - Tiềm năng thu thập tăng trên 20% - 100% người dân có diện tích đất thuộc mô hình được tham gia quá trình xây dựng mô hình
<b>II</b>	<b>Dạng II</b>	
1	Bộ cơ sở dữ liệu	- Được xây dựng trên nền Web, tại địa chỉ: <a href="http://thientaibabe.com:8000">http://thientaibabe.com:8000</a> - Tích hợp số liệu khí tượng thủy văn; công trình phòng, chống thiên tai; sản phẩm của Đề tài; số liệu khảo sát; các dữ liệu khác có liên quan.
2	Kết quả khảo sát, đo đạc bồi lấp lòng hồ Ba Bể	- Hoàn thành 02 đợt khảo sát địa hình; 01 đợt khảo sát thủy văn. Tuân thủ TCVN 9398:2012 (công tác trắc địa trong công trình xây dựng), TCVN 8226:2009 (các quy định chủ yếu về khảo sát mặt cắt và bình đồ địa hình các tỷ lệ từ 1:200 đến 1:5000 công trình thủy lợi). Số liệu đo đạc thủy văn tuân thủ QCVN 47:2012/BTNMT – Quy chuẩn quốc gia về quan trắc thủy văn. - Xây dựng báo cáo kết quả khảo sát, đo đạc bồi lấp lòng hồ Ba Bể
3	Báo cáo đánh giá các thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể	- Đánh giá được hiện trạng, nguy cơ các loại hình thiên tai chính: lũ, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ Ba Bể. - Xây dựng được cơ sở khoa học, phương pháp nghiên cứu để xác định nguy cơ các loại hình thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lấp lòng hồ Ba Bể: + Sử dụng mô hình HEC-HMS kết hợp HEC-RAS để mô phỏng lũ, ngập lũ.

TT	Sản phẩm	Kết quả đạt được
		<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Sử dụng mô hình thủy văn GIS để mô phỏng, xác định nguy cơ lũ quét.</li> <li>+ Sử dụng mô hình học máy để mô phỏng, xác định nguy cơ sạt lở.</li> <li>+ Sử dụng mô hình SWAT kết hợp HEC-RAS để mô phỏng xói mòn, xác định nguy cơ bồi lấp lòng hồ Ba Bể.</li> </ul>
4	Bộ bản đồ hiện trạng thiên tai tỷ lệ 1/10.000 đến cấp xã	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xây dựng được bộ bản đồ hiện trạng thiên tai trên nền bản đồ đã biên tập theo thông tư hướng dẫn của Bộ Tài nguyên và Môi trường:</li> <li>+ Bản đồ hiện trạng ngập lụt dựa trên điều tra vết lũ lịch sử.</li> <li>+ Bản đồ hiện trạng lũ quét dựa trên các điểm xác định tại địa phương.</li> <li>+ Bản đồ hiện trạng sạt lở dựa trên các điểm sạt lở thu thập.</li> <li>+ Bản đồ hiện trạng bồi lấp lòng hồ dựa trên sự chênh lệch về kết quả đo đạc lòng hồ đợt 1 và đợt 2.</li> </ul>
5	Bộ bản đồ phân vùng nguy cơ thiên tai do ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, bồi lấp lòng hồ tỷ lệ 1/10.000 đến cấp xã	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Xây dựng được bản đồ nguy cơ trên nền bản đồ đã biên tập theo thông tư hướng dẫn của Bộ Tài nguyên và Môi trường:</li> <li>+ 5 kịch bản mưa cho bản đồ nguy cơ ngập lũ;</li> <li>+ 3 kịch bản mưa do bản đồ nguy cơ lũ quét;</li> <li>+ 3 kịch bản mưa cho bản đồ nguy cơ sạt lở;</li> <li>+ 3 kịch bản sử dụng đất đến năm 2030 cho bản đồ nguy cơ bồi lấp lòng hồ.</li> </ul>
6	Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai	Xây dựng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai tại xã Đồng Phúc, huyện Ba Bể với đầy đủ kế hoạch ứng phó phù hợp với tập quán của người dân của 13 thôn. Tổ chức các lớp đào tạo cho các đối tượng là quản lý, người dân và đối tượng dễ bị tổn thương.
7	Báo cáo các giải pháp	- Đề xuất được giải pháp tổng thể ứng phó với các thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lấp lòng hồ cho lưu vực hồ Ba Bể.

TT	Sản phẩm	Kết quả đạt được
		<p>- Đề xuất được các giải pháp cụ thể nhằm ứng phó với các loại hình thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ Ba Bể.</p> <p>- Xây dựng sơ đồ cảnh báo, truyền tin đến người dân và chính quyền địa phương thông qua Website và Telegram.</p>
<b>III</b>	<b>Dạng III</b>	
1	Bài báo khoa học	<p>- Đăng 02 bài báo trên tạp chí Khoa học và Công nghệ thủy lợi:</p> <p><b>Bài báo số 01:</b> Xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở dựa trên thuật toán học máy cho lưu vực hồ Ba Bể.</p> <p><b>Bài báo số 02:</b> Nghiên cứu và đề xuất xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu phù hợp với điều kiện tự nhiên tại huyện Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn.</p>
<b>IV</b>	<b>Đào tạo</b>	
1	Thạc sĩ	<p>- Hỗ trợ đào tạo 02 thạc sĩ:</p> <p><b>Thạc sĩ Võ Chí Công</b>  Tên đề tài: Xây dựng bản đồ sạt lở đất, bồi lắng hồ Ba Bể và đề xuất các giải pháp ứng phó  Người hướng dẫn:  - TS. Nguyễn Hồng Trường – Thành Viên chính đề tài  - GS.TS. Nguyễn Quang Hùng – Trường ĐH Thủy lợi  Ngày cấp bằng: 23/06/2023</p> <p><b>Thạc sĩ Đỗ Văn Vững</b>  Tên đề tài: Nghiên cứu xây dựng bản đồ nhạy cảm với trượt lở đất thành phố Bắc Kạn  Người hướng dẫn:  - TS. Trần Thế Việt – Trường ĐH Thủy lợi  - TS. Nguyễn Hồng Trường – Thành Viên chính đề tài  Ngày cấp bằng: 23/04/2021</p>

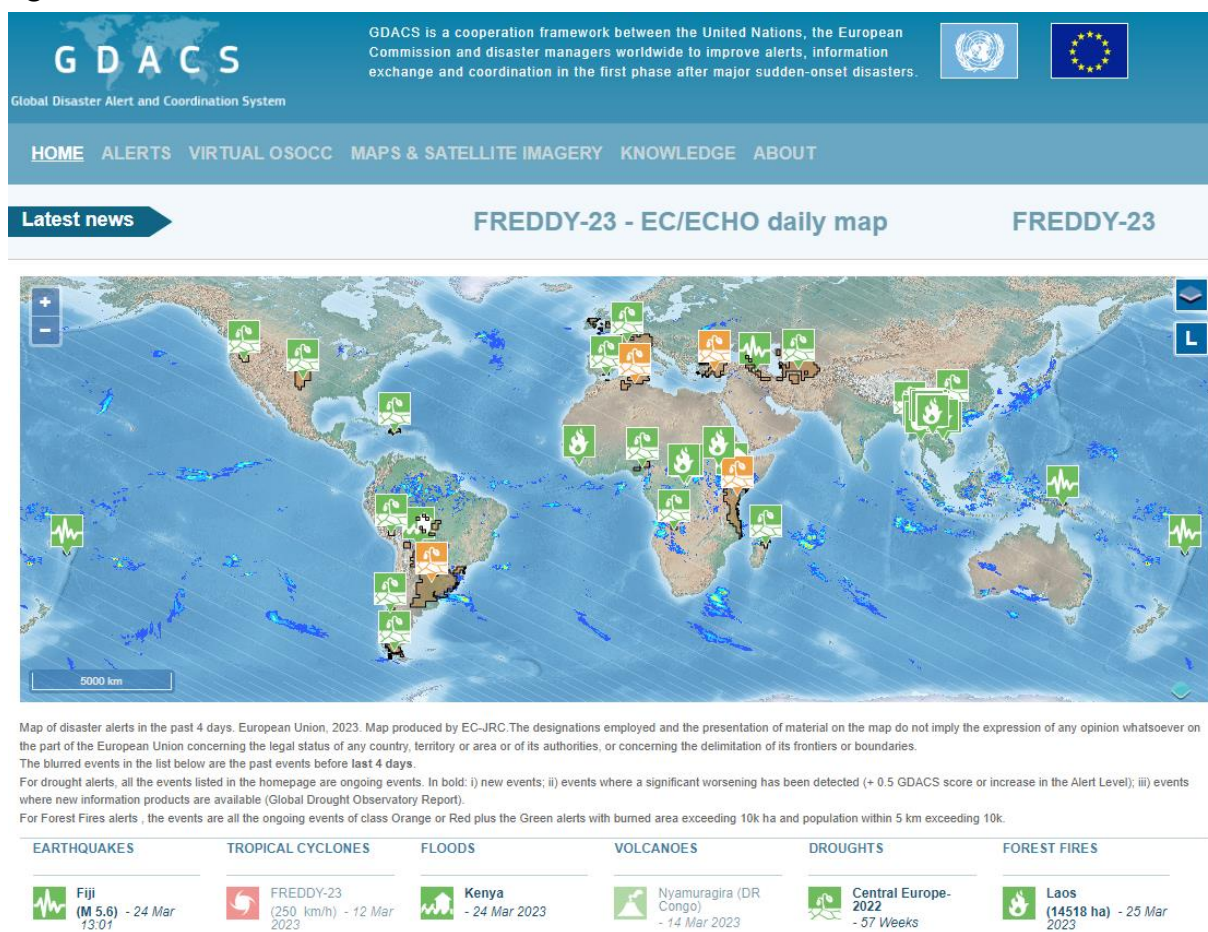
# CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN TÌNH HÌNH NGHIÊN CỨU CỦA ĐỀ TÀI

## 1.1. Tổng quan tình hình nghiên cứu mô hình cảnh báo sớm thiên tai.

### 1.1.1. Tổng quan tình hình xây dựng hệ thống cảnh báo sớm trên thế giới

#### 1. Hệ thống điều phối và cảnh báo thiên tai toàn cầu (GDACS)

Hệ thống Điều phối và Cảnh báo Thảm họa Toàn cầu (GDACS) là một nền tảng hợp tác cung cấp thông tin và cảnh báo gần thời gian thực về các thảm họa thiên nhiên trên khắp thế giới (ngay sau khi sự kiện xảy ra). Nó được điều hành bởi Trung tâm nghiên cứu đại diện của Ủy ban châu Âu (JRC) và Văn phòng điều phối các vấn đề nhân đạo của Liên hợp quốc (OCHA). Mục đích của GDACS nhằm cải thiện cảnh báo, trao đổi thông tin và phối hợp trong giai đoạn đầu sau khi các sự kiện thiên tai lớn xảy ra đột ngột [1].



Hình 5. Hệ thống GDACS trực tuyến tại trang gdacs.org

GDACS sử dụng nhiều nguồn khác nhau, bao gồm hình ảnh vệ tinh và dữ liệu từ các tổ chức quốc gia và quốc tế, để đưa ra cảnh báo sớm về thiên tai và giúp điều phối các nỗ lực ứng phó. Hệ thống tích hợp sự kiện của các loại hình thiên tai bao gồm động đất, sóng thần, bão, lũ lụt, hạn hán, các hoạt động núi lửa và cháy rừng.

Ngoài việc cung cấp cảnh báo và thông tin cho chính phủ, các tổ chức nhân đạo và công chúng, GDACS còn cung cấp các công cụ và dịch vụ để giảm thiểu rủi ro thiên tai, chẳng hạn như đánh giá rủi ro và tài liệu đào tạo. Hệ thống này được sử dụng rộng rãi bởi các tổ chức quốc tế, chính phủ và các bên liên quan khác tham gia vào các nỗ lực giảm thiểu rủi ro và ứng phó với thảm họa.

Hệ thống điều phối và cảnh báo thảm họa toàn cầu (GDACS) cung cấp cơ sở dữ liệu chứa sự xuất hiện và mức độ nghiêm trọng của tác động đối với các thảm họa trước đó. Điều này bao gồm các nguy cơ động đất và sóng thần (số liệu từ năm 2002), lũ lụt (số liệu từ năm 2006) và lốc xoáy (số liệu từ năm 2011) trên toàn cầu.

Người dùng có thể thu hẹp cơ sở dữ liệu theo loại hình thiên tai, khoảng thời gian, mức độ nghiêm trọng và/hoặc các quốc gia bị ảnh hưởng để xem bản đồ sự kiện thiên tai có liên quan. Sau đó, có thể chọn các mục này để xem thông tin về các sự kiện chẳng hạn như các mốc thời gian và đồ thị của các cơn dư chấn cũng như thông tin về các tác động như mức độ phơi nhiễm dân số, các tỉnh bị ảnh hưởng, các khu dân cư bị ảnh hưởng và cơ sở hạ tầng quan trọng bị ảnh hưởng, cũng như bản đồ các tác động của loại hình thiên tai. Ngoài ra còn có thông tin liên quan đến việc đưa tin về cảnh báo các loại hình thiên tai trên các phương tiện truyền thông. Người dùng cũng có thể truy cập các tài nguyên khác như dữ liệu khoa học, kết quả mô hình và các dịch vụ khác, vì các liên kết được liệt kê cho từng loại hình.

Hệ thống cảnh báo sớm thiên tai tổng hợp là một hệ thống phức tạp, thay vì điều đó, các quốc gia đã xây dựng các hệ thống độc lập cho từng loại hình thiên tai nhằm đáp ứng sự phù hợp về phương pháp cũng như chuyên môn của người vận hành hệ thống.

## 2. *Hệ thống cảnh báo sớm thiên tai Hoa Kỳ*

Ở Hoa Kỳ, hệ thống cảnh báo sớm đa thiên tai được phát triển từ rất sớm và được Cục Thời tiết Quốc gia đảm nhận. Ban đầu, nó được phát triển từ những năm 1950 khi sử dụng công nghệ vô tuyến để truyền tải thông điệp về nguy cơ của các loại hình thiên tai. Sau đó, Bộ An ninh nội địa Hoa Kỳ đã phát triển hệ thống cảnh báo công cộng tích hợp (IPAWS), làm cơ sở để phát triển các hệ thống về sau vào năm 2012. IPAWS được phát triển dựa trên hệ thống cảnh báo khẩn cấp (EAS). Tầm nhìn của IPAWS được xây dựng dựa trên và duy trì một hệ thống hiệu quả, đáng tin cậy, tích hợp, linh hoạt và toàn diện cho phép người dân Mỹ nhận thông tin cảnh báo và cảnh báo thông qua nhiều phương tiện nhất có thể [2]. Hệ thống IPAWS có những đặc điểm sau:

- Đa dạng hóa và hiện đại hóa EAS;
- Tạo khung tương tác bằng cách thiết lập hoặc áp dụng các tiêu chuẩn như giao thức cảnh báo chung;

- Cho phép thông báo và cảnh báo cho những người khuyết tật và những người không hiểu và không biết tiếng Anh;
- Cung cấp cho Tổng thống, các nhà quản lý tình trạng khẩn cấp của Liên bang, Tiểu bang, lãnh thổ, bộ lạc và địa phương khả năng tiếp cận nhiều con đường liên lạc hơn để đảm bảo thông báo và cảnh báo đến được với số lượng người Mỹ tối đa qua nhiều con đường nhất có thể;
- Hợp tác với Cục thời tiết quốc gia để cho phép tích hợp việc truyền thông báo qua các mạng lưới quốc gia;
- Thu thập dữ liệu và kiểm soát chất lượng;
- Hệ thống phân tích khí tượng và hỗ trợ ra quyết định;
- Phối hợp cảnh báo và dự báo nội bộ, bao gồm các quy trình và tương tác hoạt động của các bên có liên quan;
- Phát triển cơ sở hạ tầng truyền thông, bao gồm phổ biến và sao lưu dịch vụ.

Hệ thống IPAWS là một công cụ toàn diện, sử dụng các dữ liệu về không gian như Radar, vệ tinh, hàng không để đưa ra những dự báo về yếu tố khí tượng và lượng mưa, từ đó làm cơ sở cảnh báo đến các bên có liên quan.

a. Hệ thống giám sát theo thời gian thực nguy cơ sạt lở đất

Đó là một hệ thống được thiết lập dựa trên các thiết bị quan trắc kết hợp với mô phỏng, giám sát thủy văn theo thời gian thực tại một số điểm trên toàn bộ đất nước. Các trạm giám sát lượng mưa và theo dõi chuyển động của nước trong vài mét phía trên sườn đồi. Hệ thống còn sử dụng quan sát vệ tinh để dự đoán lượng mưa và độ ẩm của đất theo thời gian thực, từ đó đưa ra những cảnh báo cần thiết theo bốn cấp độ [3]. Lượng mưa được sử dụng là lượng mưa tích lũy tại 2 thời điểm (3 ngày và 15 ngày tính đến thời điểm hiện tại) và cường độ mưa trong 24 giờ. Nếu một trong các lượng mưa này vượt ngưỡng, quá trình cảnh báo sẽ xuất hiện.

b. Hệ thống cảnh báo lũ quét

Cục Quản lý Khí quyển và Đại dương Quốc gia (NOAA) và Cục Khảo sát Địa chất Hoa Kỳ (USGS) đã thiết lập một hệ thống cảnh báo sớm lũ quét và lũ bùn đá cho các khu vực bị cháy gần đây ở miền Nam California. Dự án bao gồm tám quận ở Nam California và sử dụng hệ thống Dự báo và cảnh báo Lũ quét (FFMP) được điều hành bởi Cục Thời tiết Quốc gia (NWS). FFMP xác định khi nào cả lũ quét và dòng mảnh vụn có khả năng xảy ra dựa trên so sánh giữa ước tính lượng mưa radar và các giá trị ngưỡng cường độ mưa đã thiết lập [4]

### c. Hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt

Hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt là một thành phần quan trọng của chiến lược quản lý rủi ro thiên tai. Mục đích chính của hệ thống cảnh báo sớm là đưa ra cảnh báo khi lũ sắp xảy ra hoặc đã xảy ra. Hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt bao gồm bốn yếu tố liên quan đến nhau: 1) đánh giá và kiến thức về rủi ro lũ lụt trong khu vực, 2) dịch vụ giám sát (dự báo) và cảnh báo nguy cơ tại địa phương, 3) dịch vụ truyền thông và phổ biến rủi ro lũ lụt, và 4) khả năng ứng phó của cộng đồng.

Gần đây, một chương trình thí điểm giúp dự báo tình trạng lũ lụt trước và trong khi xảy ra các trận mưa lớn đã được tiến hành xây dựng ở Oklahoma và Texas [5]. Mục đích của hệ thống sẽ là truyền thông tin cảnh báo nguy cơ lũ lụt và tình trạng lũ lụt khi mực nước trên sông dâng cao. Các dữ liệu được sử dụng bao gồm các thiết bị quan trắc lưu lượng và lượng mưa (bao gồm cả đo lượng mưa và đo theo Radar bằng máy GARR và thông tin từ dự báo thời tiết); mạng lưới sông và độ bão hòa đất bề mặt, độ ẩm của đất và các yếu tố khác. Toàn bộ các dữ liệu quan trắc trực tuyến về lượng mưa được cập nhật 5 phút mỗi lần.

Các hoạt động của hệ thống bao gồm: nhận thông tin → xác định loại cảnh báo → xác định khu vực → tính toán mô phỏng dòng chảy → lập bản đồ → đưa ra cảnh báo và giám sát theo dõi.

### 3. Hệ thống cảnh báo khẩn cấp Nhật Bản

Nhật Bản là quốc gia rất dễ bị tổn thương trước thiên tai do vị trí địa lý nằm trên Vành đai lửa Thái Bình Dương, cũng như thường xuyên hứng chịu bão và lượng mưa lớn. Để giảm thiểu rủi ro do những thảm họa thiên nhiên này gây ra, Nhật Bản đã phát triển một hệ thống cảnh báo sớm toàn diện về động đất, sóng thần, bão, điều kiện thời tiết khắc nghiệt, sạt lở đất và lũ lụt.

Hệ thống cảnh báo khẩn cấp tiên tiến (Emergency Warning System) [6] được thiết kế để nhanh chóng cảnh báo người dân về các thảm họa thiên nhiên sắp xảy ra như động đất, sóng thần, bão và các hiện tượng thời tiết khắc nghiệt khác. Hệ thống bắt đầu đi vào hoạt động từ tháng 8 năm 2013.



<a href="#">Home</a>	<a href="#">Weather/Earthquakes</a>	<a href="#">Services</a>
<a href="#">Publications/Periodicals</a>	<a href="#">News Releases</a>	<a href="#">For NMHSs</a>

[Home](#) > Emergency Warning System

## Emergency Warning System

The Japan Meteorological Agency (JMA) launched the Emergency Warning System on 30 August 2013. Emergency Warnings are issued to alert people to the significant likelihood of catastrophes in association with natural phenomena of extraordinary magnitude.

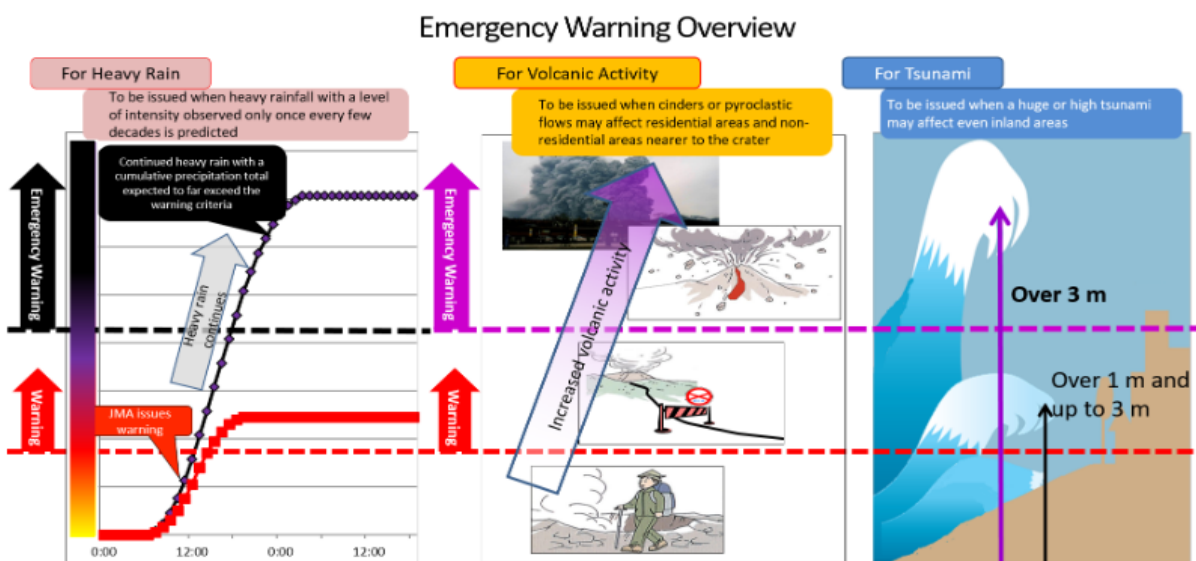
**Residents should take all measures possible to protect themselves in the event that an Emergency Warning is issued.**

### What is an Emergency Warning?

JMA issues various warnings to alert people to possible catastrophes caused by extraordinary natural phenomena such as heavy rain, earthquakes, tsunami and storm surges. In addition to such warnings, advisories and other bulletins, JMA started issuing **Emergency Warnings** to alert people to the significant likelihood of catastrophes if phenomena are expected to be of a scale that will far exceed the warning criteria.

Emergency Warnings are intended for extraordinary phenomena such as the major tsunami caused by the 2011 Great East Japan Earthquake by which 18,000 people were killed or left missing, the 1959 storm surge in Ise Bay caused by Typhoon Vera, by which more than 5,000 people were killed or left missing, and the 2011 heavy rain caused by Typhoon Talas, by which around 100 people were killed or left missing.

The issuance of an Emergency Warning for an area indicates a level of exceptional risk of a magnitude observed only once every few decades. Residents should pay attention to their surroundings and relevant information such as municipal evacuation advisories and evacuations, and should take all steps necessary to protect life.



Hình 6. Hệ thống EWS của Nhật Bản

Động đất và sóng thần là một trong những thảm họa thiên nhiên phổ biến và tàn khốc nhất ở Nhật Bản. Cơ quan Khí tượng Nhật Bản (JMA) cung cấp các cảnh báo sớm về động đất và sóng thần, được truyền qua nhiều kênh khác nhau, bao gồm TV, radio và điện thoại di động. JMA cũng vận hành hệ thống cảnh báo sớm động đất (EEW), sử dụng dữ liệu địa chấn để phát hiện động đất và đưa ra cảnh báo cho công chúng trước khi xảy ra rung chuyển. Lực lượng bảo vệ bờ biển Nhật Bản đưa ra cảnh báo sóng thần dựa trên dữ liệu từ máy đo địa chấn và phao đại dương, đồng thời phát chúng qua loa và cảnh báo khẩn cấp.

Bão và điều kiện thời tiết khắc nghiệt cũng là mối đe dọa đáng kể đối với Nhật Bản. JMA cung cấp các cảnh báo sớm về bão, mưa lớn và các điều kiện thời tiết khắc nghiệt khác. Những cảnh báo này rất quan trọng để giúp người dân sơ tán và tìm nơi trú ẩn trước khi điều kiện thời tiết nguy hiểm bắt đầu. Chính quyền thành phố Tokyo có hệ thống cảnh báo thảm họa riêng, bao gồm hệ thống truyền thanh công cộng, còi báo động và phát sóng khẩn cấp, để đảm bảo rằng người dân ở thủ đô được cảnh báo đầy đủ về các thảm họa thiên nhiên sắp xảy ra.

Lở đất là một mối nguy hiểm đáng kể khác ở Nhật Bản, đặc biệt là ở các khu vực miền núi. Bộ Đất đai, Cơ sở hạ tầng, Giao thông và Du lịch (MLIT) chịu trách nhiệm triển khai và quản lý hệ thống cảnh báo sớm sạt lở đất, cung cấp thông tin về nguy cơ sạt lở đất tiềm ẩn và đưa ra cảnh báo khi cần thiết. Viện Nghiên cứu Quốc gia về Khoa học Trái đất và Khả năng Chống chịu Thảm họa (NIED) tiến hành nghiên cứu về sạt lở đất và phát triển các công nghệ dự đoán sạt lở đất. Hệ thống cũng vận hành một mạng lưới các cảm biến phát hiện những thay đổi trong chuyển động của mặt đất và đưa ra các cảnh báo sớm. Chính quyền địa phương ở những khu vực dễ bị sạt lở đất có trách nhiệm triển khai hệ thống cảnh báo sớm sạt lở đất và phổ biến cảnh báo cho người dân.

Cuối cùng, lũ lụt là một vấn đề thường xuyên xảy ra ở Nhật Bản, đặc biệt là ở các vùng trũng thấp và lưu vực sông. MLIT chịu trách nhiệm triển khai và quản lý hệ thống cảnh báo lũ sớm, cung cấp thông tin về mực nước sông và đưa ra các cảnh báo khi cần thiết. JMA cung cấp thông tin về lượng mưa lớn và đưa ra cảnh báo về khả năng xảy ra lũ quét và lũ lụt ven sông. Chính quyền địa phương trong khu vực dễ bị lũ lụt có trách nhiệm triển khai hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt và phổ biến cảnh báo cho người dân. Các công ty tư nhân cung cấp công nghệ và dịch vụ liên quan đến hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt, chẳng hạn như cảm biến mực nước sông, phần mềm phân tích dữ liệu và thiết bị ứng phó thiên tai.

#### b. Hệ thống cảnh báo lũ ở Nhật Bản [7]

Nhật Bản được biết đến với hệ thống cảnh báo lũ tiên tiến đã cứu sống nhiều mạng sống và ngăn chặn thiệt hại đáng kể. Hệ thống này được trang bị công nghệ tiên tiến, bao gồm các cảm biến, radar, hình ảnh vệ tinh và dữ liệu khí tượng, cho phép nó dự đoán lũ lụt với độ chính xác lớn. Hệ thống cung cấp cảnh báo sớm cho những người sống ở khu vực dễ bị lũ lụt trước để họ có thể thực hiện các biện pháp phòng ngừa cần thiết để sơ tán bản thân và đồ đạc của họ, giảm nguy cơ mất mạng hoặc thiệt hại.

Hệ thống cảnh báo lũ lụt ở Nhật Bản được tích hợp với các hệ thống địa chỉ công cộng, điện thoại di động và các thiết bị truyền thông khác, đảm bảo mọi người nhận được thông tin kịp thời, chính xác và liên quan. Ngoài ra, hệ thống được chính phủ, các nhà khoa học và kỹ sư cải tiến liên tục, những người phân tích dữ liệu, phát triển các

công nghệ mới và thực hiện các chiến lược mới để tăng cường khả năng cảnh báo và phản ứng.

Hệ thống còn đi kèm với các chiến dịch giáo dục công cộng rộng rãi, giáo dục mọi người về sự chuẩn bị, sơ tán và phản ứng của người dân, điều này làm tăng cường khả năng chống chịu của cộng đồng đối với lũ lụt ở Nhật Bản. Đây còn là kết quả của sự hợp tác giữa các cơ quan chính phủ, tổ chức nghiên cứu và các công ty tư nhân khác nhau, phản ánh cách tiếp cận toàn diện và tích hợp để giảm rủi ro thiên tai.

Năm 2021, các nhà khoa học tại Viện Khoa học Công nghiệp của đại học Tokyo đã phát triển được phương pháp dự báo lũ lụt với thời gian trước 32 giờ và dự đoán chính xác được tới 91% các vị trí dễ bị vỡ, áp dụng tính toán cho cơn bão Hagibis năm 2019 [8]. Quá trình nghiên cứu vẫn tiếp tục triển khai nhằm xây dựng tốt nhất hệ thống cảnh báo bởi đó là một trong những giải pháp hiệu quả làm giảm thiệt hại về người và tài sản.

### c. Hệ thống cảnh báo sớm sạt lở, lũ quét và lũ bùn đá ở Nhật Bản

Hệ thống cảnh báo sớm sạt lở đất của Nhật Bản (LEWS) là một hệ thống toàn diện sử dụng dữ liệu từ nhiều nguồn để cung cấp khả năng giám sát và cảnh báo thời gian thực về khả năng xảy ra sạt lở đất. Hệ thống này được phát triển sau một loạt vụ sạt lở đất kinh hoàng vào những năm 1960 và kể từ đó đã liên tục được cập nhật và cải tiến.

Năm 2005, chính phủ Nhật Bản tiếp tục khởi xướng một hệ thống nâng cấp cảnh báo sớm sạt lở trên phạm vi toàn quốc. Phương pháp chính của hệ thống là thiết lập một tiêu chí cho sự xuất hiện của lũ bùn đá và sạt lở dựa vào lượng mưa tích lũy trong 60 phút cùng với chỉ số độ ẩm ở mỗi lưới 5km [9].

LEWS sử dụng nhiều nguồn dữ liệu khác nhau, bao gồm dữ liệu lượng mưa, phép đo dịch chuyển bề mặt đất và khảo sát địa chất để phát hiện các nguy cơ sạt lở đất tiềm ẩn. Hệ thống này cũng kết hợp dự báo thời tiết và dữ liệu mực nước ngầm để đưa ra cảnh báo sớm về khả năng sạt lở đất. Dữ liệu này được thu thập từ một mạng lưới các trạm giám sát trên khắp đất nước, bao gồm các hệ thống radar và máy ghi địa chấn.

Hệ thống hoạt động bằng cách theo dõi dữ liệu lượng mưa để phát hiện những thay đổi về lượng mưa có thể dẫn đến sạt lở đất. Nếu xác định được nguy cơ, hệ thống sẽ phân tích các phép đo dịch chuyển bề mặt đất để xác định xem có bất kỳ chuyển động nào trên bề mặt trái đất hay không. Nếu phát hiện chuyển động, hệ thống sẽ đưa ra cảnh báo cho chính quyền về nguy cơ sạt lở.

Một tính năng độc đáo của LEWS của Nhật Bản là sử dụng hình ảnh vệ tinh để phân tích những thay đổi địa hình có thể chỉ ra nguy cơ sạt lở đất tiềm ẩn. Hệ thống này cũng sử dụng các thuật toán học máy để dự đoán khả năng xảy ra sạt lở đất dựa trên dữ liệu lịch sử và thông tin thời gian thực.

LEWS được cấu trúc theo cách phân cấp, với chính quyền trung ương chịu trách nhiệm quản lý và điều phối chung, trong khi chính quyền khu vực và địa phương chịu trách nhiệm triển khai và duy trì hệ thống trong khu vực tương ứng của họ. Hệ thống này được tích hợp chặt chẽ với các cơ quan quản lý thiên tai và các dịch vụ khẩn cấp, cho phép phản ứng nhanh chóng với bất kỳ sự kiện sạt lở đất tiềm ẩn nào.

Quá trình xây dựng ngưỡng mưa cũng được hình thành và giới thiệu thông qua đường tới hạn CL nổi tiếng. Do tình trạng thiếu thông tin về các vụ sạt lở, đường tới hạn CL là một phương pháp đơn giản nhằm giảm thiểu khả năng tính toán mặc dù thiếu tính chính xác.

#### 4. *Hệ thống cảnh báo sớm ở Trung Quốc*

Hệ thống cảnh báo sớm (EWS) là một công cụ được sử dụng để cung cấp thông tin nâng cao về các thảm họa hoặc trường hợp khẩn cấp tiềm ẩn, cho phép ứng phó kịp thời và hiệu quả. Trung Quốc đã triển khai nhiều EWS khác nhau cho các loại thiên tai khác nhau để ngăn chặn và giảm thiểu tác động của các loại hình thiên tai.

Trung Quốc có một hệ thống quan trắc mưa theo thời gian thực lớn nhất thế giới, hệ thống này bao gồm khoảng 100 nghìn trạm quan trắc mưa tự động, 400 nghìn trạm đo mưa nhân dân, 40 nghìn trạm khí tượng thủy văn và các trạm đa mục tiêu khác. Hệ thống này có nhiệm vụ chính là xây dựng cơ sở dữ liệu, thu thập chế độ mưa và cung cấp các thông tin quan trắc cần thiết phục vụ công tác phòng, chống thiên tai [10].

Các hệ thống thành phần sẽ sử dụng hệ thống quan trắc tích hợp vào các phần khác nhau của từng hệ thống cảnh báo cho từng loại hình thiên tai. Như đối với cảnh báo lũ quét, hệ thống được xây dựng để cảnh báo sớm cho 4 cấp hành chính (trung ương, tỉnh, thành phố và quận huyện). Thông qua đó, độ ẩm của đất và lưu lượng đỉnh lũ được tính toán dựa trên mô hình thủy văn phân tán, sau đó có thể tính toán các chỉ số cảnh báo lũ quét và ngưỡng lũ quét để phân loại [11] [12].

##### a. *Hệ thống cảnh báo sạt lở ở Trung Quốc*

Trung Quốc cũng đã thiết lập hệ thống cảnh báo sớm sạt lở đất ở phía Tây Nam Trung Quốc [13]. Mô hình cảnh báo để dự đoán mất ổn định mái dốc tập trung vào nhiều ngưỡng, bao gồm tốc độ biến dạng, tốc độ gia tăng và góc tiếp tuyến liên quan đến phép đo chuyển vị bề mặt. Sự khởi đầu của dòng mảnh vụn được xác định bởi các ngưỡng lượng mưa quan trọng được tích hợp với các điều kiện địa hình và địa chất ở quy mô lưu vực. Hiệu suất của hệ thống cảnh báo được trình bày được đánh giá bằng cách so sánh với mô hình vận tốc nghịch đảo (INV) và mô hình độ dốc (SLO) trong dự đoán thời gian sạt lở. Mô hình và hệ thống cảnh báo được trình bày có thể được áp dụng cho

các khu vực khác trong cảnh báo sớm trượt lở đất và hữu ích để giảm thiểu tổn thất và thiệt hại do trượt lở đất.

#### b. Hệ thống cảnh báo lũ lụt ở Trung Quốc

Đối với ngập lụt, Trung quốc phát triển các hệ thống cảnh báo sớm cho từng lưu vực sông. Từ năm 2002, Trung Quốc đã phát triển hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt sử dụng tích hợp ảnh viễn thám, hệ thống thông tin địa lý và hệ thống định vị toàn cầu để theo dõi và đánh giá thiên tai trên toàn bộ lãnh thổ Trung Quốc [14]. Năm 2013, một hệ thống riêng biệt được phát triển cho lưu vực sông Châu Giang [15], dựa trên các mô hình toán học thủy văn và thủy lực. Khung khái niệm và các thành phần chi tiết của hệ thống được đề xuất được minh họa, sử dụng chuyển đổi dữ liệu lượng mưa theo thời gian thực, dự báo thủy văn dựa trên mô hình, hiệu chỉnh mô hình, phương pháp đồng hóa dữ liệu và phân tích kịch bản vận hành hồ chứa. Kiến trúc đa tầng mang lại tính linh hoạt, khả năng di động, khả năng sử dụng lại và độ tin cậy cao. Kết quả nghiên cứu trường hợp ứng dụng cho thấy việc xây dựng và ứng dụng hệ thống hỗ trợ ra quyết định trong dự báo và vận hành lũ theo thời gian thực có lợi cho công tác kiểm soát lũ.

Ngoài ra, còn một số hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt nổi bật ở Trung Quốc được liệt kê dưới đây:

- Hệ thống thông tin kiểm soát lũ lụt và cứu trợ hạn hán: Một nền tảng toàn diện do chính phủ Trung Quốc cung cấp, tích hợp thông tin về mực nước, lượng mưa, lưu lượng và dự báo thời tiết.
- Hệ thống Dự báo Lũ lụt của Trung tâm Khí tượng Quốc gia Trung Quốc (NMC): Một hệ thống sử dụng dữ liệu lượng mưa và lập mô hình để dự báo rủi ro lũ lụt ở các vùng khác nhau của Trung Quốc.
- Hệ thống thông tin ứng phó khẩn cấp và kiểm soát lũ lụt đập Tam Hiệp: Một hệ thống cung cấp cảnh báo sớm về lũ lụt và các trường hợp khẩn cấp khác trong lưu vực sông Dương Tử, nơi có đập Tam Hiệp.
- Hệ thống thông tin kiểm soát hạn hán và kiểm soát lũ lụt sông Hoàng Hà: Một mạng lưới các cảm biến và trạm giám sát cung cấp dữ liệu chi tiết về mực nước, tốc độ dòng chảy và các điều kiện khác trong lưu vực sông Hoàng Hà.
- Hệ thống cảnh báo lũ lụt Bắc Giang: Một hệ thống đưa ra cảnh báo sớm về lũ lụt và đảm bảo an toàn cho người dân sống gần Bắc Giang, một con sông lớn ở miền nam Trung Quốc.
- Hệ thống cảnh báo lũ lụt sông Hoài Hà: Một hệ thống sử dụng các mô hình dự báo và viễn thám để dự đoán khả năng xảy ra và mức độ nghiêm trọng của lũ lụt ở lưu vực sông Hoài Hà, trải dài qua một số tỉnh ở miền đông Trung Quốc.

- Hệ thống thông tin kiểm soát lũ sông Châu Giang: Một hệ thống cung cấp khả năng giám sát thời gian thực và dự báo lũ lụt cho Đồng bằng sông Châu Giang, một khu vực đông dân cư và công nghiệp hóa ở miền nam Trung Quốc.

Về cơ bản, các hệ thống này đều được thiết lập và tiếp cận theo quản lý tổng hợp tài nguyên nước theo lưu vực sông, điều này có nghĩa nó được kết hợp với việc cải thiện chính sách, xây dựng các công trình cũng như áp dụng các biện pháp phi công trình như giáo dục cộng đồng và tăng cường năng lực.

Để có thể xây dựng các hệ thống hoàn chỉnh, việc triển khai hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt ở Trung Quốc đã được hỗ trợ bởi các tổ chức quốc tế, bao gồm Ngân hàng Thế giới, Ngân hàng Phát triển Châu Á và Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc. Sự hợp tác đã tạo điều kiện trao đổi kiến thức, xây dựng năng lực và tài trợ cho cơ sở hạ tầng trong việc quản lý các loại hình thiên tai có liên quan đến nước, đặc biệt là phương pháp tiếp cận quản lý tài nguyên nước theo lưu vực sông.

## 5. *Hệ thống cảnh báo sớm ở Nepal*

### a. Hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt ở Nepal (FLWS) [16]

Hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt (FLWS) ở Nepal là một hệ thống dựa vào cộng đồng được thiết kế để cung cấp thông tin kịp thời và chính xác cho các cộng đồng dễ bị tổn thương có nguy cơ bị ngập lụt. Hệ thống được thiết kế để liên quan đến các cộng đồng địa phương trong quá trình cảnh báo lũ lụt, giúp làm giảm thiệt hại về người và tài sản. Cách tiếp cận này làm tăng khả năng chống chịu của cộng đồng và giảm tác động của lũ lụt. Hệ thống này tận dụng dữ liệu thủy văn và khí tượng tiên tiến để cung cấp dự báo lũ chính xác, bao gồm cả dữ liệu quan trắc thực tế và dữ liệu dự báo. Điều này cho phép các cộng đồng thực hiện các biện pháp phòng ngừa thích hợp, chẳng hạn như sơ tán hoặc di chuyển chăn nuôi đến nơi an toàn.

Bên cạnh đó, hệ thống còn đưa ra cảnh báo sớm về các sự kiện ngập lụt tiềm năng bằng cách truyền tải các thông tin cảnh báo cho các cộng đồng dễ bị tổn thương một cách kịp thời. Điều này cho phép các cộng đồng có công tác chuẩn bị tốt hơn và ứng phó nhanh chóng để giảm thiểu thiệt hại. Hệ thống cũng được thực hiện với sự hỗ trợ của chính phủ, các tổ chức xã hội dân sự và các đối tác quốc tế như UNDP, DFID và Hội Chữ thập đỏ. Sự hợp tác này đã giúp tối ưu hóa việc sử dụng các nguồn lực để thực hiện hiệu quả và nhân rộng cho các khu vực khác ở Nepal. Nhìn chung, hệ thống cảnh báo lũ lụt ở Nepal đã đạt được tiến bộ đáng kể trong việc giảm tác động của lũ lụt đối với các cộng đồng dễ bị tổn thương bằng cách đưa ra các thông tin cảnh báo, cung cấp các thông tin dự báo lũ theo thông tin dự báo thời tiết đến người dân.

b. Hệ thống cảnh báo sớm sạt lở Nepal (NEWSL) [17]

Hệ thống cảnh báo sớm quốc gia về sạt lở đất (NEWSL) của Nepal là một trong những LEWS tiên tiến nhất trên thế giới, sử dụng dữ liệu lượng mưa, cảm biến độ ẩm của đất, dữ liệu địa chất và thủy văn để dự đoán sạt lở đất. Hệ thống này được xây dựng dựa trên sự kết hợp của địa phương với trung tâm nghiên cứu NASA.

Hệ thống cảnh báo sớm quốc gia của Nepal về lở đất (NEWSL) sử dụng sự kết hợp của hình ảnh vệ tinh, mô hình độ cao kỹ thuật số (DEM) và các quan sát thực địa để xác định các khu vực lở đất. Hệ thống xác định các khu vực đã bị ảnh hưởng trước đây bởi lở đất và các mối nguy hiểm địa chất khác, và kết hợp thông tin này với dữ liệu thời gian thực từ các trạm thời tiết, máy đo địa chấn và các cảm biến khác để đánh giá nguy cơ lở đất trong tương lai. Hệ thống NEWSL sử dụng cách tiếp cận dựa trên ngưỡng để xác định khả năng lở đất, dựa trên các thông số như cường độ mưa, độ ẩm của đất và độ ổn định độ dốc. Hệ thống kết hợp thông tin này với các bản đồ nguy cơ kết hợp mô hình học máy để đưa ra dự đoán tương ứng với tình hình thời tiết hiện tại. Trên cơ sở đó, hệ thống này có rất nhiều đặc điểm nổi bật như:

Thứ nhất, NEWSL cung cấp các cảnh báo sớm về nguy cơ sạt lở đất thông qua mạng lưới các trạm giám sát tự động và thủ công, trạm thời tiết và các nguồn dữ liệu khác. Điều này cho phép sơ tán kịp thời và thực hiện các biện pháp quản lý thiên tai khác trước khi xảy ra sạt lở đất. Bằng cách đưa ra các cảnh báo nâng cao, NEWSL giúp cứu người và giảm thiệt hại về tài sản.

Thứ hai, NEWSL liên quan đến các cộng đồng địa phương trong quá trình cảnh báo sớm bằng cách cung cấp cho họ quyền truy cập vào thông tin nguy cơ sạt lở đất theo thời gian thực và đào tạo về chuẩn bị và ứng phó với thảm họa. Sự tham gia của cộng đồng này giúp nâng cao nhận thức và hiểu biết về các nguy cơ sạt lở đất, đồng thời trao quyền cho cộng đồng địa phương thực hiện các biện pháp chủ động để tự bảo vệ mình.

Thứ ba, hệ thống sử dụng các công nghệ tiên tiến như hình ảnh vệ tinh, cảm biến lượng mưa và máy đo địa chấn để cung cấp thông tin chính xác và kịp thời về nguy cơ trượt lở đất. Cách tiếp cận dựa trên công nghệ này giúp cải thiện độ chính xác và độ tin cậy của các cảnh báo sớm do NEWSL cung cấp.

Cuối cùng, NEWSL thúc đẩy sự phối hợp liên ngành bằng cách tập hợp nhiều cơ quan chính phủ, tổ chức phi chính phủ và các bên liên quan khác tham gia giảm thiểu rủi ro sạt lở đất. Sự phối hợp này giúp đảm bảo rằng hệ thống hoạt động hiệu quả và hiệu quả, đồng thời các nguồn lực được sử dụng theo cách hiệu quả nhất.

Nhìn chung, Hệ thống cảnh báo sớm quốc gia về sạt lở đất (NEWSL) của Nepal là một bước quan trọng nhằm cải thiện việc giảm thiểu rủi ro thiên tai ở Nepal. Bằng cách cung cấp các cảnh báo sớm, liên quan đến cộng đồng địa phương, sử dụng các công

nghe tiên tiến và thúc đẩy sự phối hợp liên ngành, NEWSL giúp cứu sống và giảm tác động của sạt lở đất ở Nepal.

#### 6. Các hệ thống cảnh báo khác

Lũ lụt là loại hình thiên tai phổ biến trên thế giới, vì vậy, hệ thống cảnh báo sớm lũ lụt đã được phát triển ở nhiều quốc gia. Các hệ thống cảnh báo nổi bật như:

##### a. Hệ thống tăng cường nhận thức lũ lụt châu Âu (EFAS) [18]:

Hệ thống này cung cấp những cảnh báo sớm về lũ lụt sắp xảy ra trên khắp châu Âu. Một trong những lợi thế chính của EFAS là khả năng đưa ra cảnh báo sớm về lũ lụt sắp xảy ra. Hệ thống này có thể phát hiện các sự kiện lũ tiềm năng trước tới 10 ngày, cho phép các dịch vụ khẩn cấp và cộng đồng chuẩn bị và ứng phó. EFAS sử dụng các mô hình thời tiết và thủy văn tiên tiến để cung cấp các dự báo lũ có độ chính xác cao. Điều này có nghĩa là các dịch vụ khẩn cấp có thể tin tưởng các dự báo và đưa ra quyết định thông tin tốt hơn về mặt ứng phó và sơ tán.

Hệ thống EFAS bao gồm toàn bộ châu Âu, bao gồm tất cả các quốc gia thành viên EU, cũng như các nước láng giềng. Điều này có nghĩa là các quốc gia có thể không có nguồn lực để phát triển các hệ thống dự báo lũ lụt của riêng họ có thể dựa vào EFAS để đưa ra cảnh báo sớm về các tình hình lũ lụt. Hệ thống được tích hợp với các hệ thống ứng phó khẩn cấp châu Âu khác, chẳng hạn như Trung tâm điều phối ứng phó khẩn cấp châu Âu (ERCC), đảm bảo phản ứng phối hợp trên khắp châu Âu trong trường hợp bị lũ lụt.

Ngoài ra, hệ thống EFA không ngừng phát triển và cải thiện. Ví dụ, gần đây nó đã được nâng cấp để bao gồm các tính năng mới như mô hình dự báo mới cho lũ quét, các kỹ thuật đồng hóa dữ liệu được cải thiện và các công cụ trực quan nâng cao. Nhìn chung, EFA đã thành công lớn kể từ khi được giới thiệu vào năm 2003. Thông qua các dự báo chính xác và đáng tin cậy, hệ thống đã giúp giảm tác động của lũ lụt đối với các cộng đồng trên khắp châu Âu, cứu sống và giảm thiệt hại cho tài sản và cơ sở hạ tầng.

##### b. Hệ thống cảnh báo sớm sạt lở đất ở Thụy Sĩ

Hệ thống cảnh báo sớm (LEWS) của Thụy Sĩ là một hệ thống tiên tiến được thiết kế để đưa ra cảnh báo sớm về nguy cơ sạt lở đất. Hệ thống này dựa trên sự kết hợp của các công nghệ tiên tiến và một phương pháp mạnh mẽ cho phép phát hiện nhanh các mối nguy sạt lở. Phương pháp được sử dụng trong LEWS dựa trên sự kết hợp của giám sát thời gian thực, lập bản đồ nguy cơ, đánh giá các yếu tố bất lợi đối với sạt lở đất và phát triển ngưỡng mưa toàn quốc cho sạt lở đất.

Tại một số các vị trí có nguy cơ cao, một hệ thống sử dụng một mạng lưới các cảm biến, bao gồm đồng hồ đo mưa, máy đo địa chấn và các trạm GPS, để phát hiện những



thay đổi trong môi trường có thể cho thấy nguy cơ lở đất tăng lên. Các cảm biến này được liên kết với một hệ thống máy tính trung tâm phân tích dữ liệu và cung cấp các cảnh báo cảnh báo sớm cho chính quyền địa phương và cộng đồng.

Một trong những lợi thế chính của LEWS là việc sử dụng các kỹ thuật phân tích dữ liệu tiên tiến. Hệ thống sử dụng các thuật toán tinh vi để xử lý dữ liệu từ các cảm biến, cho phép nó xác định ngay cả những thay đổi nhỏ trong môi trường có thể chỉ ra rủi ro lở đất. Hệ thống này cũng có khả năng tích hợp dữ liệu từ nhiều nguồn, chẳng hạn như hình ảnh vệ tinh và mô hình độ cao kỹ thuật số, để tạo ra các bản đồ nguy hiểm chi tiết có thể được sử dụng để thông báo cho việc ra quyết định.

LEWS liên tục được cập nhật và cải thiện, với các cảm biến và thuật toán mới được thêm vào hệ thống trên cơ sở liên tục. Hệ thống cũng có thể tích hợp dữ liệu từ các nguồn khác, chẳng hạn như dự báo thời tiết và khảo sát địa chất, để tăng cường hơn nữa độ chính xác và hiệu quả của nó. Bằng cách đưa ra cảnh báo sớm về các mối nguy hiểm lở đất, hệ thống có thể giúp giảm nguy cơ mất mạng và thiệt hại tài sản. Ngoài ra, hệ thống có thể được sử dụng để lập kế hoạch sử dụng đất, giúp đảm bảo rằng các cộng đồng được chuẩn bị tốt hơn để đối phó với các tác động của lở đất.

Tóm lại, hệ thống cảnh báo sớm sạt lở của Thụy Sĩ là một hệ thống sử dụng công nghệ tiên tiến và một phương pháp mạnh mẽ để đưa ra cảnh báo sớm về các mối nguy hiểm gây lở đất. Các kỹ thuật phân tích dữ liệu nâng cao và cập nhật liên tục của nó làm cho nó trở thành một trong những hệ thống cảnh báo sớm hiệu quả, đặc biệt, mô hình học máy dự đoán nguy cơ sạt lở đất được cập nhật thường xuyên về các sự kiện sạt lở, giúp cho nó có khả năng tự cải thiện độ chính xác của mô hình.

### c. Hệ thống cảnh báo lũ lụt ở Philipin [19]

Smart Rivers là một chương trình ở Philippines sử dụng công nghệ sáng tạo và phương pháp tiếp cận dựa trên cộng đồng để quản lý các lưu vực sông và giảm tác động của lũ lụt. Hệ thống Smart Rivers sử dụng phương pháp tiếp cận tổng hợp để quản lý lưu vực sông, tập hợp các bên liên quan từ chính phủ, xã hội dân sự và khu vực tư nhân để giải quyết cho hàng loạt các vấn đề liên quan đến tài nguyên nước, môi trường và rủi ro lũ lụt.

Hệ thống Smart Rivers tận dụng công nghệ tiên tiến, như thu thập và phân tích dữ liệu thời gian thực, để hỗ trợ việc ra quyết định và cải thiện dự báo và cảnh báo lũ lụt. Công nghệ này giúp cộng đồng chuẩn bị tốt hơn và ứng phó với các sự kiện lũ lụt. Ngoài ra, hệ thống Smart Rivers tập trung mạnh vào sự tham gia và tham gia của cộng đồng, khuyến khích các bên liên quan địa phương đóng góp cho thiết kế, thực hiện và giám sát các dự án.

Ngoài ra, hệ thống còn được tích hợp các chiến lược thích ứng biến đổi khí hậu vào các chương trình của nó, nhận ra sự cần thiết phải chuẩn bị cho các sự kiện ngập lụt thường xuyên và cực đoan hơn trong tương lai. Điều này bao gồm những nỗ lực để cải thiện việc quản lý tài nguyên nước, tăng cường phát triển cơ sở hạ tầng và tăng khả năng chống chịu của cộng đồng. Hệ thống ngày cũng tương tác chặt chẽ với các đơn vị chính quyền địa phương, các tổ chức học thuật và các đối tác phát triển để huy động các nguồn lực và xây dựng năng lực thể chế để quản lý lưu vực sông tích hợp. Cách tiếp cận hợp tác này đã giúp mở rộng chương trình và tăng tác động của nó trên khắp Philippines. Nhìn chung, Smart Rivers ở Philippines đã thành công trong việc thúc đẩy quản lý lưu vực sông tích hợp, tận dụng công nghệ sáng tạo để hỗ trợ việc ra quyết định, tham gia vào các cộng đồng trong thiết kế và thực hiện dự án, thích ứng với biến đổi khí hậu và thúc đẩy quan hệ đối tác và hợp tác giữa các bên liên quan khác nhau.

### ***1.1.2. Tổng quan tình hình xây dựng hệ thống cảnh báo sớm ở Việt Nam***

Tình hình cảnh báo sớm ở Việt Nam gần đây đã có rất nhiều sự thay đổi, một hệ thống cảnh báo ở qui mô quốc gia toàn diện đã được thiết lập, mặc dù hệ thống này được ghép bởi những hệ thống dự báo riêng cho từng loại hình thiên tai, mỗi loại hình lại sử dụng một số các công nghệ khác nhau, tuy nhiên, công tác dự báo, cảnh báo đang ngày càng hoàn thiện và mang lại hiệu quả.

#### **1.1.2.1. Công tác cảnh báo, dự báo thiên tai thuộc hệ thống quốc gia**

Mọi hệ thống dự báo, cảnh báo thiên tai đều sử dụng các dữ liệu đầu vào là các yếu tố khí tượng, thủy văn. Ở Việt Nam được trang bị khá lớn về hệ thống quan trắc, mặc dù chưa đảm bảo về mật độ (chất lượng dữ liệu), tuy nhiên, đây là một trong những nỗ lực rất đáng ghi nhận.

Các thông tin dưới đây được lấy từ Báo cáo Nâng cao năng lực dự báo, cảnh báo các loại hình thiên tai phổ biến giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045 thuộc chương trình Tổng thể phòng chống thiên tai Quốc gia giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045 thực hiện bởi Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn [20].

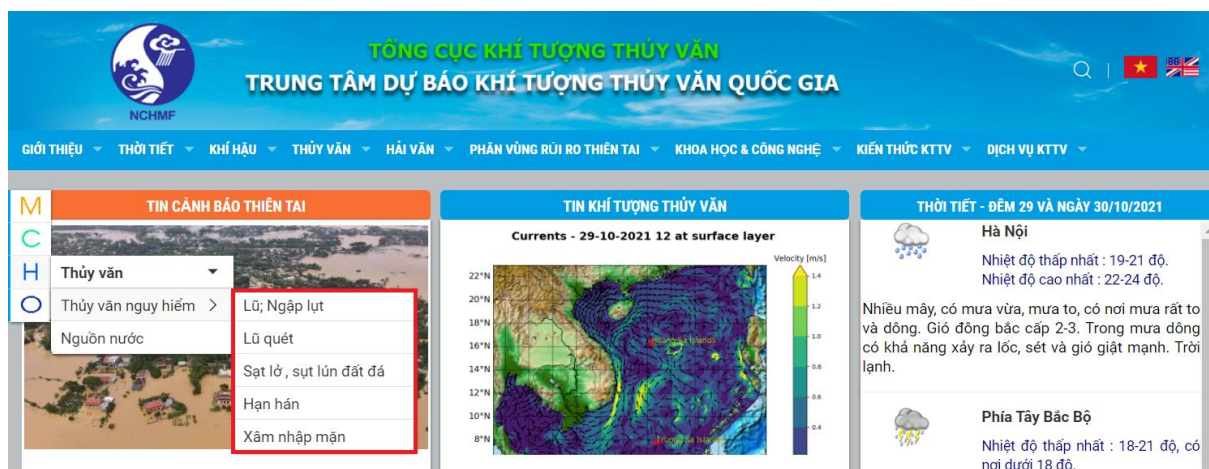
Nước ta có khoảng 200 trạm khí tượng bề mặt, trong đó có 187 trạm khí tượng truyền thống và 13 trạm khí tượng độc lập. Trạm khí tượng nông nghiệp có 29 trạm, trong đó có 27 trạm nằm trong trạm khí tượng hiện có và 02 trạm độc lập. Ngoài ra, có 14 trạm quan trắc bức xạ tích hợp trong các trạm khí tượng hiện có. Mật độ trung bình trạm khoảng 1.900 km<sup>2</sup>/trạm. Trong đó có 29 trạm quan trắc khí tượng nông nghiệp; 14 trạm quan trắc bức xạ mặt trời (mật độ trung bình 23.500 km<sup>2</sup>/trạm). Hiện nay, mật độ quan trắc này còn rất thưa và chưa đảm bảo công tác quan trắc khí tượng bề mặt.

Hệ thống mạng lưới đo mưa trên toàn quốc hiện có 863 điểm/trạm đo tự động. Mật độ trung bình của các trạm vào khoảng 255 km<sup>2</sup>/điểm, phân bố không đều giữa các vùng trong cả nước. Ở đồng bằng Bắc Bộ khoảng 120km<sup>2</sup>/điểm, miền núi cao phía bắc và Tây Nguyên khoảng 300km<sup>2</sup>/điểm, có nơi lên đến 1.000km<sup>2</sup>. Ngoài hệ thống đo mưa quốc gia, Vrain và Agrimedia cũng đầu tư một lượng lớn các trạm đo mưa phục vụ trong các dịch vụ cung cấp thông tin đến các doanh nghiệp và địa phương.

Ngoài ra, ở Việt Nam còn có trạm khí tượng trên cao và radar thời tiết là: 27 trạm, trong đó: 10 trạm radar thời tiết; 06 trạm thám không vô tuyến; 08 trạm đo gió trên cao (Pilot); 03 trạm đo tổng lượng Ô dôn - Bức xạ cực tím. Khoảng cách trung bình giữa các trạm radar thời tiết dao động trong khoảng từ 200-300km.

Số lượng trạm quan trắc đến thời điểm hiện tại so với qui hoạch được duyệt theo Quyết định số 90/QĐ-TTg của Thủ tướng Chính phủ mới chỉ đạt 27,9%. So với một số nước trong khu vực như Trung Quốc, Hàn Quốc thì mật độ trạm vẫn còn thưa, đặc biệt ở những khu vực ven biển, vùng núi Bắc Bộ, Trung Bộ, đây là những khu vực thường xuyên xảy ra lũ quét, sạt lở đất. Mặt khác, số lượng các trạm quan trắc tự động rất thấp, đạt 30% với trạm khí tượng, 49% với trạm thủy văn, đối với hải văn chỉ có duy nhất 02 trạm tự động. Theo khuyến cáo kỹ thuật của Tổ chức Khí tượng thế giới (WMO) thì mật độ trạm của Việt Nam còn rất hạn chế và thực tế là chưa đáp ứng được yêu cầu về quan trắc các yếu tố khí tượng, thủy văn, hải văn cho dự báo, cảnh báo phục vụ công tác chỉ đạo, chỉ huy điều hành phòng, chống thiên tai hiện nay.

Hiện nay, công tác dự báo, cảnh báo các loại hình thiên tai phổ biến được đăng tải trực tiếp trên website của Trung tâm dự báo khí tượng thủy văn Quốc gia. Ngoài ra, dự báo, cảnh báo cháy rừng được thông tin trên website của Cục Lâm nghiệp và báo tin động đất và cảnh báo sóng thần được cung cấp thông tin trên website của Viện Vật lý Địa cầu – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.



Hình 7. Công tác dự báo các loại hình thiên tai quy mô toàn quốc

## 1. Dự báo, cảnh báo lũ, ngập lụt

Hơn thập kỷ trước đây, các bản tin dự báo, cảnh báo thiên tai thủy văn chỉ tập trung vào một loại hình thiên tai là lũ. Hiện nay, các bản tin cảnh báo lũ được đa dạng hóa, chi tiết cảnh báo cả hiện tượng ngập lụt hạ lưu sông, ngập lụt ngập lụt đô thị. Hình thức các bản tin lũ, ngập lụt được cải tiến đa dạng bổ sung các bản đồ, bảng biểu, hình vẽ quá trình lũ. Trong các bản tin dự báo, cảnh báo, ngoài thông tin dự báo thiên tai đã có cảnh báo, dự báo về cấp độ rủi ro thiên tai phục vụ công tác phòng, chống thiên tai, phát triển kinh tế - xã hội. Độ chính xác, tin cậy trong các bản tin dự báo, cảnh báo lũ, ngập lụt ngày càng được nâng cao. Công nghệ dự báo lũ, ngập lụt đã có nhiều thay đổi ứng dụng các mô hình thủy văn, thủy lực có sử dụng nguồn dữ liệu đa dạng từ các trạm quan trắc truyền thống, trạm tự động, dữ liệu ước lượng mưa vệ tinh, từ các mô hình dự báo thời tiết số trị để nâng cao chất lượng và thời hạn dự báo, cảnh báo lũ. Dự báo, cảnh báo lũ trên các sông khu vực miền Trung, Tây Nguyên được thông tin trước 24-48 giờ, khu vực Bắc Bộ trước 3-5 ngày đạt từ 70%-85%.

## 2. Dự báo, cảnh báo lũ quét, sạt lở đất

Trong thời gian vừa qua, công tác cảnh báo lũ quét, sạt lở đất trong hệ thống dự báo KTTV quốc gia đã có nhiều thay đổi từ quy trình, công nghệ và nội dung bản tin dự báo, cảnh báo. Dữ liệu phục vụ công tác cảnh báo lũ quét, sạt lở đất đã sử dụng kết hợp nhiều nguồn dữ liệu tin: tổ hợp được dữ liệu mưa quan trắc, mưa vệ tinh, mưa ước lượng từ radar, mưa dự báo số trị tạo nên bản đồ mưa tổ hợp với độ phân giải 1km x 1km, dữ liệu hiện trạng điểm sạt lở đất, lũ quét, bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất, lũ quét. Bản tin cảnh báo nguy cơ lũ quét, sạt lở đất cảnh báo các khu vực có nguy cơ từ cao đến rất cao, cảnh báo chi tiết đến cấp huyện được thực hiện với tần suất 6 giờ/lần, cung cấp lên cổng thông tin điện tử của Trung tâm Dự báo KTTV Quốc gia. Nội dung bản tin vừa có danh mục bảng các vị trí (huyện, tỉnh) có nguy cơ lũ quét, sạt lở đất kèm theo bản đồ nguy cơ trong 6 giờ tới. Khi xuất hiện các hình thể thời tiết có thể gây mưa lớn, trong điều kiện số liệu và công nghệ hiện nay đã cho phép dự báo sớm được mưa lớn diện rộng ở vùng núi trước 1 - 2 ngày, từ đó cảnh báo được nguy cơ xuất hiện hiện tượng lũ quét, sạt lở đất trên khu vực rộng, nhiều tỉnh.

Bên cạnh đó, Hệ thống dự báo, cảnh báo KTTV quốc gia đã tiệm cận, sử dụng các sản phẩm cảnh báo lũ quét của hệ thống định hướng cảnh báo lũ quét khu vực Đông Nam Á (SEAFFGS) được Hoa Kỳ chuyển giao thông qua Dự án được đầu tư bởi Tổ chức Khí tượng Thế giới làm công cụ hỗ trợ cảnh báo. Hệ thống FFGS cung cấp các thông tin định hướng cảnh báo nguy cơ lũ quét trên các tiểu lưu vực có diện tích từ 20-40km<sup>2</sup>, tạo lập các bản đồ cảnh báo nguy cơ lũ quét, bản đồ lũ quét tiềm năng trong 3 giờ, 6 giờ tới trên toàn bộ lãnh thổ Việt Nam.

### 1.1.2.2. Một số hệ thống cảnh báo sớm các loại hình thiên tai khác

#### 1. *Hệ thống cảnh báo sớm lũ, ngập lũ*

##### a. Lưu vực sông Vu Gia, tỉnh Quảng Nam

Hệ thống là sản phẩm của đề tài: “Hệ hỗ trợ trực tuyến cảnh báo lũ cho lưu vực sông Vu Gia, tỉnh Quảng Nam” do nhà khoa học Nguyễn Kim Lợi làm chủ nhiệm. Đề tài đã xây dựng hệ thống cảnh báo lũ trực tuyến cho lưu vực sông Vu Gia với toàn bộ quy trình vận hành của hệ thống lên website cho đến cảnh báo lũ lụt qua tin nhắn đều được tự động hóa [21].

Hệ thống sử dụng các thông tin trực tuyến thông qua việc ứng dụng GIS, công nghệ truyền thông và mô hình SWAT nhằm xác định vùng có nguy cơ xảy ra lũ, đỉnh lũ thông qua mô hình SWAT, cung cấp Website trực tuyến về tình trạng lũ, hỗ trợ giao diện điện thoại di động, hỗ trợ cộng đồng vùng nguy cơ bằng tin nhắn SMS.

Hệ thống cảnh báo lũ trực tuyến cho lưu vực sông Vu Gia với toàn bộ quy trình vận hành của hệ thống từ thu thập dữ liệu khí tượng thủy văn, truyền dữ liệu, cập nhật vào cơ sở dữ liệu, xử lý theo định dạng SWAT, hiển thị kết quả đầu ra (mức nước, lưu lượng dòng chảy) lên website cho đến cảnh báo lũ lụt qua tin nhắn đều được tự động hóa. Toàn bộ dữ liệu khí tượng thủy văn thu thập từ các trạm đo cùng với kết quả mô phỏng dòng chảy trong SWAT được hiển thị, cập nhật 30 phút/lần lên web nhằm cung cấp thông tin liên tục về diễn biến khí tượng thủy văn trên lưu vực sông Vu Gia đến nhà quản lý cũng như người dân.

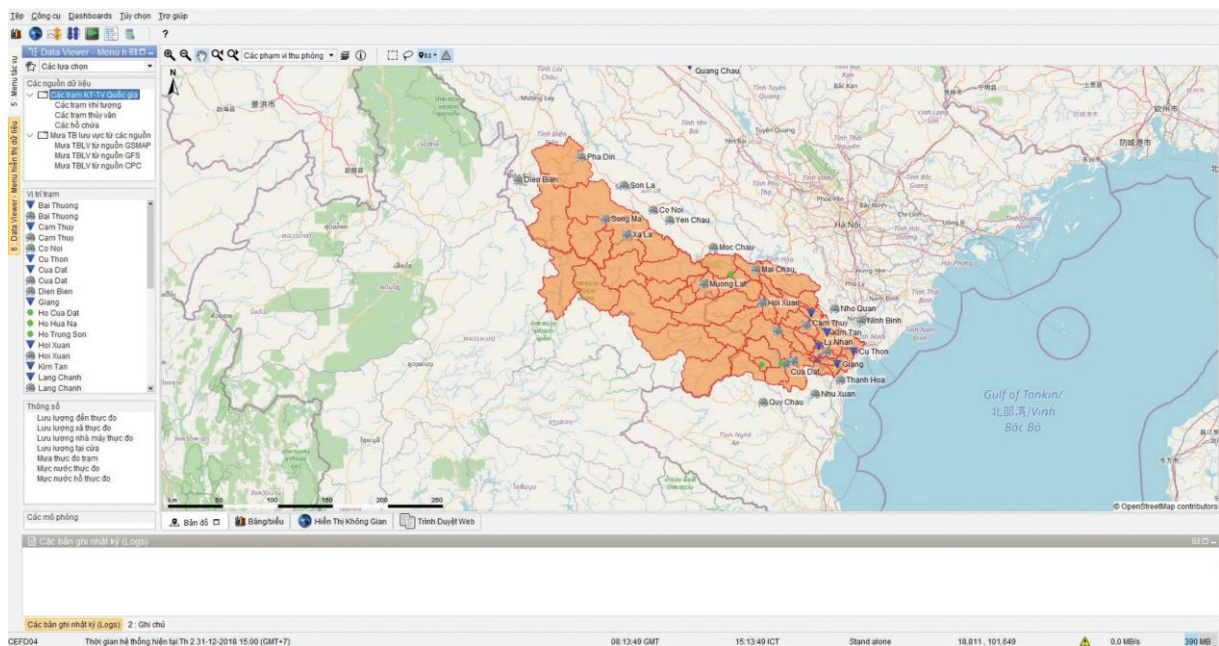
Hệ thống Dự báo và Cảnh báo Ngập lụt Hội An [22] (Hoi An Flood Forecasting and Warning System), nguồn vốn của ADB do Deltares và Haskoning thực hiện từ 01/06/2018 đến 31/12/2018, tuy nhiên hệ thống mới được bàn giao vào năm 2022. Mục tiêu trọng tâm của các dịch vụ được đề xuất là phát triển và dịch vụ dự báo toàn diện trong lưu vực sông VGTB, qua đó có thể giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản do triều cường, lũ sông, lũ quét và sạt lở đất. giảm. Các mục tiêu cụ thể để đáp ứng điều này là: (1) Phân tích hiện trạng và phân tích lỗ hổng, (2) Theo dõi cải tiến mạng lưới, (3) Quyết định hỗ trợ sử dụng hiệu quả các biện pháp giảm nhẹ lũ lụt, (4) Phát triển hệ thống cảnh báo lũ lụt và truyền thông khủng hoảng, (5) Quy trình xử lý khủng hoảng lũ lụt và sự gắn kết thể chế của chúng, (6) Hỗ trợ thể chế, chuyển giao công nghệ và năng lực. Những mục tiêu này được liên kết rõ ràng với chủ đề ngành 'cải thiện quản lý lưu vực sông và cửa sông an toàn'. Việc thiết lập các dịch vụ dự báo trong lưu vực sông VGTB sẽ dẫn đến tình trạng an toàn hơn và tích hợp lồng ghép thể chế sẽ cải thiện thủ tục quản lý lưu vực.

b. Lưu vực sông Mã, Thanh Hóa

Có một hệ thống phân tích lũ tích hợp IFAS được ứng dụng để dự báo lũ cho thượng nguồn sông Mã tỉnh Thanh Hóa. Lưu vực sông Mã là một trong những vùng có lượng mưa lớn và thường xuyên chịu ảnh hưởng của các hệ thống thời tiết lớn như bão, áp thấp nhiệt đới (ATNĐ), dải hội tụ nhiệt đới (DHTNĐ), rãnh áp thấp, gió mùa đông bắc... gây ra những đợt mưa lớn kéo dài. Do mưa lớn, lũ trên sông Mã thường lên nhanh và rất phức tạp.

IFAS là hệ thống phân tích lũ - dòng chảy do Trung tâm Quốc tế về quản lý thiên tai và rủi ro tài nguyên nước (ICHARM – Nhật Bản) phát triển như một bộ công cụ nhằm dự báo lũ hiệu quả và phù hợp hơn cho các nước đang phát triển. Hệ thống này có khả năng cung cấp giao diện để nhập dữ liệu mưa đầu vào không chỉ sử dụng dữ liệu từ vệ tinh mà cả số liệu mưa quan trắc bề mặt, cũng như các chức năng GIS nhằm thiết lập mạng lưới sông ngòi và ước tính các thông số của cơ chế phân tích dòng chảy mặc định và giao diện hiển thị kết quả đầu ra [23].

Ngoài ra, Đề tài TN.20.20: “Nghiên cứu tích hợp hệ thống Delft-FEWS trong việc nâng cao hiệu quả dự báo lũ” được thực hiện bởi Nguyễn Xuân Lộc, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên đã sử dụng hệ thống Delft-FEWS để dự báo lũ cho lưu vực sông Mã [23]. Hệ thống hỗ trợ dự báo được cấu hình để thu thập bổ sung tự động các nguồn số liệu tái phân tích và dự báo bao gồm: Số liệu mưa dự báo GFS hạn 10 ngày, số liệu dự báo số trị WRF-CEFD hạn 7 ngày, số liệu mưa vệ tinh GSMaP (cập nhật hàng giờ), dữ liệu mưa thực đo từ mạng lưới quan trắc (21 trạm khí tượng, 20 trạm thủy văn, 11 trạm đo mưa), dữ liệu vận hành hồ chứa (lưu lượng đến, lưu lượng xả, mực nước thượng lưu 03 hồ lớn: Hòa Na, Cửa Đạt, Trung Sơn), dữ liệu mực nước thực đo tại các trạm thủy văn: Cửa Đạt, Xuân Khánh, Xã Là, Mùng Lát, Hồi Xuân, Cẩm Thủy, Lý Nhân, Giàng...



Hình 8. Giao diện hệ thống Delft-FEWS dự báo lũ cho lưu vực sông Mã

Mô hình thủy văn sử dụng bao gồm 2 mô hình: MIKE NAM và WFLOW. Các mô hình này được hiệu chỉnh và kiểm định, mô hình thủy lực sử dụng là mô hình MIKE11. Các dự báo viên có thể quan sát, đánh giá, thảo luận về các kết quả được hiển thị trên hệ thống hoặc từ các tệp số liệu được xuất ra, từ đó đưa ra các dự báo cuối cùng trong bản tin.

Lê Thế Cường [25] và nhóm nghiên cứu của Phòng TNTĐ (2020) đã triển khai thực hiện đề tài “Ứng dụng công nghệ thiết lập hệ thống cảnh báo lũ sớm và ứng phó lũ lớn, lũ khẩn cấp lưu vực sông Ka Long, thành phố Móng Cái, tỉnh Quảng Ninh”. Đề tài đã phát triển bộ công cụ cảnh báo trực tuyến lũ lụt cho lưu vực sông Ka Long trên nền GIS kết hợp với mô hình thủy văn HEC-HMS, mô hình thủy lực HEC-RAS và tích hợp thành Bộ công cụ hoàn chỉnh RT\_FEWS 1.0 (Real Time Flood Early Warning and Forecast System) để cảnh báo nguy cơ lũ lụt cho lưu vực sông Ka Long, thành phố Móng Cái, tỉnh Quảng Ninh. Hệ thống cảnh báo sớm nguy cơ lũ lưu vực sông Ka long bao gồm: 02 trạm đo mưa tự động, 02 trạm đo mực nước tự động, 03 trạm loa phát tin cảnh báo, 01 máy chủ và phần mềm tự động thu thập, phân tích, xử lý số liệu mưa, mực nước, phần mềm tự động tính toán, mô phỏng quá trình lũ từ mưa, diễn toán lũ trên sông Ka Long và xây dựng bản đồ ngập lụt, phần mềm tự động truyền tin và phát tin cảnh báo qua hệ thống loa cảnh báo và sms. Toàn bộ quá trình thu nhận dữ liệu mưa, mực nước đến phân tích xử lý số liệu, tính toán mô phỏng được tự động và hiển thị kết quả trên màn hình máy chủ, thời gian tính toán mô phỏng ngắn, đáp ứng công tác cảnh báo lũ trên lưu vực sông Ka Long. Đến nay toàn bộ hệ thống đã được bàn giao cho Ban Chỉ huy PCTT&TKCN thành phố Móng Cái, tỉnh Quảng Ninh. Sản phẩm đã được nghiệm

thu và đưa vào sử dụng, nhưng có hạn chế là chưa được tích hợp hiển thị kết quả lên trang Web điều hành phòng chống thiên tai.

c. Lưu vực sông Đồng Nai – Sài Gòn

Năm 2015, Cơ quan phát triển Pháp (AFD) đã tài trợ dự án hỗ trợ kỹ thuật Nghiên cứu đề xuất giải pháp tổng thể kiểm soát ngập lũ lưu vực sông Đồng Nai, dự án có 05 hợp phần bao gồm [26]:

- Hợp phần WP1: Hệ thống thông tin lũ lưu vực (FIS);
- Hợp phần WP2: Đánh giá nguy cơ ngập lụt;
- Hợp phần WP3: Đánh giá tính dễ tổn thương và rủi ro về kinh tế;
- Hợp phần WP4: Đánh giá các biện pháp kiểm soát lũ hiện có để xây dựng khung quản lý rủi ro lũ tổng hợp;
- Hợp phần WP5: Phổ biến kết quả - Đào tạo.

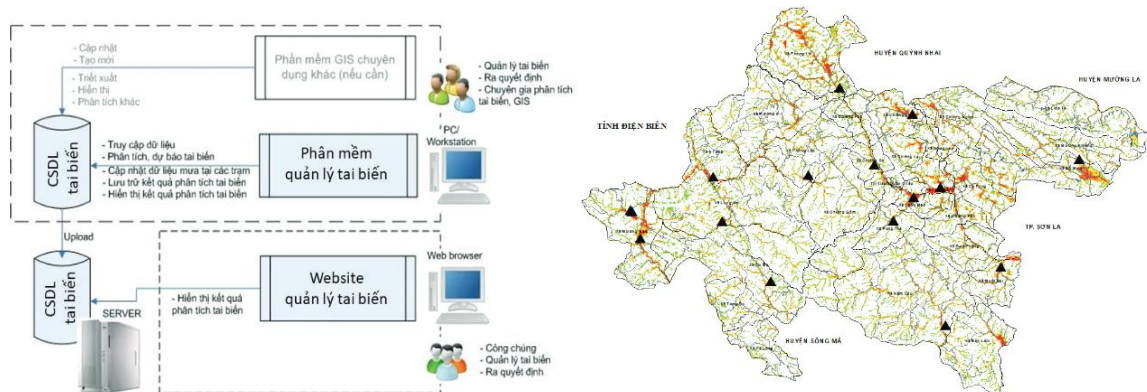
Dự án kết thúc năm 2017, sản phẩm chính của hợp phần WP1 là thiết lập hệ thống thông tin lũ (FIS) cho lưu vực sông Sài Gòn – Đồng Nai; Mô hình quản lý rủi ro lũ bền vững; Khung quản lý rủi ro lũ tổng hợp. Trong đó, FIS có thể kết nối và chạy trên mạng Internet với các công cụ tính toán khác như mô hình thủy lực (Telecmac), mô hình thủy văn (MARINE) trong việc dự báo và cảnh báo lũ cho toàn bộ lưu vực.

2. Hệ thống cảnh báo lũ quét

Với hệ thống cảnh báo lũ quét, đa phần các nghiên cứu xây dựng hệ thống tập trung vào các lưu vực nhỏ mà hầu hết chưa có trên quy mô lớn. Phương pháp xây dựng hệ thống chủ yếu sử dụng mô hình thủy văn để cảnh báo riêng cho từng lưu vực hoặc sử dụng trạm quan trắc mực nước nhằm cảnh báo nguy cơ lũ quét cho hạ du.

a. Hệ thống cảnh báo sớm lũ quét tại huyện Thuận Châu, tỉnh Sơn La

Đây là sản phẩm của đề tài “Nghiên cứu xây dựng mô hình và hệ thống dự báo thời tiết vùng và cảnh báo nguy cơ lũ quét, cháy rừng và sâu bệnh nông nghiệp cấp huyện vùng Tây Bắc” do nhà nghiên cứu Nguyễn Ngọc Thạch làm chủ nhiệm.



Hình 9. Hệ thống cảnh báo lũ quét huyện Thuận Châu, tỉnh Sơn La



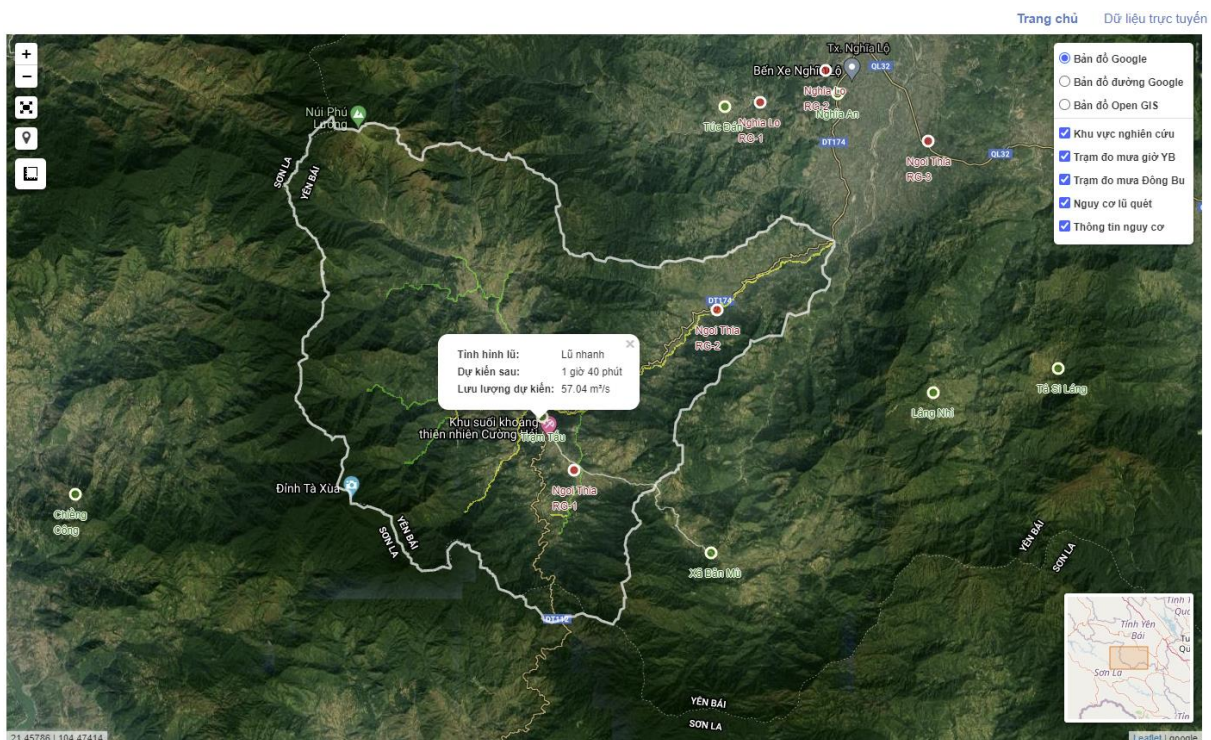
Hệ thống này sử dụng lượng mưa dự báo 1 ngày (hoặc từ 2-6) ngày kết hợp với bản đồ nguy cơ lũ (chưa có mưa) để xác định nguy cơ lũ quét tương ứng với ngưỡng phát sinh lũ quét là 150mm/ngày.

b. Hệ thống cảnh báo lũ quét Trạm Tấu, tỉnh Yên Bái

Là sản phẩm của đề tài “Nghiên cứu thử nghiệm hệ thống cảnh báo lũ, lũ quét trên nền WebGIS cho lưu vực sông Nghĩa Lộ, huyện Trạm Tấu, tỉnh Yên Bái” do Lê Văn Thìn làm chủ nhiệm [27] đã xây dựng một hệ thống cảnh báo lũ quét trực tuyến, giúp người dân và chính quyền địa phương có những thông tin cần thiết về nguy cơ lũ quét, từ đó đưa ra quyết định nhằm giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản trong những khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng bởi loại hình thiên tai phổ biến này.

Nghiên cứu đề xuất cơ sở khoa học thiết lập hệ thống cảnh báo lũ, lũ quét bao gồm lựa chọn địa điểm, yêu cầu hệ thống, phương thức cảnh báo, quy mô cảnh báo và thiết lập các mức cảnh báo và xây dựng giao diện quản lý, vận hành hệ thống cảnh báo lũ, lũ quét trên nền Web-GIS. Phương pháp chính của quá trình cảnh báo là tính toán các tham số thủy văn như lưu lượng đỉnh lũ, thời gian tập trung và vận tốc bình quân để đưa ra chỉ số nguy cơ lũ quét tại từng điểm.

Điểm đặc biệt của hệ thống này là mỗi điểm trên lưu vực (phạm vi nghiên cứu) được xem là cửa ra của một lưu vực hoàn chỉnh, toàn bộ quá trình tính toán cho điểm đó là các thông số đại diện cho lưu vực đó (có hàng chục ngàn lưu vực được tính toán đồng thời trong cùng một phép tính).



Hình 10. Hệ thống cảnh báo nguy cơ lũ quét lưu vực Trạm Tấu

Hệ thống cảnh báo sớm lũ, lũ quét trên nền WebGIS là một hệ thống hoàn chỉnh, có khả năng hiển thị các yếu tố cần thiết về thông tin lũ như lượng mưa, ngưỡng cảnh báo, tình trạng lũ lụt và thời gian truyền lũ. Hệ thống có khả năng tính toán và hiển thị nguy cơ lũ, lũ quét theo thời gian thực hoặc theo các kịch bản giả định phục vụ dự báo.

c. Công cụ cảnh báo nguy cơ sinh lũ, lũ quét cho lưu vực sông Ngòi Thia

Với cách tiếp cận tương tự như hệ thống FFGS, nghiên cứu sử dụng ngưỡng nguy cơ xuất hiện lũ quét (FFT) để cảnh báo nguy cơ. Đây là sản phẩm của đề tài “*Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn cảnh báo, dự báo đa thiên tai do mưa kích hoạt. áp dụng thử nghiệm tại lưu vực điển hình*” do Trịnh Thu Phương làm chủ nhiệm (mã số TNMT.2018.05.29) [28]. Một quan điểm tiếp cận mới trong cảnh báo nguy cơ lũ quét ở nghiên cứu này sử dụng là xem mỗi ô lưới là một cửa ra của một lưu vực hoàn chỉnh. Các tham số tính toán được tính cho lưu vực ô lưới, tuy nhiên, các thuật toán được trình bày trong hệ thống này phần lớn là từ sản phẩm của hệ thống FFGS (cho toàn bộ Việt Nam).

d. Hệ thống cảnh báo lũ ống, lũ quét và sạt lở đất tại các huyện Miền núi tỉnh Thanh Hóa

Hệ thống được xây dựng nhằm cảnh báo lũ ống, lũ quét và sạt lở đất tại một số huyện miền núi tỉnh Thanh Hóa dựa vào quan trắc lượng mưa và mực nước sông [27]. Quá trình cảnh báo lũ ống, lũ quét được thực hiện theo thời gian thực, trên thực tế, hệ thống chỉ đưa ra các cảnh báo về lượng mưa và những thông tin chung về nguy cơ lũ quét mà chưa đánh giá được khả năng xảy trên thực tế.

3. *Hệ thống cảnh báo sạt lở*

Khác với quản lý lũ và lũ quét, sạt lở đất được xem xét các yếu tố nội tại, vì vậy, có thể quản lý theo địa giới hành chính thay vì lưu vực, trong các nghiên cứu ở Việt Nam, đa phần là tập trung xác định nguy cơ sạt lở theo kịch bản có sẵn (xây dựng bản đồ nguy cơ) mà rất ít xây dựng hệ thống cảnh báo theo thời gian thực. Một số hệ thống được tích hợp chung kết hợp với hệ thống cảnh báo lũ quét như hệ thống ở Thanh Hóa, hệ thống ở Bản Khoang, Sa Pa.

Hệ thống cảnh báo lũ quét, sạt lở đất ở Bản Khoang, Sa Pa [28] là một giải pháp giám sát và cảnh báo sớm mất ổn định mái dốc và đo đạc dịch chuyển lũ bùn đá dựa trên công nghệ mới nhất tích hợp cảm biến đo áp lực nước lỗ rỗng, đo phát xạ âm, quán tính, mạng diện rộng năng lượng thấp, trí tuệ nhân tạo trên vi xử lý siêu tiết kiệm năng lượng..., một cách tiếp cận hiệu quả để phát hiện các chuyển động của mái dốc và lũ bùn đá và sau đó thông báo/báo động cho người dùng. Đây là một hệ thống giám sát mái dốc đơn giản, hiệu quả, chi phí thấp để cảnh báo các vụ sạt lở đất và lũ bùn đá sắp xảy

ra, có thể được ứng dụng vận hành rộng rãi ở các khu vực đồi núi phía Bắc và miền Trung Việt Nam. Mạng lưới cảm biến và báo động được thiết kế theo mô hình “cắm và chạy”, có thể được lắp đặt bởi cộng đồng người dân địa phương. Thông tin đo đạc sẽ được truyền về các trung tâm phân tích sử dụng siêu máy tính để học và tạo ra các chỉ số giới hạn báo động bởi hệ thống trí tuệ nhân tạo học sâu (deep learning) và tự động cập nhật vào hệ thống tại hiện trường. Các cảm biến đo lường mới đã được thiết kế và sản xuất bởi công ty trong nước với chi phí giới hạn ở mức vài trăm đô la (Mỹ), lắp đặt giống như đặt ống bơm nước ngầm (không cần máy khoan đắt tiền) và tự động vận hành sử dụng năng lượng mặt trời hầu như không mất chi phí bảo dưỡng. Việc sử dụng phương pháp tiếp cận cảnh báo sớm này triển khai ở các khu dân cư, công trình xây dựng nằm trong khu vực có thể bị tác động bởi sạt lở đất và lũ bùn đá sẽ làm giảm số người chết và thiệt hại về tài sản. Các dữ liệu đo đạc cũng cho phép cơ quan quản lý đánh giá nguy cơ để ưu tiên hiệu quả các nguồn lực về tài chính quy hoạch dịch chuyển các khu dân cư hoặc sửa chữa gia cố an toàn các công trình xây dựng như đường giao thông trong khu vực rừng núi.



Hình 11. Hệ thống cảnh báo lũ quét, sạt lở đất ở Bản Khoang, Sa Pa

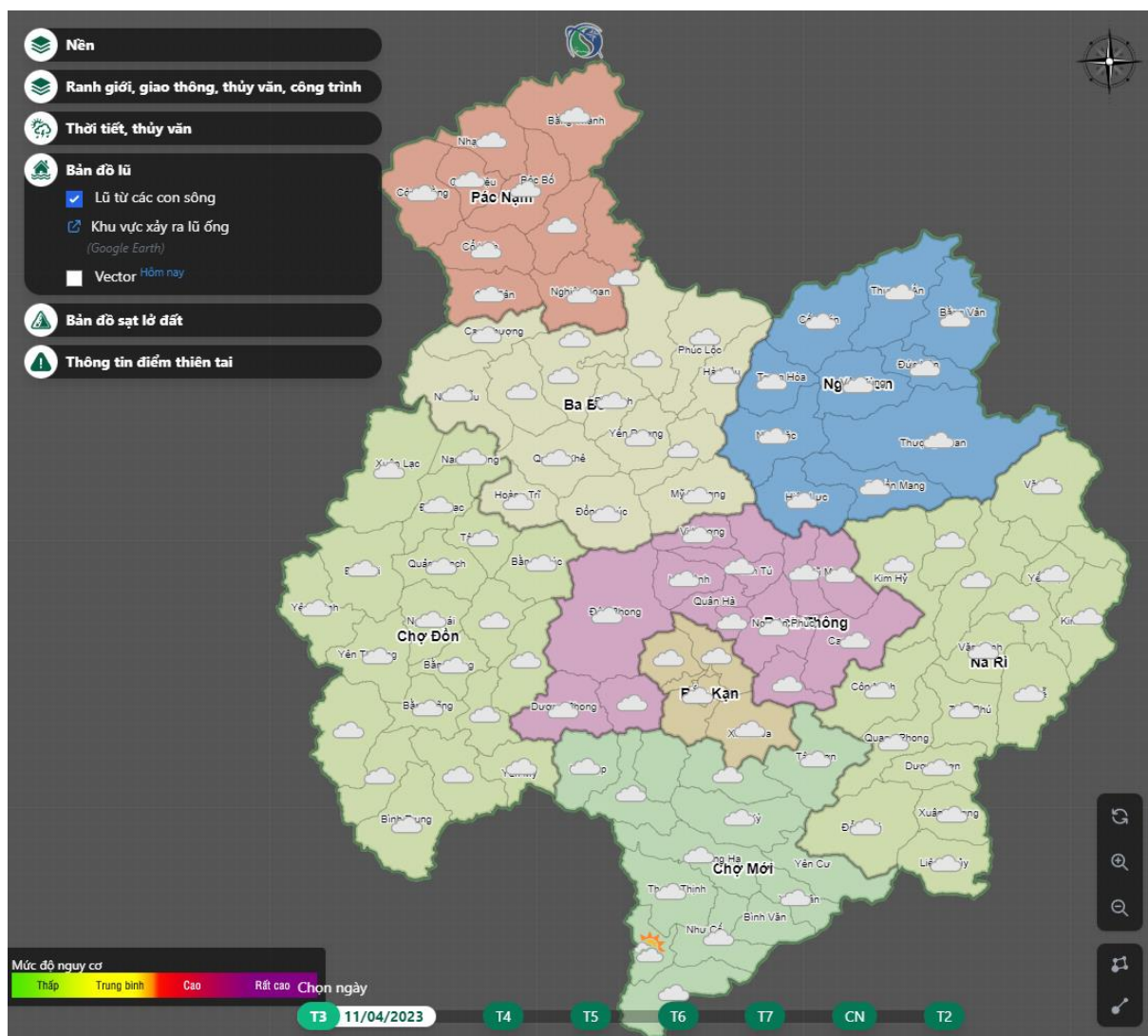
Đề tài “Nghiên cứu dự báo nguy cơ tai biến trượt lở mái dốc dọc các tuyến giao thông trọng điểm miền núi tỉnh Quảng Nam và đề xuất giải pháp ứng phó” [31], mã số đề tài ĐTĐL.CN-23/17 do PGS. TS Đỗ Minh Đức làm chủ nhiệm, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại Học Quốc Gia Hà Nội là cơ quan chủ trì thực hiện đề tài. Đề tài được nghiên cứu hai mục tiêu chính: (1) Đánh giá được hiện trạng, xác định nguyên nhân và dự báo nguy cơ trượt lở mái dốc dọc các tuyến giao thông trọng điểm miền núi tỉnh Quảng Nam; (2) Đề xuất các giải pháp ứng phó, giảm thiểu thiệt hại do tai biến trượt lở mái dốc dọc các tuyến giao thông trọng điểm vùng nghiên cứu và có khả năng áp dụng

cho các vùng có điều kiện tương tự. Kết quả sau nghiên cứu của nhiệm vụ KH&CN đã xây dựng, lắp đặt thành công hai hệ thống quan trắc hiện trường trượt lở quy mô lớn được lắp đặt tại thị trấn Khâm Đức (huyện Phước Sơn) và Tắc Pô (huyện Nam Trà My), sáu trạm đo mưa tại A Tiêng (huyện Tây Giang), Prao (huyện Đông Giang), Bến Giằng (huyện Nam Giang), Tiên Hiệp (huyện Tiên Phước), Phước Mỹ (huyện Phước Sơn), Tắc Pô (Nam Trà My) và một trung tâm xử lý cảnh báo sớm nguy cơ trượt lở quy mô lớn trên nền tảng IoT và điện toán đám mây. Đã ghi nhận 375 khối trượt trên 15 tuyến đường giao thông trọng điểm miền núi tỉnh Quảng Nam gồm đường Hồ Chí Minh, 6 tuyến quốc lộ và 8 tuyến tỉnh lộ. Các khối trượt có thể tích lớn đến cực kỳ lớn chiếm tới 32% gây ra nhiều thiệt hại nghiêm trọng về người và tài sản như các tuyến đường 40B, 24C, 14E và đường Hồ Chí Minh. Áp dụng các phương pháp phân tích thống kê và mô hình học máy, đề tài đã xây dựng được ma trận cảnh báo sớm nguy cơ trượt lở kết hợp giữa nguy cơ trượt lở của các đoạn đường với ngưỡng mưa gây trượt lở. Trên 15 tuyến đường đã phân loại thành 480 đoạn đường có nguy cơ trượt lở trong đó có 47 đoạn có nguy cơ trượt lở cao và 189 đoạn có nguy cơ trượt lở rất cao.

Đề tài “Nghiên cứu xây dựng công cụ cảnh báo nguy cơ sạt lở đất trên diện rộng do mưa (áp dụng để cảnh báo sạt lở đất cho một số xã ở Quảng Trị)” được thực hiện bởi ThS. Lê Văn Thìn, Phòng thí nghiệm trọng điểm Quốc gia về động lực học sông biển thực hiện từ 4/2022 đến 12/2022 với mục tiêu như sau: (1) Xác định được phương pháp, công cụ tính toán cảnh báo nguy cơ sạt lở đất do mưa trên diện rộng, (2) Áp dụng thí điểm phương pháp, công cụ để cảnh báo nguy cơ sạt lở đất do mưa trên diện rộng cho một số xã ở tỉnh Quảng Trị. Đề tài đã xây dựng cơ sở khoa học về phương pháp, bộ công cụ tính toán nguy cơ sạt lở đất dựa trên 9 yếu tố: lớp mưa hiệu quả của một trận mưa (m) và vận tốc trung bình lưu vực (m/s). Trong đó, 9 yếu tố độc lập được xây dựng, chuẩn hóa ở độ phân giải 20m bao gồm: cao độ, độ dốc, độ cong (theo 2 phương), chỉ số NDVI, các lớp kết cấu đất, hình dạng địa hình, chỉ số ẩm địa hình và lượng mưa. Phương pháp nghiên cứu được sử dụng là phương pháp phân tích không gian kết hợp với mô hình học máy. Đề tài đã sử dụng ngôn ngữ lập trình để giải quyết khối lượng lớn xử lý tính toán của phương pháp này. Công cụ xử lý tính toán chủ yếu sử dụng các thư viện GIS có sẵn và toàn bộ khối lượng tính toán đều được xử lý dựa trên mảng 2 chiều với mỗi giá trị pixel là một phần tử của mảng. Ưu điểm của lưu vực ô lưới là xét đến khả năng phân bố không gian của các dữ liệu tính bao gồm cả các đặc trưng lưu vực và giá trị mưa quan trắc. Trên cơ sở khoa học đã được xây dựng, đề tài đã phát triển thành một bộ công cụ tính toán và cảnh báo nguy cơ sạt lở đất.

### 1.1.3. Tình hình cảnh báo sớm thiên tai tại tỉnh Bắc Kạn và trên khu vực nghiên cứu

Hiện nay, Bắc Kạn đã đầu tư xây dựng một hệ thống cảnh báo thiên tai [32] tích hợp trong hệ thống dự báo, cảnh báo của Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Bắc Kạn tại website có tên miền là <https://kttvbackan.gov.vn/ban-do-gis>.



Hình 12. Hệ thống cảnh báo lũ, sạt lở đất tỉnh Bắc Kạn

Hệ thống này được cập nhật thông tin trực tuyến, chủ yếu là các thông tin về tình hình lượng mưa và nhiệt độ.

Bên cạnh đó, Bắc Kạn vừa mới xây dựng một hệ thống thông tin ngành nông nghiệp tỉnh Bắc Kạn, tập trung vào thành lập cơ sở dữ liệu chung cho ngành nông nghiệp, trong đó có tích hợp thông tin thời tiết, thiên tai (về thiệt hại).

## 1.2. Tổng quan tình hình nghiên cứu mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai

### 1.2.1. Các mô hình ứng phó với thiên tai dựa vào cộng đồng trên thế giới

Trên thế giới có nhiều mô hình ứng phó với thiên tai, quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng thành công. Trong khuôn khổ đề tài này nhóm thực hiện rà soát một số những mô hình có điều kiện tương tự gần gũi mà Việt Nam có thể tham khảo/ áp dụng được, chi tiết như sau:

#### 1. Mô hình BOKOMI (Nhật Bản)

Là một mô hình giảm thiểu rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng, được thực hiện tại thành phố Kobe, Hyogo, Nhật Bản. Từ các bài học kinh nghiệm rút ra từ đợt động đất Great Hanshin-Awaji (xảy ra năm 1995 với 6,8 độ Richter ở phía nam tỉnh Hyogo, Nhật Bản, gây tàn phá trên diện rộng và cướp sinh mạng của ít nhất 6.400 người) mô hình BOKOMI đẩy mạnh ý tưởng “tự giúp bản thân” theo đó người dân tự tìm cách bảo vệ bản thân, thực hiện các cuộc diễn tập giảm nhẹ rủi ro cũng như đẩy mạnh ý tưởng “giúp đỡ lẫn nhau” theo đó người dân bảo vệ thị trấn của mình cùng với cộng đồng và hàng xóm. Tham gia mô hình giúp củng cố năng lực quản lý thiên tai và nâng cao tính chống chịu của cộng đồng, người dân Nhật Bản chủ động, có sự chuẩn bị kỹ lưỡng để ứng phó khi có thiên tai xảy ra. Đồng thời luôn có sự đồng hành của chính quyền Nhật Bản hỗ trợ người dân về vật chất, phương tiện, cách thức tổ chức trong phòng chống thiên tai.



Hình 13. Học sinh thành phố Kobe được tập huấn, tham gia cuộc diễn tập chống thảm họa, thiên tai

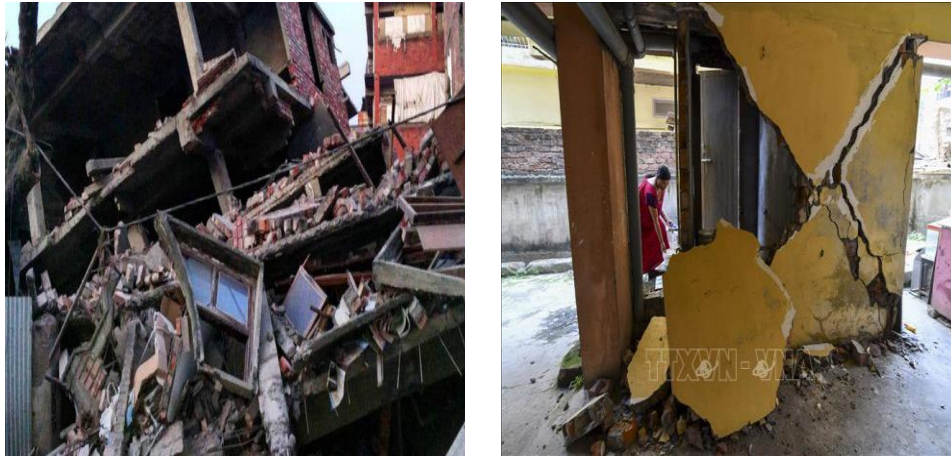
#### 2. Mô hình quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng ở Ấn Độ:

Ấn Độ là một trong những nước ở Châu Á thường xuyên xảy ra thiên tai. Ngày 26 tháng 1 năm 2001, trận động đất có cường độ mạnh thứ hai trong tất cả những trận động đất từng ghi nhận được ở Ấn Độ xảy ra tàn phá Bang Gujarat - một bang miền Tây Ấn Độ - với cường độ 6,9 độ Richter và làm hơn 13.800 người chết. Khoảng 600.000 người bị mất nhà cửa và tổng thiệt hại tài sản lên tới 2,1 tỷ đô la. Thiệt hại to lớn về người và tài sản mà thiên tai gây ra những năm gần đây đã buộc Chính phủ Ấn Độ phải định

hướng lại chính sách về thiên tai, tập trung hướng tới mục đích lâu dài trong đó thực hiện một chương trình quản lý thiên tai toàn diện và cải thiện năng lực phòng ngừa và ứng phó với thiên tai. Chính phủ cũng tập trung nỗ lực biến thảm kịch thành cơ hội: các chính sách giảm nhẹ rủi ro do thiên tai cơ bản của Ấn Độ tập trung vào nâng cao năng lực thể chế và huy động nguồn lực ở tất cả các cấp (đặc biệt là năng lực phòng ngừa và tham gia phòng chống thiên tai của cộng đồng dân cư) để hỗ trợ thực hiện chính sách có liên quan.

Ở cấp quốc gia, Chính phủ Ấn Độ chuyển giao trách nhiệm quản lý thiên tai từ Bộ nông nghiệp sang cho Bộ Nội vụ. Đây là một nỗ lực nhằm tiến xa hơn trọng tâm truyền thống của quản lý thiên tai chỉ là cung cấp lương thực và nông nghiệp. Đây là một phần trong động thái lớn hơn và lồng ghép công tác quản lý thiên tai trong nội bộ Chính phủ và chuyển từ đối phó sang phòng ngừa và quản lý rủi ro.

Ở cấp bang, bốn thể chế mới ra đời. Ví dụ tại bang Gujarat, Ban quản lý thiên tai cấp bang (GSDMA) được thành lập để lãnh đạo công tác phục hồi và trở thành Cơ quan phòng chống và quản lý thiên tai của bang. Trong GSDMA có một đơn vị chuyên về tập huấn và nghiên cứu, được gọi là Viện Quản lý Thiên tai Gujarat. Ở cấp thấp hơn, vai trò của cộng đồng là những người đầu tiên ứng phó với thiên tai được công nhận. Trên thực tế chính sách quản lý thiên tai của Ấn Độ đã nhấn mạnh vai trò và trách nhiệm của cộng đồng với sự gắn kết cao hơn với cấp huyện và bang. Ban do các quan chức cao cấp của chính quyền bang quản lý, kết nối với các ban ngành liên quan và có quyền hạn thực thi và tài chính độc lập trong giải ngân ngân sách. Một phần khác trong giai đoạn phục hồi là dự phòng cho cộng đồng trong quản lý thiên tai. Các nhóm phụ trách cảnh báo sớm, tìm kiếm cứu nạn và sơ cấp cứu được thành lập và củng cố ở cấp thôn bản. Một chiến dịch truyền thông giáo dục nâng cao nhận thức rộng rãi cho cộng đồng thực hiện qua nhiều loại phương tiện thông tin đại chúng để tạo dựng nhận thức về phòng ngừa thiên tai, bảo hiểm, các cách thức xây dựng kháng chịu được nhiều loại thiên tai, và các chủ đề liên quan khác. Chính quyền quốc gia, bang và huyện đã được chuẩn bị tốt hơn cho các tình huống thiên tai tương lai sau những bài học từ trận động đất Gujarat.



Hình 14. Trận động đất cường độ 6,9 độ Richta, tàn phá nhà cửa ở Ấn Độ

Nhìn chung qua rà soát tổng quan các mô hình phòng chống thiên tai dựa vào cộng đồng cho thấy, ở mỗi nơi, mỗi nước có cách áp dụng khác nhau và hình thức này cũng tương đối phổ biến đối với nhiều nước trên thế giới, Hai mô hình đã được rà soát ở trên là tại những quốc gia có điều kiện khá gần gũi mà Việt nam nói chung và Bắc Kạn nói riêng để có thể tham khảo.

Nhật Bản là một trong các quốc gia bị ảnh hưởng nặng nề nhất bởi thiên tai do vậy những kinh nghiệm và kỹ thuật của Nhật Bản rất hữu ích cho Việt Nam. Năm 2019, nằm trong khuôn khổ hợp tác giữa Việt Nam và Chính phủ Nhật Bản, UNICEF tiếp tục hoạt động trong lĩnh vực giảm nhẹ rủi ro thiên tai bằng cách củng cố năng lực quản lý thiên tai và nâng cao tính chống chịu của các cộng đồng người dân Việt Nam, trong đó có việc thực hiện mô hình BOKOMIN (đã nêu ở trên) tại tỉnh Ninh Thuận. Các mô hình quản lý thiên tai của Nhật Bản được thực hiện tại Việt Nam thành công thì các kiến thức hữu ích sẽ được chia sẻ tạo thành sức mạnh tổng hợp giúp cho hai quốc gia cải thiện và củng cố sức mạnh quản lý thiên tai của mình.



Hình 15. Mô hình Bokomin được thực hiện tại tỉnh Ninh Thuận



### ***1.2.2. Các mô hình ứng phó với thiên tai dựa vào cộng đồng tại Việt Nam***

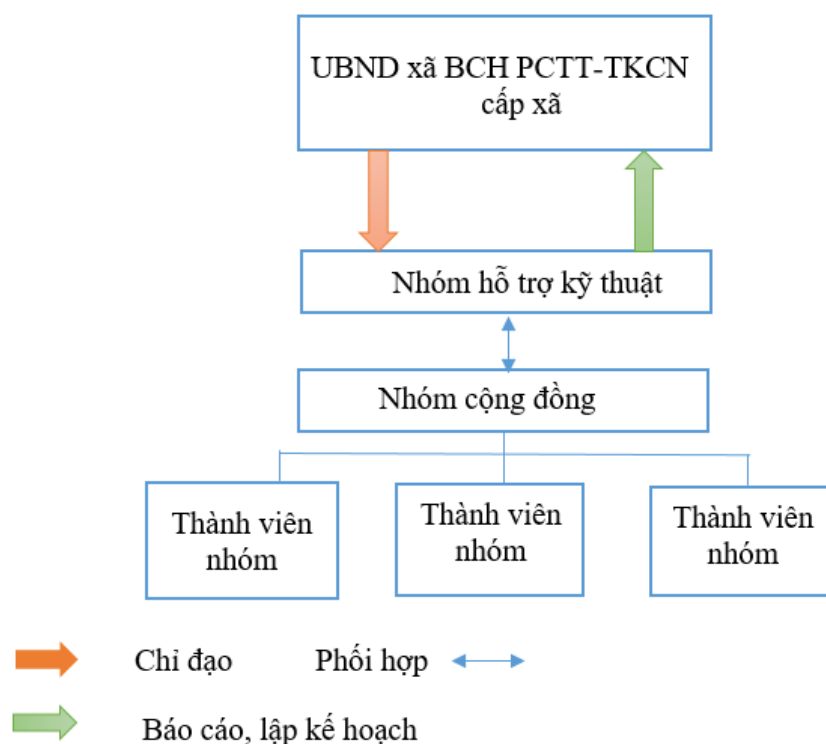
Tại Việt Nam vai trò của cộng đồng trong việc tham gia phòng chống thiên tai đã có từ rất lâu, thời khởi thủy dựng nước trong việc phòng, chống lũ lụt đã huy động người dân đắp đê sông ngăn lũ, người dân đã đóng góp vai trò chủ yếu, phát huy được vai trò bảo vệ lợi ích cho chính mình, góp phần thúc đẩy phát triển kinh tế-xã hội. Gần đây nhà nước đã thể chế hóa qua các Nghị định, Thông tư, nhấn mạnh người dân mới thực sự là chủ thể trong việc ứng phó với rủi ro thiên tai.

Sự tham gia của người dân vào việc ứng phó với rủi ro thiên tai được coi như nhân tố quan trọng, quyết định sự thành bại của việc áp dụng phương pháp tiếp cận phát triển dựa vào nội lực và do cộng đồng làm chủ trong thí điểm mô hình. Khi tham gia ứng phó thiên tai với sự hỗ trợ của Nhà nước, người dân tại các cộng đồng dân cư sẽ từng bước được tăng cường kỹ năng, năng lực về quản lý thiên tai nhằm tận dụng triệt để các nguồn lực tại chỗ và bên ngoài.

Có nhiều mô hình thúc đẩy sự tham gia của cộng đồng trong ứng phó với rủi ro thiên tai, xét về về tính chất có thể kể đến 3 loại mô hình tiêu biểu như sau:

#### ***1. Mô hình 1002***

Mô hình nằm trong Chương trình “Nâng cao nhận thức cộng đồng và Quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng” được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1002/QĐ-TTg ngày 13/7/2009 hay còn gọi tắt là Chương trình 1002. Ban Chỉ huy gồm các ông, bà là cán bộ UBND xã, trưởng các ban ngành, đoàn thể, các trưởng thôn. Trưởng Ban là Phó chủ tịch UBND xã. Có sự phân công các thành viên Ban chỉ huy phụ trách các thôn, phân công nhiệm vụ cụ thể các tổ chức đoàn thể. Nhóm hỗ trợ kỹ thuật xã: Trưởng nhóm là Phó chủ tịch UBND cấp xã. Nhóm cộng đồng: Trưởng nhóm là trưởng thôn (Ưu tiên phụ nữ làm trưởng nhóm).



Hình 16. Sơ đồ cơ cấu tổ chức Mô hình xã 1002

Cách thức tổ chức vận hành của mô hình này là hàng năm xây dựng kế hoạch thực hiện, kiện toàn Ban chỉ huy phòng chống lụt bão TKCN. Kế hoạch phòng, chống thiên tai và TKCN hàng năm được xây dựng căn cứ tình hình thực tế địa phương dự kiến các tình huống có thể xảy ra đồng thời đưa ra các phương án xử lý tình huống cụ thể. Khi có tình huống xảy ra thực hiện xử lý tình huống theo phương châm bốn tại chỗ.

**Đánh giá mô hình:** Qua quá trình hoạt động, đề án 1002 đã tạo ra khuôn khổ hành động và phối hợp của nhiều cơ quan, ban, ngành từ trung ương đến địa phương cùng các tổ chức trong và ngoài nước. Thực tế cho thấy, tập huấn nâng cao năng lực ứng phó với rủi ro thiên tai trong cộng đồng dân cư là việc làm thiết thực và phát huy hiệu quả rõ nét. Tuy nhiên, trong quá trình thực hiện có gặp những hạn chế như: chưa có cơ chế và hướng dẫn tài chính, thiếu đội ngũ đào tạo và tuyên truyền; thiếu tài liệu truyền thông. Diễn biến của thiên tai và biến đổi khí hậu có nhiều thay đổi đột biến và ngày càng cực đoan, thực tiễn yêu cầu mô hình cần được cập nhật và điều chỉnh cho phù hợp với tình hình thực tiễn của thiên tai. Hiện tại mô hình vẫn mang hình thức dạng báo cáo nhiều hơn, chứ chưa thực sự huy động được nhiều sự tham gia của người dân.

## 2. Mô hình Đội xung kích phòng chống thiên tai cấp xã

Cơ sở hình thành mô hình này là căn cứ Quyết định số 08/QĐ-TWPCTT ngày 27/3/2020 của Trưởng Ban chỉ đạo Trung ương về phòng, chống thiên tai về việc ban hành hướng dẫn xây dựng và củng cố đội xung kích phòng chống thiên tai cấp xã. Đội

xung kích làm việc theo chế độ kiêm nhiệm, với nòng cốt là lực lượng Dân quân tự vệ (DQTV) và sự tham gia của các thành viên từ các cơ quan, tổ chức chính trị - xã hội ở thôn, xã (Công an; Dân phòng; Chữ thập đỏ; Đoàn thanh niên; Hội Cựu chiến binh; Hội Phụ nữ; Hội Nông dân; một số công chức chuyên môn ở xã như: Địa chính - nông nghiệp - xây dựng và môi trường, công chức văn phòng - thống kê, công chức văn hóa - xã hội, y tế, v.v), cụ thể:

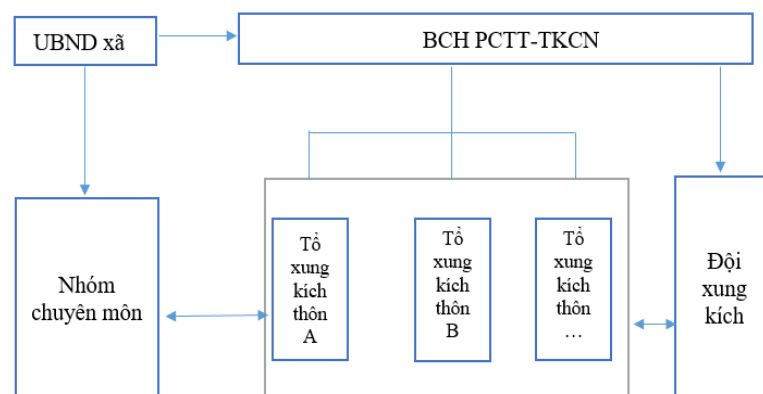
- **Đội trưởng:** Do Chỉ huy trưởng Ban Chỉ huy quân sự - Phó Trưởng BCH xã kiêm nhiệm.

- **Đội phó:** Do Chỉ huy phó Ban Chỉ huy quân sự xã; Phó trưởng công an xã và Bí thư Đoàn thanh niên xã kiêm nhiệm.

- **Đội viên:** Đội viên Đội xung kích là những người thuộc thành viên thuộc các cơ quan, tổ chức chính trị - xã hội ở thôn, xã (Công an; Dân phòng; Chữ thập đỏ; Đoàn thanh niên; Hội Cựu chiến binh; Hội Phụ nữ; Hội Nông dân; một số công chức chuyên môn ở xã như: Địa chính - nông nghiệp - xây dựng và môi trường, công chức văn phòng - thống kê, công chức văn hóa - xã hội, y tế, ...do BCH xã lập danh sách, Chủ tịch UBND xã quyết định và được rà soát, kiện toàn hàng năm.

- **Tổ xung kích PCTT:** Được lập ở các thôn, bản, Tổ trưởng do Thôn đội trưởng DQTV hoặc Trưởng thôn, bản kiêm nhiệm; đã có 8 thôn thành lập Tổ xung kích PCTT do Trưởng thôn làm Tổ trưởng.

- **Nhóm chuyên môn:** Các nhóm chuyên môn gồm: Thông tin liên lạc, hậu cần; y tế; an ninh trật tự; thống kê thiệt hại, xác định nhu cầu cứu trợ; v.v. Trưởng các nhóm do công chức phụ trách lĩnh vực, lãnh đạo công an xã, hoặc trưởng các tổ chức, đoàn thể xã kiêm nhiệm.



Ghi chú: → Chỉ đạo ↔ Phối hợp

Hình 17. Sơ đồ cơ cấu tổ chức mô hình Đội xung kích xã

Nhằm nâng cao hiệu quả phương châm “4 tại chỗ” trong PCTT, đặc biệt là công tác ứng phó tại chỗ ngay giờ đầu khi có tình huống thiên tai. Đội xung kích là lực lượng tại chỗ tham gia xử lý giờ đầu, phối hợp với các cơ quan, đơn vị, tổ chức có liên quan trong hoạt động phòng ngừa, ứng phó và khắc phục hậu quả thiên tai.

**Đánh giá mô hình:** Nhờ có Đội xung kích nên địa phương đã giảm thiểu thiệt hại do thiên tai gây ra. Địa phương đã có sự đầu tư, quan tâm và triển khai một cách tập trung các giải pháp, thực hiện tốt việc trang bị trang thiết bị, diễn tập phương án ứng cứu, thành lập các đội xung kích phòng, tổ xung kích; xây dựng các phương án phòng, chống thiên tai rõ ràng, cụ thể, có tính khả thi; thường xuyên cập nhật các thông tin dự báo để xây dựng phương án phòng, chống; thường xuyên kiểm tra các điểm xung yếu để có biện pháp xử lý kịp thời. Trước tác động của biến đổi khí hậu, thiên tai ngày càng cực đoan, khó lường, việc tiếp tục nâng cao chất lượng, hiệu quả hoạt động của đội xung kích đang là nhiệm vụ trọng tâm. Mặc dù hoạt động rất hiệu quả trên thực tế, nhưng hiện tại lực lượng xung kích phòng, chống thiên tai cũng đang gặp một số khó khăn, bất cập trong xây dựng, củng cố Đội xung kích PCTT xã hiện nay là trình độ nhận thức của một số đội viên còn chưa đồng đều; chưa được trang bị công cụ, bảo hộ đáp ứng yêu cầu nhiệm vụ, thiếu kinh phí hoạt động,...; đôi khi hoạt động còn mang nặng tính hình thức.

### 3. *Mô hình của các tổ chức phi chính phủ*

Nhiều tổ chức phi chính phủ đã xây dựng các mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai các địa phương trong cả nước. Các mô hình đã thực hiện để mang lại hiệu quả có thể kể đến như sau.

a. Mô hình lập kế hoạch áp có sự tham gia của cộng đồng cho các hoạt động phòng ngừa ứng phó thiên tai và tạo thu nhập thực hiện bởi tổ chức CARE

❖ **Địa điểm:** tỉnh Đồng Tháp, Long An, An Giang

❖ **Quy mô:** cấp ấp

❖ **Cơ sở hình thành mô hình:**

Nằm trong khuôn khổ dự án: “Phòng ngừa và ứng phó thiên tai tại Đồng bằng sông Cửu Long (CRND)” do Tổ chức CARE tài trợ.

❖ **Mục tiêu:**

Việc phát triển và thực hiện kế hoạch có sự tham gia nhằm giúp cho cộng đồng cũng như hộ gia đình có thể chuẩn bị và ứng phó với các vấn đề khó khăn trong mùa lũ. Để đáp ứng đúng nhu cầu thực tế phù hợp với điều kiện của địa phương, kế hoạch áp được phát triển với sự tham gia của cộng đồng xác định các nhu cầu ưu tiên của cộng

đồng và cùng với mục tiêu hướng đến kết quả dài hạn, bền vững và đồng thời cũng để rút kinh nghiệm, chia sẻ cho các mô hình lập kế hoạch trước đây.

❖ **Cơ cấu tổ chức:**

- Thành lập các nhóm chủ chốt:

+ Nhóm Phát triển ấp "PTA", bao gồm: Chính quyền địa phương, đại diện cộng đồng, 4-5 thành viên trong đó 2-3 thành viên của Ban ấp, Hội phụ nữ hay Hội Nông dân, Đoàn thanh niên, 2 thành viên khác là do người dân bình chọn.

+ Ban quản lý dự án huyện gồm: 1 thành viên của UBND huyện, 1 thành viên của Phòng Nông nghiệp huyện; 1 thành viên của Chữ thập đỏ (hay Hội Phụ nữ huyện).

+ Ban quản lý dự án xã gồm: 1 thành viên của UBND xã, 1 thành viên Chữ thập đỏ; 1 thành viên của Hội Nông dân (hoặc Hội Phụ nữ xã)



Hình 18. Họp người dân chuẩn bị cho lập kế hoạch Ấp

❖ **Đánh giá mô hình:**

Yếu tố tạo nên thành công của mô hình:

“Kế hoạch ấp có sự tham gia” giúp cho chính quyền địa phương hiểu và đánh giá hiệu quả của việc lập kế hoạch có sự tham gia và cũng thấy được sự kết nối giữa việc thực hiện kế hoạch dựa vào cộng đồng (theo nghị định dân chủ cơ sở).

Kế hoạch ấp do cộng đồng và người dân bình chọn nên đáp ứng được nhu cầu thực tế của họ.

“Kế hoạch ấp có sự tham gia” khuyến khích và ủng hộ việc tham gia của các cơ quan chính quyền địa phương (cấp xã, cấp ấp) trong công tác giám sát và đánh giá các hoạt động của kế hoạch ấp.

Mô hình đã thể hiện được tính công khai, minh bạch và tính giải trình rất cao.

Những hộ nghèo trong cộng đồng được khuyến khích tham gia trong các hoạt động của “kế hoạch áp có sự tham gia” để đề xuất các hoạt động hỗ trợ liên quan đến sinh kế và giúp họ sống an toàn trong mùa bão lũ, đồng thời tạo được tính chủ động và thể hiện tính sở hữu của cộng đồng trong việc thực hiện kế hoạch áp có sự tham gia...

Nhóm phát triển áp và cộng đồng có thể học được nhiều kỹ năng như là phân tích thông tin, khả năng thuyết trình, ghi biên bản, điều hành các cuộc họp áp hay viết báo cáo.

*Khuyến nghị nhằm duy trì và phát triển mô hình:*

Tổ chức họp dân hợp lý: Tổ chức họp dân thường đòi hỏi nhiều thời gian do vậy sẽ không phát huy được tính hiệu quả của việc tham gia nếu như không đảm bảo thời lượng cho phép. Vì vậy, yêu cầu cán bộ địa phương, đặc biệt là cấp ấp và cấp xã phải dành nhiều thời gian hỗ trợ cho hoạt động này.

Nâng cao năng lực cho nhóm PTA: Đây là lực lượng nòng cốt cho việc lập kế hoạch áp nên việc nâng cao năng lực là rất cần thiết. Năng lực cùng với kỹ năng của nhóm phát triển áp càng được nâng cao thì kế hoạch càng đạt nhiều hiệu quả.

Tăng cường các hoạt động truyền thông: Cộng đồng được hiểu và tiếp cận được nhiều thông tin và ý nghĩa của kế hoạch cũng như hiểu rõ mục tiêu của dự án thì càng khuyến khích mức độ tham gia tích cực của họ

b. Mô hình lồng ghép giới trong quản lý thiên tai thực hiện bởi Oxfam

❖ **Địa điểm:** Tiền Giang, Đồng Tháp

❖ **Quy mô:** cấp ấp, xã

❖ **Mục tiêu:**

Thông qua việc khuyến khích sự tham gia của phụ nữ và nam giới trong các hoạt động của dự án, năng lực và nhận thức cho cán bộ địa phương và người dân trong cộng đồng về vai trò của giới trong công tác quản lý thiên tai được nâng cao hơn nhằm bảo đảm an toàn sức khỏe, tài sản và tính mạng của người dân trong vùng lũ.

❖ **Cơ sở hình thành mô hình:**

Nằm trong khuôn khổ dự án: “Phòng ngừa và giảm nhẹ thiên tai có sự tham gia tại Tiền Giang và Đồng Tháp” do Tổ chức Oxfam tài trợ.

❖ **Cơ cấu tổ chức:**

- Hội phụ nữ là đối tác chính để triển khai các hoạt động,
- Các ban ngành đoàn thể phối hợp thực hiện

- Người dân trong cộng đồng (Bao gồm cả phụ nữ và nam giới)



Hình 19. Tập huấn về giới và lồng ghép giới trong quản lý rủi ro thiên tai cấp huyện tại huyện Cai Lậy, tỉnh Tiền Giang

❖ **Đánh giá mô hình:**

Yếu tố tạo nên thành công của mô hình:

Huy động sự tham gia: Tạo điều kiện thuận lợi và khuyến khích người dân trong cộng đồng bao gồm cả phụ nữ và nam giới được tham gia đầy đủ vào các hoạt động của dự án. Mô hình này được xây dựng trên cơ sở trực tiếp và gián tiếp do vậy tạo điều kiện tới mức tối đa cho người dân được tham gia vào các hoạt động này, tự hoàn thiện mình sau đó giúp đỡ, ủng hộ, khuyến khích, động viên những người xung quanh cùng tham gia. Ngoài ra, khuyến khích phụ nữ tham gia vào đội cứu hộ của địa phương giúp cho vai trò của chính họ được nâng lên và có uy tín hơn với cộng đồng.

Kế hoạch ứng phó phù hợp: Xây dựng kế hoạch ứng phó phù hợp với vai trò, khả năng và nhu cầu của phụ nữ và nam giới, giảm nhẹ được tình trạng dễ bị tổn thương của từng giới. Trên cơ sở đó, chính quyền địa phương có thể xây dựng được một kế hoạch giảm nhẹ rủi ro thiên tai hiệu quả cho cả nam và nữ, tận dụng được nguồn lực tại chỗ sử dụng hiệu quả nguồn lực của Nhà nước và địa phương.

Thuận lợi cho việc nhân rộng: Mô hình này được chính quyền địa phương đánh giá cao do vậy tạo điều kiện thuận lợi cho việc duy trì và nhân rộng. Đặc biệt có sự tham gia của Hội phụ nữ là đối tác chính thực hiện triển khai các hoạt động. Hiện nay mô hình đang dần từng bước được chính quyền địa phương xem xét để đưa vào một trong những nội dung cần thực hiện hàng năm của xã.

Khuyến nghị nhằm duy trì và phát triển mô hình:

Huy động sự tham gia của các ban ngành, đoàn thể: Cần huy động tất cả các ban ngành đoàn thể tham gia vào việc lồng ghép giới, đưa ra kế hoạch cụ thể, phù hợp với hoạt động của đơn vị mình và xem vấn đề giới như một chỉ tiêu hàng năm cần thực hiện.

Ví dụ xem xét các yếu tố giới trong tất cả các hoạt động và đảm bảo phân bổ ngân sách cũng như nguồn lực cho các hoạt động đặc thù cho phụ nữ và nam giới.

Tăng cường sự lãnh đạo của phụ nữ: Tỷ lệ phụ nữ tham gia vào lãnh đạo (khoảng 10 - 20%) hay tham gia vào BCH PCLB & TKCN của địa phương vẫn còn ít là một vấn đề thách thức. Vấn đề này liên quan đến những quan niệm mang tính truyền thống, những định kiến lâu đời về vai trò của người phụ nữ trong xã hội. Oxfam đã đặt ra những biện pháp để khuyến khích chính quyền địa phương tăng tỉ lệ nữ tham gia vào BCH PCLB & TKCN các cấp thông qua các cuộc họp, lớp tập huấn, nâng cao năng lực cho phụ nữ để họ có đủ điều kiện tham gia và thực hiện các vai trò chủ chốt hơn.

Tiếp cận với người dân vùng sâu vùng xa: Một số lớn người dân ở vùng sâu vùng xa vẫn chưa được tiếp cận hoặc còn hạn chế các kiến thức về giới do vậy định kiến giới vẫn là vấn đề bức xúc ở các địa phương này. Cần có biện pháp tích cực từ nhiều phía, trong đó chính quyền và đoàn thể là nhân tố chính để phối hợp và tổ chức các hoạt động trong công việc này.

Xây dựng kế hoạch hành động: Chính quyền địa phương xây dựng kế hoạch ứng phó với thiên tai phù hợp và đáp ứng nhu cầu riêng biệt của phụ nữ và nam giới, đồng thời phân bổ kinh phí để đáp ứng các nhu cầu thực tiễn và chiến lược nhằm hướng tới bình đẳng giới.

c. Mô hình câu lạc bộ truyền thông "Sống chung với lũ"

❖ **Địa điểm:** tỉnh Tiền Giang, Đồng Tháp

❖ **Quy mô:** cấp ấp

❖ **Mục tiêu:**

CLB truyền thông “Sống chung với lũ” nhằm nâng cao nhận thức của phụ nữ và nam giới về những rủi ro do thiên tai gây ra. Thông qua thảo luận và chia sẻ kinh nghiệm theo từng chủ đề trong các buổi sinh hoạt CLB, các thành viên đã có những suy nghĩ và hành động cụ thể trong việc đảm bảo sự an toàn cho cá nhân, gia đình và cộng đồng của mình.

❖ **Cơ sở hình thành mô hình:**

Nằm trong khuôn khổ dự án: “Phòng ngừa và giảm nhẹ thiên tai có sự tham gia tại Tiền Giang và Đồng Tháp” do Tổ chức Oxfam tài trợ.

❖ **Cơ cấu tổ chức:**

Gồm 30 người, trong đó xây dựng đội ngũ tình nguyện viên cốt cán (TNV): Tại từng ấp, TNV được lựa chọn từ các tổ chức đoàn thể như Đoàn Thanh niên, Hội Phụ nữ



là những người nhiệt tình, có kỹ năng tuyên truyền và sẵn sàng giúp đỡ cộng đồng. Các TNV này được tham gia các lớp tập huấn về 20 chủ đề “Sống chung với lũ” cũng như các kỹ năng tuyên truyền và điều hành hoạt động của CLB.

❖ **Hình thức hoạt động:**

- Họp thảo luận dựa trên 20 chủ đề về "sống chung với lũ" một cách an toàn nói riêng và quản lý thiên tai nói chung, đặc biệt là các công việc cụ thể cần chuẩn bị và thực hiện trước, trong và sau lũ lụt nhằm giảm thiểu rủi ro do thiên tai gây ra.

- Sau các buổi sinh hoạt CLB, mỗi TNV và hội viên đều cam kết sẽ truyền đạt lại những gì mình đã học được cho 5 người dân khác sống xung quanh họ và phân phát những cuốn cẩm nang “Sống chung với lũ” cho từng hộ dân trong các ấp, xã của dự án.



Hình 20. Sinh hoạt câu lạc bộ “Sống chung với lũ”

❖ **Đánh giá mô hình:**

Yếu tố tạo nên thành công của mô hình:

Áp dụng cách tiếp cận dựa vào dân: Các buổi họp của CLB được tổ chức ngay tại nhà của một người dân trong ấp để thuận tiện cho việc đi lại và tạo bầu không khí thoải mái, thân thiện cho các thành viên trong CLB, từ đó tăng cường tính đoàn kết trong cộng đồng. Thông qua hoạt động, tình làng nghĩa xóm được củng cố và bà con giúp nhau giải quyết những vấn đề khác trong cộng đồng.

Sự tham gia của cả phụ nữ và nam giới: Khuyến khích sự tham gia của phụ nữ và nam giới trong việc thảo luận, chia sẻ các nhu cầu của mình và từ đó xác định biện pháp phòng ngừa và giảm nhẹ rủi ro thiên tai. Qua đó, vai trò của phụ nữ và nam giới trong công tác phòng ngừa thảm họa tại gia đình và cộng đồng được ghi nhận đem lại chuyển biến tích cực trong quan hệ và phân công công việc trong gia đình cũng như trong ấp của mình.

Xây dựng đội ngũ TNV cốt cán: TNV là những người nhiệt tình, sẵn sàng giúp đỡ cộng đồng, được đào tạo bài bản về các kỹ năng và kiến thức tuyên truyền.

Nội dung sinh hoạt phù hợp: Các thành viên được cập nhật thêm kiến thức mới về bảo vệ, chăm sóc sức khỏe gia đình khi lũ lụt xảy ra. Ngoài ra, các thành viên còn chia sẻ kinh nghiệm thực tế để cùng chuẩn bị, phòng ngừa, ứng phó thiên tai một cách chủ động hơn. Các thành viên đồng thời tuyên truyền lại cho người thân trong gia đình và hàng xóm về các cách thức phòng tránh rủi ro do thiên tai gây ra.

Tài liệu đáp ứng nhu cầu của địa phương: Tài liệu truyền thông được thiết kế gần gũi với người dân, phù hợp với văn hóa địa phương và nhu cầu của cộng đồng. Thông qua các hoạt động phổ biến kiến thức của CLB, nội dung được truyền tải làm cho người dân dễ hiểu, dễ nhớ, dễ áp dụng và khuyến khích được sự tham gia của mọi người dân trong cộng đồng.

*Khuyến nghị nhằm duy trì và phát triển mô hình:*

Cộng đồng và chính quyền địa phương nhận thức được tầm quan trọng của việc duy trì hoạt động truyền thông qua CLB. Từ đó, chính quyền địa phương có các cơ chế khuyến khích và hỗ trợ nhằm duy trì hoạt động của các CLB. Ngoài ra, có thể lồng ghép mô hình hoạt động của CLB vào các hoạt động cộng đồng sẵn có khác tại địa phương, ví dụ như sinh hoạt thường kỳ của các tổ hội như tổ phụ nữ, tổ kế hoạch hóa gia đình, tổ nông dân, tổ thanh niên trong xã ấp và các Trung tâm học tập cộng đồng.

Xây dựng và huy động được một đội ngũ TNV nhiệt tình, năng nổ, có tinh thần tự nguyện giúp đỡ cộng đồng, giúp họ hiểu được ý nghĩa và lợi ích của việc tham gia. Đồng thời xây dựng năng lực để họ thực sự tự tin hoàn thành nhiệm vụ của mình.

Đồng thời với việc duy trì đội ngũ TNV, chính quyền địa phương cần tiếp tục hợp tác chặt chẽ với mạng lưới tổ chức đoàn thể của địa phương (Hội Phụ nữ, Đoàn Thanh niên, Hội Nông dân, Hội Chữ thập đỏ và các đoàn thể khác) để tạo môi trường thuận lợi cho các loại hình truyền thông chia sẻ kinh nghiệm và học hỏi lẫn nhau. Ngoài ra, cần tìm hiểu, huy động, kết hợp những nguồn lực, phương pháp và phương tiện khác để thực hiện các chiến dịch truyền thông của cộng đồng nhằm đáp ứng nhu cầu thực sự của họ.

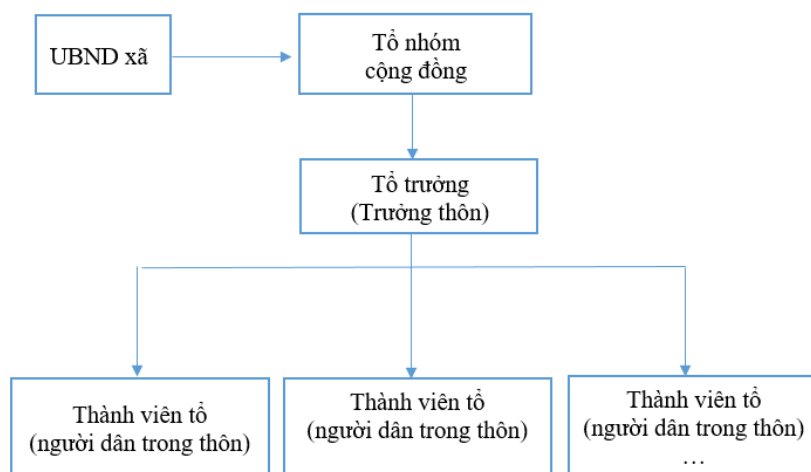
d. Mô hình quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng thực hiện bởi Tổ chức CARE

- ❖ **Địa điểm:** xã Cao Thượng, huyện Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn
- ❖ **Quy mô:** cấp thôn
- ❖ **Cơ sở hình thành mô hình**

Nằm trong khuôn khổ dự án: “Hợp tác hỗ trợ thực hiện chương trình quốc gia về Quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng tại các tỉnh dễ bị tổn thương ở Việt Nam” do Tổ chức CARE tài trợ.

❖ **Cơ cấu tổ chức**

Gồm 20 người, trong đó Trưởng thôn làm tổ trưởng; các thành viên còn lại là đại diện chi bộ Đảng, các đoàn thể, các khu dân cư, các chức sắc tôn giáo do người dân giới thiệu và bầu chọn. Tổ được thành lập theo quyết định của UBND cấp xã. Đảm bảo thành phần có cả nữ giới và nam giới tham gia.



Hình 21. Sơ đồ cơ cấu tổ chức mô hình quản lý rủi ro do thiên tai dựa vào cộng đồng thực hiện bởi tổ chức CARE

❖ **Cách thức tổ chức vận hành:**

- Có Quy chế hoạt động của Tổ nhóm được chính quyền phê duyệt ban hành. Trong đó quy định rõ thành viên, vai trò, nhiệm vụ và cơ chế phối hợp giữa các thành viên trong tổ.
- Hàng tháng lập kế hoạch chi tiết gồm các nội dung: Hoạt động cụ thể, người thực hiện, người chịu trách nhiệm, thời gian thực hiện, nguồn kinh phí và theo dõi, giám sát; báo cáo UBND xã.
- Trong mùa mưa bão, một tuần Tổ sẽ họp một lần để kiểm tra các phương tiện, trang thiết bị phòng, chống thiên tai như loa phóng thanh, áo phao, cuốc xẻng... để chủ động trong mọi tình huống.
- Phối hợp và tham gia xây dựng tài liệu đào tạo, tập huấn về đánh giá rủi ro thiên tai.
- Đào tạo, tuyên truyền, khi có thiên tai thì thông báo bằng hình thức truyền tin, phát thanh trên loa đài, khi có mưa lớn nhiều giờ thì nhắc nhở người dân đề phòng và chuẩn bị các biện pháp phòng chống thiên tai.

- Các thành viên trong tổ luôn cập nhật tình hình thời tiết, nắm các thông tin cảnh báo từ Đài Truyền hình Bắc Kạn và từ Chi cục Thủy lợi tỉnh. Thông tin được chia sẻ trong các buổi sinh hoạt để các thành viên nắm và có phương án tuyên truyền, vận động người dân chằng chống nhà cửa hoặc di dời người, vật nuôi khi mưa bão...
- Tổ phân công mỗi thành viên phụ trách 6 - 7 hộ gia đình. Hằng tháng, Tổ tổ chức tập huấn cứu hộ cứu nạn người trong tình huống mưa lũ, sạt lở đất đá. Thực hiện việc tuyên truyền thường xuyên nhằm nâng cao ý thức của người dân.



Hình 22. Sinh hoạt tổ nhóm cộng đồng tham gia QLRRTT-DVCD tại xã Cao Thượng

#### ❖ **Đánh giá mô hình:**

Đây là mô hình được thành lập dưới sự hỗ trợ kỹ thuật và kinh phí của tổ chức phi chính phủ (NGO) – CARE tài trợ, rất thành công nhưng chỉ trong thời gian tương đối ngắn khi có sự đồng hành của dự án. Mô hình này tác động đến nhiều người dân, thúc đẩy được sự tham gia của cộng đồng nhưng sự tham gia của chính quyền cũng không nhiều. Do đó, sau khi dự án kết thúc, không có kinh phí, đội ngũ kỹ thuật hỗ trợ nên không duy trì, nhân rộng được mô hình

#### **KẾT LUẬN CHƯƠNG 1:**

- Nghiên cứu tổng thể về các loại hình thiên tai thường xuyên xuất hiện như bão, mưa, lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất, hay các loại hình thiên tai có tần suất xuất hiện hiếm như động đất, sóng thần đã được các tổ chức quốc tế, các nhà khoa học quan tâm thực hiện từ rất sớm. Đến nay, thành tựu nghiên cứu về lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất đã đạt được nhiều bước tiến bộ, các hệ thống cảnh báo sớm về một số loại hình thiên tai đã được triển khai, áp dụng trên nhiều khu vực của thế giới. Tuy nhiên, các hệ thống cảnh báo sớm có yêu cầu cao về kỹ thuật, công nghệ, thiết bị. Do vậy, phần nhiều các hệ thống cảnh báo sớm được triển khai ở các nước phát triển. Một số hệ thống cảnh báo sớm có qui mô nhỏ đã được đầu tư xây dựng ở các nước đang phát triển, dưới sự hỗ trợ

của các tổ chức quốc tế. Mặc dù đã đạt được nhiều kết quả, nhưng hoạt động của hệ thống cảnh báo sớm vẫn cần nhiều thời gian để hiệu chỉnh, bổ sung các thông số theo các sự kiện thiên tai cụ thể để đạt độ tin cậy theo yêu cầu của thực tiễn.

- Với các nghiên cứu về xói mòn, bồi lắng trên lưu vực sông, các nhà khoa học trên thế giới đã đạt được nhiều kết quả về nghiên cứu bồi lắng hồ chứa nhằm đánh giá tuổi thọ các hồ chứa được xây dựng, nghiên cứu ảnh hưởng của mật độ cây, loại cây trên sườn dốc đến khả năng xói mòn, rửa trôi đất trên lưu vực. Đồng thời là các thành tựu trong nghiên cứu chuyển động bùn cát trong sông, kênh. Các nghiên cứu đã cho nhiều thành tựu, nhưng thiếu kết quả kiểm chứng độ tin cậy khi áp dụng vào thực tiễn, nhân rộng mô hình nên cần tiếp tục nghiên cứu để nâng cao độ chính xác của các kết quả tính toán mô phỏng.

- Tại Việt Nam, các nghiên cứu về lũ, ngập lụt đã đạt được nhiều thành tựu từ các cơ quan, nhà khoa học. Các kết quả nghiên cứu về lũ, ngập lụt đã đóng góp rất lớn trong công tác phòng, chống thiên tai trong thời gian qua, nhưng kết quả nghiên cứu của các nhà khoa học Việt Nam chủ yếu tập trung vào các bài toán tĩnh, theo các kịch bản cố định, nghiên cứu thiết lập hệ thống cảnh báo sớm lũ, ngập lụt hay cảnh báo trực tuyến nguy cơ lũ, ngập lụt mới được nghiên cứu trong khoảng 10 năm trở lại đây và còn một số tồn tại cần tiếp tục nghiên cứu hoàn thiện. Tương tự như các kết quả nghiên cứu về lũ, ngập lụt thì nghiên cứu về lũ quét, sạt lở đất đã được tiến hành từ rất sớm ở Việt Nam, nhưng thành tựu còn chưa đạt được theo nhu cầu của thực tiễn, các hệ thống cảnh báo sớm lũ quét, sạt lở đất mới được triển khai thí điểm ở một số nơi, nhưng chủ yếu mang tính cục bộ, chưa duy trì được lâu dài sau khi kết thúc các đề tài, dự án.

- Khu vực hồ Ba Bể và vùng phụ cận là vùng núi cao, địa hình chia cắt, nơi có danh lam, thắng cảnh, rừng đầu nguồn nguyên sinh, là nơi có nhiều đồng bào dân tộc thiểu số sinh sống, là khu vực thường xuyên chịu tác động bởi lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất ..., thiên tai đã tác động lớn đến hồ Ba Bể. Mặt khác, rừng đầu nguồn khu vực hồ Ba Bể là thượng nguồn của các con sông, nơi cấp nước sinh hoạt, công nghiệp cho các tỉnh Bắc Kạn, Thái Nguyên và thủy điện Tuyên Quang. Khi xuất hiện các hình thái thời tiết cực đoan như mưa lớn, mưa kéo dài sẽ xuất hiện các loại hình thiên tai có khả năng ảnh hưởng để sự ổn định tự nhiên của hồ Ba Bể, cũng như ảnh hưởng đến tính mạng, tài sản của nhà nước và nhân dân trong khu vực hồ Ba Bể và vùng phụ cận. Do vậy, để tìm kiếm các giải pháp nhằm hỗ trợ chính quyền địa phương có thể chủ động trong ứng phó với một số loại hình thiên tai chính thì nghiên cứu các nội dung của đề tài nhằm đạt mục tiêu đề ta là thiết thực.

## **CHƯƠNG 2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU VÀ SỐ LIỆU CƠ BẢN**

### **2.1. Các phương pháp nghiên cứu chung**

#### **2.1.1. Phương pháp kế thừa**

Nghiên cứu sẽ kế thừa tất cả các kết quả nghiên cứu liên quan đến thiên tai và Phòng chống thiên tai. Kế thừa các nghiên cứu quan trọng có liên quan do các tổ chức quốc tế và các cơ quan trong nước như Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam, Đại học Quốc gia Hà Nội, các Viện nghiên cứu khoa học và Trường đại học trực thuộc các tổ chức trên.

- Nội dung “Các loại hình thiên tai ở khu vực miền núi phía Bắc”: kế thừa từ báo cáo của Ủy ban Liên chính phủ về Biến đổi khí hậu (Tổ chức Khí tượng Thế giới (WMO) và Chương trình Môi trường Liên Hợp Quốc (UNEP)); Luật Phòng chống thiên tai; Báo cáo tổng kết công tác PCTT & TKCN trong những năm gần đây của UBND tỉnh Bắc Kạn và UBND huyện Ba Bể;

- Nội dung “Cơ sở khoa học nhận diện các loại hình thiên tai ở khu vực nghiên cứu”: được kế thừa từ các cơ quan chính sau:

+ Bộ Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn: Viện khoa học Thủy lợi Việt Nam, Trường Đại học Thủy lợi;

+ Bộ Tài nguyên và Môi trường: Viện Khoa học Khí tượng, Thủy văn và Biến đổi khí hậu; Tổng cục KTTV; Viện Địa chất và Khoáng sản; Tổng cục Địa chất và Khoáng sản;

+ Viện Hàn lâm KH&CN Việt Nam: Viện Địa chất;

+ Đại học Quốc gia Hà Nội: Trường đại học KHTN;

+ Chương trình Phát triển Liên Hợp Quốc (UNDP): Dự án Tăng cường Khả năng Chống chịu Khí hậu cho Cơ sở hạ tầng các tỉnh miền núi phía Bắc.

#### **2.1.2. Phương pháp điều tra, khảo sát**

Thực hiện việc điều tra thu thập tài liệu ở cấp trung ương, tỉnh, huyện với các đơn vị có liên quan thông qua phỏng vấn trực tiếp lãnh đạo và các cán bộ chuyên môn:

- Cấp Trung ương: làm việc với Tổng cục Phòng chống thiên tai, Tổng cục Thủy lợi để lấy thông tin về tình hình thiệt hại hàng năm của cả nước và vùng nghiên cứu;

- Cấp tỉnh: Làm việc với Sở NN&PTNT, Ban Chỉ huy Phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn, Văn phòng Thường trực Ban Chỉ huy Phòng, chống thiên tai và Tìm kiếm cứu nạn tỉnh Bắc Kạn để lấy thông tin về tình hình thiên tai và những tài liệu, số liệu liên quan khác;

+ Cấp huyện: Làm việc với Phòng NN&PTNT để thu thập thông tin về tình hình thiên tai, thiệt hại do thiên tai và biện pháp phòng chống thiên tai của các huyện trong vùng nghiên cứu;

+ Cấp xã: làm việc với chính quyền địa phương UBND xã, các tổ chức đoàn thể của xã để lấy thông tin về công tác phòng chống thiên tai của các xã;

- Thực hiện việc điều tra trực tiếp tại các hộ dân khu vực bị ảnh hưởng bởi thiên tai, được tiến hành thông qua Phiếu điều tra; mỗi xã thực hiện ít nhất 10 phiếu điều tra. Mỗi Phiếu sẽ chi tiết theo 4 lĩnh vực điều tra như sau:

+ Các loại hình thiên tai tại xã, tập trung về lũ quét, sạt lở đất; lũ lụt, ngập úng và bồi lấp lòng sông, hồ;

+ Công tác phòng chống thiên tai của địa phương;

+ Thiệt hại do thiên tai: về con người, nông nghiệp, thủy sản, hạ tầng...;

+ Các tồn tại và hạn chế trong công tác phòng chống thiên tai;

+ Các kiến nghị, đề xuất.

### **2.1.3. Phương pháp thống kê và xử lý số liệu**

- Phương pháp thu thập và xử lý số liệu: các số liệu, dữ liệu được thu thập từ các nguồn khác nhau (từ cấp trung ương đến các địa phương) phục vụ nghiên cứu được tiến hành xử lý tổng hợp, trình bày, tính toán. Từ đó kết quả sẽ giúp khái quát đặc trưng tổng thể các loại hình thiên tai của cả nước nói chung và vùng nghiên cứu nói riêng.

- Điều tra chọn mẫu là sử dụng phương pháp chỉ cần nghiên cứu một bộ phận của tổng thể mà có thể suy luận cho hiện tượng tổng quát mà vẫn đảm bảo độ tin cậy cho phép. Ở đây nghiên cứu sẽ chọn những địa phương, khu vực đặc trưng, điển hình của vùng nghiên cứu để điều tra các nội dung liên quan;

- Nghiên cứu mối liên hệ giữa các hiện tượng: phương pháp thống kê này hướng tới những mối liên hệ của các hiện tượng với nhau. Các loại hình thiên tai với nhau, các hoạt động của con người với thiên tai...

### **2.1.4. Phương pháp chuyên gia**

Nghiên cứu cũng sử dụng phương pháp chuyên gia, đây là phương pháp sử dụng trí tuệ, khai thác ý kiến đánh giá của các chuyên gia có trình độ cao về thiên tai, biến đổi khí hậu... để xem xét và đánh giá về thiên tai cũng như về phòng chống thiên tai khu vực nghiên cứu và hồ Ba Bể.

### **2.1.5. Phương pháp viễn thám, GIS, bản đồ**

Nghiên cứu sử dụng phương pháp viễn thám để xác định chỉ số NDVI trong nghiên cứu sạt lở đất và khôi phục thảm phủ giai đoạn trước đây trong tính toán bồi lắng của

mô hình SWAT. Các phân tích không gian được thực hiện bằng kỹ thuật GIS nhằm xác định các thông số như độ dốc, độ cong...

Công cụ hỗ trợ bao gồm Earth Engine, ArcGIS, QGIS và ngôn ngữ lập trình Python.

### **2.1.6. Phương pháp mô hình toán**

Mô hình toán là một tập hợp các quy tắc, công thức hoặc biểu thức toán học được sử dụng để mô tả một quá trình, hệ thống hoặc hiện tượng. Mô hình toán có thể được sử dụng để dự đoán kết quả, giải thích dữ liệu hoặc đơn giản là hiểu rõ hơn về một hệ thống hoặc hiện tượng.

Trong nghiên cứu này, mô hình toán được sử dụng bao gồm: (1) mô hình thủy văn; (2) mô hình thủy lực; (3) mô hình hồi quy; (4) mô hình cây quyết định.

Đối với loại hình thiên tai lũ: sử dụng mô hình thủy văn HEC-HMS và mô hình thủy lực HEC-RAS kết hợp.

Đối với loại hình thiên tai bồi lấp: sử dụng mô hình thủy văn SWAT và mô hình thủy lực HEC-RAS kết hợp.

Đối với loại hình thiên tai lũ quét: sử dụng mô hình thủy văn GIS do nhóm đề tài tự phát triển để tính toán các tham số thủy văn cho khu vực nghiên cứu dựa trên phương pháp SCS-CN.

Đối với loại hình thiên tai sạt lở đất: sử dụng mô hình hồi quy (logistic regression) và mô hình cây quyết định (decision tree) để cảnh báo sớm nguy cơ sạt lở đất.

### **2.1.7. Phương pháp điều tra xã hội học**

Điều tra xã hội học nhằm thu thập các thông tin từ các đối tượng có liên quan, phục vụ xây dựng mô hình tốt hơn. Trong phạm vi đề tài, công tác điều tra xã hội học phục vụ xây dựng mô hình cộng đồng phòng chống thiên tai.

## **2.2. Xây dựng mô hình cảnh báo sớm thiên tai**

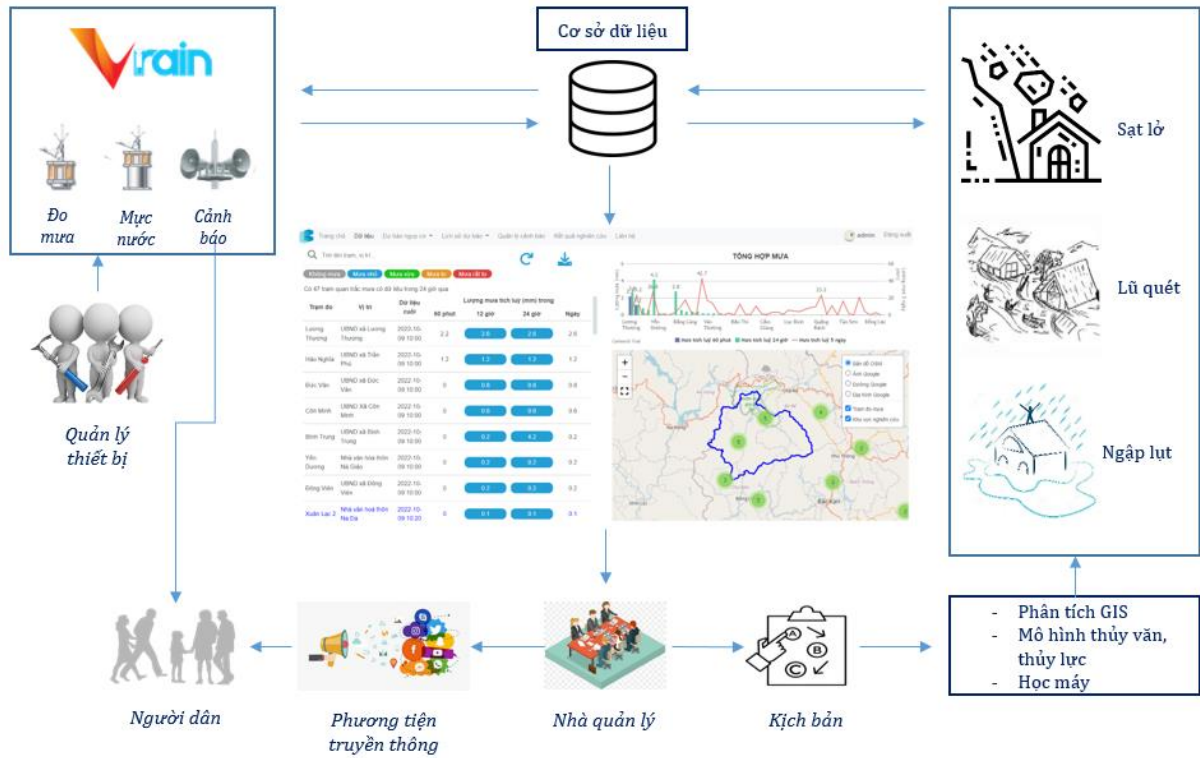
### **2.2.1.1. Xây dựng hệ thống cảnh báo sớm thiên tai**

Mô hình cảnh báo sớm thiên tai có mục tiêu cảnh báo các loại hình thiên tai theo không gian và thời gian trước thời điểm xảy ra thiên tai. Thông thường, mô hình được xây dựng dựa trên việc sử dụng kết quả dự báo khí tượng thủy văn để dự đoán trước các nguy cơ có thể xảy ra. Tuy nhiên, việc dự báo các yếu tố khí tượng, thủy văn ở Việt Nam đang gặp nhiều vấn đề về độ chính xác, đặc biệt là việc dự báo lượng mưa số trị theo thời gian và không gian.

Nghiên cứu này sử dụng cách tiếp cận cho mô hình cảnh báo sớm dựa trên độ trễ của quá trình tập trung dòng chảy đối với 2 loại hình thiên tai lũ và lũ quét và cảnh báo trực tiếp theo thời gian gần thực đối với loại hình thiên tai sạt lở. Bồi lấp lòng hồ là một yếu



tổ có tác động trong dài hạn, vì vậy không có cảnh báo sớm theo thời gian thực mà chỉ được tính toán cảnh báo theo kịch bản đã được xác định trong chuỗi thời gian dài (nhiều năm).



Hình 23. Cơ cấu hệ thống

Lý thuyết của việc xác định nguy cơ phục vụ cảnh báo sớm các loại hình thiên tai được trình bày ở mục cơ sở khoa học, việc xây dựng mô hình cảnh báo sớm nhằm tích hợp lý thuyết vào quy trình cảnh báo dựa trên các dữ liệu hiện có để đưa ra mức độ nguy cơ của từng loại hình thiên tai.

Mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai là một hệ thống hoàn chỉnh được xây dựng bao gồm từ quá trình lấy các dữ liệu/thông số đầu vào, quy trình xử lý/tính toán đến quá trình cảnh báo đến người sử dụng. Trong phần dưới đây, nhóm nghiên cứu sẽ trình bày toàn bộ cách tiếp cận để xây dựng mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai theo không gian và thời gian.

Thông qua đánh giá, nghiên cứu này sử dụng hình thức xây dựng hệ thống dưới dạng website. Máy chủ được đặt tại Ban Chỉ huy Phòng, chống thiên tai &TKCN tỉnh Bắc Kạn.

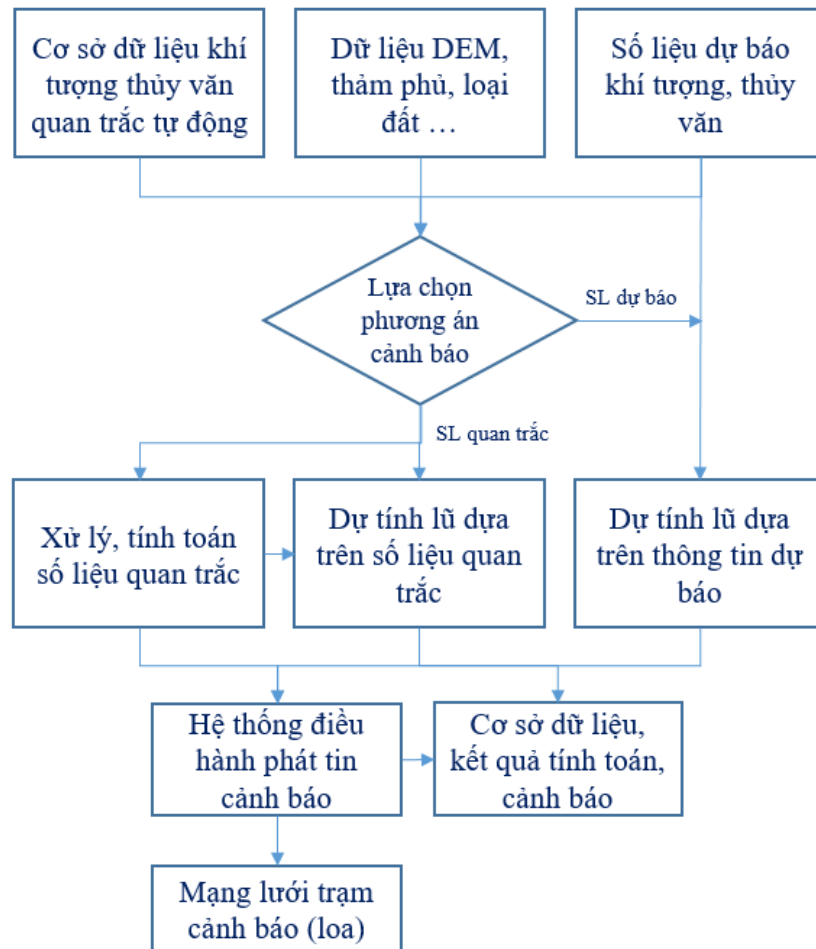
Lợi ích mà hình thức này mang lại:

- Tính di động: Người dùng có thể truy cập vào hệ thống bất cứ ở đâu.
- Bảo trì đơn giản: Nhà phát triển có thể cập nhật hệ thống linh hoạt thông qua máy chủ. Mọi thay đổi sẽ được lập tức áp dụng đến người dùng.
- Tốc độ tính toán: Máy chủ có hiệu suất tốt nên tốc độ tính toán nhanh vượt trội với chi phí thấp nhất (đã được đầu tư máy chủ từ nguồn kinh phí của đề tài).

2.2.1.2. Cơ sở khoa học xác định nguy cơ một số loại hình thiên tai

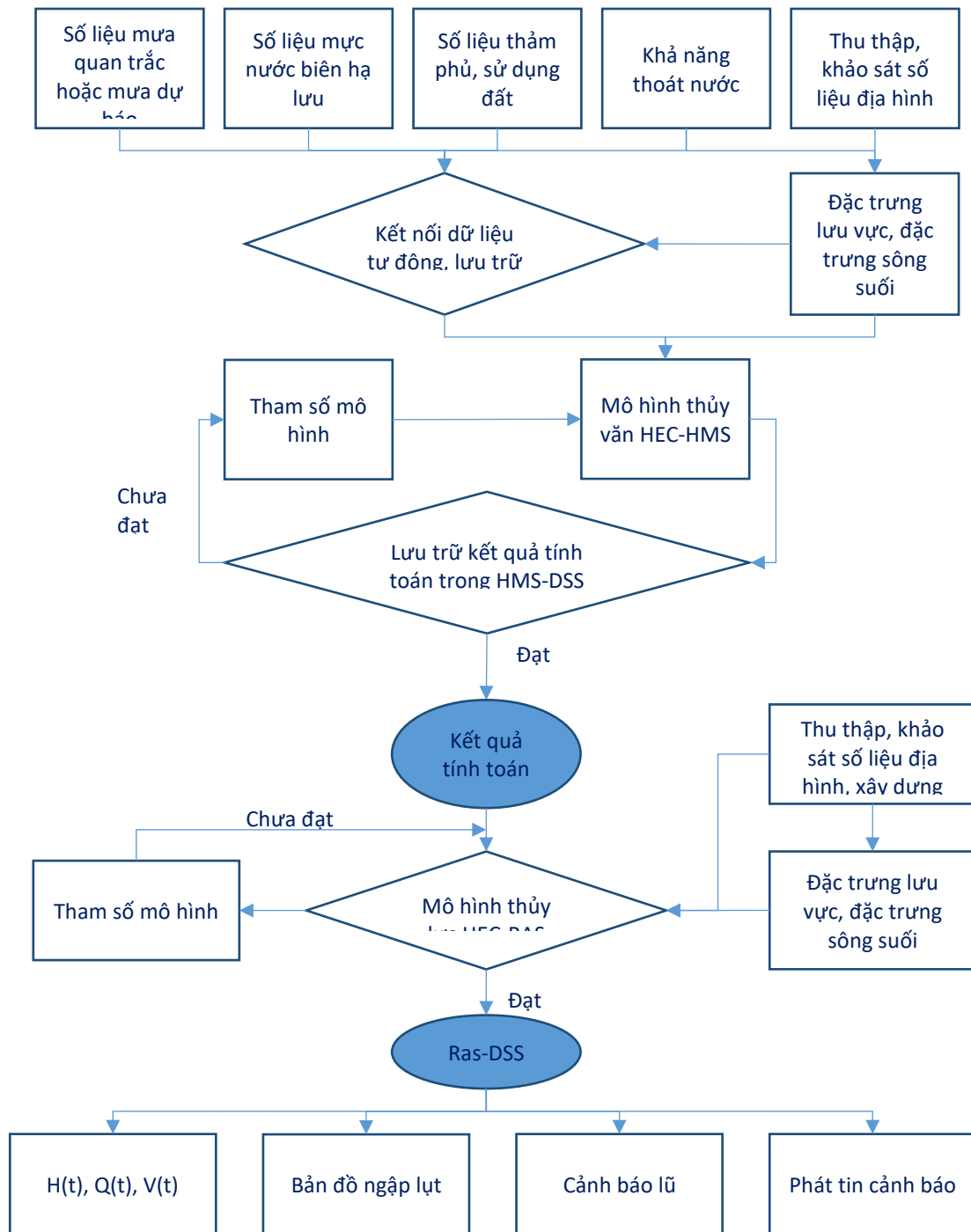
1. Nguy cơ lũ, ngập lũ

a. Phương pháp nghiên cứu



Hình 24. Sơ đồ hoạt động của hệ thống cảnh báo lũ

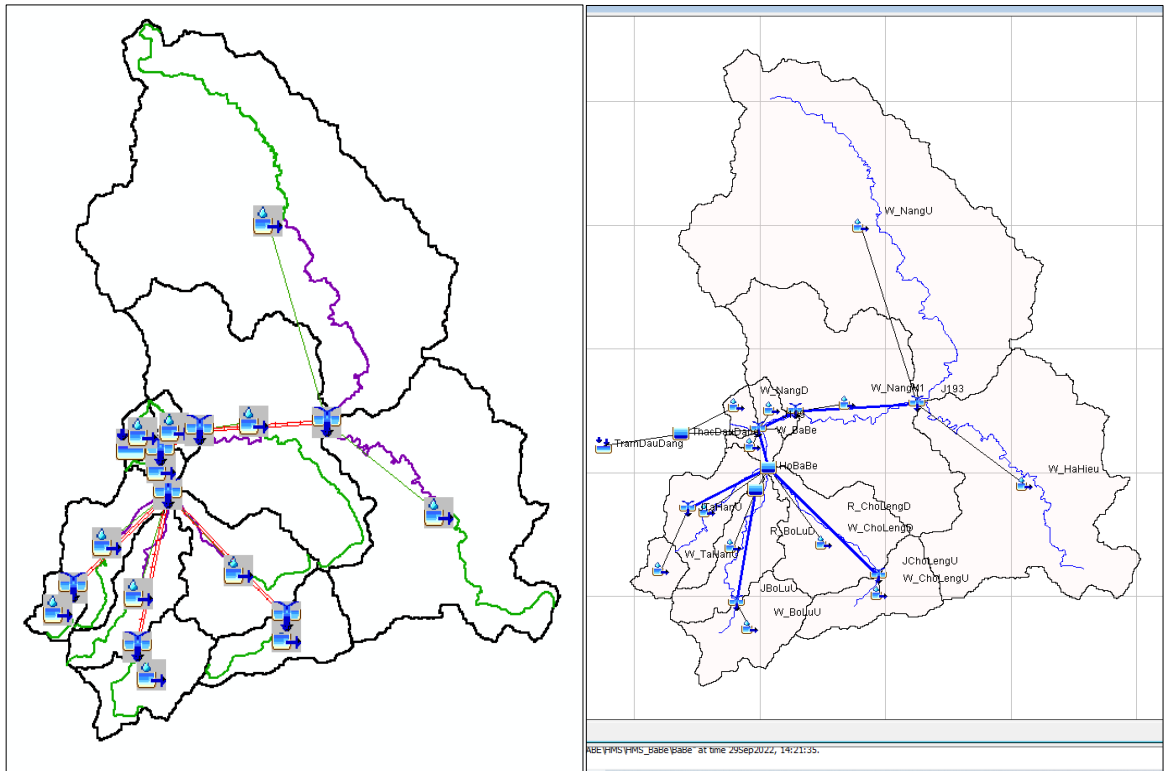
Hệ thống này được kết nối với hệ thống cảnh báo chung thông qua một kết nối đặc biệt, người dùng tương tác với hệ thống cảnh báo thông qua việc ghi vào cơ sở dữ liệu, từ đó, hệ thống cảnh báo lũ sẽ sử dụng dữ liệu này để thực hiện tính toán. Sau khi quá trình tính toán hoàn tất, hệ thống cảnh báo lũ sẽ trả kết quả vào hệ thống cảnh báo chung của đề tài. Do vậy, ngay khi người dùng lựa chọn các kịch bản mô phỏng, quá trình ghi nhận sẽ lập tức được thực hiện và hệ thống cảnh báo lũ sau khi xác định cần phải tính toán sẽ thực hiện yêu cầu của người dùng một cách độc lập. Chi tiết như sau:



Hình 25. Chi tiết tính toán nguy cơ lũ của hệ thống cảnh báo lũ

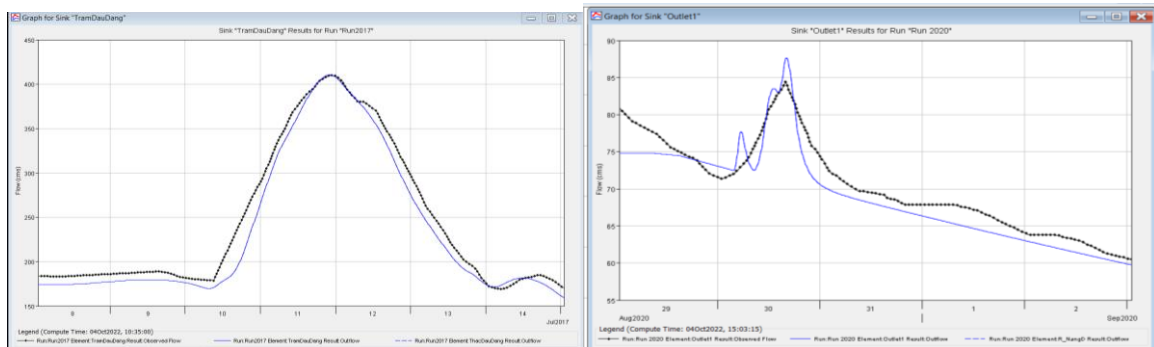
b. Mô hình HEC-HMS

Mô hình HEC-HMS được thiết lập riêng cho lưu vực có cửa ra là trạm thủy văn Đầu Đăng, lưu vực này gồm 2 lưu vực chính là lưu vực hồ Ba Bể (phạm vi nghiên cứu) và lưu vực thượng nguồn sông Năng.



Hình 26. Thiết lập mô hình thủy văn HEC-HMS

Mô hình được xây dựng và được hiệu chỉnh với lũ tháng 7 năm 2017, kiểm định với lũ tháng 9 năm 2020:



Hiệu chỉnh mô hình

Kiểm định mô hình

Hình 27. Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình HEC-HMS

Kết quả mô phỏng đạt được hệ số Nash khá cao đối với 02 trận lũ điển hình ở Đầu Đẳng, điều đó cho thấy bộ thông số mô hình đảm bảo điều kiện áp dụng vào các bước nghiên cứu tiếp theo.

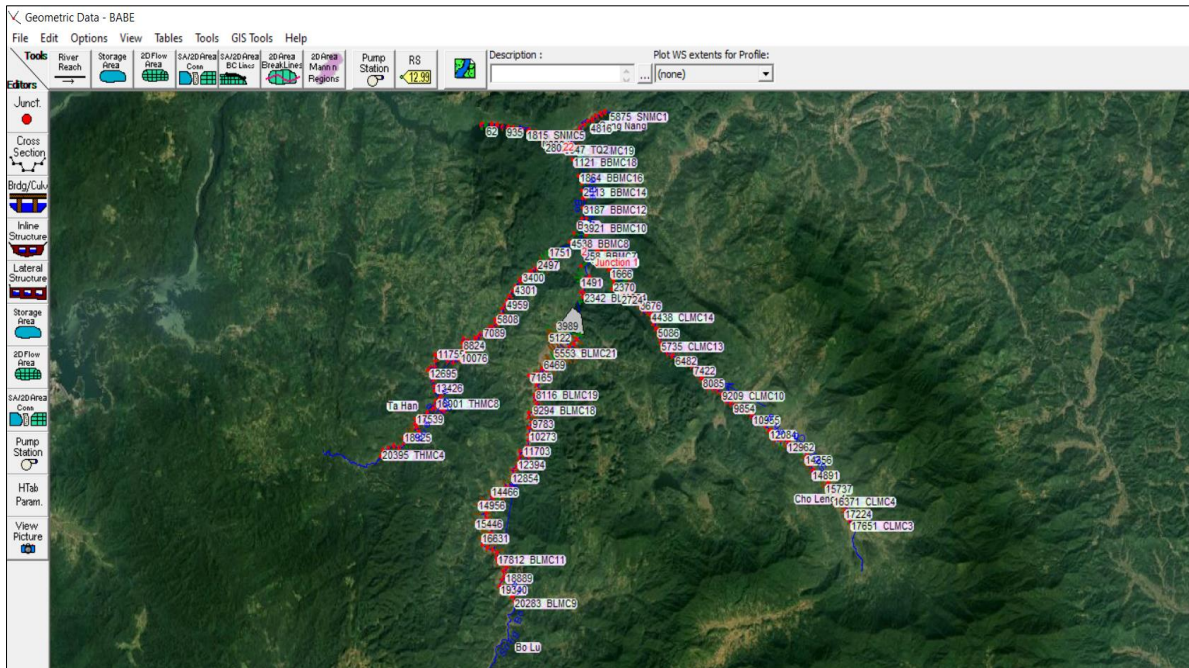
Bảng 1. Kết quả hiệu chỉnh, kiểm định

Sông	Trạm	Loại	Kết quả		
			Qmax thực đo (m <sup>3</sup> /s)	Qmax tính toán (m <sup>3</sup> /s)	Hệ số Nash (R <sup>2</sup> )
Năng	Đầu Đẳng	Hiệu chỉnh	467,0	463,1	0,92
Năng	Đầu Đẳng	Kiểm định	84,4	87,7	0,87

Mô hình sau khi xây dựng được lưu trữ tại thư mục truy vấn, làm công cụ tính toán, mô phỏng thủy văn trong hệ thống cảnh báo nguy cơ của Đề tài.

c. Mô hình HEC-RAS

Mô hình HEC-RAS được thiết lập cho cả hai loại 1 chiều và 2 chiều nhằm mô phỏng lũ lụt trên sông. Trong đó, phần 1 chiều là 4 nhánh sông Năng, Nam Cường, Pác Ngòi và Tà Han. Trong khi đó, lưới 2 chiều được mô phỏng cho các vùng trũng khu vực hồ Ba Bể và thượng lưu hồ. Chi tiết thể hiện như sau:

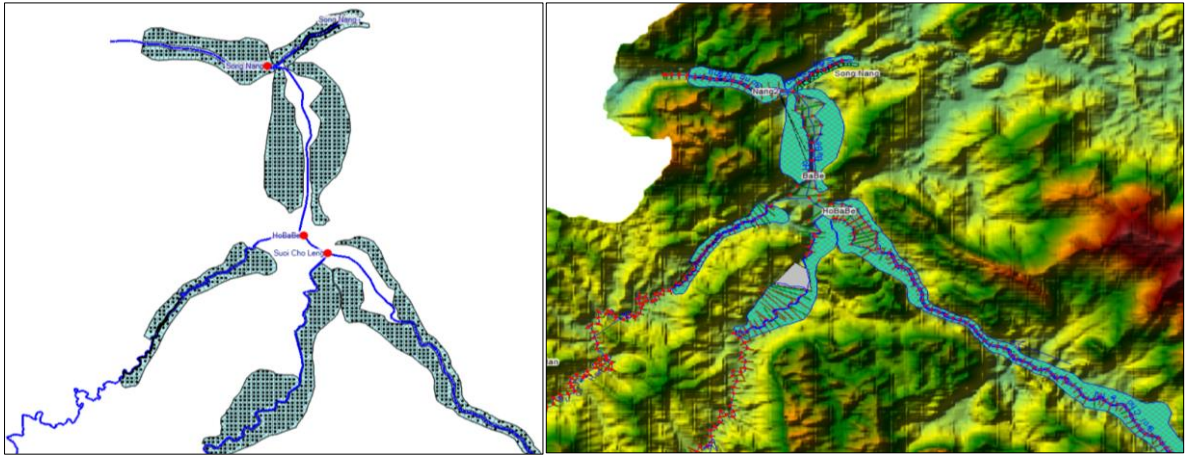


Hình 28. Phạm vi mô phỏng 1 chiều trong mô hình HEC-RAS

Bảng 2. Tổng hợp mạng sông được mô phỏng

TT	Tên sông	Chiều dài (km)	TT	Tên sông	Chiều dài (km)
1	Sông Năng	11,15	3	Sông Xuân Lạc	27,64
2	Sông Nam Cường	35,09	4	Sông Pác Ngòi	36,77

Số lượng mặt cắt bao gồm: Sông Năng: 7 mặt cắt; Nam Cường: 26 mặt cắt; Tà Han: 21 mặt cắt; Pác Ngòi: 16 mặt cắt; hồ Ba Bể: 20 mặt cắt.



Hình 29. Mô phỏng 2 chiều và kết hợp 1 chiều, 2 chiều trong mô hình HEC-RAS  
 Dựa trên chuỗi số liệu thu thập, tài liệu đo đạc thủy văn và mô hình đã được thiết lập, nhóm tác giả đã sử dụng số liệu mực nước quan trắc trên các tuyến sông từ ngày 29/08/2020 đến ngày 06/09/2020 để hiệu chỉnh mô hình.

Bảng 3. Kết quả hiệu chỉnh mô hình HEC-RAS

TT	Sông	Z thực đo (m)	Z tính toán (m)	Sai số
1	Năng	147,15	147,10	0.05
2	Năng	147,13	147	0.13
3	Pác Ngòi	148,15	148	0.15
4	Nam Cường	147,16	147	0.16
5	Xuân Lạc	147,13	147,2	0.07

Mô hình thủy lực HEC-RAS sau khi được xây dựng được lưu trữ vào thư mục, làm công cụ tính toán, mô phỏng thủy lực cho khu vực nghiên cứu.

d. Kết quả xây dựng các cấp cảnh báo lũ theo tần suất

Bảng 4. Kết quả xây dựng cấp cảnh báo tại các vị trí đo mực nước

TT	Cấp cảnh báo	Vị trí				Tần suất tham chiếu
		Cầu Bản Chảy	Ngâm Xuân Lạc	Ngâm Đồng Phúc	Bờ kè Sông Năng	
1	BD1	201,5	191,5	177,5	148,5	50%
2	BD2	203,0	192,5	178,5	149,5	25%
3	BD3	204,5	193,5	179,5	150,5	10%

2. Nguy cơ sạt lở đất

a. Phương pháp xác định nguy cơ sạt lở

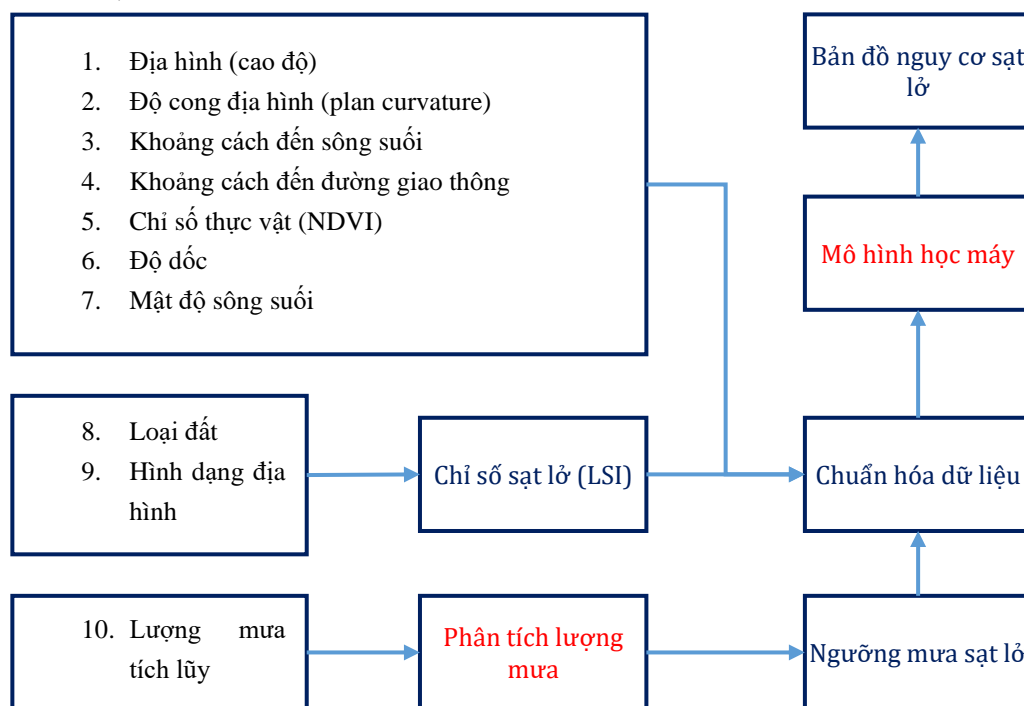
**Phương pháp thu thập số liệu:** Các kết quả nghiên cứu trước đây và số liệu sạt lở tại địa phương được thu thập, tổng hợp theo không gian. Hầu hết số liệu thu thập được ở dạng điểm với tọa độ cụ thể. Từ các nguồn khác nhau, số liệu được tổng hợp dưới

dạng vector để xây dựng cơ sở dữ liệu. Toàn bộ số liệu sau khi tổng hợp được chuyển đổi về dạng tọa độ VN-2000 (TM-3 106-15).

**Phương pháp điều tra thực địa:** Các số liệu thu thập đều là các số liệu đã cũ (từ 2018 trở về trước), do vậy nhóm nghiên cứu đã tiến hành điều tra thực địa để thu thập thêm những vị trí sạt lở mới đến hết năm 2020. Các số liệu này có những vị trí trùng lặp với các số liệu đã thu thập ở các nghiên cứu trước đây. Sau khi đánh giá, các vị trí trùng lặp được loại bỏ và gộp chung với số liệu thu thập trước đó.

**Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám:** Từ các ảnh viễn thám thu thập bằng công cụ Google Earth Engine, nhóm nghiên cứu loại bỏ mây và tính toán chỉ số NDVI từ band 4 (red) và band 8 (NIR). Sau đó, một quá trình phân tích các điểm sạt lở dựa trên mô hình rừng ngẫu nhiên (được tích hợp sẵn trong công cụ Earth Engine) được tiến hành. Kết quả xác định được các vị trí sạt lở hiện trạng dưới dạng raster (định dạng .tif), tuy nhiên kết quả này có nhiều vị trí không chính xác và cần được kiểm chứng lại.

**Phương pháp học máy:** Xây dựng mô hình cảnh báo sớm dựa trên dữ liệu lịch sử. Bốn mô hình được xây dựng bao gồm: (1) Mô hình hồi quy logistic; (2) Mô hình Rừng ngẫu nhiên; (3) Mô hình Dốc tăng cường (Gradient Boosting); và (4) Mô hình dốc cực hạn (XGBoost).



Hình 30. Quy trình xác định nguy cơ sạt lở đất

#### b. Dữ liệu sử dụng

Để triển khai tính toán nguy cơ sạt lở đất cho lưu vực hồ Ba Bể, nhóm nghiên cứu thu thập dữ liệu từ nhiều nguồn khác nhau bao gồm các loại dữ liệu được thống kê ở bảng sau:

TT	Loại dữ liệu	Nguồn dữ liệu	Chi tiết
1.	Mô hình số độ cao (dữ liệu địa hình)	Bộ Tài nguyên và Môi trường (Mua số liệu)	Tỷ lệ 1/10.000
2.	Ảnh Landsat Ảnh Sport	Landsat5, Landsat 8 và mua số liệu SPORT	Giai đoạn từ năm 2000 đến năm 2020
3.	Bản đồ đất	Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bắc Kạn	Thu thập năm 2020
4.	Bản đồ đường giao thông	Lấy từ bản đồ OpenStreetMap	Tải về tháng 4 năm 2021
5.	Vị trí các điểm sạt lở	Báo cáo kết quả điều tra và thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền núi tỉnh Bắc Kạn (hoàn thành năm 2014) và dữ liệu điều tra bổ sung	Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản Thực địa năm 2020
6.	Dữ liệu mưa ngày	Bộ Tài nguyên và Môi trường (Mua số liệu)	Từ năm 1986 đến 2020 cho 7 trạm: Bắc Mê, Bảo Lạc, Ngân Sơn, Nguyên Bình, Chợ Rã, Na Hang, Định Hóa và dữ liệu trạm Bắc Kạn từ năm 1996 đến 2020.

c. Phân tích các yếu tố không gian

Mặc dù khu vực nghiên cứu chính là lưu vực hồ Ba Bể, tuy nhiên, do kết quả điều tra, khảo sát cho thấy chỉ có một số ít các điểm (36 điểm), do vậy, nghiên cứu đã xem xét mở rộng phạm vi xung quanh khu vực nghiên cứu chính để có thể thu thập được nhiều dữ liệu sạt lở hơn phục vụ quá trình xây dựng mô hình học máy.

Sạt lở đất xảy ra do nhiều yếu tố, vì vậy, quá trình phân tích dữ liệu được tiến hành nhằm xác định các yếu tố phụ thuộc. Sau khi rà soát, đánh giá phương pháp nghiên cứu của các nghiên cứu trong nước và trên thế giới. Nhóm nghiên cứu tiến hành xác định các yếu tố phụ thuộc bao gồm:

**Các yếu tố có giá trị và phương pháp trực tiếp**

Cao độ địa hình, độ cong địa hình, khoảng cách đến sông suối, đường giao thông, chỉ số NDVI, độ dốc, mật độ sông suối là những yếu tố tính toán trực tiếp được từ GIS bằng các thư viện có sẵn trên ArcGIS và QGIS. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu sử dụng toàn bộ thư viện mã nguồn mở GIS từ thư viện GDAL để tính toán, phân tích các yếu tố trên nhằm mục đích có thể tích hợp được vào hệ thống. Phương pháp chi tiết thực hiện được trình bày trong báo cáo chuyên đề sạt lở đất. Kết quả của phép phân tích là một bản đồ dạng Raster cho từng yếu tố có giá trị (bằng số).

**Loại đất**



Loại đất là một trong những yếu tố quan trọng trong việc xác định nguy cơ sạt lở, tuy nhiên dữ liệu này có độ phân giải thấp. Mỗi loại đất có tính chất cơ lý riêng và khả năng kết dính khác nhau, tác động trực tiếp đến sự hình thành sạt lở. Dữ liệu loại đất được sử dụng là dữ liệu bản đồ 1/100.000 thu thập tại Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Bắc Kạn.

Để chuyển hóa mã đất thành dạng số phục vụ cho mô hình cảnh báo nguy cơ sạt lở, phương pháp FR (tỷ lệ tần suất) được triển khai nhằm xác định chỉ số sạt lở đất (LSI). Cụ thể phương pháp này như sau:

Tỷ lệ tần suất - Frequency Ratio (FR) là một phương pháp được rất nhiều nhà nghiên cứu về sạt lở áp dụng do khả năng linh hoạt và dễ sử dụng. Phương pháp này được Lee giới thiệu lần đầu tiên tại hội nghị giảm thiểu thiên tai sử dụng hệ thống thông tin địa lý và viễn thám tại Hàn Quốc năm 1998 [30] với tên gọi là kỹ thuật xác suất (probability technique) [34] [35] sau đó phát triển thành phương pháp tỷ lệ tần suất trong các công bố quốc tế vào năm 2002 [36].

Phương pháp này cũng dựa trên quan điểm giống phương pháp lớp phủ trọng số rằng khả năng sạt lở đất có thể xảy ra tại các vị trí có các điều kiện rất giống với các vị trí đã xảy ra sạt lở, tuy nhiên, phương pháp này không chia các lớp theo thang bậc từ 1-9 mà phân chia dựa trên tỷ lệ sạt lở. Rất nhiều yếu tố có khả năng gây sạt lở được đánh giá bằng cách phân từng yếu tố ra thành nhiều lớp và tính toán tỷ lệ diện tích của từng lớp và tỷ lệ sạt lở của từng lớp. Tỷ lệ tổng thể là hiệu số giữa tỷ lệ sạt lở và tỷ lệ diện tích. FR là giá trị tính toán được mô tả như sau (sau nhiều nghiên cứu thay đổi, với sự cải tiến của nhiều nhà khoa học [37] [38] [39]):

$$FR_{fi} = \frac{N_{Lfi}/N_L}{A_{fi}/A} \quad (1)$$

Trong đó:

$FR_{fi}$  là giá trị tỷ lệ tần suất của mỗi lớp thứ  $i$  trong yếu tố gây  $f$

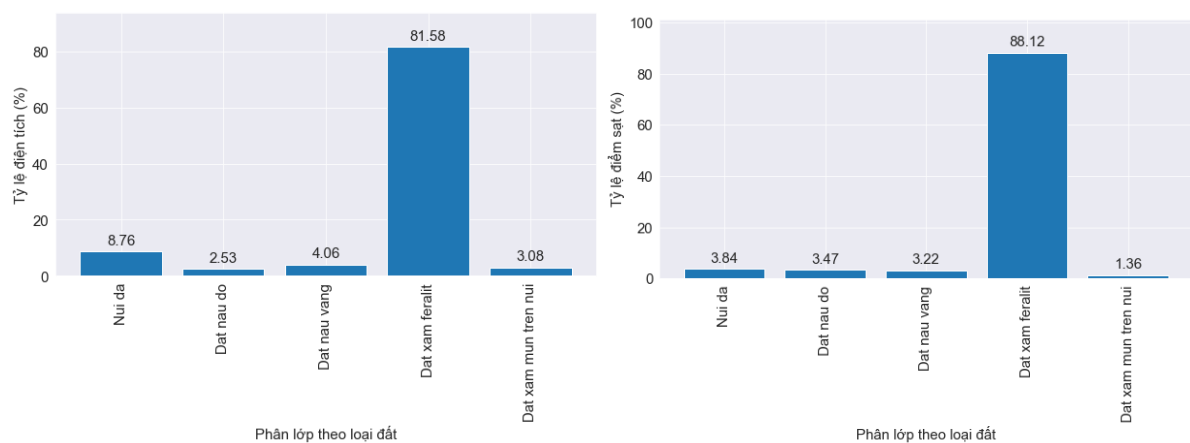
$N_{Lfi}/N_L$  là tỷ lệ giữa số lượng sạt lở trên tổng số lượng sạt lở của mỗi yếu tố  $f$

$A_{fi}/A$  là tỷ lệ giữa diện tích lớp thứ  $i$  trên tổng diện tích của yếu tố gây  $f$

Giá trị của  $FR_{fi}$  thể hiện sự tương quan giữa sạt lở theo từng lớp của mỗi yếu tố, nếu giá trị này lớn hơn 1 chứng tỏ khả năng xảy ra sạt lở tại lớp thứ  $i$  cao hơn, giá trị này không thể bằng 0 hoặc âm.

Giá trị tổng hợp chỉ số nguy cơ sạt lở được tính như sau:

$$LSI = \sum_{i=1}^n FR_{fi} \quad (2)$$



Hình 31. Phân bố các loại đất trên khu vực nghiên cứu

Giá trị LSI (Landslide Index) càng lớn thì nguy cơ sạt lở càng cao và ngược lại, thông thường theo phương pháp này, các nhà khoa học xác định sẵn một tỷ lệ nào đó cho các giá trị nguy cơ phân lớp (như nguy cơ rất cao chiếm 5%...), từ đó làm cơ sở cho việc phân chia các lớp theo chỉ số LSI [40]

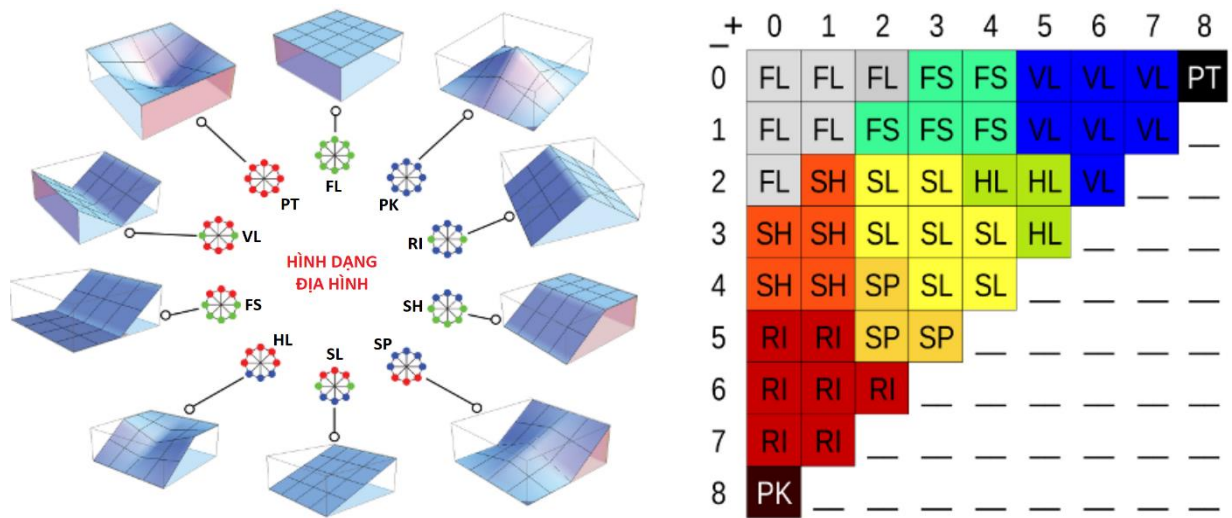
Kết quả phân tích cho thấy, trong khu vực nghiên cứu chủ yếu là đất xám feralit (chiếm hơn 80%), tiếp theo là núi đá (chiếm gần 10%), các loại đất khác chiếm không đáng kể.

TT	Lớp	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ diện tích (%)	Số điểm sạt	Tỷ lệ sạt (%)	FR	LSI
<b>Soil</b>							
1	Núi đá	648.8	8.80%	31	3.80%	0.44	-0.826
2	Đất nâu đỏ	187.25	2.50%	28	3.50%	1.37	0.315
3	Đất nâu vàng	300.34	4.10%	26	3.20%	0.79	-0.231
4	Đất xám Feralit	6,041.62	81.60%	712	88.10%	1.08	0.077
5	Đất xám mùn trên núi	228.07	3.10%	11	1.40%	0.44	-0.816
Tổng		7,406.08	100.00%	808	100.00%		

### Hình dạng địa hình

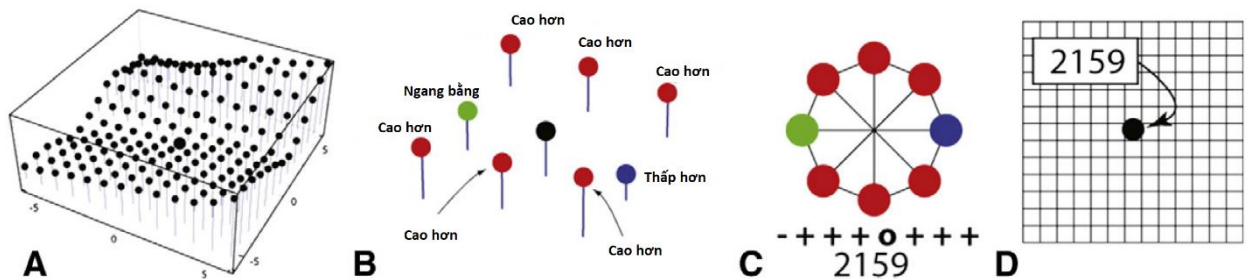
Hình dạng địa hình là đặc điểm địa hình học được phân tích từ bản đồ địa hình (còn được gọi là địa mạo). Một số hình dạng điển hình được biết đến như đồi, núi, cao nguyên, thung lũng...

Jasiewicz [41] và cộng sự đã xác định 10 hình dạng phổ biến như hình sau:



Hình 32. 10 hình dạng địa hình phổ biến theo Jasiewicz

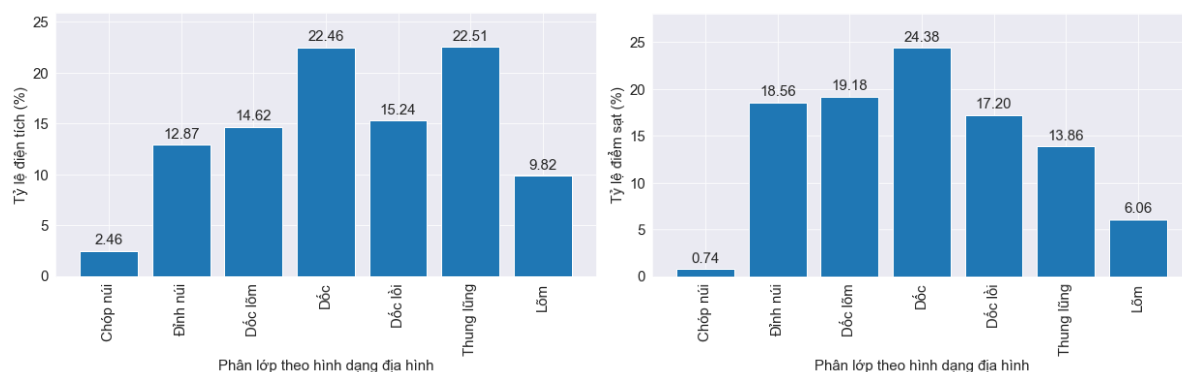
Ghi chú: FL: Đồng bằng; PK: Chóp núi; RI: Đỉnh núi; SH: Vai dốc; SP: Lò; SL: Mái dốc; HL: Lõm; FS: Dốc nhẹ; VL: Thung lũng; PT: Vùng trũng.



Hình 33. Phương pháp xác định hình dạng địa hình

Hình A là mô phỏng một phần của cao độ địa hình và điểm xác định hình dạng. Hình B thể hiện sự phân tích 8 điểm lân cận so với ô trung tâm. Hình C thể hiện sự quy đổi về dạng chuỗi và dạng số. Hình D thể hiện sự gán nhãn cho ô trung tâm dựa vào kết quả phân tích.

Kết quả phân tích địa hình được tra cứu ở bảng ma trận phía trên và đưa ra đánh giá cuối cùng. Trong nghiên cứu sạt lở đất, hình dạng địa hình là một trong những yếu tố nhận diện của sạt lở, trong đó các vùng đồi núi có nguy cơ xảy ra sạt lở cao hơn các vùng đồng bằng và thung lũng... Quá trình phân tích hình dạng địa hình và điều tra số liệu cho thấy các vị trí sạt lở xuất hiện thường nằm trong khu vực mái dốc (từ vai dốc đến chân dốc). Nghiên cứu sử dụng công cụ geomorphons trong QGIS để thực hiện phân tích hình dạng địa hình.



Hình 34. Phân bố hình dạng địa hình khu vực nghiên cứu

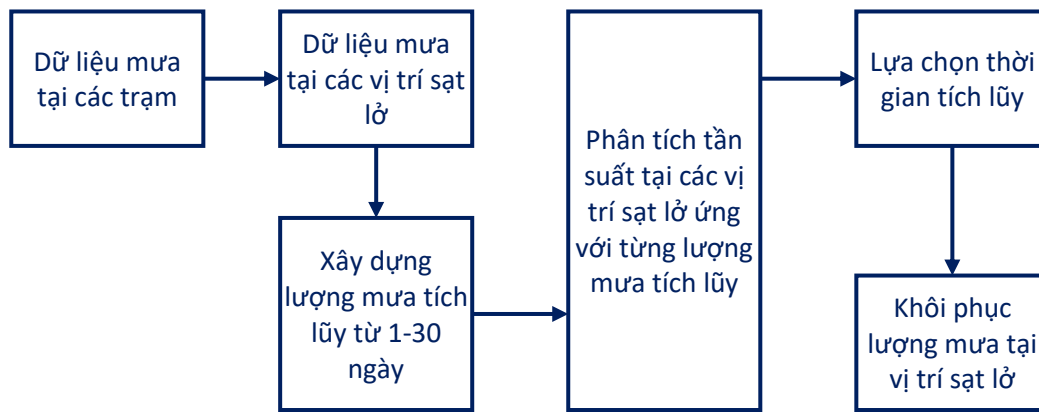
Kết quả phân tích địa hình cho thấy, địa hình dạng đồi núi chiếm khoảng 65% tổng diện tích khu vực, trong khi đó, khu vực còn lại chiếm khoảng 35% (thung lũng, vùng trũng thấp).

TT	Lớp	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ diện tích (%)	Số điểm sạt	Tỷ lệ sạt (%)	FR	LSI
<b>Geomorphons</b>							
1	Chóp	182.53	2.50%	6	0.70%	0.3	-1.2
2	Đỉnh	953	12.90%	150	18.60%	1.44	0.366
3	Dốc lồm	1,082.91	14.60%	155	19.20%	1.31	0.271
4	Mái dốc	1,663.56	22.50%	197	24.40%	1.09	0.082
5	Dốc lồi	1,128.88	15.20%	139	17.20%	1.13	0.121
6	Thung lũng	1,666.93	22.50%	112	13.90%	0.62	-0.485
7	Lồm	727.44	9.80%	49	6.10%	0.62	-0.482
Total		7,405.25	100.00%	808	100.00%		

### **Lượng mưa**

Các số liệu khảo sát thu thập từ các nguồn khác nhau về vị trí các điểm sạt lở trên khu vực hồ Ba Bể hiện nay mới chỉ thu thập về yếu tố không gian mà chưa thể thu thập được về yếu tố thời gian. Thời điểm xảy ra các trận sạt lở là khó xác định do không có sự ghi chép đầy đủ từ các nhà quản lý thiên tai địa phương.

Dữ liệu quan trắc mưa ngày đã được thu thập để phân tích, đánh giá. Quá trình phân tích, đánh giá lượng mưa có thể được phản ánh qua sơ đồ sau:



Hình 35. Quá trình phân tích, đánh giá lượng mưa phục vụ tính toán nguy cơ sạt lở

#### d. Xây dựng mô hình học máy

Học máy là một tập hợp con của trí tuệ nhân tạo, là một lĩnh vực nhỏ của khoa học máy tính, có khả năng tự học hỏi trên dữ liệu đưa vào mà không cần phải được lập trình cụ thể. Trong những năm gần đây, khi khả năng tính toán của các máy vi tính được cải thiện và có nhiều dữ liệu hơn, học máy đã trở nên phổ biến ở mọi lĩnh vực, trong đó, việc áp dụng học máy vào tính toán nguy cơ sạt lở đang được các nhà khoa học trong nước và trên thế giới triển khai áp dụng. Học máy được phân thành 2 loại chính: học có giám sát và học không giám sát.

Học có giám sát (supervised learning) là thuật toán dự đoán đầu ra của một dữ liệu dựa trên các dữ liệu đầu vào đã được gán nhãn (như có sạt lở hay không sạt lở) đã biết. Học có giám sát khá giống với cách học của con người khi còn nhỏ. Người lớn sẽ đưa cho đứa trẻ các chữ cái và chỉ cho chúng đâu là chữ A, đâu là chữ B ..., sau đó đứa trẻ có thể nhận diện được các chữ cái mà chúng đã được học (mặc dù các chữ cái này có các nét bút khác nhau hay hình dáng khác nhau).

Học không giám sát (unsupervised learning) là thuật toán mà dữ liệu đưa vào để đào tạo không được gán nhãn (các điểm đưa vào không biết có sạt lở hay không có sạt lở, chỉ có các yếu tố như độ dốc, độ ẩm địa hình, mưa...). Thuật toán này sẽ dựa vào cấu trúc của dữ liệu để phân nhóm dữ liệu.

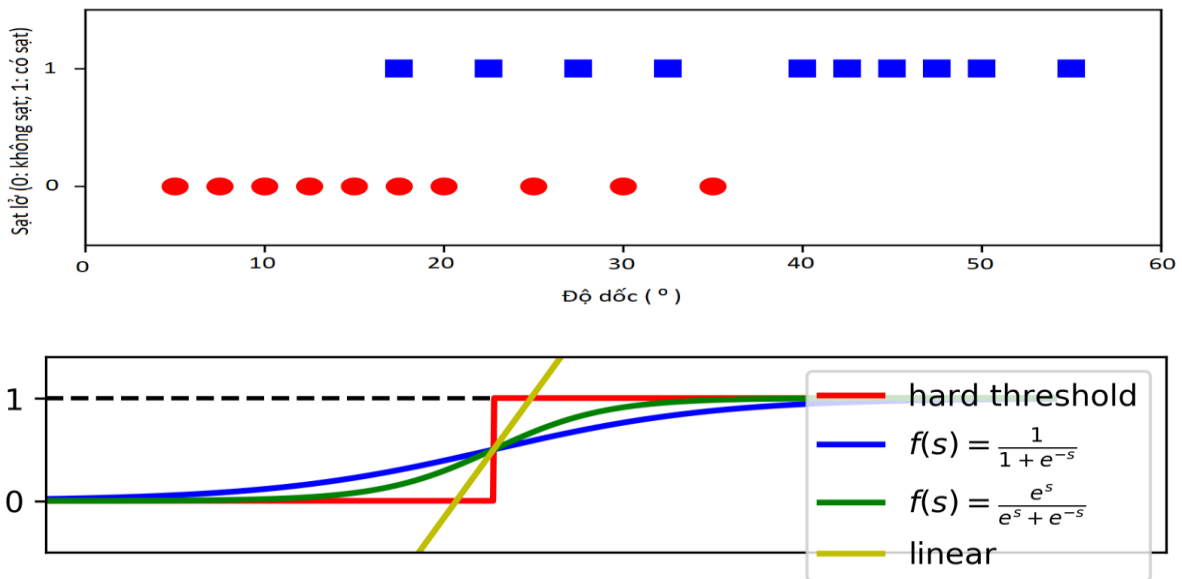
Trong việc áp dụng học máy để xác định nguy cơ sạt lở, nhóm nghiên cứu sử dụng thuật toán học có giám sát với các biến đầu vào là những tham số đã được trình bày ở mục trên cho các điểm sạt lở và chưa sạt lở (tương ứng với nhãn 1 và 0). Tất cả các thuật toán áp dụng đều là thuật toán phân loại (classification).

Bằng việc phân tích, đánh giá các thuật toán học máy được áp dụng trong việc xác định nguy cơ sạt lở của các nhà khoa học trong thời gian gần đây, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn được 4 mô hình dưới đây để phân tích, đánh giá nguy cơ sạt lở cho khu vực nghiên cứu.

## Logistic Regression (Hồi quy logistic)

Logistic Regression là 1 thuật toán phân loại được dùng để gán các đối tượng cho 1 tập hợp giá trị rời rạc (như 0, 1, 2, ...). Một ví dụ điển hình là phân loại Email, gồm có email công việc, email gia đình, email spam, ... Giao dịch trực tuyến có là an toàn hay không an toàn, khối u lành tính hay ác tính. Thuật toán trên dùng hàm sigmoid logistic để đưa ra đánh giá theo xác suất. Ví dụ: Khối u này 80% là lành tính, giao dịch này 90% là gian lận.

Trong nghiên cứu sạt lở, một hàm  $s = f(x)$  sẽ được xác định và hàm  $f(s)$  là hàm phân loại được thể hiện như sau:

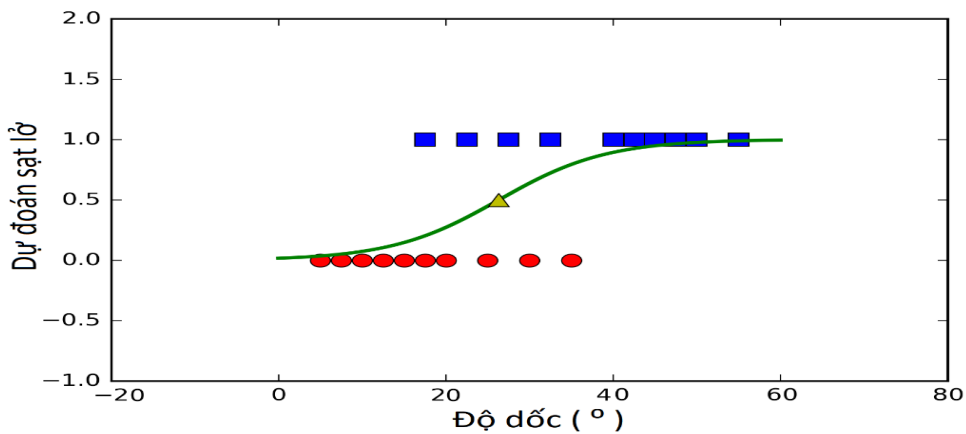


Hình 36. Ví dụ về sử dụng hồi quy logistic trong đánh giá sạt lở dựa vào độ dốc

Như trong hình trên, hàm  $f(s)$  là hàm phân định ngưỡng sạt lở và có 2 dạng phổ biến. Trong đó,  $f(s) = \frac{1}{1+e^{-s}}$  được sử dụng nhiều nhất do nó bị chặn trong khoảng 0 và 1 (0 đại diện cho các điểm sạt lở và 1 đại diện cho các điểm không sạt lở), hàm này gọi là hàm sigmoid. Ngoài hàm sigmoid, hàm tanh cũng được nhiều nhà nghiên cứu sử dụng:

$$\tanh(s) = \frac{e^s - e^{-s}}{e^s + e^{-s}}$$

Hàm tanh nhận giá trị trong khoảng từ  $-1 \div 1$ , nhưng có thể dễ dàng đưa nó về khoảng  $(0, 1)$ . Đây là 2 hàm phổ biến nhất sử dụng để phân loại trong bài toán hồi quy logistic.

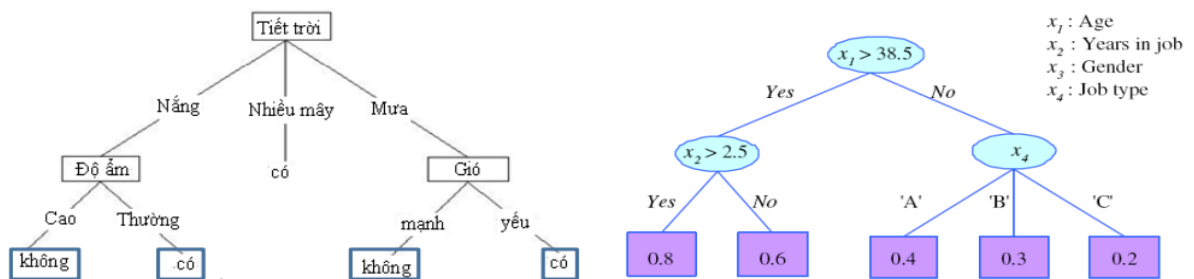


Hình 37. Kết quả dự đoán nguy cơ sạt lở theo hồi quy logistic

Nếu như chỉ có 2 lớp đầu ra (sạt lở/không sạt lở), điểm tam giác màu vàng trên đồ thị trên tương ứng với xác suất 0,5 được chọn làm ngưỡng cứng. Tuy nhiên, để xác định ngưỡng phù hợp phục vụ phân loại cần dùng đến các yếu tố khác (như đường cong thu nhận tín hiệu ROC...)

### Random Forest (Rừng ngẫu nhiên)

Rừng ngẫu nhiên là một thuật toán học có giám sát. Như tên gọi của nó, Rừng ngẫu nhiên sử dụng các cây (tree) để làm nền tảng. Rừng ngẫu nhiên là một tập hợp của các cây quyết định (Decision Tree), mà mỗi cây được chọn theo một thuật toán dựa vào ngẫu nhiên.



Hình 38. Một minh họa cho thuật toán rừng ngẫu nhiên (phân loại và hồi quy)

Thuật toán Random Forest sẽ bao gồm nhiều cây quyết định, mỗi cây được xây dựng dùng thuật toán Decision Tree trên tập dữ liệu khác nhau và dùng tập thuộc tính khác nhau. Sau đó kết quả dự đoán của thuật toán Random Forest sẽ được tổng hợp từ các cây quyết định.

Khi dùng thuật toán Random Forest, mình hay để ý các thuộc tính như: số lượng cây quyết định sẽ xây dựng, số lượng thuộc tính dùng để xây dựng cây. Ngoài ra, vẫn có các thuộc tính của thuật toán Decision Tree để xây dựng cây như độ sâu tối đa, số phần tử tối thiểu trong 1 node để có thể tách.

Như vậy, để dự đoán có đi chơi hay không đi chơi trong ví dụ trên, hàng loạt các cây quyết định sẽ được xây dựng. Các dữ liệu cũng như thuộc tính được lấy ngẫu nhiên để

đưa ra dự đoán cuối cùng cho mỗi cây. Do mỗi cây quyết định trong thuật toán Random Forest không dùng tất cả dữ liệu đào tạo, cũng như không dùng tất cả các thuộc tính của dữ liệu để xây dựng cây nên mỗi cây có thể sẽ dự đoán không tốt. Tuy nhiên, kết quả cuối cùng của thuật toán Random Forest lại tổng hợp từ nhiều cây quyết định, thế nên thông tin từ các cây sẽ bổ sung thông tin cho nhau, dẫn đến mô hình có kết quả dự đoán tốt.

Một ví dụ khác khi một người muốn mua 1 sản phẩm điện tử trên tiki chẳng hạn, người đó sẽ đọc đánh giá sản phẩm. Một đánh giá cũng có thể chỉ chứa một số thông tin như: pin tốt hay màn hình hiển thị đẹp mà không phải đánh giá được hết toàn bộ các thuộc tính của sản phẩm. Các đánh giá sẽ hỗ trợ, bổ sung cho nhau. Mỗi đánh giá là một dữ liệu đào tạo và mỗi thông số chính là các thuộc tính. Nếu như chỉ đọc 1 đánh giá thì có thể là ý kiến chủ quan của người đấy, hoặc sản phẩm người ấy mua không may bị lỗi gì. Thông thường để có cái nhìn tốt về sản phẩm, người đó nên đọc tất cả đánh giá rồi cho ra quyết định cuối cùng. Đây cũng chính là nguyên lý của thuật toán Decision Tree.

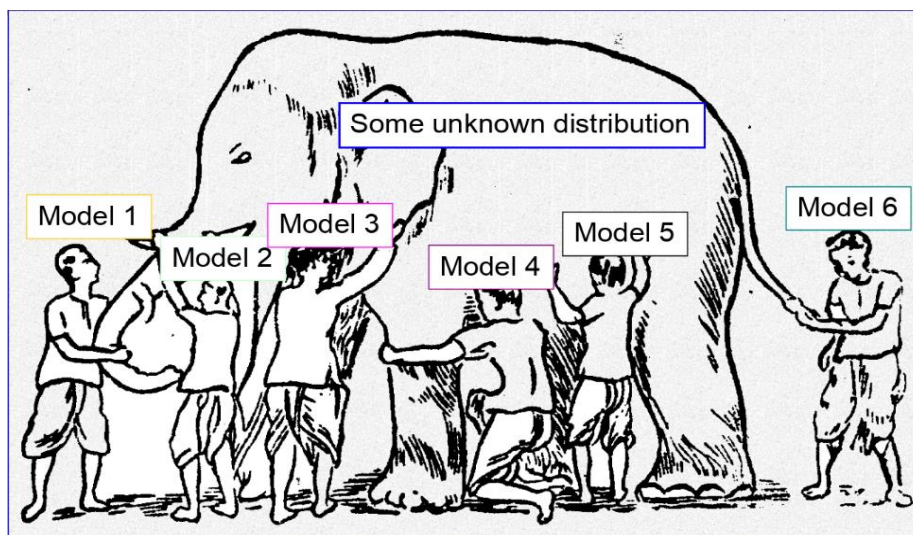
### ***Gradient Boosting***

Không có một mô hình dự đoán nào là hoàn hảo khi đi riêng lẻ, có những mô hình dự đoán sai với giá trị thực tế rất nhiều, cũng có mô hình đoán đúng trên bộ dữ liệu đào tạo, hiệu chỉnh nhưng khi gặp bộ dữ liệu chưa gặp bao giờ dẫn đến tình trạng đoán sai, các mô hình này gọi là mô hình “yếu”. Có một cách để kết hợp các mô hình “yếu” để tạo ra một mô hình “mạnh” như câu nói: ba cây chụm lại nên hòn núi cao.

Thay vì cố gắng xây dựng một mô hình tốt duy nhất, chúng ta sẽ xây dựng một họ các mô hình yếu hơn một chút, nhưng khi kết hợp các mô hình lại, (nếu có thể kết hợp một cách chính xác) sẽ thu được một mô hình còn vượt trội hơn cả. Nếu 1 mô hình không thể tự giải quyết được, hãy để nhiều mô hình cùng nhau giải quyết. Tất nhiên, nhiều mô hình ở đây có thể là cùng một loại nhưng áp dụng trên những phần dữ liệu khác nhau (kì vọng là độc lập với nhau) hoặc những mô hình hoàn toàn khác loại được kết hợp lại.

Gradient Boosting là một thuật toán tổng hợp sử dụng các phương pháp bagging và boosting để phát triển một công cụ dự đoán nâng cao. Tương tự như rừng ngẫu nhiên, Gradient Boost xây dựng các cây thường có 8–32 lá. Gradient Boost xem vấn đề tăng cường (boosting problem) là một vấn đề tối ưu hóa, trong đó nó sử dụng một hàm mất mát (loss function) và cố gắng giảm thiểu lỗi. Đây là lý do tại sao nó được gọi là Gradient boost, vì nó được lấy cảm hứng từ sự giảm dần độ dốc (gradient descent). Cuối cùng, cây được sử dụng để dự đoán lượng dư của các mẫu (dự đoán trừ thực tế).





Hình 39. Kết hợp nhiều mô hình “yếu” sẽ cho ra một mô hình “mạnh” hơn.

Như vậy, một lượng lớn các mô hình cùng được xây dựng (dựa trên sự kết hợp ngẫu nhiên của các cây quyết định), sau đó mỗi mô hình sẽ học cách sửa chữa những lỗi của các mô hình trước đó tạo thành các mô hình tốt hơn, quá trình này cứ lặp lại cho đến khi mô hình cuối cùng đạt được hiệu suất tốt nhất.

Gradient boosting xây dựng thuật toán để giải quyết bài toán tối ưu như sau:

$$\min_{c_n=1:N, w_n=1:N} L\left(y, \sum_{n=1}^N c_n w_n\right) = \min_{c_n w_n} L(y, W_{n-1} + c_n w_n)$$

Trong đó: L là giá trị hàm mất mát; y là nhãn (0: sạt lở; 1: không sạt lở),  $c_n$  là trọng số (độ tự tin dự đoán) của mô hình thứ n và  $w_n$  là mô hình thứ n. Để tìm cực tiểu của hàm số  $L(y, W)$  người ta sử dụng thuật toán Gradient Descent.

### Xgboost

XGBoost là một trong những thuật toán học máy phổ biến và được sử dụng rộng rãi nhất hiện nay vì đơn giản là nó rất mạnh mẽ. Nó tương tự như Gradient Boost nhưng có một vài tính năng bổ sung làm cho nó mạnh hơn nhiều bao gồm: cải thiện tính tổng quát của mô hình; cung cấp một hiệu suất mạnh mẽ hơn và giảm mối tương quan giữa các cây quyết định làm cải thiện sức mạnh của nhóm.

### Đánh giá mô hình

Giả sử một mô hình dự đoán các điểm sạt lở có các tham số như bảng sau:

Bảng 5. Số liệu mẫu đánh giá mô hình dự đoán

Phân loại điểm	Thực tế	Mô hình dự đoán	
		Đoán đúng	Đoán sai
Số điểm sạt lở	15	10	5
Số điểm không sạt lở	85	30	55
Tổng cộng	100	40	60

Một số từ ngữ sử dụng trong mô hình dự đoán trong phân loại 2 lớp như sau:

- Khi đánh giá cho lớp sạt lở, ta có:

Dương tính: Sạt lở

Âm tính: Không sạt lở

Dương tính thật: các điểm sạt lở được dự đoán là sạt lở - ký hiệu TP

Dương tính giả: các điểm không sạt lở được dự đoán là sạt lở - ký hiệu FP

Âm tính thật: các điểm không sạt lở được dự đoán là không sạt lở - ký hiệu TN

Âm tính giả: các điểm sạt lở được dự đoán là không sạt lở - ký hiệu FN

- Khi đánh giá cho lớp không sạt lở: đảo ngược âm tính và dương tính.

### **Các chỉ số**

#### ***Accuracy***

Đây là độ đo của bài toán phân loại mà đơn giản nhất, tính toán bằng cách lấy số dự đoán đúng chia cho toàn bộ các dự đoán. Công thức tính Accuracy như sau:

$$Accuracy = \frac{TP + TN}{TP + FP + TN + FN}$$

Cụ thể, trong ví dụ trên, ta có  $accuracy = (10+30)/(10+5+30+55) = 40\%$

Nhược điểm của cách đánh giá này là chỉ cho ta biết được bao nhiêu phần trăm lượng dữ liệu được phân loại đúng mà không chỉ ra được cụ thể mỗi loại được phân loại như thế nào, lớp nào được phân loại đúng nhiều nhất hay dữ liệu của lớp nào thường bị phân loại nhầm nhất vào các lớp khác.

#### ***Precision***

Như đã nói phía trên, sẽ có rất nhiều trường hợp thước đo Accuracy không phản ánh đúng hiệu quả của mô hình. Giả sử mô hình dự đoán tất cả là các điểm không sạt lở, thì Accuracy vẫn đạt tới  $85/100 = 85\%$ , khá cao nhưng thực chất mô hình khá là tồi. Vì vậy chúng ta cần một thước đo khác có thể khắc phục được những yếu điểm này. Precision là một trong những thước đo có thể khắc phục được, công thức như sau:

$$Precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

Như vậy, theo số liệu mẫu ta có:

Precision(sạt lở) =  $10/(10+55) = 15,38\%$

Precision(không sạt lở) =  $30/(30+5) = 85,71\%$

Có thể thấy việc dự đoán sạt lở chưa thực sự tốt, tổng số điểm mô hình dự đoán là sạt lở là 65 điểm, trong khi thực sự chỉ có 10 điểm đoán đúng. Với các điểm không sạt lở, mô hình chỉ ra 35 điểm không sạt lở, tuy nhiên đúng tới 30 điểm. Mặc dù vậy, trên thực tế có tới 85 điểm không sạt lở, vì vậy, precision vẫn chỉ phản ánh được một phần của việc dự đoán.

#### ***Recall***

Recall cũng là một thước đo quan trọng, nó đo lường tỷ lệ dự đoán chính xác các trường hợp sạt lở trên toàn bộ các mẫu thuộc nhóm sạt lở. Công thức của Recall như sau:

$$Recall = \frac{TP}{TP + FN}$$

Áp dụng vào dữ liệu mẫu ta có:

$$Recall(\text{sạt lở}) = 10/(10+5) = 66,67\%$$

$$Recall(\text{không sạt lở}) = 30/(30+55) = 35,29\%$$

Recall cao đồng nghĩa với việc số điểm dự đoán đúng cao, tức là tỷ lệ bỏ sót các điểm thực sự là bị dự đoán sai là thấp

### ***F1-score***

Tùy thuộc vào bài toán mà người đánh giá sẽ muốn ưu tiên sử dụng Recall hay Precision. Nhưng cũng có rất nhiều bài toán mà cả Precision hay Recall đều quan trọng. Một thước đo phổ biến khác đã kết hợp cả Recall và Precision lại được gọi là F1-score

F1-score được tính theo công thức sau:

$$F_{1\text{-score}} = \frac{2 * precision * recall}{precision + recall}$$

### **Đường cong ROC và AUC**

Hai chỉ số tiếp theo được xét:

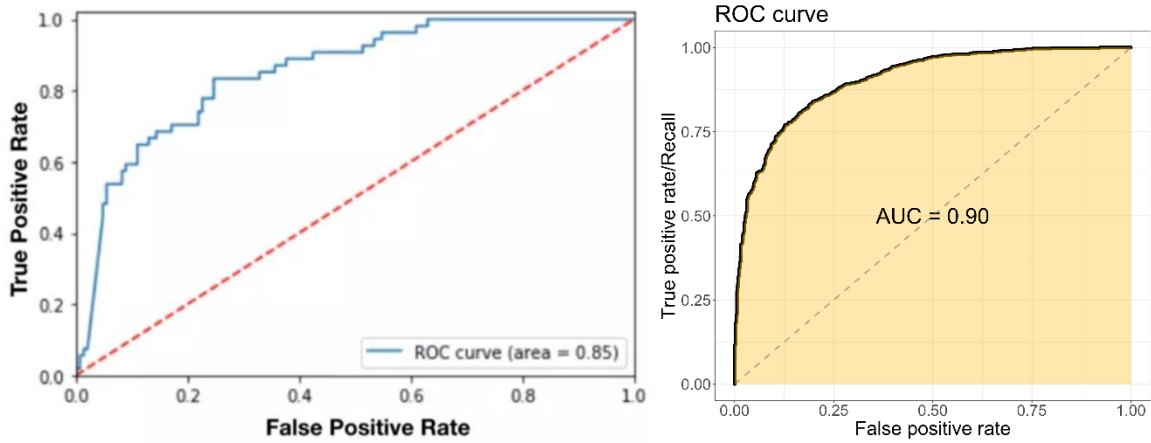
$$TPR = precision = \frac{TP}{TP + FP}$$

$$FPR = \frac{FP}{TN + FN}$$

ROC Curve (The receiver operating characteristic curve) là một đường cong biểu diễn hiệu suất phân loại của một mô hình phân loại tại các ngưỡng threshold. Về cơ bản, nó hiển thị tỷ lệ dương tính thật - True Positive Rate (TPR) so với tỷ lệ dương tính giả - False Positive Rate (FPR) đối với các giá trị ngưỡng khác nhau.

Có rất nhiều mô hình phân loại mang tính xác suất, ví dụ dự đoán xác suất của một mẫu là sạt lở. Mô hình sẽ so sánh xác suất đầu ra với một số ngưỡng giới hạn và nếu nó lớn hơn ngưỡng đó, mô hình dự đoán nhãn là sạt lở, còn không thì là không sạt lở.

Với các ngưỡng khác nhau, mô hình sẽ dự đoán các nhãn khác nhau, kéo theo các giá trị như precision hay recall cũng khác nhau. ROC tìm ra TPR và FPR ứng với các giá trị ngưỡng khác nhau và vẽ biểu đồ để dễ dàng quan sát TPR so với FPR. Ví dụ dưới đây là một đường cong ROC



Hình 40. Minh họa đường cong ROC và diện tích AUC

Khi diện tích này càng lớn, đường cong này sẽ dần tiệm cận với đường thẳng  $y=1$  tương đương với khả năng phân loại của mô hình càng tốt. Còn khi đường cong ROC nằm sát với đường chéo đi qua hai điểm  $(0, 0)$  và  $(1, 1)$ , mô hình sẽ tương đương với một phân loại ngẫu nhiên.

e. Phân loại nguy cơ sạt lở đất

Kết quả dự đoán của mô hình là các giá trị về độ tin cậy (độ tự tin) của mô hình cảnh báo sớm (có giá trị từ 0 đến 1). Giá trị này càng gần về 1 thì cho thấy độ chắc chắn về khả năng xảy ra sạt lở của mô hình càng cao. Căn cứ vào đó, một bảng phân loại được sử dụng để phân loại nguy cơ sạt lở đất:

Bảng 6. Bảng phân loại mức độ nguy cơ theo độ tin cậy của mô hình học máy

Lớp	Ngưỡng nguy cơ	Mô tả
1	Rất thấp	Độ tin cậy < 0,4
2	Thấp	$0,4 \leq$ Độ tin cậy < 0,55
3	Trung bình	$0,55 \leq$ Độ tin cậy < 0,7
4	Cao	$0,7 \leq$ Độ tin cậy < 0,85
5	Rất cao	Độ tin cậy $\geq$ 0,85

3. Nguy cơ lũ quét

Mục tiêu của tính toán nguy cơ lũ quét là xác định tham số phân loại mức độ của lũ quét. Trong nghiên cứu này, tác giả đã kết hợp sự tính toán thủy văn đơn thuần, công nghệ GIS và công cụ lập trình để có thể tính toán được các giá trị thủy văn (lưu lượng, thời gian tập trung dòng chảy, vận tốc dòng chảy...) tại mọi vị trí trên lưu vực để xây dựng bản đồ nguy cơ lũ quét

Bằng việc sử dụng số liệu quan trắc mưa theo thời gian thực (bao gồm mưa tích lũy và mưa giờ thời gian thực) kết hợp với điều kiện đặc trưng của lưu vực (bao gồm thảm

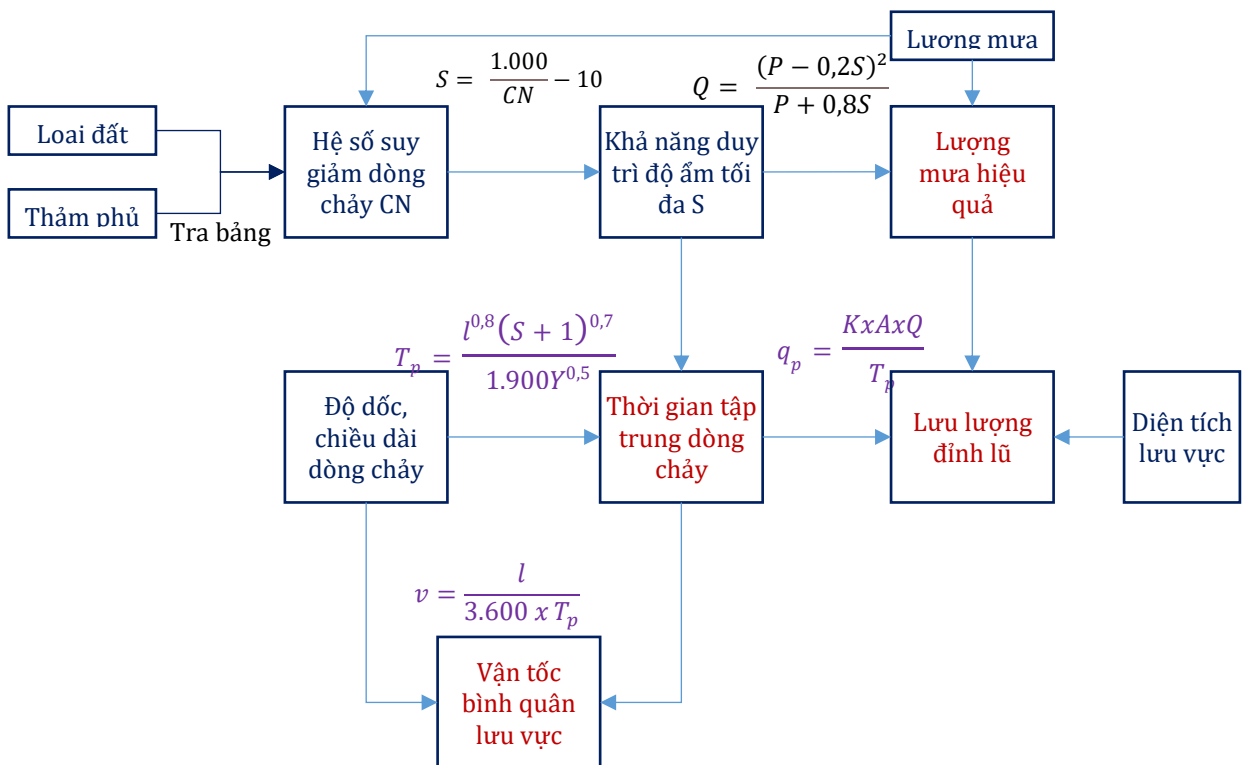
phủ, đất, địa hình, độ dốc...), nghiên cứu sẽ chỉ ra các khu vực có nguy cơ lũ quét cao và cảnh báo trên nền WebGIS trực tuyến.

Để làm được điều này, hàng loạt các phương pháp nghiên cứu sẽ được sử dụng để xác định các tham số cần thiết bao gồm:

**Phương pháp SCS:** đây là phương pháp cơ sở để phát triển thành công cụ của nghiên cứu. Sử dụng phương pháp này, Đề tài sẽ tính toán yếu tố về độ dốc, chiều dài dòng chảy, địa hình, tập trung dòng chảy, thời gian đạt đỉnh... cho mọi điểm thuộc lưu vực nghiên cứu bằng công cụ GIS.

**Phương pháp thống kê:** đề tài sẽ phân tích, lựa chọn những trận lũ đã xảy ra trong quá khứ với điều kiện đo đạc tốt để hiệu chỉnh các thông số cần thiết trong việc tính toán, mô phỏng dòng chảy lũ dựa trên phương pháp GIS và mô hình toán.

**Phương pháp GIS:** Quá trình tính toán của mọi phép tính đều được triển khai trên nền GIS. Đề tài sử dụng các thư viện sẵn có phục vụ quá trình phân tích từng giá trị trong mỗi raster và thực hiện tính toán cho toàn bộ lưu vực. Đối với các thuật toán chưa có thư viện, nghiên cứu này cũng đồng thời phát triển các thuật toán để hoàn thiện quy trình tính toán.



Hình 41. Phương pháp xác định các tham số tính toán nguy cơ lũ quét

a. Tính toán lớp dòng chảy từ trận mưa

Để tính toán lớp dòng chảy từ trận mưa, đề tài sử dụng phương pháp SCS của Cơ quan bảo tồn tài nguyên thiên nhiên USDA. SCS (Soil Conservation Service) được sử

dụng rộng rãi và là một phương pháp hiệu quả để xác định lượng dòng chảy trực tiếp gần đúng từ một sự kiện mưa cụ thể. [38]

Phương trình tính mưa hiệu quả (lớp dòng chảy sinh ra bởi một trận mưa) NRCS được phát triển để ước tính tổng lượng dòng chảy của một trận mưa. Đó là một mối quan hệ không phụ thuộc thời gian và cường độ mưa được bỏ qua. Công thức ban đầu của quan hệ này được xây dựng bởi Mockus (1949), các tài liệu tiếp theo được phát triển kế thừa từ công thức này, theo đó, lớp dòng chảy sinh ra bởi một trận mưa được tính như sau:

$$Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad (1)$$

Trong đó: Q là lớp dòng chảy (mm); P là lượng mưa thực đo sinh ra lớp dòng chảy(mm/h); S là khả năng duy trì độ ẩm tối đa của đất sau khi nước bắt đầu hình thành dòng chảy, trong đó S được xác định bằng công thức:

$$S = \frac{1.000}{CN} - 10 \quad (2) \quad (\text{đơn vị: inch})$$

Hoặc:

$$S = \frac{25.400}{CN} - 254 \quad (3) \quad (\text{đơn vị: mm})$$

Với CN là hệ số suy giảm dòng chảy lũ phụ thuộc vào thổ nhưỡng, thảm phủ, đất sử dụng, điều kiện lượng ẩm của lưu vực.... CN thay đổi từ 0 đến 100 và nó liên quan đến trữ lượng S. CN được tra cứu dựa trên bảng tra sau:

Bảng 7. Bảng tra chỉ số CN sử dụng trong nghiên cứu

Loại hình sử dụng đất	Chỉ số CN theo nhóm đất			
	A	B	C	D
Lúa, hoa màu	72	81	88	91
Đất nông nghiệp	62	71	78	81
Rừng lá rộng, thường xanh	25	55	70	77
Rừng lá rộng, rụng lá	45	66	77	83
Rừng lá kim, thường xanh	25	55	70	77
Rừng lá kim, rụng lá	45	66	77	83
Rừng hỗn hợp	35	61	74	80
Vùng cây bụi	68	79	86	89
Khu vực xây dựng	61	75	83	87
Đất trống	81	89	93	95
Nước	100	100	100	100

Hệ số CN được hiệu chỉnh theo trạng thái ẩm của đất theo bảng sau:

Bảng 8. Hiệu chỉnh chỉ số CN theo trạng thái ẩm của đất

Trạng thái	Lượng mưa tích lũy 5 ngày (mm)	
	Mùa khô	Mùa mưa
Khô	< 13	< 36
Bình thường	13 ÷ 28	36 ÷ 53
Uớt	> 28	> 53

Trạng thái bình thường quy ước là  $CN_{ii}$ , tương ứng với trạng thái khô và trạng thái uớt lần lượt là  $CN_i$  và  $CN_{iii}$ . Mối quan hệ giữa trạng thái khô, trạng thái uớt và trạng thái bình thường được thể hiện như sau:

$$CN_i = \frac{4,2 CN_{ii}}{10 - 0,052 CN_{ii}} \text{ và } CN_{iii} = \frac{23 CN_{ii}}{10 + 0,13 CN_{ii}}$$

b. Tính toán lưu lượng đỉnh lũ

Lưu lượng đỉnh lũ sinh ra bởi trận mưa tại mỗi ô lưới được xác định theo công thức:

$$q_p = \frac{KxAxQ}{T_p} \quad (4)$$

Trong đó:  $q_p$  là lưu lượng đỉnh lũ ( $m^3/s$ );  $K$  là hệ số;  $A$  là diện tích lưu vực ô lưới ( $m^2$ );  $Q$  là lớp dòng chảy (m);  $T_p$  là thời gian lũ đạt đỉnh kể từ khi bắt đầu mưa (giờ).

Hệ số  $K$  được xác định bằng công thức:

$$K = \frac{2}{1 + \frac{T_r}{T_p}} \quad (5)$$

Với  $T_r$  là thời gian tập trung dòng chảy. Tỷ số  $T_r/T_p$  được xác định bằng 1,67 và  $K = 0,75$ . Hệ số này có thể được hiệu chỉnh dựa trên quan trắc thực tế trận mưa trong quá khứ.

$T_p$  là thời gian đạt đỉnh lũ kể từ khi bắt đầu mưa và được xác định bằng công thức:

$$T_p = \frac{l^{0,8}(S + 1)^{0,7}}{1.900Y^{0,5}} \quad (6)$$

Với  $T_p$  được đo bằng giờ;  $l$  là chiều dài dòng chảy được xác định bằng việc phân tích GIS được đo bằng ft (cần quy đổi đơn vị từ m sang ft);  $Y$  là độ dốc trung bình của lưu vực ô lưới (%); và  $S$  là khả năng trữ nước tối đa của lưu vực ô lưới đã được xác định ở công thức (2) hoặc (3).

c. Tính toán vận tốc bình quân lưu vực

Vận tốc bình quân lưu vực là một tham số ước tính đặc trưng cho lưu vực ô lưới, tham số này đại diện cho sự di chuyển của dòng chảy lũ phát sinh từ trận mưa thực tế. Vận tốc bình quân lưu vực được tính bằng thương của chiều dài dòng chảy (m) của lưu

vực ô lưới và thời gian đạt đỉnh lũ theo công thức (6). Như vậy, vận tốc bình quân lưu vực ô lưới được tính theo công thức (đơn vị: m/s):

$$v = \frac{l}{3.600 \times T_p} \quad (7)$$

d. Tính toán nguy cơ sinh lũ quét

#### **Các phương pháp xác định nguy cơ sinh lũ quét**

Trong nhiều nghiên cứu, các phương pháp sau được sử dụng một cách rất phổ biến để xác định nguy cơ lũ quét:

**Ngưỡng mưa sinh lũ quét:** Trong rất nhiều nghiên cứu, ngưỡng mưa sinh lũ quét là một trong những yếu tố quan trọng xác định khả năng sinh lũ quét dựa trên lượng mưa. Tuy nhiên, các nghiên cứu cũng đã chỉ ra những hạn chế của phương pháp này bằng một biên độ dao động rất lớn và độ tin cậy thấp.

- Thứ nhất, quá trình phân bố mưa không đồng đều nên việc xác định mưa tích lũy kỳ trước thiếu tính chính xác. Trong cùng một lưu vực, có thể nhánh A có mưa tích lũy kỳ trước lớn, trong khi đó nhánh B không có mưa. Sau khi xảy ra một trận mưa, nhánh A có nguy cơ sinh lũ quét lớn hơn rất nhiều so với nhánh B. Vì vậy, sử dụng lượng mưa tích lũy bình quân cho cả lưu vực sẽ chia đều nguy cơ cho toàn bộ lưu vực. Trong khi đó, sử dụng mưa tích lũy theo ô lưới sẽ làm tăng độ tin cậy đối với quá trình tính toán. Quá trình tính toán không chỉ tăng độ chính xác hơn đối với mưa tích lũy mà đúng cả với mưa thời đoạn.

- Thứ hai, xác định ngưỡng mưa sinh lũ quét cần số liệu điều tra lịch sử rất lớn nhằm tăng cường độ chính xác khi đưa ra ngưỡng mưa. Phương pháp này chưa phù hợp đối với những lưu vực có ít dữ liệu quan trắc và ghi nhận những trận lũ quét trong lịch sử.

**Lưu lượng tràn bờ:** hay trong các tài liệu quốc tế là  $Q_{\text{bankfull}}$ . Lưu lượng tràn bờ có thể được xác định bằng việc xác định trạng thái tràn bờ, từ đó xác định lưu lượng tương ứng với trạng thái đó. Mặc dù có rất nhiều chỉ số được đề xuất, việc định nghĩa trạng thái tràn bờ vẫn rất phức tạp và mang lại nhiều tranh cãi. Ngoài ra, xác định lưu lượng tràn bờ chỉ được áp dụng cho từng vị trí cụ thể với dữ liệu mặt cắt địa hình đã biết. Phương pháp này không thể xác định cho toàn bộ mọi điểm trên lưu vực hoặc trên lòng dẫn trong điều kiện đo đạc hạn chế.

#### **Đề xuất phương pháp tính toán nguy cơ sinh lũ quét**

Nguy cơ sinh lũ quét là một tham số nhằm chỉ ra mức độ của nguy cơ lũ đối với một trận mưa điển hình. Trong quá trình nghiên cứu, nhóm nghiên cứu đã xem xét rất nhiều phương án để đưa ra chỉ số nguy cơ sinh lũ quét. Qua các phân tích, chỉ số này phải là một chỉ số có phụ thuộc vào:

- Điều kiện đặc trưng của thảm phủ, đất, độ dốc và mật độ sông suối của lưu vực tính toán.



- Mưa tích lũy kỳ trước và mưa thời đoạn tính toán.
- Sự di chuyển của dòng chảy lũ từ trận mưa thực tế.
- Năng lượng dòng chảy.
- Thời gian tập trung dòng chảy.

Bên cạnh đó, chỉ số này cũng không được phụ thuộc vào diện tích (quy mô) của lưu vực. Qua quá trình tổng hợp, nhóm nghiên cứu đề xuất sử dụng chỉ số này bằng công thức sau:

$$H_g = Q \times v \quad (8)$$

Trong đó:  $H_g$  là nguy cơ lũ quét của lưu vực ô lưới ( $m^2/s$ );  $Q$  là lớp dòng chảy sinh ra bởi một trận mưa của lưu vực ô lưới (m) và  $v$  là vận tốc bình quân lưu vực ô lưới (m/s).

$Q$  là lớp dòng chảy sinh ra từ lượng mưa (hay còn gọi là lớp mưa hiệu quả của một trận mưa), đặc trưng cho các yếu tố thảm phủ, đất, mưa tích lũy kỳ trước và mưa thời đoạn tính toán đã được xác định ở trên, trong khi đó,  $v$  là vận tốc bình quân lưu vực ô lưới, đặc trưng cho độ dốc, mật độ sông suối và thời gian tập trung dòng chảy tương ứng với trận mưa thực tế. Hai yếu tố này hoàn toàn không phụ thuộc vào diện tích (quy mô) của lưu vực tính toán. Là cơ sở đáng tin cậy biểu thị cho mức độ sinh lũ quét của một lưu vực.

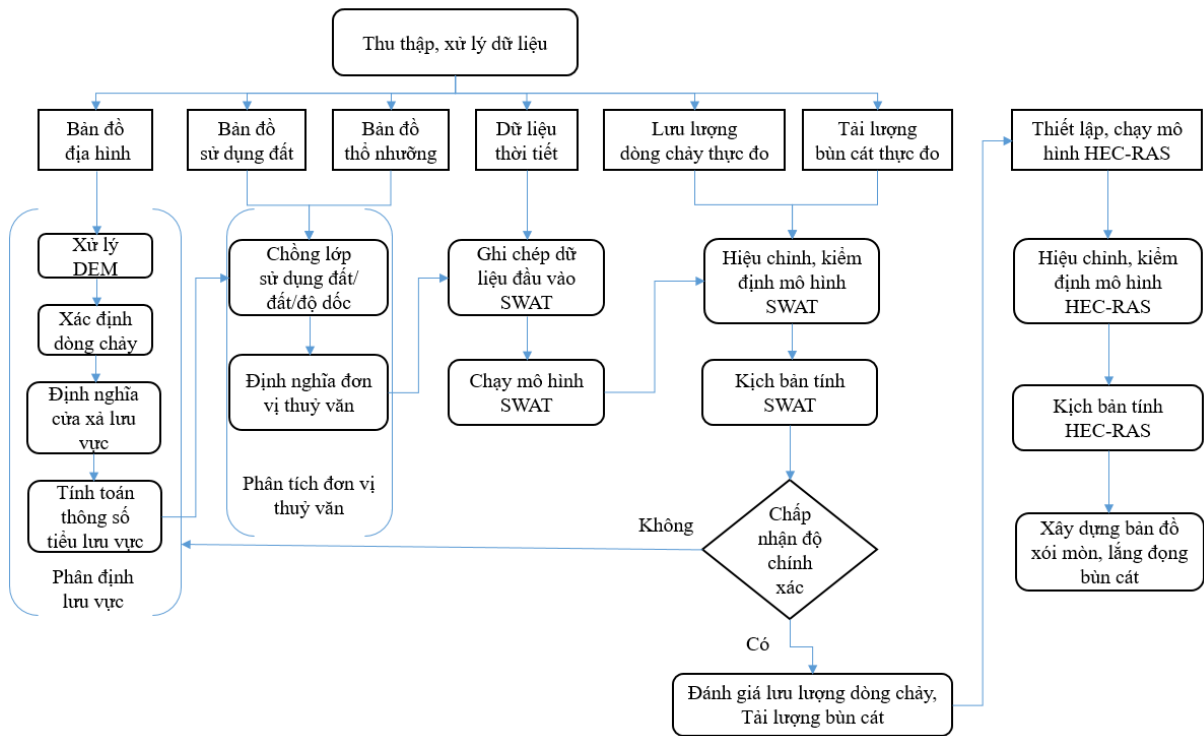
Chỉ số  $H_g$  được xác định trong nghiên cứu là chỉ số tại các ô lưới nằm trên nhánh sông thuộc lưu vực nghiên cứu.

Bảng 9. Bảng phân loại nguy cơ lũ quét

TT	$H_g = Q \times v$ ( $m^2/s$ )	Phân cấp	Hành động
0	< 0.05	Không có lũ	Không
1	0.05÷0.1	Lũ bình thường	Không
2	0.1÷0.15	Lũ nhanh	Giám sát, kiểm tra các hoạt động dân sinh trên sông, suối
3	0.15÷.02	Lũ quét	Thông báo nguy cơ lũ, lũ quét, cử người trực/hướng dẫn giao thông tại các công trình giao thông qua suối
4	> 0.2	Lũ quét, rất nguy hiểm	Thông báo nguy cơ lũ quét, cấm người và các phương tiện giao thông qua suối. Hỗ trợ sơ tán cho các hộ dân ven suối (nếu cần)

#### 4. Nguy cơ bồi lấp lòng hồ

##### a. Phương pháp nghiên cứu



Hình 42. Sơ đồ tiếp cận xây dựng mô hình bồi lấp lòng hồ

Đề tài sẽ tính toán các kịch bản bồi lấp lòng hồ dựa trên việc phân tích các yếu tố theo không gian và thời gian.

Trong đó:

- Mô hình SWAT: tính toán tổng tải lượng bùn cát đến cửa hồ và lưu vực hồ chứa
- Mô hình HEC-RAS diễn toán xu hướng phân bố tải lượng bùn cát trong hồ chứa

Để tính toán bồi lấp lòng hồ Ba Bể, nghiên cứu sử dụng các phương pháp sau:

**Phương pháp thu thập số liệu:** Các kết quả nghiên cứu trước đây tại địa phương được thu thập.

**Phương pháp điều tra thực địa:** Các số liệu thu thập đều là các số liệu đã cũ, do vậy nhóm nghiên cứu đã tiến hành điều tra thực địa để thu thập thêm tài liệu mới. Quá trình thu thập số liệu sạt lở được tiến hành ở khu vực nghiên cứu (2020), như bản đồ địa hình, sử dụng đất...

**Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám:** Từ các ảnh viễn thám thu thập bằng công cụ Google Earth Engine, từ mua ảnh SPOT, nhóm nghiên cứu loại bỏ mây và tính toán chỉ số NDVI dựa trên mô hình rừng ngẫu nhiên (được tích hợp sẵn trong công cụ Earth Engine) được tiến hành. Kết quả phân loại được các lớp thảm phủ sau khi đã hiệu chỉnh với bản đồ hiện trạng sử dụng đất dưới dạng raster (định dạng .tif).

**Phương pháp mô hình toán:** từ các số liệu khí tượng thủy văn, sử dụng đất, số liệu địa hình... nhóm nghiên cứu sử dụng mô hình SWAT kết hợp với HEC-RAS 2D Sediment để tính toán và đánh giá xu hướng bồi lấp bùn cát tại hồ Ba Bể

b. Dữ liệu sử dụng

Để tính toán xói mòn lưu vực và bồi lấp lòng hồ Ba Bể, rất nhiều loại dữ liệu đã được thu thập, tổng hợp bao gồm: Dữ liệu địa hình, khí tượng thủy văn, dữ liệu ảnh viễn thám, dữ liệu quan trắc mưa và dữ liệu điều tra thu thập. Tổng hợp các dữ liệu phục vụ nghiên cứu được thể hiện ở bảng sau:

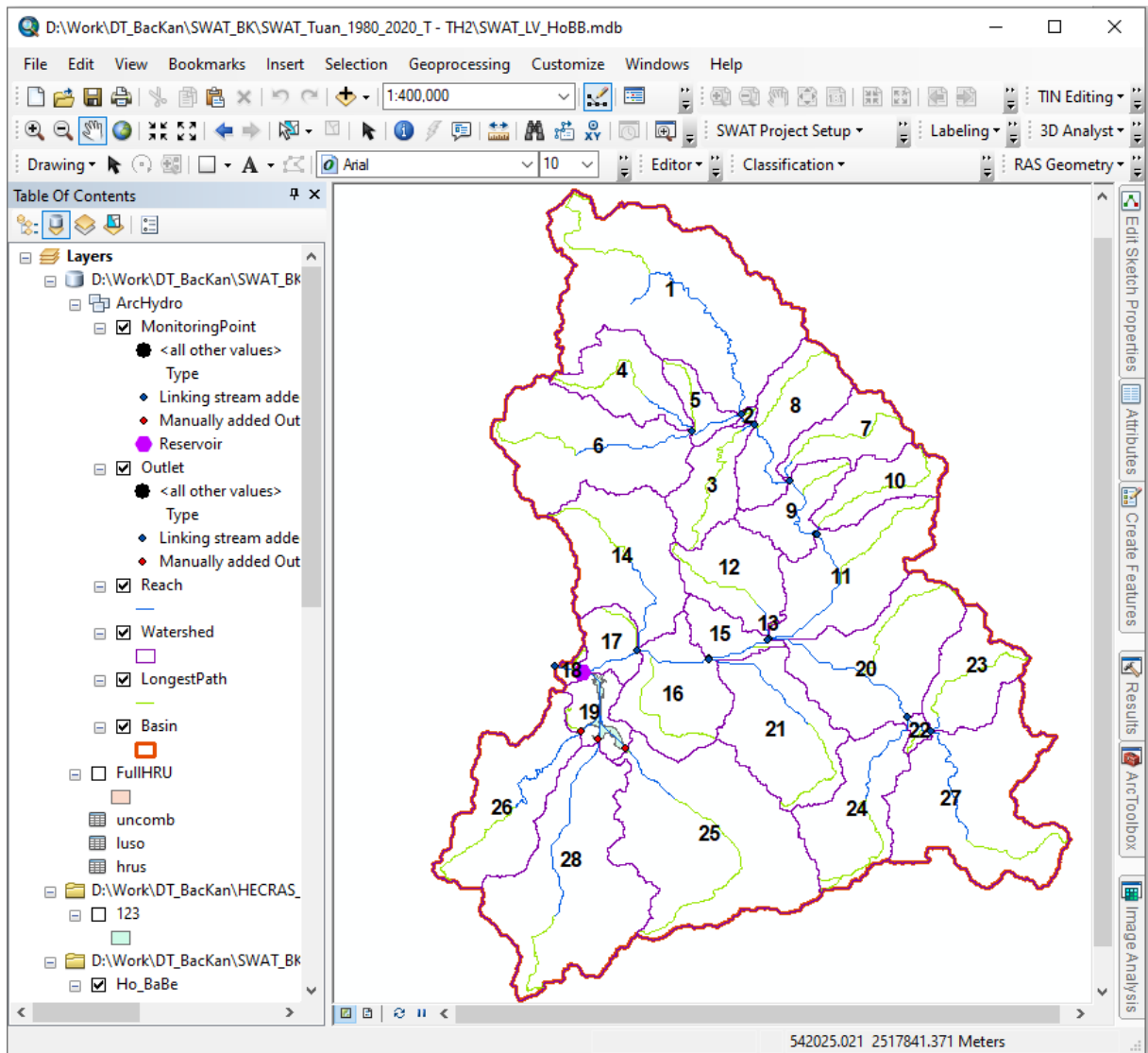
Bảng 10. Dữ liệu và nguồn dữ liệu

TT	Tên dữ liệu	Định dạng	Nguồn dữ liệu	Ghi chú
1	Dữ liệu địa hình	Geodatabase (.gdb)	Bộ Tài nguyên và Môi trường	Bản đồ tỷ lệ 1/10.000
2	Ảnh vệ tinh Landsat, SPOT	Raster (.tif)	Google Earth Engine, Đài viễn thám Trung ương	Độ phân giải 10-30m
3	Các lớp kết cấu đất	Raster (.tif)	Google Earth Engine	Độ phân giải 250m
4	Lượng mưa quan trắc	Chuỗi thời gian	Trung tâm nghiên cứu Thủy văn và Hải văn	Lượng mưa ngày 6 trạm Bắc Mê, Bảo Lạc, Nguyên Bình, Ngân Sơn, Chợ Rã, Na Hang (1980÷2020)
5	Mức nước quan trắc	Chuỗi thời gian	Trung tâm nghiên cứu Thủy văn và Hải văn	Mức nước ngày tại trạm Thủy văn Đầu Đăng (2013÷2020)
6	Hiện trạng sử dụng đất	Cad (.dwg)	(1). Điều tra thực địa 2020; (2). Giải đoán ảnh viễn thám;	(1) Điều tra thực địa 2022; (3) Ảnh Landsat, SPOT
7	Số liệu KTTV khác	Chuỗi thời gian	Trung tâm nghiên cứu Thủy văn và Hải văn	Độ ẩm, gió, nhiệt độ... 6 trạm Bắc Mê, Bảo Lạc, Nguyên Bình, Ngân Sơn, Chợ Rã, Na Hang (2015÷2020)

c. Mô hình SWAT

**Thiết lập mô hình SWAT**

Dựa trên bản đồ số độ cao DEM mô hình SWAT sẽ xác định dòng chày, sau đó tự động mô phỏng mạng lưới sông suối. Dựa trên mạng lưới sông suối SWAT phân chia lưu vực thành các tiểu lưu vực theo tiêu chí mỗi một tiểu lưu vực chỉ có duy nhất 1 nhánh sông, điểm đầu của tiểu lưu vực là thượng lưu của con sông và kết thúc là điểm nhập lưu của nhánh sông với nhánh sông khác.



Hình 43. Bản đồ phân chia lưu vực thành 28 tiểu lưu vực

Lưu vực nghiên cứu được chia làm 28 SUB (tiểu lưu vực)

Trong đó, lưu vực hồ Ba Bể gồm các tiểu lưu vực sau:

- SUB 19: tiểu lưu vực hồ Ba Bể
- SUB 25: tiểu lưu vực suối Pác Ngòi
- SUB 28: tiểu lưu vực suối Nam Cường
- SUB 26: tiểu lưu vực suối Xuân Lạc

### Hiệu chỉnh, kiểm định

Để đánh giá độ chính xác của kết quả mô phỏng, đã sử dụng hai chỉ tiêu là chỉ số hiệu quả Nash-Sutcliffe (NSI) và sai số tổng lượng PBIAS.

Chỉ số NSI là một thông số thống kê xác định giá trị tương đối của phương sai dư so với phương sai của chuỗi thực đo, được tính theo công thức:

$$NSI = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{tb})^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n (x_i - x'_i))^2}{n}}{\sum_{i=1}^n (x_i - x_{tb})^2}$$

PBIAS là chỉ số dùng để ước tính xu hướng trung bình của mô phỏng lớn hơn hoặc nhỏ hơn giá trị thực đo. được tính theo công thức:

$$PBIAS = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x'_i)}{\sum_{i=1}^n (x_i)} \cdot 100$$

Để phân loại mức độ chính xác của mô phỏng trên cơ sở các chỉ số NSI và PBIAS, sử dụng tiêu chuẩn phân loại như sau:

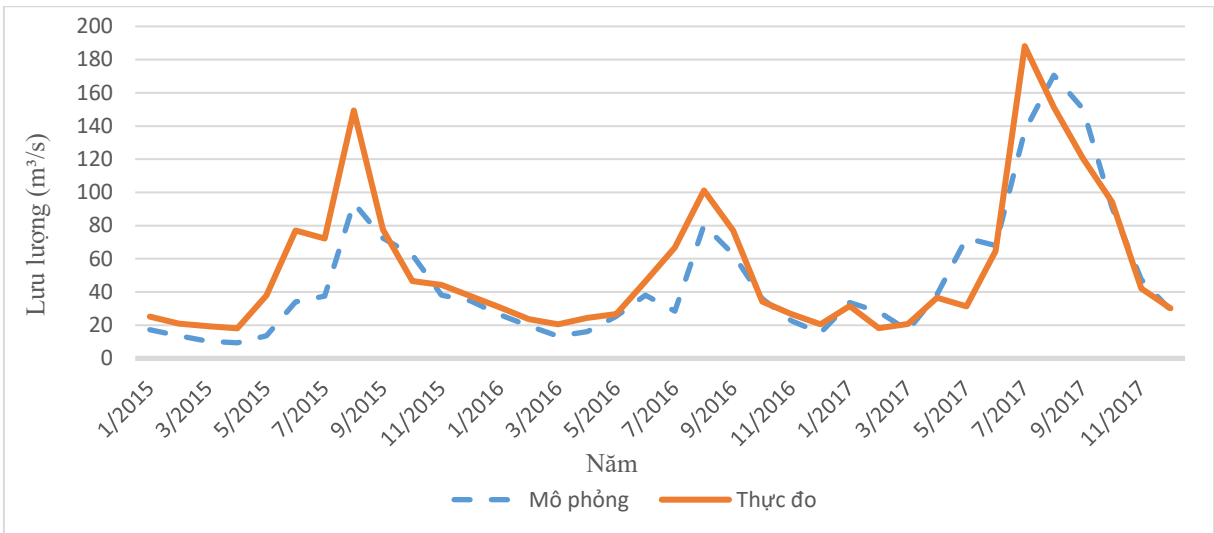
Phân loại	NSI	PBIAS %	
		Dòng chảy	Bùn cát
Tốt	0,75 < NSI < 1	PBIAS < ±10	PBIAS < ± 15
Khá	0,65 < NSI < 0,75	± 10 < PBIAS < ± 15	± 15 < PBIAS < ± 30
Trung bình	0,5 < NSI < 0,65	± 15 < PBIAS < ± 25	± 30 < PBIAS < ± 55
Dưới trung bình	NSI < 0,5	PBIAS > ±25	PBIAS > ±55

*Nguồn: Moriasi và nnk, 2007 [43]*

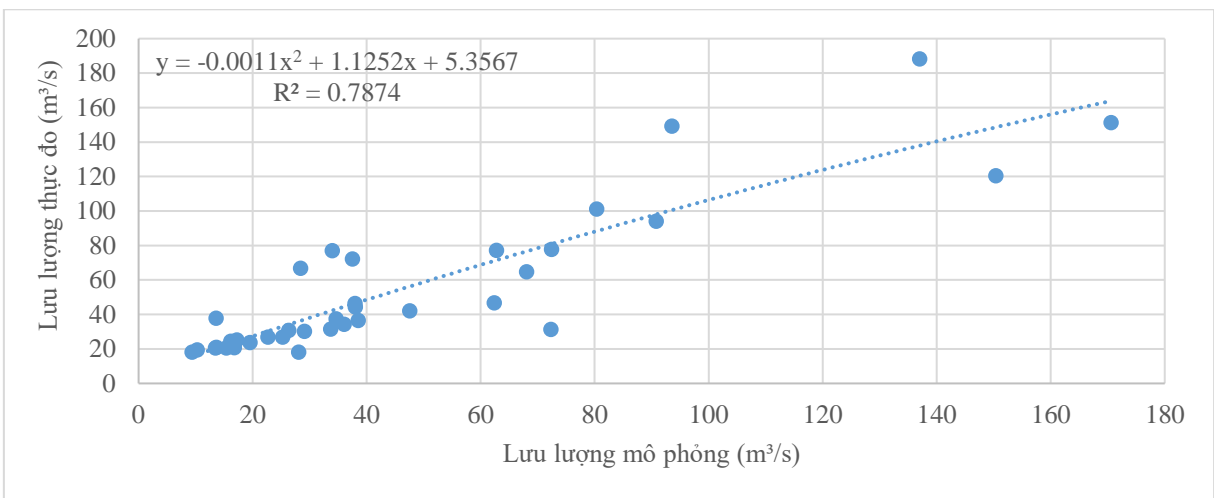
Trên cơ sở biên tập dữ liệu đầu vào cho SWAT, đã tiến hành mô phỏng lại lưu lượng nước và bùn cát cho trạm Đầu Đẳng trên sông Năng. Sau đó tiến hành hiệu chỉnh, kiểm định lưu lượng và bùn cát cho trạm thủy văn Đầu Đẳng. Trong đó, số liệu lưu lượng dòng chảy và bùn cát ở trạm Đầu Đẳng là số liệu quan trọng để hiệu chỉnh mô hình. Ta sẽ tiến hành hiệu chỉnh lưu lượng nước và bùn cát tại tiểu lưu vực 18 theo lưu lượng nước và bùn cát ở trạm Đầu Đẳng. Bộ số liệu này được phân thành 3 giai đoạn: giai đoạn chạy nền từ năm 2013-2014, giai đoạn hiệu chỉnh từ năm 2015-2017 và giai đoạn kiểm định từ 2018-2020;

Bảng 11. Kết quả giai đoạn hiệu chỉnh với lưu lượng dòng chảy và tải lượng bùn cát tại trạm Đầu Đẳng

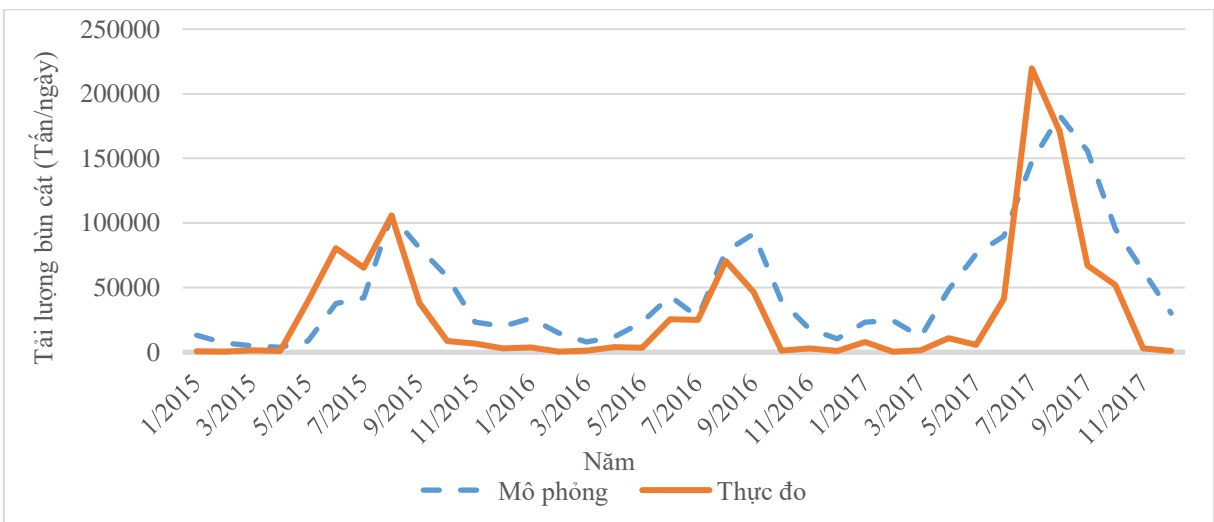
Thời đoạn	Giá trị		
	R <sup>2</sup>	NSI	PBIAS
Hiệu chỉnh lưu lượng dòng chảy (m <sup>3</sup> /s) (2015-2017)	0.79	0.88	-3.001
Hiệu chỉnh tải lượng bùn cát (tấn/ngày) (2015-2017)	0.68	0.70	3.420



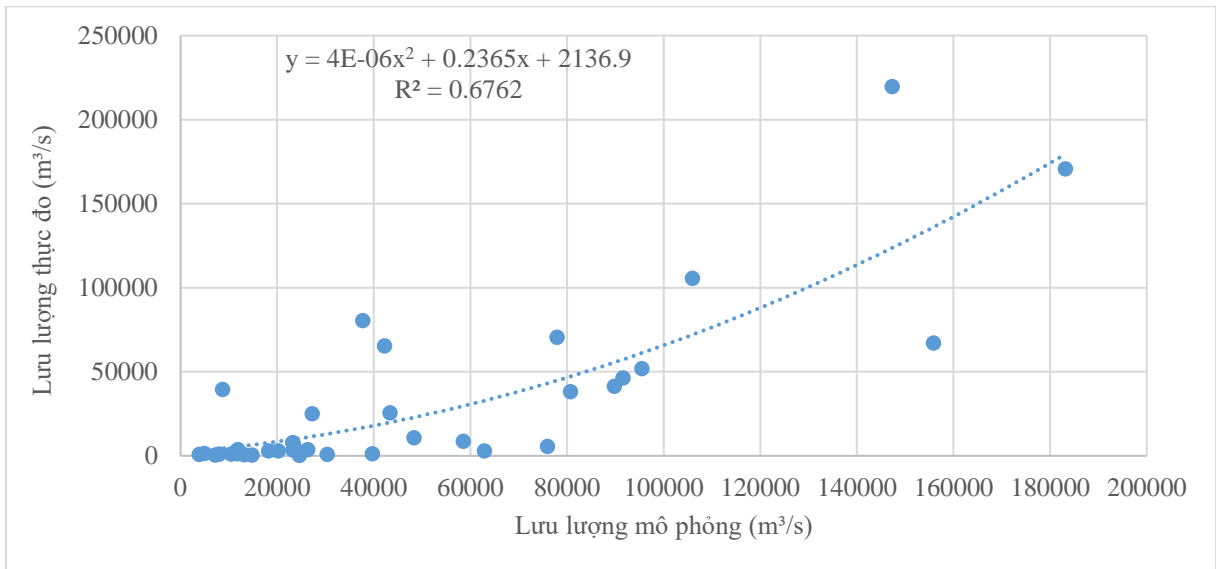
Hình 44. Lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh tại trạm Đầu Đăng



Hình 45. Tương quan giữa lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh



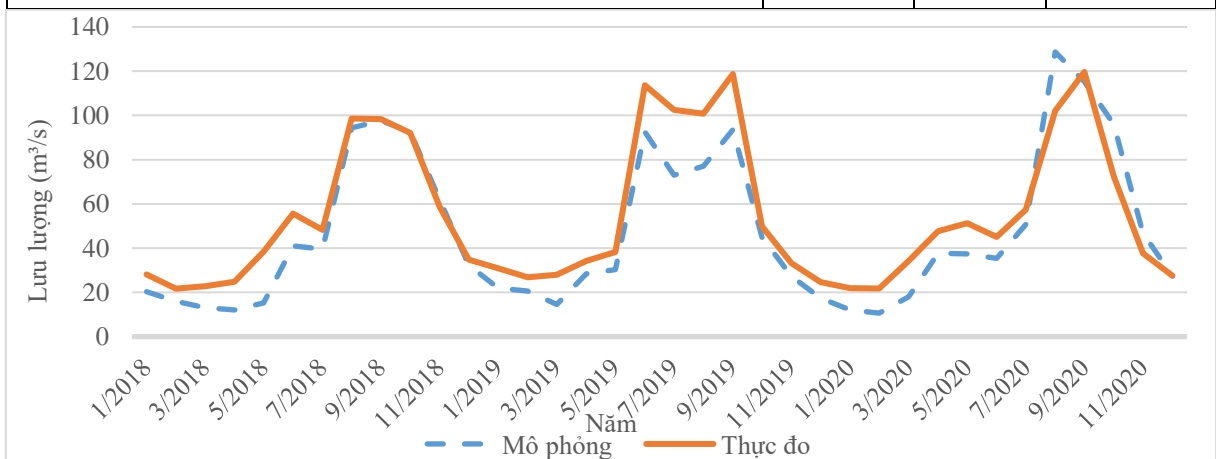
Hình 46. Tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh tại trạm Đầu Đăng



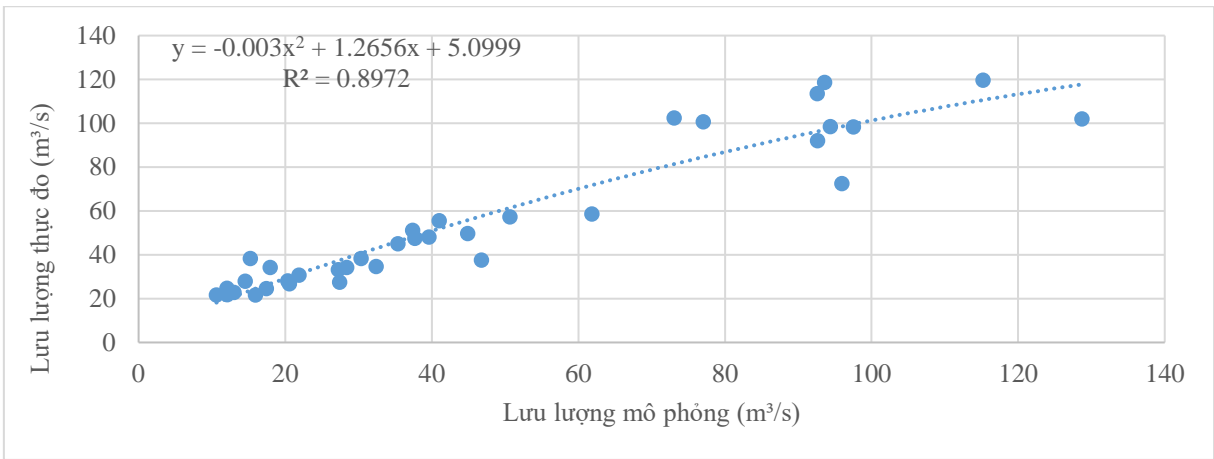
Hình 47. Tương quan giữa tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn hiệu chỉnh tại trạm Đầm Đăng

Bảng 12. Kết quả giai đoạn kiểm định với lưu lượng dòng chảy và tải lượng bùn cát tại trạm Đầm Đăng

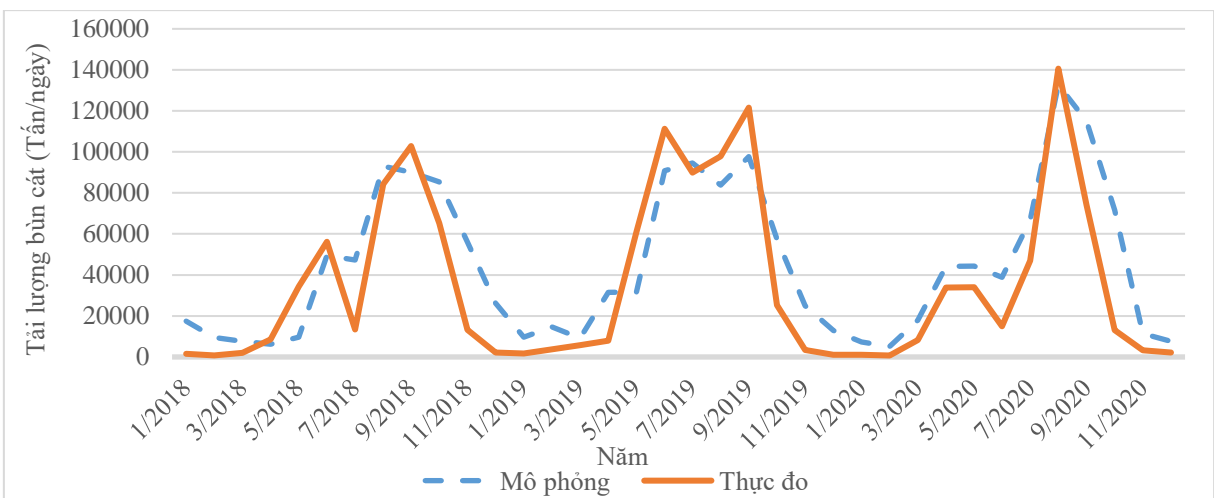
Thời đoạn	Giá trị		
	R <sup>2</sup>	NSI	PBIAS
Hiệu chỉnh lưu lượng dòng chảy (m <sup>3</sup> /s) (2018-2020)	0.89	0.84	-0.658
Hiệu chỉnh tải lượng bùn cát (tấn/ngày) (2018-2020)	0.79	0.65	1.473



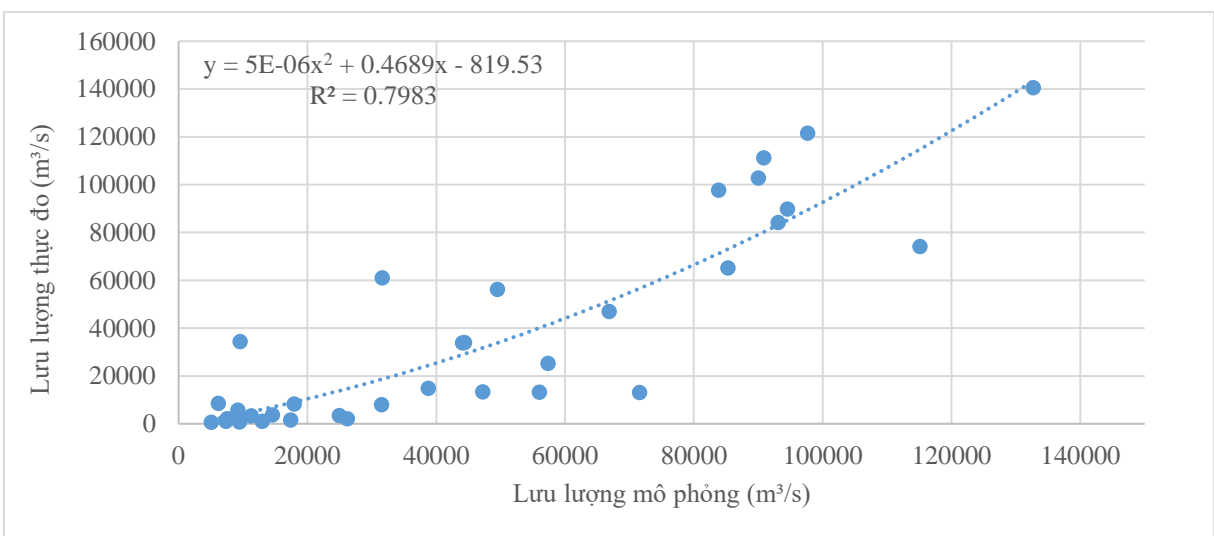
Hình 48. Lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định tại trạm Đầm Đăng



Hình 49. Tương quan giữa lưu lượng thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định



Hình 50. Tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định tại trạm Đầu Đăng

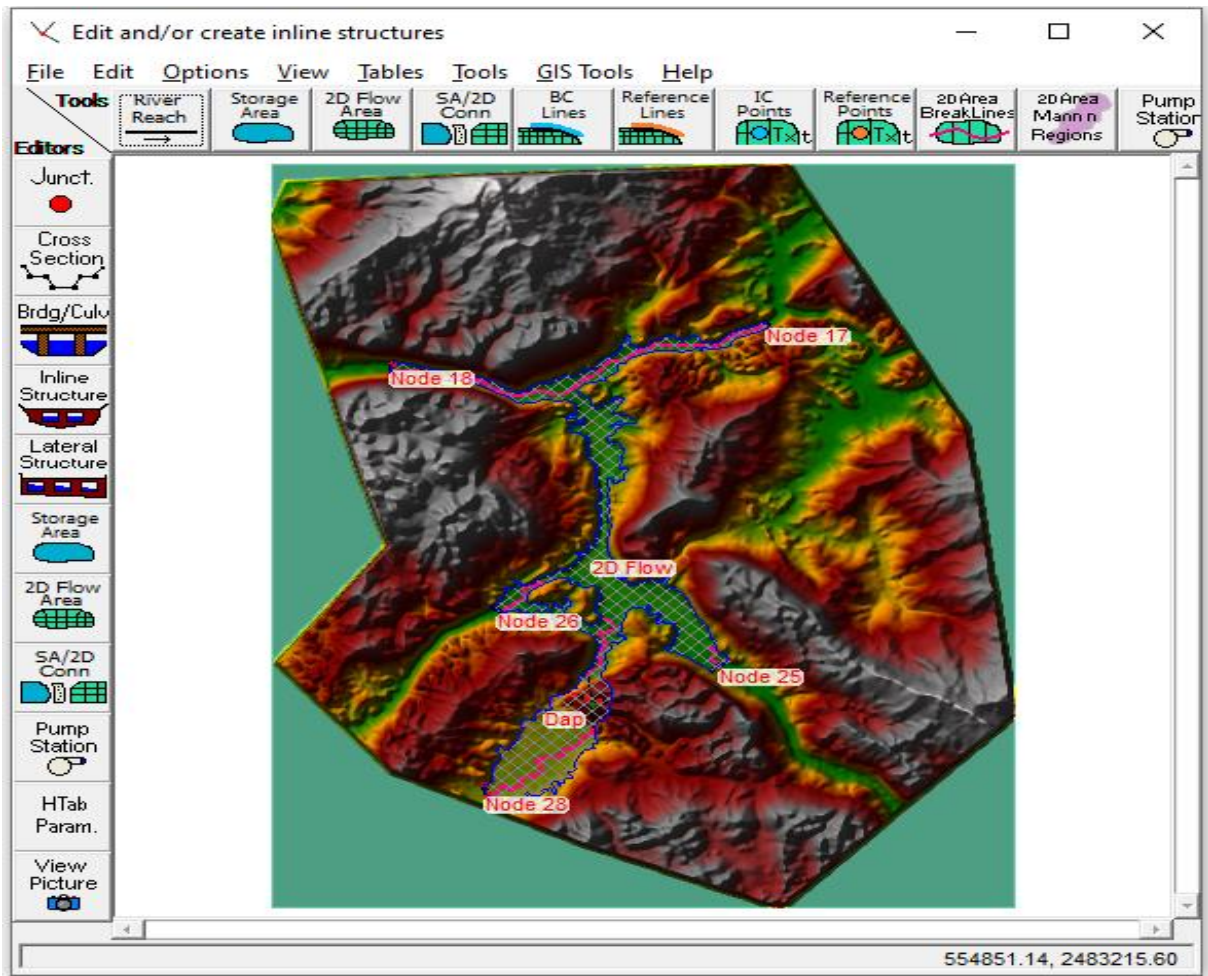


Hình 51. Tương quan giữa tải lượng bùn cát thực đo và mô phỏng giai đoạn kiểm định tại trạm Đầu Đăng



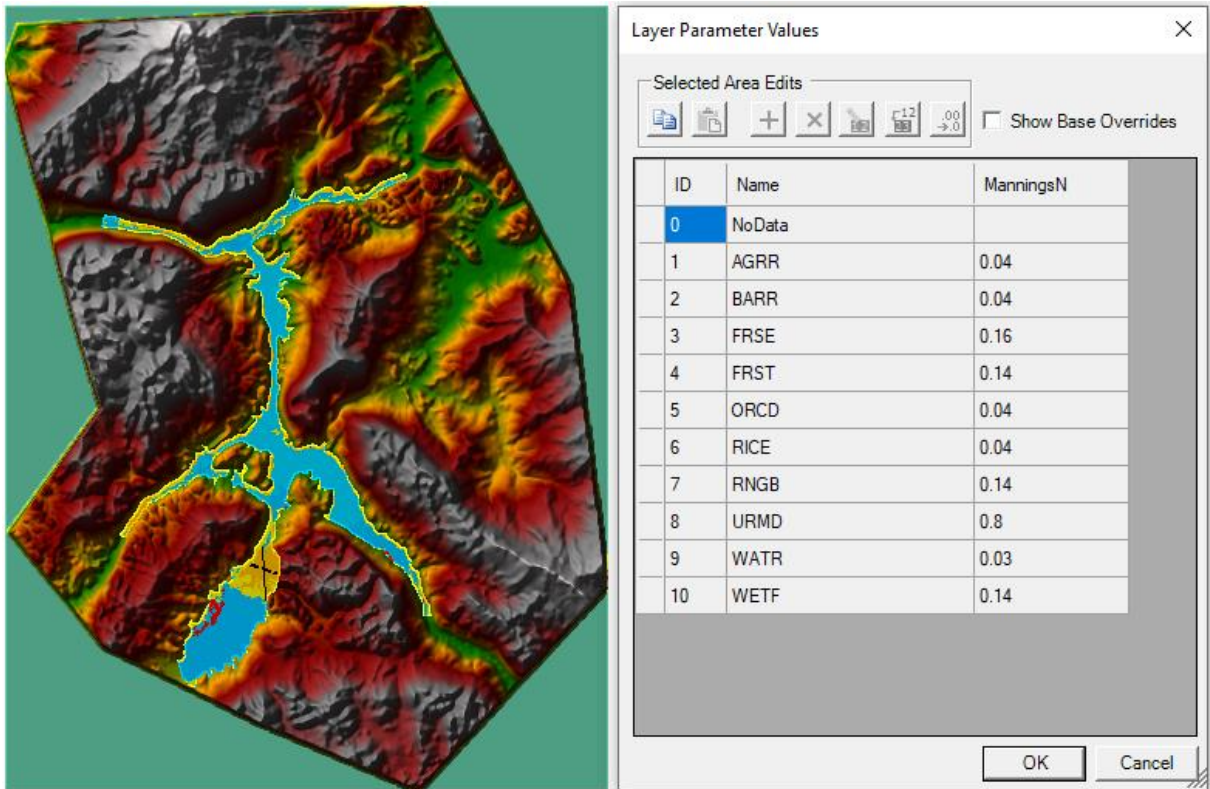
d. Mô hình HEC-RAS

### Thiết lập mô hình



Hình 52. Địa hình và biên đầu vào của mô hình HEC-RAS 2D

- Biên đầu vào của mô hình bao gồm 4 biên đầu vào và 1 biên đầu ra. Các biên này được lấy tương ứng tại các vị trí cửa ra của lưu vực trong mô hình SWAT.
- Biên đầu vào: bao gồm lưu lượng dòng chảy và tải lượng bùn cát
- Trên suối Pác Ngòi: Note 25 trong mô hình HEC-RAS tương ứng với cửa ra SUB 25 trong mô hình SWAT
- Trên suối Nam Cường: Note 28 trong mô hình HEC-RAS tương ứng với cửa ra SUB 28 trong mô hình SWAT
- Trên suối Tà Han: Note 26 trong mô hình HEC-RAS tương ứng với cửa ra SUB 26 trong mô hình SWAT
- Trên sông Năng: Note 17 trong mô hình HEC-RAS tương ứng với cửa vào SUB 17 trong mô hình SWAT
- Biên đầu vào: Note 18 trong mô hình HEC-RAS tương ứng với cửa ra SUB 18 trong mô hình SWAT



Hình 53. Setup bộ thông số nhám cho mô hình HEC-RAS 2D

### Hiệu chỉnh, kiểm định mô hình

Mô hình được hiệu chỉnh đồng thời cùng mô hình ngập lũ (nội dung 2.1.1)

## 2.3. Xây dựng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai

### 2.3.1. Tham vấn chuyên gia

Tham vấn các chuyên gia để xây dựng danh mục tài liệu, thông tin cần thu thập một cách hiệu quả về: Dữ liệu ứng phó với thiên tai của các cơ quan nhà nước (tỉnh, huyện, xã,...); dữ liệu về ứng phó với các loại hình thiên tai (sạt lở đất, lũ quét, lũ lụt,...) của cộng đồng, nhằm thu thập được bộ dữ liệu đầy đủ, chất lượng, không bị trùng lặp.

Tham vấn các chuyên gia, cán bộ tại các Sở ngành để có những định hướng đề xuất xây dựng mô hình phù hợp với tình hình ứng phó với thiên tai của cộng đồng tại địa phương. Đánh giá được tính khả thi của việc thực hiện mô hình trong cộng đồng sau này.

### 2.3.2. Điều tra xã hội học

Thực hiện việc điều tra thu thập tài liệu ở cấp tỉnh, huyện với các đơn vị có liên quan thông qua phỏng vấn trực tiếp lãnh đạo và các cán bộ chuyên môn; điều tra một số mô hình cộng đồng ứng phó với thiên tai tại các huyện Bạch Thông, Chợ Mới,....

Thực hiện việc điều tra trực tiếp thu thập thông tin chung tại các hộ dân điển hình được tiến hành thông qua Phiếu điều tra; mỗi xã trong phạm vi đề tài thực hiện ít nhất 10 phiếu điều tra. Mỗi Phiếu sẽ bao gồm 45 câu hỏi/nội dung thu thập thông tin được chia thành 3 nhóm câu hỏi:

- Hiểu biết chung của cộng đồng về các loại hình thiên tai;
- Khả năng ứng phó, phòng chống thiên tai của các hộ dân
- Khả năng hỗ trợ của các đoàn thể địa phương

Với điểm mô hình, việc tiến hành điều tra khảo sát thực địa tiến hành như sau: Đánh giá hiện trạng khu vực nghiên cứu, khảo sát lựa chọn vị trí và hiện trạng khu mô hình khảo nghiệm... Vị trí lựa chọn mô hình khảo nghiệm dựa trên 5 nhóm tiêu chí cơ bản như sau:

- Điều kiện tự nhiên: mô hình được chọn phải thỏa mãn các tiêu chí về vị trí địa lý; tiện ích trong tham quan, đào tạo, tập huấn; địa điểm không thuộc phạm vi nhạy cảm về an ninh, chính trị, quốc phòng và không nằm trong vùng cấm theo quy định của Nhà nước và nằm trong phạm vi quản lý của Vườn quốc gia Ba Bể; có địa hình đồi núi cao, có nguy cơ dễ bị ảnh hưởng như sạt, trượt, khả năng gây ra lũ ống, lũ quét, sạt lở đất; là vùng phải thường xuyên xảy ra mưa lũ, sạt lở đất, lũ quét hàng năm, gây ảnh hưởng lớn đến đời sống và thu nhập của người dân địa phương...

- Xã hội: Là khu vực phải có nhiều dân tộc thiểu số; Địa điểm xây dựng mô hình phải có hộ dân thuộc đối tượng nghèo, cận nghèo bị ảnh hưởng về thiên tai, lụt bão; chính quyền địa phương phải quan tâm và chú trọng việc ứng phó với thiên tai dựa vào người dân, phối hợp triển khai thực hiện nhằm giảm thiểu tối đa thiệt hại cho người dân khi bị ảnh hưởng. Sau khi đề tài kết thúc, chính quyền địa phương tham gia tích cực vào việc xây dựng, tiếp nhận kết quả và phát triển mở rộng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai;

- Thành phần tham gia mô hình cộng đồng: mô hình có sự tham gia đầy đủ của các thành phần liên quan, đặc biệt là những thành phần dễ bị tổn thương (người già, phụ nữ, hộ nghèo cận nghèo và người khuyết tật) và thành phần xung kích (đoàn thanh niên) và các hội nhóm đoàn thể của địa phương;

- Năng lực, kinh nghiệm trong công tác ứng phó với thiên tai: ác tiêu chí để xem xét bao gồm trình độ học vấn kinh nghiệm ứng phó với thiên tai số người sử dụng điện thoại thông minh

- Hạ tầng: bao gồm các tiêu chí hạ tầng về điện, trạm y tế, hệ thống loa phát thanh, truyền tin; công tác thông tin, truyền tải các bản tin cảnh báo cảnh báo sớm đến chính quyền của người dân; ác tiêu chí về hạ tầng khác (hệ thống hội trường thôn, xã, giao thông...);

### **2.3.3. Thu thập tài liệu thứ cấp tại các Sở ban ngành liên quan**

Làm việc với các Sở ban ngành liên quan để thu thập tài liệu thứ cấp sẵn có, đã được công bố rộng rãi phục vụ cho việc nghiên cứu sau này, đồng thời tiết kiệm được thời gian và chi phí. Tài liệu dự kiến thu thập:

#### ***Cấp Trung ương:***

- Kết quả thực hiện Đề án “Nâng cao nhận thức cộng đồng và Quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng” được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại QĐ số 1002/QĐ-TTg ngày 13/7/2009.

- Kết quả thực hiện Chiến lược quốc gia phòng, chống và giảm nhẹ thiên tai đến năm 2020 (theo Quyết định số 172/2007/QĐ-TTg ngày 16/11/2017).

#### ***Cấp tỉnh:***

- Các thiệt hại hàng năm do thiên tai, việc huy động người dân trong phòng chống thiên tai (ví dụ đóng góp tiền, ngày công lao động hàng năm, huy động đột xuất,...).

- Các đề tài, mô hình, báo cáo về mô hình cộng đồng tham gia.

- Vườn quốc gia Ba Bể: Thu thập các tài liệu về thiệt hại do thiên tai và đóng góp/huy động cộng đồng trong việc phòng tránh thiên tai.

- Cấp huyện:

- Báo cáo kinh tế- xã hội 5 năm gần nhất,...

- Báo cáo nông thôn mới.

- Báo cáo thiệt hại hàng năm do thiên tai.

- Các khoản đóng góp (tiền, nhân lực) cho phòng tránh rủi ro thiên tai.

### **2.3.4. Thống kê, tổng hợp số liệu**

Sử dụng phương pháp thống kê nhằm sử dụng các mô hình, sự biểu diễn và tóm tắt định lượng cho một tập hợp dữ liệu thực nghiệm hoặc nghiên cứu thực tế nhất định nhằm phục vụ cho quá trình phân tích, tổng hợp báo cáo. Sử dụng phần mềm cơ sở dữ liệu về phòng chống thiên tai nhằm thống kê tổng hợp các tài liệu, báo cáo liên quan đến quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng..

## **2.4. Xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu giảm thiểu xói mòn và phát triển kinh tế, xã hội**

### **2.4.1. Tham vấn chuyên gia**

Tham vấn các chuyên gia để xây dựng danh mục tài liệu, thông tin cần thu thập một cách hiệu quả về giống, đặc điểm sinh trưởng và phát triển, phòng trừ sâu bệnh...cho cây dược liệu nhằm thu thập được bộ dữ liệu đầy đủ, chất lượng, không bị trùng lặp.

Tham vấn các chuyên gia, cán bộ tại Viện nghiên cứu, các trung tâm về cây dược liệu các Sở ngành để có những định hướng đề xuất xây dựng mô hình phù hợp với đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội, tình hình canh tác, tập quán của cộng đồng tại địa phương. Đánh giá được tính khả thi của việc thực hiện mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu sau này.

#### **2.4.2. Điều tra xã hội học – lập bảng câu hỏi**

Lập bảng hỏi là phương pháp dùng bảng hỏi để thu thập thông tin theo mục tiêu nghiên cứu bằng cách khảo sát một nhóm đối tượng trên một diện rộng. Để phát hiện các quy luật phân bố, trình độ phát triển những đặc điểm về mặt định tính và định lượng của các đối tượng cần nghiên cứu.

Lập bảng hỏi/phỏng vấn người dân nhằm thu nhận được các thông tin cá biệt đầu tiên đáp ứng các yêu cầu của đề tài và mục tiêu nghiên cứu. Lập bảng hỏi nhằm thống nhất được nội dung tạo điều kiện cho người dân thể hiện được quan điểm của mình với những vấn đề về phát triển cây dược liệu, sự quan tâm về mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu tại Bắc Kạn.

#### **2.4.3. Chọn mẫu**

Chọn mẫu là việc tiến hành nghiên cứu, thu thập thông tin từ một bộ phận thu nhỏ của mẫu tổng thể nghiên cứu, song lại có khả năng suy rộng ra cho tổng thể đối tượng nghiên cứu, phù hợp với các đặc trưng và cơ cấu của tổng thể.

Các phương pháp chọn mẫu bao gồm:

- Chọn mẫu xác suất: bao gồm ngẫu nhiên đơn giản, hệ thống, phân tầng và tập trung (hoặc theo cụm)

- Chọn mẫu xác suất (Mẫu ngẫu nhiên): Cho phép mỗi phần tử trong tập hợp chung đều có khả năng được lựa chọn thành đối tượng điều tra. Mẫu được luận chứng chặt chẽ và có thể tính được mức độ đại diện, sai số mẫu.

+ Mẫu ngẫu nhiên đơn giản: Đây là loại mẫu được lập ra tùy theo hứng cảm quan của người nghiên cứu. Mẫu này đòi hỏi các đơn vị chọn phải có khả năng trả lời như nhau.

+ Mẫu ngẫu nhiên hệ thống: Có thể bốc thăm, hoặc chọn từ dưới lên trên, hoặc từ trên xuống dưới theo thứ tự bằng cách lấy ra một đơn vị ngẫu nhiên, sau đó cách một khoảng cách nhất định ( $K = N/n$ . Trong đó:  $n$  = số người của mẫu,  $N$ : số người của tổng thể;  $k$ : khoảng cách giữa hai người trong mẫu) rút ra đơn vị thứ 2, và cũng khoảng cách như thế chọn đơn vị thứ 3. Cho đến khi đủ kích thước của mẫu cần chọn.

+ Mẫu ngẫu nhiên phân tầng: Nếu nhà nghiên cứu quan tâm đặc biệt đến một tiêu chí nào đó như tuổi, trình độ học vấn...thì tập hợp chung sẽ được phân ra theo tầng, sau

đó tiến hành lấy mẫu trong từng tầng. Cách thức này sẽ cho cơ cấu mẫu gần với cơ cấu mẫu tập hợp.

+ Mẫu ngẫu nhiên theo cụm: Trong trường hợp tập hợp chung lớn và phân tán theo các khu vực địa lý khác nhau, thì nhà nghiên cứu có thể sử dụng loại mẫu này. Tập hợp chung được chia theo các cụm (địa lý - hành chính), sau đó trong mỗi cụm sẽ lấy mẫu ngẫu nhiên đơn giản hoặc hệ thống.

- *Chọn mẫu phi xác suất: bao gồm thuận tiện, theo phán đoán, tích lũy nhanh và theo định mức*

- Chọn mẫu phi xác suất: Các phân tử trong tập hợp gốc không có khả năng lựa chọn được lựa chọn mẫu nghiên cứu.

+ Mẫu thuận tiện: Mẫu được lựa chọn theo cách thức thuận tiện nhất cho nhà nghiên cứu mà không cần quan tâm đến tính đại diện của mẫu (cách thức này sẽ không cho chúng ta mẫu theo đúng nghĩa của nó)

+ Mẫu phán đoán: Đây là cách lấy mẫu tùy theo chủ quan phán đoán của nhà nghiên cứu. Chỉ áp dụng khi các đặc tính của phân tử được chọn đã khá rõ ràng.

+ Mẫu theo định mức: Đây là cách giao chỉ tiêu phải phỏng vấn bao nhiêu người trong thời gian quy định. Tiến hành phân tổ theo một tiêu thức nào đó mà ta đang quan tâm. Sau đó dùng phương pháp chọn mẫu thuận tiện hay chọn mẫu phán đoán để chọn các đơn vị trong từng tổ để tiến hành điều tra.

+ Mẫu tích lũy nhanh: Bắt đầu từ một phân tử được chọn lọc nào đó. Sau đó nhờ người này giới thiệu hoặc định danh những người khác cùng đặc tính như họ để phỏng vấn tiếp. Áp dụng cho các nghiên cứu khá đặc biệt, mẫu khó tìm hoặc khó tiếp cận.

Khi thực hiện nghiên cứu, chúng ta rất hiếm khi điều tra tổng thể, vì lý do cơ bản là hết sức tốn kém và tốn rất nhiều thời gian, công sức. Do đó ta áp dụng phương pháp chọn mẫu theo định mức trong điều tra này với cỡ mẫu 10 mẫu/xã.

#### Ưu điểm của phương pháp chọn mẫu:

- Chọn mẫu cho phép tiết kiệm được thời gian và chi phí, nhân lực nếu so sánh với việc khảo sát hay điều tra toàn bộ đối tượng.

- Chọn mẫu đúng cách vẫn cho phép đạt được mức chính xác cần có của kết quả.

- Chọn mẫu cho phép ta đạt tốc độ thu thập dữ liệu cao hơn, nhanh gọn và đảm bảo tính kịp thời của số liệu thống kê.

- Tính sẵn có của các phân tử tổng thể cũng là lợi thế của chọn mẫu.

- Việc kiểm tra hay khảo sát đôi khi làm hủy hoại hay thay đổi mẫu khảo sát, do đó không thể thử nghiệm hết toàn bộ mà chỉ thử nghiệm một số lượng mẫu nhỏ mà thôi.

- Chọn mẫu trong nghiên cứu làm giảm sai số phi chọn mẫu (sai số do cân, đo, đếm, khai báo, ghi chép,...)

#### Nhược điểm của phương pháp chọn mẫu:

- Cần phải phân nhóm trước và yêu cầu các phần tử trong đám đông cần phải có tính đồng nhất cao
- Gặp khó khăn trong việc xác định cơ cấu tổng thể (không có thông tin trong quá khứ)

#### **2.4.4. Thu thập tài liệu thứ cấp tại các Sở ban ngành liên quan**

Làm việc với các Sở ban ngành liên quan để thu thập tài liệu thứ cấp sẵn có, đã được công bố rộng rãi phục vụ cho việc nghiên cứu sau này, đồng thời tiết kiệm được thời gian và chi phí.

Tài liệu dự kiến thu thập:

Cấp Trung ương:

- Các văn bản có liên quan đến chính sách, chế độ đối với trồng rừng kết hợp cây dược liệu;
- Các đề tài dự án được Bộ Khoa học và Công nghệ, các Viện nghiên cứu đã thực hiện có liên quan đến trồng rừng kết hợp với cây dược liệu ở các địa phương..

Cấp tỉnh:

✓ Các đề tài, dự án liên quan đến cây dược liệu đã được triển khai ở địa phương như Dự án "Quan hệ đối tác vì người nghèo trong phát triển nông lâm nghiệp tỉnh Bắc Kạn" (hay còn được gọi tắt là dự án 3PAD) được tài trợ bởi Quỹ phát triển nông nghiệp Quốc tế (IFAD); đề tài "Nghiên cứu trồng và chế biến cây Giảo cổ lam" tại tỉnh Bắc Kạn, Viện Kinh tế Y tế và Các vấn đề xã hội thuộc Đại học Thái Nguyên đã phối hợp với Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bắc Kạn thực hiện...

✓ Vườn quốc gia Ba Bể: Thu thập các tài liệu về trồng rừng, cây dược liệu hiện có tại Vườn quốc gia.

Cấp huyện:

- ✓ Các báo cáo liên quan đến giao đất giao rừng;
- ✓ Các báo cáo liên quan đến tình hình phát triển cây dược liệu tại địa phương.

#### **2.4.5. Thu thập tài liệu thứ cấp từ Internet**

Tài liệu sơ cấp là những tài liệu chưa có sẵn, được thu thập lần đầu, do chính người nghiên cứu thu thập. Trong thực tế, khi tài liệu thu thập được không đáp ứng được yêu cầu nghiên cứu, hoặc không tìm được tài liệu thứ cấp phù hợp thì các nhà nghiên cứu sẽ phải tiến hành thu thập tài liệu thứ cấp từ Internet.

Dữ liệu được lưu trữ trên internet có thể định vị bằng việc sử dụng các công cụ thông tin và các công cụ tìm kiếm. Chỉ cần gõ nội dung mình cần tìm kiếm thì hệ thống sẽ cho bạn rất nhiều các kết quả khác nhau để tham khảo.

Dự kiến sẽ thu thập các tài liệu liên quan đến các đề tài dự án do các các tổ chức NGO như Care, ifad, ... và các cơ quan nhà nước Việt Nam thực hiện, từ đó tổng hợp kết quả thực hiện.

#### **2.4.6. Thống kê, tổng hợp số liệu**

Thống kê nhằm sử dụng các mô hình, sự biểu diễn và tóm tắt định lượng cho một tập hợp dữ liệu thực nghiệm hoặc nghiên cứu thực tế nhất định nhằm phục vụ cho quá trình phân tích, tổng hợp báo cáo. Sử dụng phần mềm hiện có như SPSS, Excel,... để thống kê tổng hợp các tài liệu, báo cáo liên quan đến quản lý rừng, diện tích rừng, trồng rừng kết hợp cây dược liệu.

#### **KẾT LUẬN CHƯƠNG 2:**

- Trong Chương 2, đề tài đã phân tích, trình bày các phương pháp nghiên cứu được áp dụng đối với từng loại hình thiên tai chính, các phương pháp nghiên cứu được áp dụng để triển khai mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai, cũng như phương pháp triển khai mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu chống xói mòn trên đất dốc.

- Trên cơ sở các số liệu điều tra, khảo sát, các phân tích thống kê, thiết lập và hiệu chỉnh các mô hình ..., đề tài đã xác lập cơ sở khoa học nhằm xác định nguy cơ đối với một số loại hình thiên tai chính như lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ khu vực hồ Ba Bể và vùng phụ cận. Bao gồm:

+ Thiết lập bộ thông số mô hình HEC-HMS, HEC-RAS để xác định nguy cơ lũ, ngập lụt trên các lưu vực sông đổ vào hồ Ba Bể.

+ Thiết lập mô hình học máy trên cơ sở các mô hình khác nhau để xác định nguy cơ sạt lở đất trên khu vực hồ Ba Bể.

+ Thiết lập mô hình cảnh báo nguy cơ lũ quét dựa trên chỉ số Hg dựa trên số liệu mưa và điều kiện độ ẩm kỳ trước nghiên cứu.

+ Thiết lập bộ thông số mô hình SWAT để tính toán, mô phỏng quá trình vận chuyển bùn cát, xói mòn lưu vực nhằm cảnh báo nguy cơ bồi lắng lòng hồ Ba Bể theo thời gian.

- Từ các số liệu điều tra, thu thập và làm việc với chính quyền địa phương các cấp, cũng như với cộng đồng dân cư sống trong khu vực hồ Ba Bể, đề tài đã lựa chọn được các phương pháp để xây dựng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai hiệu quả, phù hợp với điều kiện kinh tế-xã hội, tập quán của cộng đồng dân cư trong khu vực.

- Cùng với phân tích các số liệu điều tra khảo sát thực địa, phân tích đặc điểm tự nhiên, điều kiện kinh tế- xã hội, đặc điểm thổ nhưỡng và khả năng phát triển, sinh trưởng các loài cây bản địa, cây dược liệu. Đề tài đã lựa chọn được các phương pháp áp dụng để triển khai mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu phù hợp với điều kiện tự nhiên, khí hậu, thổ nhưỡng, cũng như phù hợp với các loài cây bản địa đang sinh trưởng trên khu vực hồ Ba Bể.



- Các phương pháp được áp dụng sẽ góp phần giúp đề tài đạt được mục tiêu đặt ra.

### CHƯƠNG 3. KẾT QUẢ PHÂN TÍCH, ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG VÀ XÁC ĐỊNH NGUY CƠ CÁC LOẠI HÌNH THIÊN TAI CHÍNH

#### 3.1. Đánh giá hiện trạng các loại hình thiên tai

##### 3.1.1. Hiện trạng lũ, ngập lũ



Ngập lụt tại xã Nam Mẫu (8/9/2020)



Vết lũ tại hồ Ba Bể

(Ảnh thực địa, tháng 9/2020)



Đất canh tác có nguy cơ ngập lụt khi nước sông dâng cao (xã Cao Thượng)

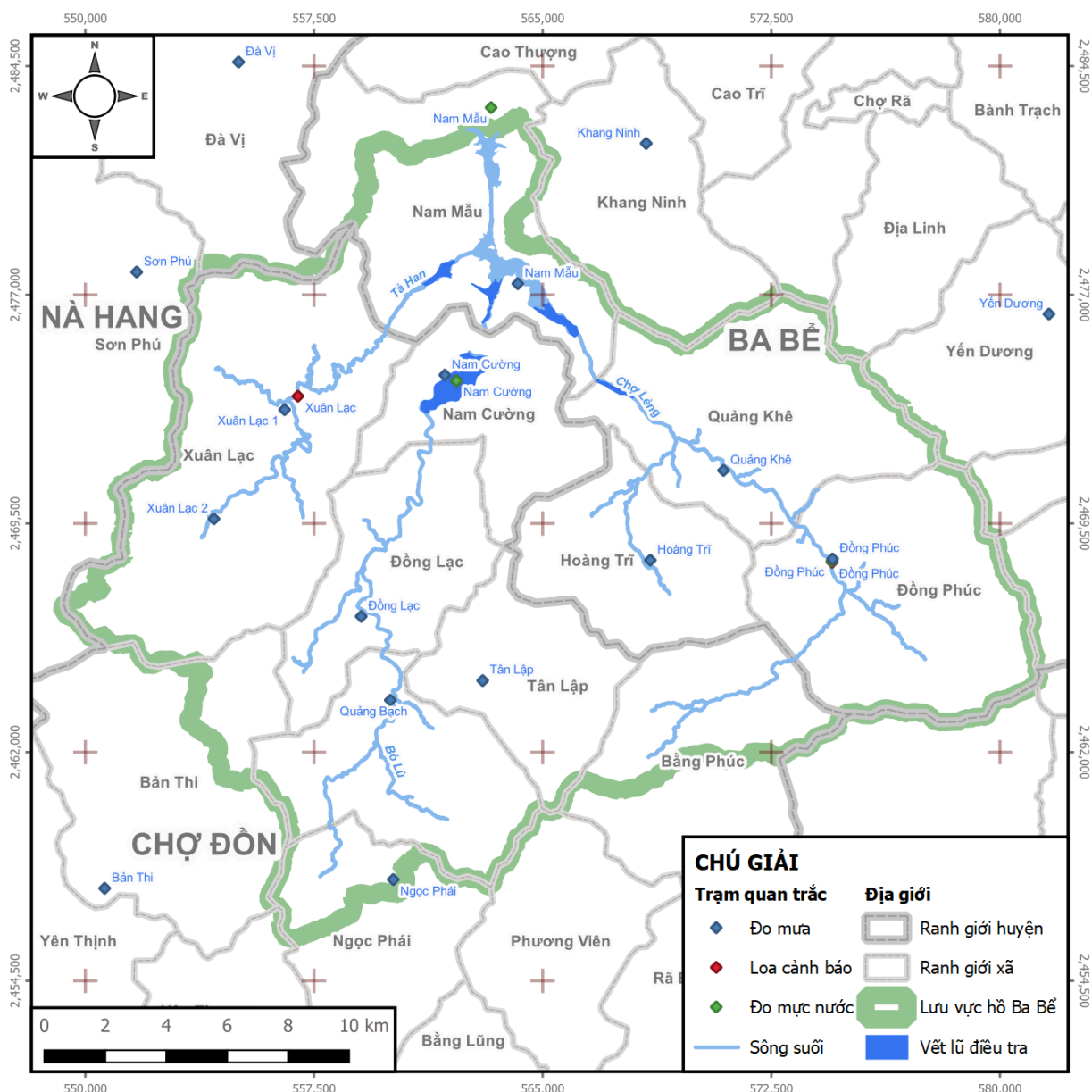
(Ảnh thực địa tháng 9/2020)

Theo điều tra, tại các xã có nhiều điểm ngập lụt cục bộ, nguy cơ ngập lụt cao được tổng hợp như sau:

Bảng 13. Tổng hợp các vị trí ngập lụt và có nguy cơ tại khu vực hồ Ba Bể

TT	Xã	Vị trí, khu vực đã và dễ xảy ra ngập lụt	Diện tích canh tác bị ngập (ha)	Thời gian ngập (ngày)
1	Nam Cường	Dọc theo suối Nam Cường đến đoạn chảy vào trong núi, đầu ra bên kia núi là suối Nam Cường đổ vào hồ Ba Bể (thuộc Bản chảy, Cốc Lùng)	80-160	7-15
2	Quảng Khê	Nằm dọc theo suối Pác Ngòi thuộc thôn Lùng Quang	10-15	1-3
3	Quảng Bạch	Bản Lác	6-8	1-3
4	Đồng Lạc	Nằm dọc theo Suối Khuổi Vào, Suối Tà Điêng.	8-12	1-3
5	Cao Thượng	Là các cánh đồng chính dọc theo suối Tả Anh, sông Năng (thuộc thôn Khuổi Tằng, Khuổi Tàu, pù Khoang ở vùng thấp của xã)	40-60	1-3
6	Khang Ninh	Là các cánh đồng nằm dọc theo suối pác Nghè (thuộc thôn pác Nghè, bản Nản, Nà Lành, Nà Vài, Nà Niêm).	80-90	1-3
7	Nam Mẫu	Cửa của 3 nhánh suối Pác Ngòi, Nam Cường, Xuân Lạc đổ vào hồ (thôn Nam Cường, pác Ngòi, Cốc Tộc)	50-60	3-7
		Cửa vào hồ tiếp giáp với sông Năng (thôn Bản Cám)	26-30	1-3

(Nguồn: Kết quả điều tra 2020)

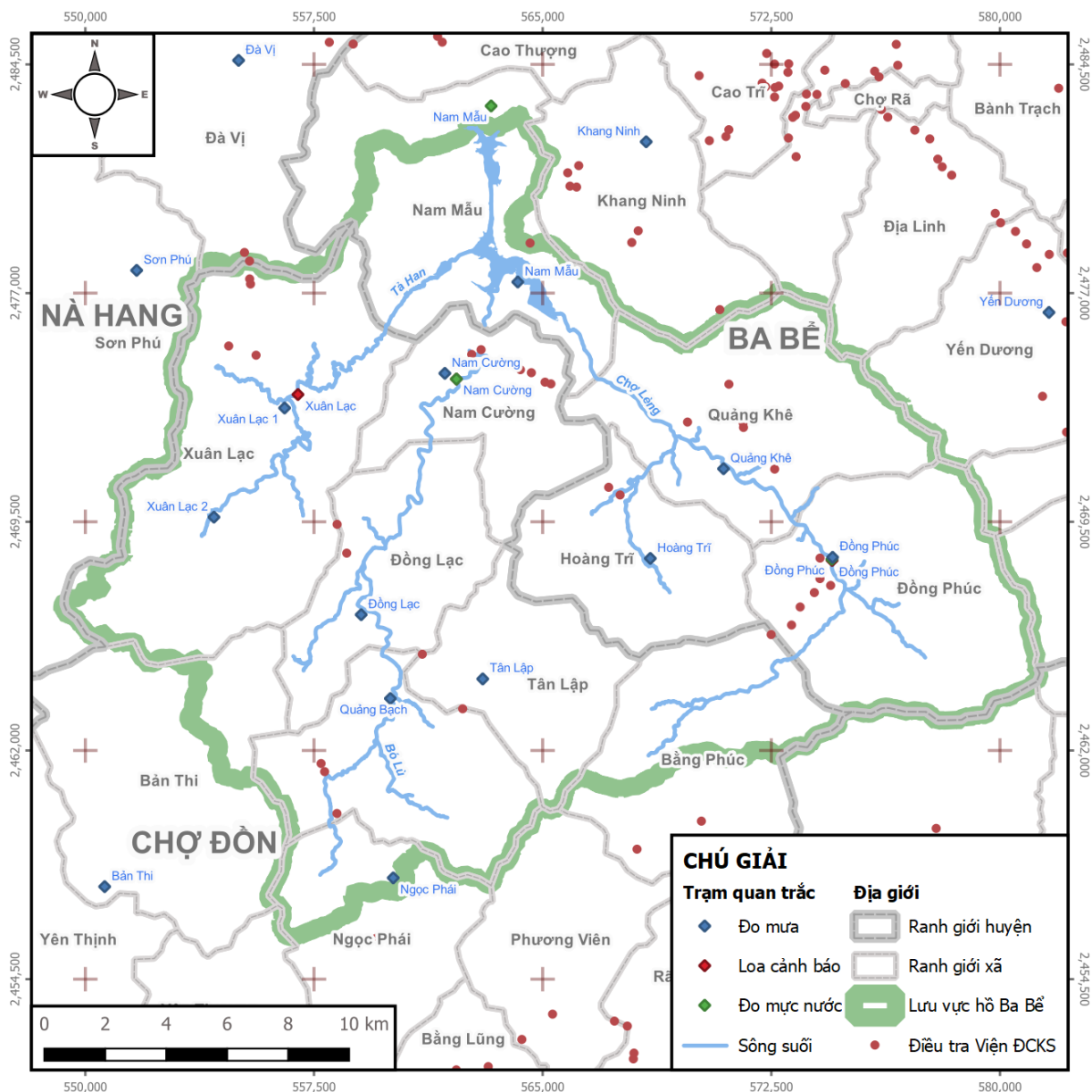


Hình 54. Mực nước lớn nhất theo điều tra vết lũ năm 2020

Vị trí ngập lụt là những nơi có địa hình thấp hơn so với địa hình xung quanh, nơi tập trung nước đổ về, có thể thấy chính là vị trí các thung lũng, cánh đồng nơi người dân sản xuất lương thực, thực phẩm, nơi ở đối với đồng bào dân tộc Kinh, Tày. Kết quả điều tra được diện tích ngập lụt từ 6ha đến 100 ha, đặc biệt xã Nam Cường, Nam Mẫu, Khang Ninh, Cao Thượng có diện tích ngập lớn từ 50ha đến 100ha trải dài trên nhiều diện tích hoa màu, nuôi trồng thủy sản và nhà cửa. Ngập lụt làm thiệt hại lớn về hoa màu, tài sản đối với người dân nơi đây.

### 3.1.2. Hiện trạng sạt lở đất

Theo báo cáo kết quả Điều tra và thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền núi tỉnh Bắc Kạn [40], trên địa bàn khu vực nghiên cứu, hiện tượng trượt lở đất đá tập trung tại khu vực:



Hình 55. Kết quả điều tra sạt lở của Viện Địa chất Khoáng sản năm 2013

Khu vực xã Cao Thượng: Địa hình núi cao, phân cắt mạnh và độ dốc lớn. Dân cư trong vùng rất thưa, chỉ có vài cụm nhỏ sống khá cách biệt. Nền địa chất gồm các đá phiến sét, phiến sericit, cát kết xen các chòm đá vôi thuộc các hệ tầng Pia Phương và Mia Lé. Đới phá hủy kiến tạo phát triển rộng cùng độ dốc địa hình lớn khiến khả năng trượt lở trong khu vực khá cao. Đã xác định có 12 khối trượt có quy mô trung bình. Mặc dù các điểm trượt chủ yếu nằm ngoài khu vực cư dân nhưng cần có sự đề phòng đối phó và nâng cao ý thức cảnh giác của người dân trước những diễn biến bất ngờ của các dạng thiên tai. Khu vực này được xếp vào loại có mức độ nguy cơ trung bình.

Khu vực Khang Ninh - Đồng Phúc: Khu vực này kéo dài thành một dải qua các xã Khang Ninh, Quảng Khê, Đồng Phúc. Dân cư nhìn chung thưa thớt và phân bố không đều, tập trung thành các bản nhỏ ở phía tây sườn núi Phia Bioc. Địa hình chủ yếu là thung lũng hẹp giữa các dãy núi có độ dốc lớn. Khu vực này chủ yếu nằm trên ranh giới

các đá phiến silic, phiến sét, đá vôi của hệ tầng Phú Ngũ, Mia Lé và các khối granit Phia Bioc. Đứt gãy sâu phân đới phương TB-ĐN cắt qua một loạt các đứt gãy phương ĐB-TN đã khiến cho cấu trúc địa chất tại khu vực này kỳ phức tạp. Đã xác định có 24 khối trượt quy mô nhỏ và trung bình. Nhiều xảy ra ngay sát khu dân cư khiến nguy cơ thiệt hại khá cao nếu không có biện pháp đề phòng.

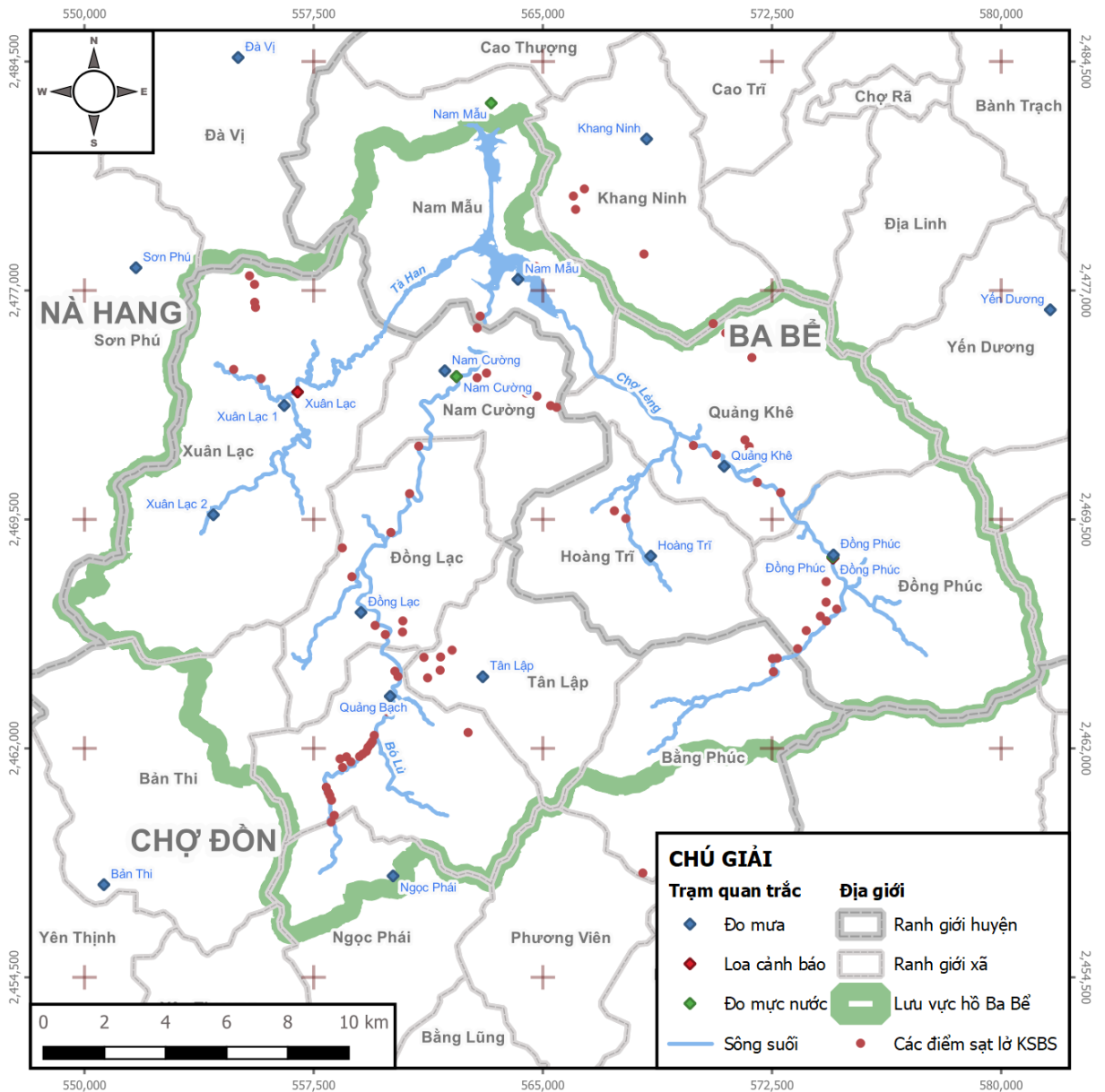


Hình 56. Sạt lở đất tại huyện Ba Bể [44]



Hình 57. Sạt lở đất đá tại xã Nam Mẫu (ảnh điều tra 9/2020)

Một số diện tích nhỏ thuộc các xã Quảng Bạch, Nam Cường, Xuân Lạc,...: Các khối trượt trên các xã này không nhiều, quy mô không lớn và chủ yếu xảy ra trên taluy đường.



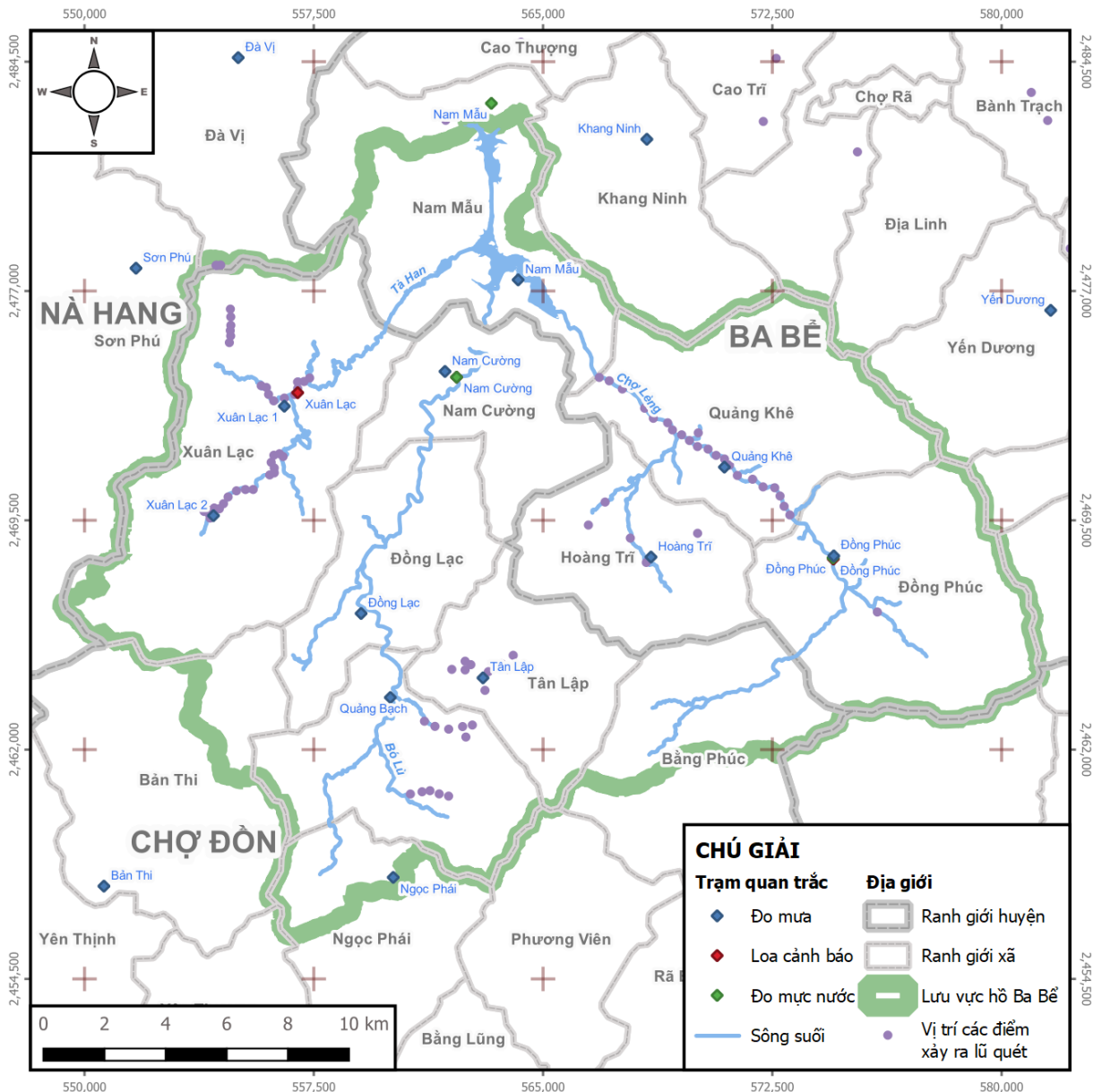
Hình 58. Vị trí các điểm sụt lở khảo sát bổ sung năm 2020

Hình thái của các điểm trượt hầu hết có dạng hình thang, hình bán nguyệt hoặc chuỗi cung bán nguyệt. Các điểm trượt lở có kích thước từ vài mét đến hàng trăm mét, thể tích từ hàng chục m<sup>3</sup> đến hàng chục nghìn m<sup>3</sup>. Số các điểm trượt có quy mô nhỏ chiếm tỷ lệ 42%, quy mô trung bình chiếm 43%, quy mô lớn chiếm 15%

### 3.1.3. Hiện trạng lũ quét

Các trận lũ quét xảy ra sau khi khu vực xuất hiện các trận mưa lớn, kéo dài, theo điều tra chủ yếu là lũ quét hỗn hợp. Quy mô trận lũ quét phụ thuộc vào nhiều yếu tố: địa hình hình thành, phát triển dòng lũ, cường độ mưa, thảm thực vật, địa chất... song đều có sức tàn phá mạnh mẽ gây thiệt hại về người và của. Một số trận lũ quét gây thiệt hại điển hình trong khu vực hồ Ba Bể như sau:

- Ngày 12/9/2010 trận lũ quét tràn qua xã Cao Trĩ, Khang Ninh, Cao Thượng, chiều dài dòng lũ 5km, độ rộng 300m, mức nước dâng 4m, thời gian duy trì lũ là 2 giờ (phiếu điều tra xã Cao Thượng), đã cuốn trôi 2 cây cầu ở xã Khang Ninh, 10 ha ngô, 28 ha lúa ở 3 xã, thiệt hại rất lớn với đời sống nhân dân [45];



Hình 59. Vị trí các điểm xảy ra lũ quét theo kết quả điều tra năm 2020

- Tại 2 xã Chu Hương và Mỹ Phương thuộc huyện Ba Bể (thuộc lưu vực Sông Năng) đã xảy ra lũ quét và sạt lở đất vào ngày 31/7/2010 với biên độ lũ từ 3,0 – 4,0 m gây thiệt hại lớn về tài sản và hoa màu của nhân dân;

- Ngày 17/6 năm 2011, mưa lớn tại đầu nguồn gây lũ quét, sạt lở tại 2 huyện Ba Bể, Pác Nặm (Đặc biệt sạt lở tại thôn Khên Lèn, huyện Pác Nặm) gây thiệt hại nhiều về người và công trình giao thông, thủy lợi, nhà cửa, hoa màu ...làm ảnh hưởng tới đời sống của nhân dân và phát triển kinh tế, xã hội của vùng bị thiên tai.



- Ngày 5/7/2014: Do ảnh hưởng của rãnh áp thấp, rạng sáng ngày 5-7 trên địa bàn tỉnh Bắc Cạn xảy ra mưa to ở nhiều nơi, đặc biệt là tại huyện Ba Bể có lượng mưa 95 mm, xuất hiện lũ quét với cường độ mạnh trên sông Pác Ngòi gây thiệt hại diện tích lúa, ngô chưa thu hoạch dọc hai bên bờ sông và làm đảo lộn cuộc sống nhân dân. Lũ quét lên nhanh, cường độ mạnh làm 20 gia đình ở xã Quảng Khê bị ngập từ 40 cm đến 1m. Tuyến đường từ xã Nam Mẫu lên xã Quảng Khê bị ngập sâu nhiều đoạn, đến trưa ngày 5-7 các lực lượng chức năng mới tiếp cận được xã Quảng Khê [46]

- Ngày 15/10/2018, mưa lớn gây lũ quét, ngập úng thiệt hại ước tính khoảng 1,5 tỷ đồng, diện tích hoa màu bị ảnh hưởng tại xã Cao Thượng là 60,5ha, xã Cao Trĩ 10ha và 0,5ha diện tích nuôi thủy sản ở xã Cao Thượng [48];



Mưa lớn gây lũ quét cục bộ, tràn qua khu vực chợ huyện Ba Bể (17/5/2020)



Đường tỉnh lộ 258 xã Chu Hương, huyện Ba Bể bị sạt lở do lũ quét (12-6-2019)

Bảng 14. Tổng hợp vị trí xảy ra lũ quét và nguy hiểm tại các xã

TT	Xã	Vị trí, khu vực đã và dễ xảy ra lũ quét
1	Tân Lập	10 điểm thuộc thôn Nà Chắc, bản Nà Mu, thôn Nà Lược (nhánh suối đầu nguồn của suối phiêng lặc)
2	Xuân Lạc	42 điểm thuộc thôn pu lũng, bản He, bản Hồ, bản O, bản Tùn, bản Eng, bản Nà Dạ (là các nhánh suối nhỏ đầu nguồn đổ về suối Tà Han).
3	Hoàng Trĩ	3 điểm nằm trên Suối Tăng Nà (thôn Nà Siai), Suối Bản Duông (thôn Nà Diều), Suối Bó Mản (thôn Coọc Mu)
4	Quảng Khê	3 điểm và các điểm dọc theo Suối Pác Ngòi, Suối Bản pyàn
5	Quảng Bạch	10 điểm thuộc bản Lác, bản Khắt, bản Khuổi Vùa (nhánh suối đầu nguồn của suối phiêng lặc)
6	Cao Thượng	3 điểm thuộc thôn Nà Sliền, thôn pù Khoang, thôn Bản phượng, Khuổi Tăng (các nhánh nhỏ của Suối Tả Anh).
7	Đông Phúc	1 điểm thuộc thôn Bản Chán (suối Nậm Khít, Tà Lòong)

(Nguồn: Kết quả điều tra 2020)

### 3.1.4. Hiện trạng bồi lấp lòng hồ

Hiện tượng bồi lấp hồ Ba Bể đã có từ lâu, tuy nhiên thời gian gần đây tại khu vực hồ Ba Bể vấn đề bồi lấp phù sa và sạt lở đất ngày càng gia tăng một cách đáng báo động. Theo kết quả đánh giá mức độ bồi lấp hồ Ba Bể do Viện Khoa học thủy lợi, Bộ NN&PTNT tiến hành năm 2002, lượng bồi lấp tại các điểm có dòng chảy vào hồ là: cửa suối Xuân Lạc là 9,70 vạn m<sup>3</sup>; cửa suối Nam Cường 11,06 vạn m<sup>3</sup>; cửa sông Pác Ngòi có lượng bồi lấp lớn nhất lên tới 18,37 vạn m<sup>3</sup>; cửa hồ tiếp giáp sông Năng, đây là điểm nước chảy ngược vào hồ khi lũ sông dâng cao cũng đo được 3,04 vạn m<sup>3</sup>. Tổng lượng bồi lấp tới năm 2002 là 42,17 vạn m<sup>3</sup>, bãi bồi mỗi năm lấp hồ từ 10-60 m, nâng đáy hồ lên trung bình 30 cm, ước tính mỗi năm (giai đoạn 1975 - 2002) có 70 vạn tấn phù sa bồi lấp lòng hồ.

Năm 2011, theo Tiến sỹ Đặng Văn Lợi [48] đại diện Lãnh đạo Đoàn công tác, kiểm tra về tình trạng ô nhiễm của Cục Kiểm soát ô nhiễm, Tổng cục Môi trường, cho biết xung quanh khu vực hồ Ba Bể khi đó có 3 mỏ khoáng sản, trong đó 2 mỏ vẫn hoạt động là mỏ sắt Pù Ô tại xã Quảng Bạch, huyện Chợ Đồn, được cấp phép năm 2008 và bắt đầu hoạt động từ tháng 10/2009, với tổng diện tích là 26,5 ha, diện tích khai trường là 3,5 ha; Mỏ sắt Bản Cuôn tại xã Ngọc Phái. Theo đó, 16 hộ dân xã Quảng Bạch đã gửi khiếu nại trực tiếp đến các Công ty khoáng sản về ảnh hưởng của các hoạt động khai khoáng tới sản xuất nông nghiệp (trồng lúa) của bà con. Tuy nhiên, theo báo cáo quan trắc của Chi Cục BVMT tỉnh Bắc Kạn, nước từ khu vực khai thác mỏ Bản Cuôn và Pù Ô tác động, ảnh hưởng đến sự bồi lấp của hồ Ba Bể là không đáng kể.

Đến năm 2016, theo phản ánh của Báo Nhân dân [46], sông Năng bị bồi lấp, cạn nước đang trực tiếp uy hiếp hồ Ba Bể, làm thay đổi hệ sinh thái của hồ, đặc biệt là tình trạng bồi lấp sông Năng cũng làm cho hồ Ba Bể bị bồi lấp theo từ phía bắc, trong khi hồ Ba Bể từ phía đông và phía nam đã bị bồi lấp cả cây số. Theo người dân tại Bản Cám, khu vực sông Năng chảy qua cho biết: nhiều đoạn trên sông Năng đã rất nông do bồi lấp, mực nước xuống thấp, gây khó khăn cho thuyền, bè đi lại ảnh hưởng tới sinh hoạt và sinh kế của người dân. Nếu không có những biện pháp như trồng, bảo vệ rừng, ngăn chặn các hoạt động khai thác cát, san ủi đất đá xuống sông thì rồi đây sông Năng sẽ thành suối, cũng tại thời điểm này nhiều đoạn đã bị thất lại, tác động rất tiêu cực đến “Hạ Long trên núi” hồ Ba Bể.

Tại Báo cáo đánh giá sơ bộ nguyên nhân bồi lấp hồ Ba Bể và đề xuất giải pháp khắc phục, Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Biến đổi khí hậu năm 2018 [49], về nguyên nhân bồi lấp hồ Ba Bể và đề xuất giải pháp khắc phục, cho rằng nguyên nhân chính làm gia tăng hiện tượng bồi lấp là: Nguyên nhân tự nhiên, như mưa lũ, gắn liền với điều kiện địa hình, thời tiết tại khu vực hồ Ba Bể; Các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội

của con người, như xây dựng nhà và đường giao thông trong khu vực Vườn Quốc gia Ba Bể và gần hồ Ba Bể, các hoạt động canh tác trong lực vực.

Kết quả điều tra của Ngân Ngọc Vỹ thực hiện trong năm 2019 [50], nguyên nhân chính của sự bồi lắng phù sa và sạt lở đất là do các hoạt động phát triển kinh tế của con người tại địa phương, đặc biệt là các hoạt động khai thác cát ở lưu vực sông Năng thuộc vùng lõi và vùng đệm của VQG Ba Bể. Hiện nay có Doanh nghiệp Hà Giang và Hợp tác xã sông Năng được cấp phép khai thác cát trên địa bàn lưu vực sông Năng, ngoài ra các cơ quan chức năng chưa thống kê được hết số lượng xuống khai thác cát bất hợp pháp tại khu vực, nhưng theo người dân, số lượng cát được khai thác tại khu vực không hề nhỏ, ảnh hưởng tới dòng chảy của sông Năng dọc theo đoạn từ bến thuyền Bốc Lôm, qua động Puông đến Bản Cám. Theo đó, người dân cũng cho rằng nguyên nhân tự nhiên do thời tiết và biến đổi khí hậu là không đáng kể so với quy luật tự nhiên mà người dân nơi đây đã trải nghiệm từ nhiều đời nay, người dân cũng cho rằng chỉ trong vòng chưa đến **50 năm nữa hồ Ba Bể có thể sẽ bị xóa sổ**, thay vì khoảng 100 năm nữa như các nhà khoa học khuyến cáo.

Bảng 15. Bảng tóm tắt ý kiến của người dân 4 thôn ven hồ Ba Bể [50]

Thôn	Ý kiến của cộng đồng về hiện tượng bồi lắng phù sa và sạt lở đất tại khu vực hồ Ba Bể
<b>Bản Cám</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cửa sông bị bồi lắng, xói lở bờ đất bãi khoảng 5 m.</li> <li>• 1993-2019, cửa hồ bị phù sa bồi lấp sâu vào trong hồ khoảng 100 m.</li> <li>• Hồ có chỗ sâu nhất khoảng 27 m, nhưng bây giờ thì nông hơn nhiều do bồi lắng xảy ra ngày càng nghiêm trọng.</li> <li>• Có đoạn cửa sông bị xói lở trung bình 1m/năm (đã xảy ra thường xuyên 10 năm nay) có nghĩa là bị sạt lở mất đất khoảng 10 m sâu vào trong ruộng canh tác của dân trong vòng 10 năm.</li> <li>• Mất rừng đầu nguồn.</li> <li>• Do thời tiết thay đổi, mưa lũ nhiều, bồi lắng cát phù sa.</li> <li>• Xuồng đi lại gây sóng đánh mạnh làm sạt lở bờ sông.</li> <li>• Khai thác cát làm thay đổi dòng chảy.</li> <li>• Tại khu vực cửa sông Năng tiếp giáp với cửa hồ, có 2 hiệu ứng kép do sự thay đổi dòng chảy của sông Năng tác động tới hệ sinh thái của hồ và sinh kế của người dân Bản Cám đó là: 1) sạt lở làm mất đất canh tác của người dân 2) phù sa ngày càng bồi lấp hồ tác động tới hệ sinh thái thủy sinh và đáy hồ Ba Bể.</li> </ul>
<b>Nam Cường</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Từ năm 1996 đến nay, xảy ra hiện tượng xâm lấn, bồi lắng do phù sa, từ đó đến nay bãi trồng ngô bồi được khoảng 4000 m<sup>2</sup>.</li> <li>• Nhận biết sự bồi đắp phù sa bằng đường đi của xuồng: hiện nay có chỗ xuồng mắc cạn khó đi. Ngày trước, 2 bờ sông Năng lau sậy mọc đầy, lòng sông nhỏ, bây giờ lòng sông lớn hơn do bị xói lở.</li> <li>• Hiện giờ có đoạn mùa cạn lội được qua sông Năng (ngày trước không lội được), do đó dễ thấy lòng sông bị bồi lên nhiều.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hiện nay, cửa sông Năng tiến vào phía hồ hơn 200 m đến ngay sát trạm kiểm lâm của vườn (phía cửa hồ). Bây giờ cửa hồ bị đi vào phía trong hồ khá sâu.</li> </ul>
<b>Cốc Tộc</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cách đây 20 năm xuống đõ ở nhà nghỉ Đạt Diễm, nằm sâu trong thôn, hiện giờ, bồi lắng phù sa làm xuống không thể vào các hộ sâu trong thôn Cốc Tộc như trước đây (phù sa bồi lắng làm nông luống lạch của xuống đi, có chỗ xuống không đi được nữa). Do bồi lắng làm giảm sinh kế của người dân.</li> <li>Hiện tượng cửa hồ bị bồi lấp do phù sa gây khó khăn trong việc thoát lũ của hồ khi có mưa lũ.</li> </ul>
<b>Pác Ngòi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Theo quan sát của người dân thôn Pác Ngòi, trong vòng chục năm trở lại đây, cửa suối bồi lắng vào phía hồ với chiều dài khoảng 300 m.</li> <li>Khác với thôn Bản Cám, bồi lắng phù sa lại bổ sung thêm diện tích bãi bồi làm tăng diện tích canh tác hoa mùa của cư dân (tích cực với cộng đồng, nhưng tiêu cực với hệ sinh thái của hồ Ba Bể).</li> </ul>

### 3.2. Đánh giá nguy cơ các loại hình thiên tai

#### 3.2.1. Nguy cơ lũ, ngập lũ

##### 3.2.1.1. Xây dựng kịch bản mưa

Nhóm nghiên cứu lựa chọn các kịch bản mưa 100mm, 200mm, 300mm, 400mm, 500mm để xây dựng bản đồ ngập lụt cho khu vực nghiên cứu.

#### 1. Lựa chọn trận mưa điển hình

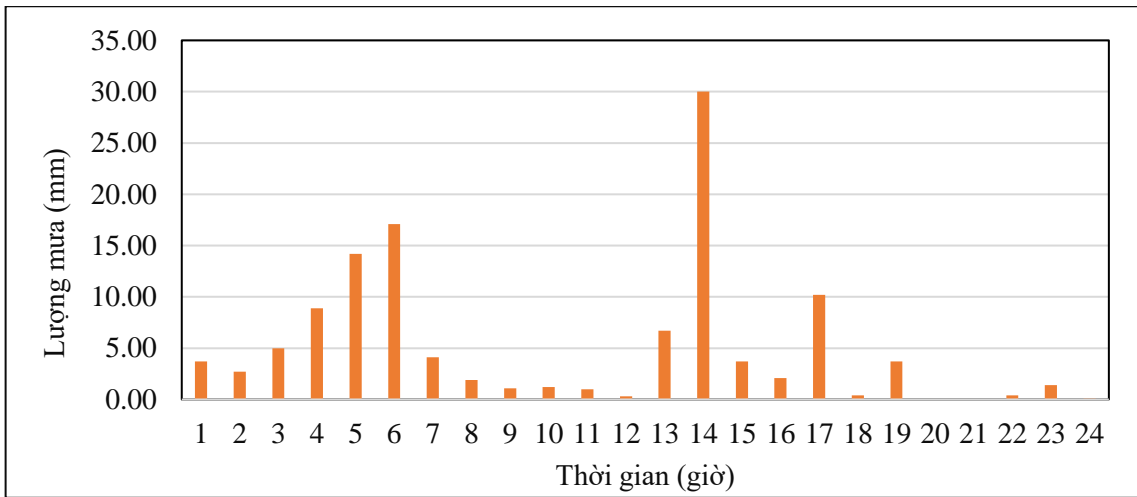
- Nguyên tắc lựa chọn trận mưa điển hình:

+ Trận mưa điển hình là trận mưa đã xảy ra trong thực tế, có tổng lượng mưa xấp xỉ với tổng lượng mưa thiết kế, có dạng phân phối là phổ biến và thiên về bất lợi

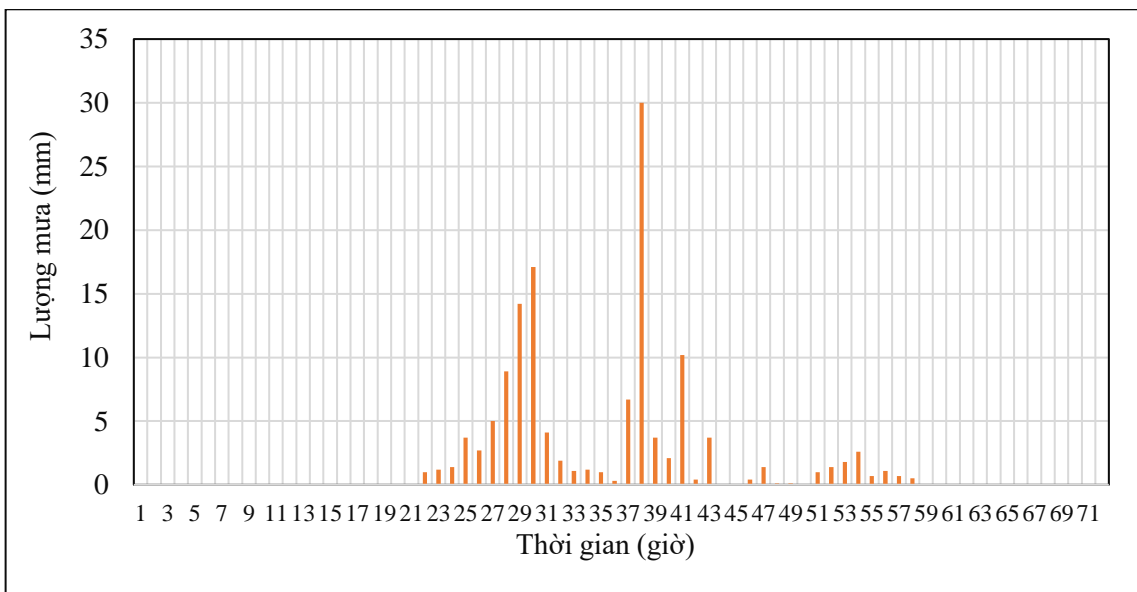
Theo nguyên tắc mô hình mưa đã xảy ra trong thực tế có tổng lượng mưa xấp xỉ với tổng lượng mưa thiết kế.

- Trận mưa điển hình lựa chọn là trận mưa từ ngày 16-18/09/2014 tại khu vực hồ Ba Bể vì đây là trận mưa có cường độ mưa lớn, tổng lượng mưa là lớn nhất tại khu vực nghiên cứu.

Do khu vực nghiên cứu thuộc vùng núi, do vậy lũ thường xảy ra với cường độ mưa lớn từ 1-3 ngày, vì vậy nhóm nghiên cứu thu phóng các kịch bản mưa theo lượng mưa lớn nhất 3 ngày tại trạm đo mưa Chợ Rã trong khu vực hồ Ba Bể.

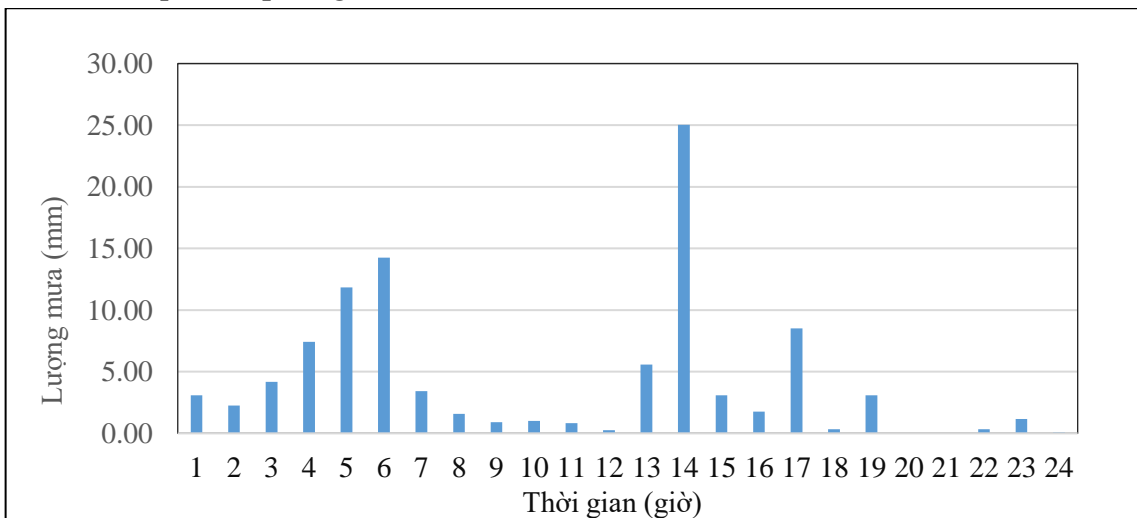


Hình 60. Biểu đồ lượng mưa 1 ngày max tại trạm đo mưa Chợ Rã

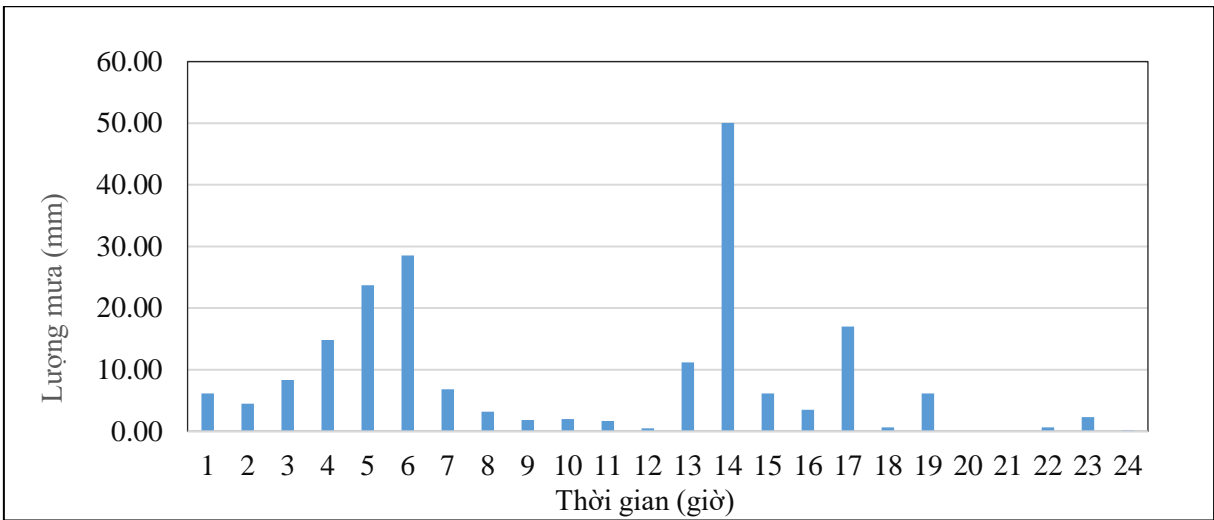


Hình 61. Biểu đồ lượng mưa 3 ngày max tại trạm đo mưa Chợ Rã

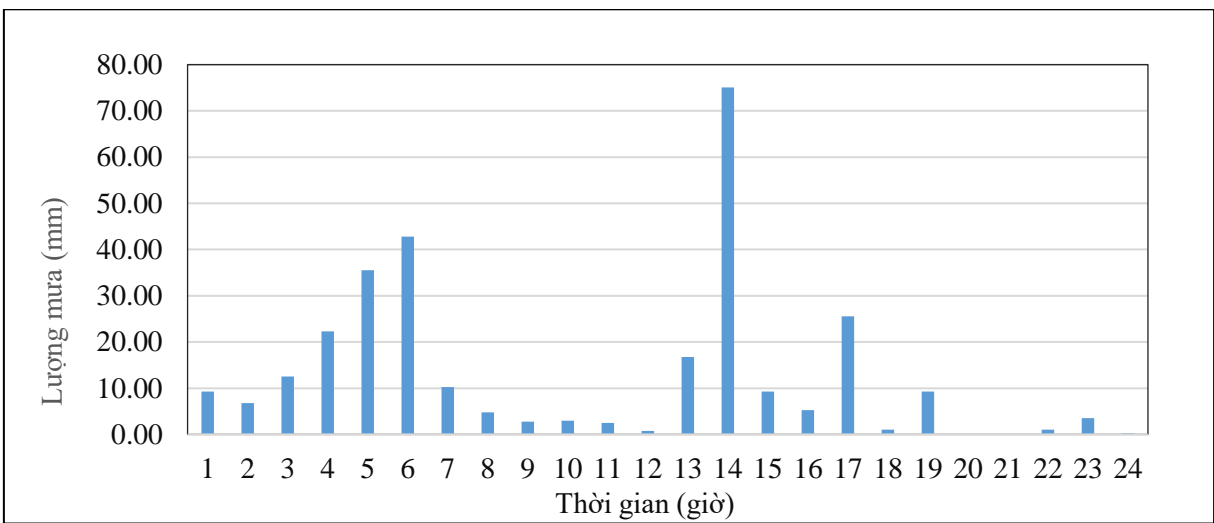
2. Kết quả thu phóng mưa theo các kịch bản mưa



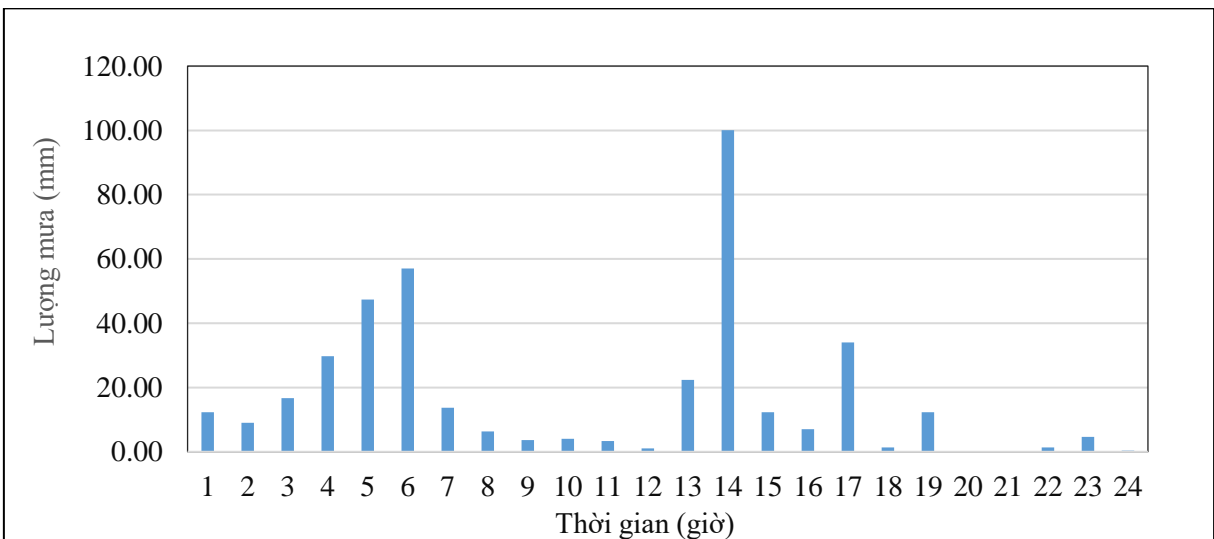
Hình 62. Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=100mm



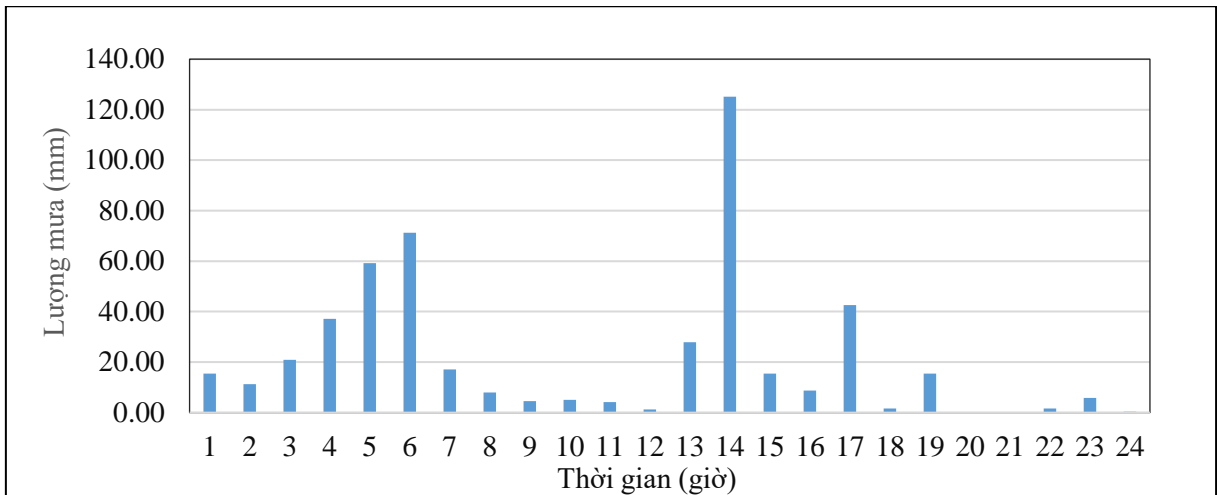
Hình 63. Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=200mm



Hình 64. Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=300mm

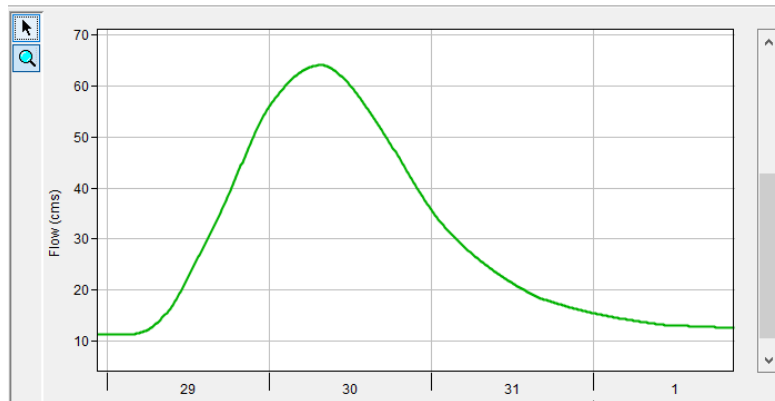


Hình 65. Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=400mm

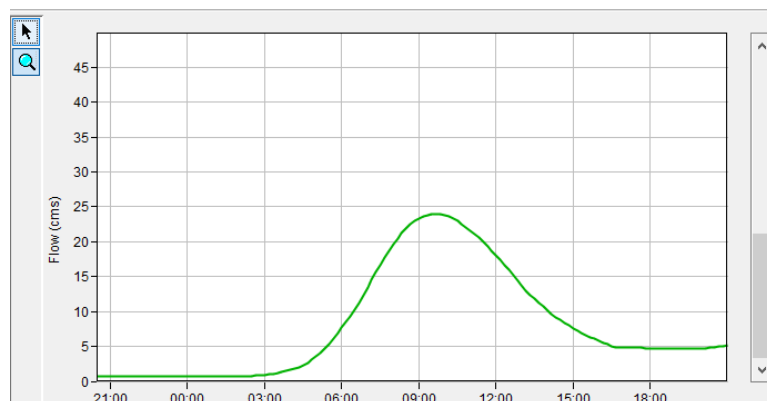


Hình 66. Phân bố mưa giờ theo kịch bản mưa X=500mm

Áp dụng mô hình HEC-HMS với các thông số đã hiệu chỉnh, kiểm định, nhóm nghiên cứu tính toán đường lưu lượng ứng với các kịch bản mưa thiết kế 100mm, 200mm, 300mm, 400mm, 500mm. Kết quả tính toán được thể hiện như hình sau:

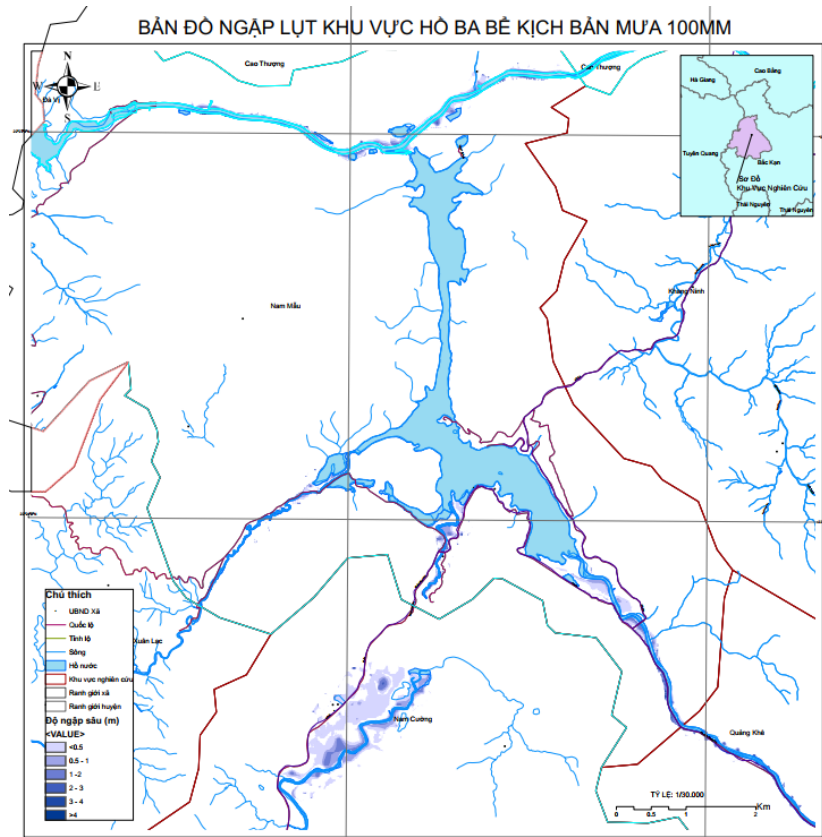


Hình 67. Đường quá trình lưu lượng tại thượng nguồn sông Năng với kịch bản mưa thiết kế 100mm

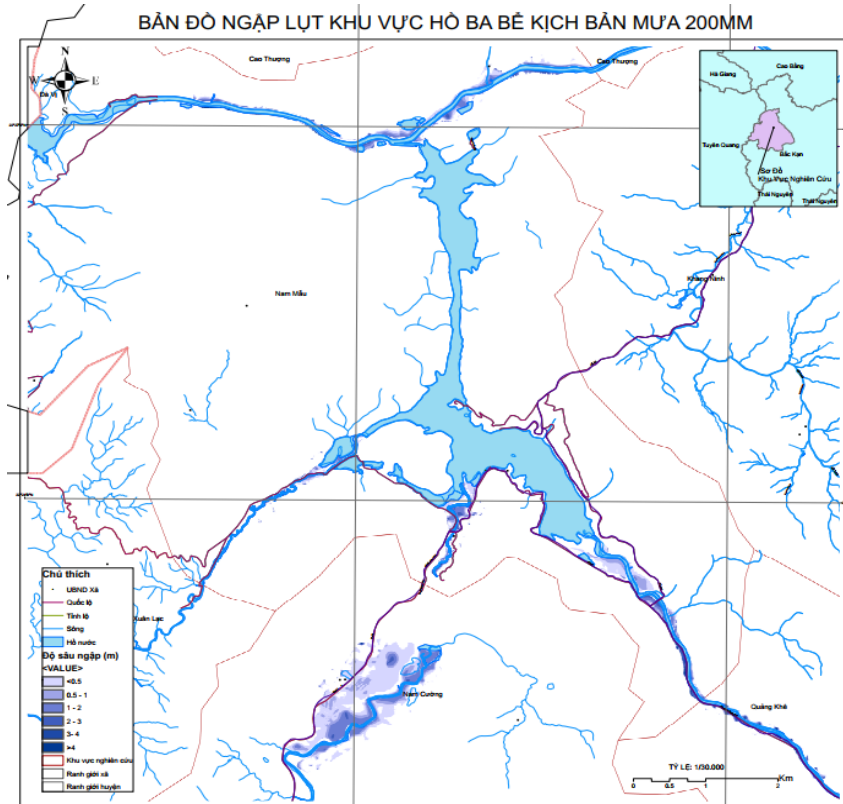


Hình 68. Đường quá trình lưu lượng tại thượng nguồn sông Nam Cường mưa thiết kế 200mm

3.2.1.2. Xây dựng bản đồ nguy cơ ngập lũ



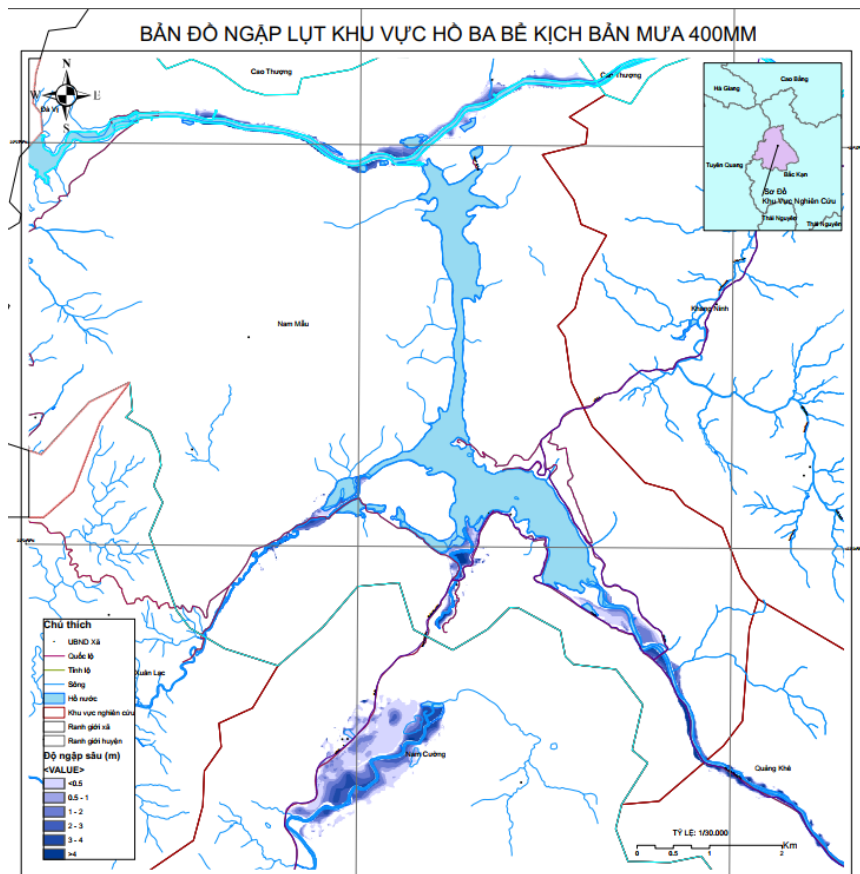
Hình 69. Bản đồ ngập lụt kịch bản mưa X=100mm trên lưu vực



Hình 70. Bản đồ ngập lụt kịch bản mưa X=200mm trên lưu vực







Hình 73. Bản đồ ngập lụt kích bản mưa X=500mm trên lưu vực

Nhận xét: Theo kết quả tính toán và xây dựng bản đồ ngập lụt thì khu vực xã Nam Cường có diện tích ngập lớn nhất ở cả 5 kịch bản mưa. Vị trí ngập lụt là những nơi có địa hình thấp hơn so với địa hình xung quanh, nơi tập trung nước đổ về, có thể thấy chính là vị trí các thung lũng, cánh đồng nơi người dân sản xuất lương thực, thực phẩm, nơi ở đối với đồng bào dân tộc Kinh, Tày.

Bảng 16. Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=300mm

T T	Độ ngập sâu (m)	Diện tích ngập (ha)						
		Đông Phúc	Nam Mẫu	Quảng Khê	Đông Lạc	Nam Cường	Quảng Bạch	Xuân Lạc
1	<0.5	0.26	7.08	2.54	7.51	7.73	2.47	5.99
2	0.5-1.0	0.10	6.37	2.43	1.86	6.68	1.27	4.66
3	1.0 -2.0	0.04	5.28	2.36	0.02	5.84	0.07	3.41
4	2.0-3.0	0.00	1.77	0.22	0.00	0.48	0.00	0.00
5	3.0-4.0	0.00	0.29	0.00	0.00	1.18	0.00	0.00
6	>4.0m	0.00	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00

Bảng 17. Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=350mm

T T	Độ ngập sâu (m)	Diện tích ngập (ha)						
		Đông Phúc	Nam Mẫu	Quảng Khê	Đông Lạc	Nam Cường	Quảng Bạch	Xuân Lạc
1	<0.5	1.81	13.60	6.95	21.19	17.98	5.20	10.59
2	0.5-1.0	0.91	12.44	4.37	12.35	12.96	3.49	8.12
3	1.0 -2.0	0.80	8.43	3.61	3.08	8.66	1.60	8.70
4	2.0-3.0	0.07	2.06	0.26	0.00	1.89	0.00	0.04
5	3.0-4.0	0.00	0.36	0.00	0.00	1.68	0.00	0.00
6	>4.0m	0.00	0.07	0.00	0.00	0.45	0.00	0.00

Bảng 18. Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=400mm

T T	Độ ngập sâu (m)	Diện tích ngập (ha)						
		Đông Phúc	Nam Mẫu	Quảng Khê	Đông Lạc	Nam Cường	Quảng Bạch	Xuân Lạc
1	<0.5	6.99	4.36	3.38	21.91	14.54	3.26	5.76
2	0.5-1.0	0.63	15.28	2.23	14.95	11.85	2.30	5.86
3	1.0 -2.0	0.35	26.21	3.94	10.95	29.35	2.25	11.69
4	2.0-3.0	0.13	35.52	3.77	0.06	28.58	0.00	3.43
5	3.0-4.0	0.00	10.54	1.84	0.00	22.17	0.00	0.59
6	>4.0m	0.00	5.63	0.07	0.00	7.93	0.00	1.24

Bảng 19. Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=450mm

T T	Độ ngập sâu (m)	Diện tích ngập (ha)						
		Đông Phúc	Nam Mẫu	Quảng Khê	Đông Lạc	Nam Cường	Quảng Bạch	Xuân Lạc
1	<0.5	8.45	6.78	5.80	35.15	22.37	6.00	10.70
2	0.5-1.0	1.42	15.02	3.57	24.46	16.19	4.53	9.13
3	1.0 -2.0	1.00	26.84	4.37	13.06	30.73	3.59	16.47
4	2.0-3.0	0.14	28.59	3.82	0.07	35.89	0.00	4.87
5	3.0-4.0	0.00	23.02	1.84	0.00	53.97	0.00	0.97
6	>4.0m	0.00	6.27	0.07	0.00	8.05	0.00	1.61

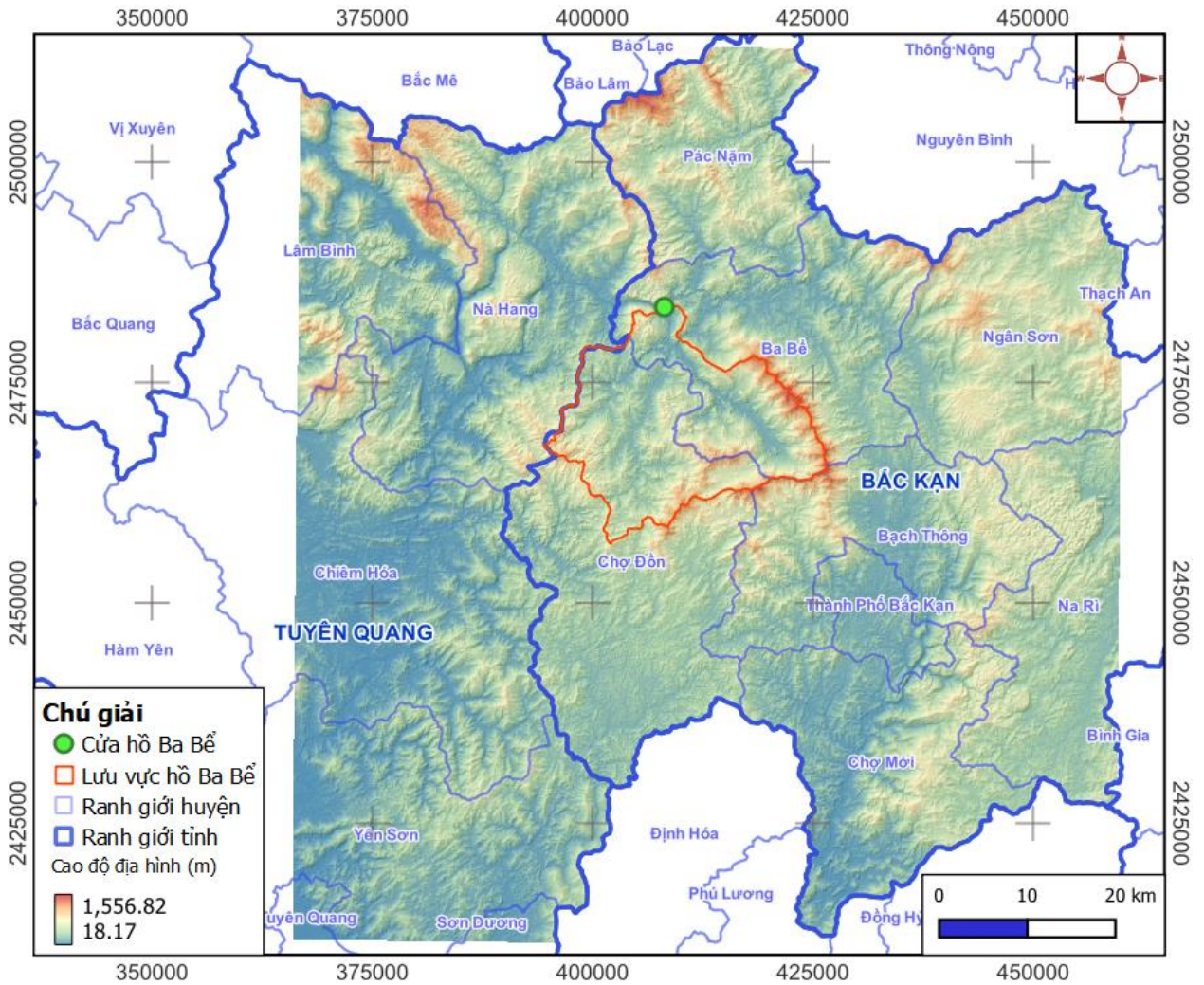
Bảng 20. Diện tích ngập các xã theo kịch bản mưa X=500mm

T T	Độ ngập sâu (m)	Diện tích ngập (ha)						
		Đông Phúc	Nam Mẫu	Quảng Khê	Đông Lạc	Nam Cường	Quảng Bạch	Xuân Lạc
1	<0.5	5.14	3.23	13.58	28.27	5.64	2.22	5.04
2	0.5-1.0	4.38	3.73	11.01	17.10	6.53	3.03	3.98
3	1.0 -2.0	2.06	7.81	10.07	23.47	35.14	6.13	6.57
4	2.0-3.0	0.60	12.61	6.58	12.23	33.88	4.13	2.50
5	3.0-4.0	0.03	29.91	5.50	4.11	29.78	0.16	0.77
6	>4.0m	0.00	7.23	5.47	1.06	9.67	0.00	0.02

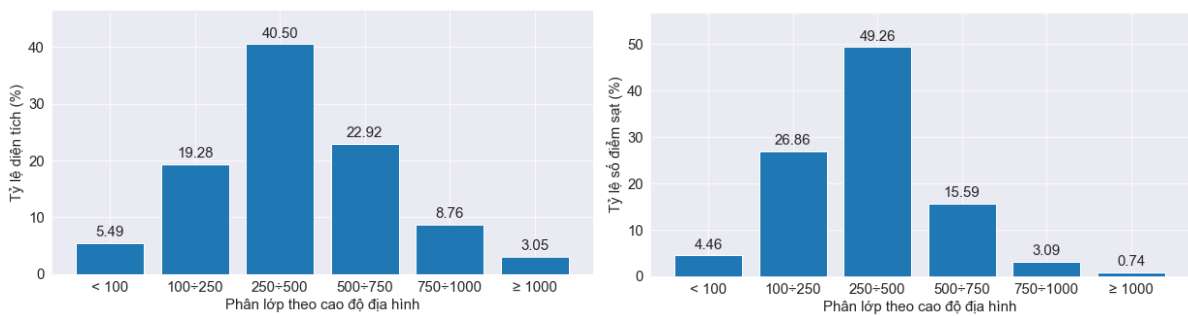
### 3.2.2. Nguy cơ sạt lở đất

#### 3.2.2.1. Kết quả phân tích GIS trên khu vực nghiên cứu

##### 1. Địa hình



Hình 74. Bản đồ phân bố cao độ địa hình khu vực nghiên cứu



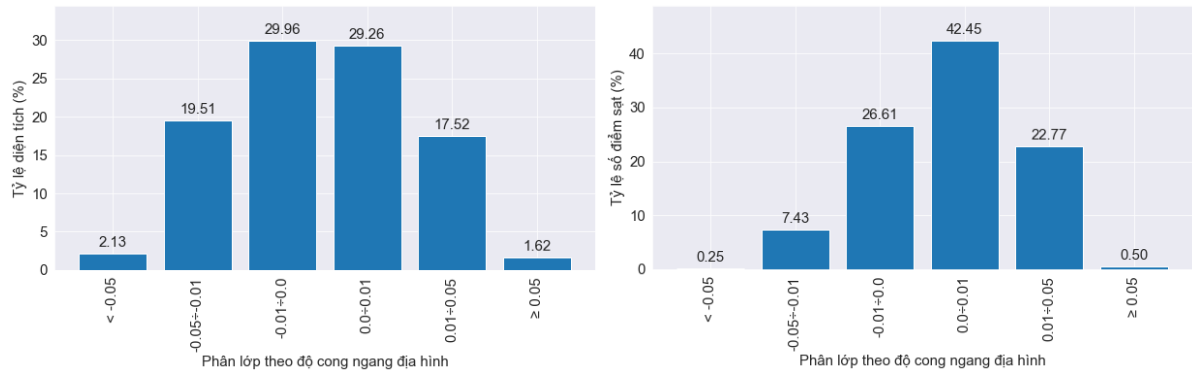
Hình 75. Phân bố độ cao và điểm sạt lở theo độ cao

Có thể thấy địa hình khu vực mở rộng phân bố chủ yếu ở độ cao từ 100÷500m (khoảng 60%), tỷ lệ sạt lở trong khu vực này cũng chiếm khoảng 75% tổng số điểm sạt.

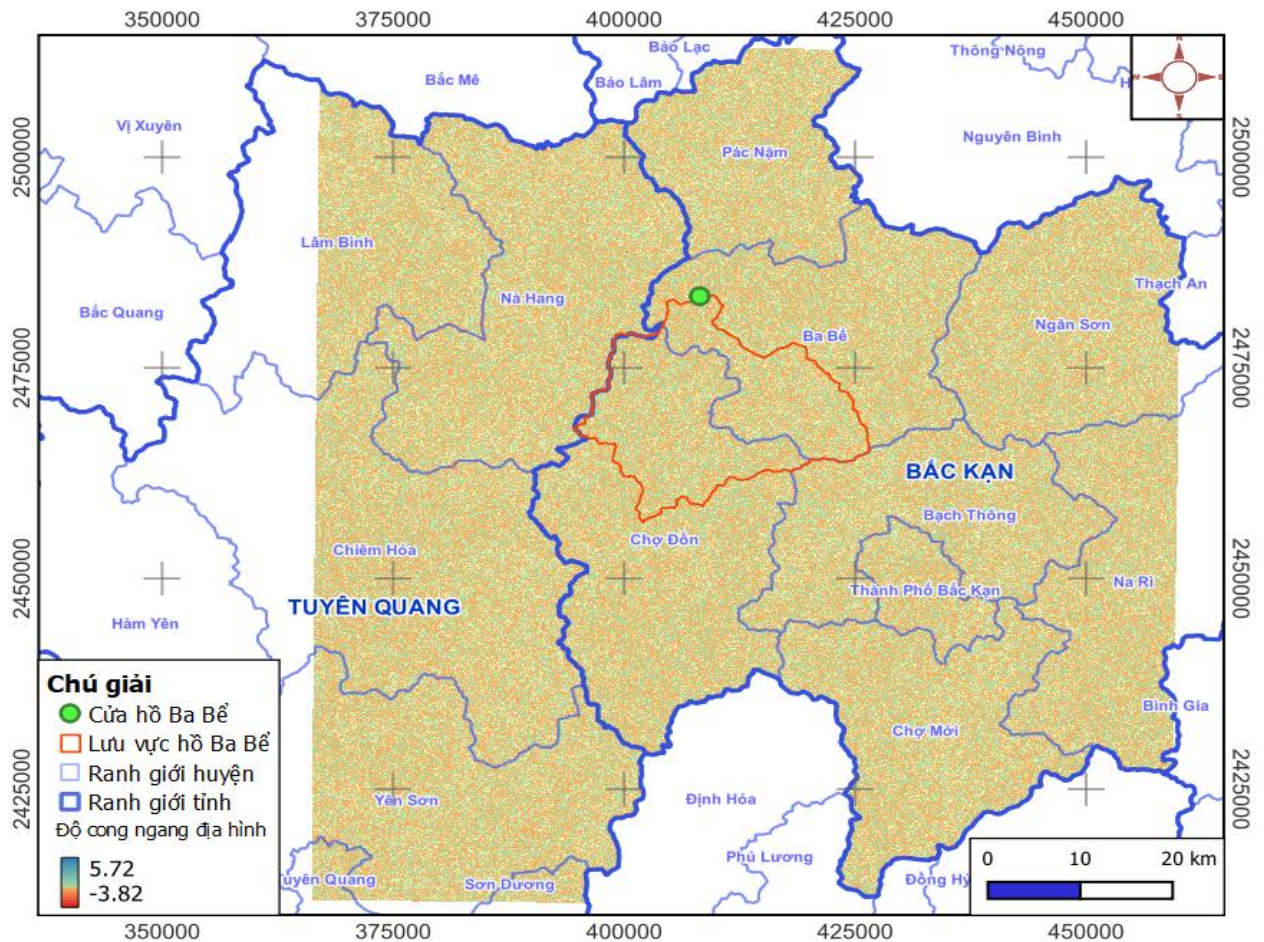


### 3. Độ cong địa hình

Theo điều tra khảo sát, đặc điểm của phần lớn các vị trí sạt lở có liên quan đến độ cong của địa hình theo phương ngang, vì vậy yếu tố này được đưa vào xem xét trong việc xác định nguy cơ sạt lở.



Như vậy, hầu hết địa hình trên khu vực hồ Ba Bể và phụ cận có độ cong nhẹ (nằm trong khoảng từ  $-0,5 \div 0,5$ ), độ cong gấp cục bộ chiếm tỷ lệ rất nhỏ. Độ cong địa hình được xây dựng từ công cụ Plan Curvature trong phần mềm ArcGIS với dữ liệu đầu vào là địa hình và các thông số mặc định.



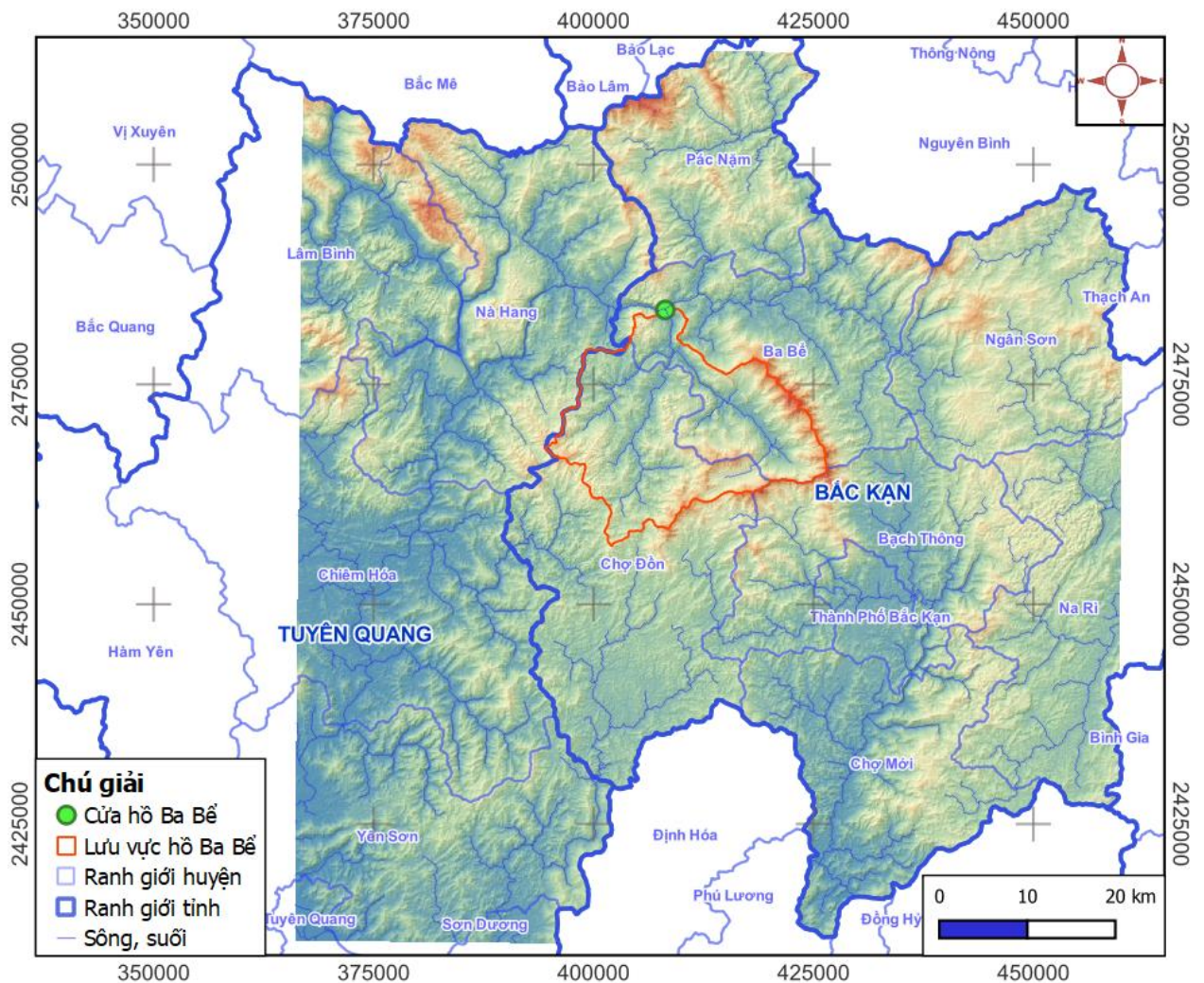
Hình 78. Bản đồ phân bố độ cong theo phương ngang

#### 4. Khoảng cách đến sông suối

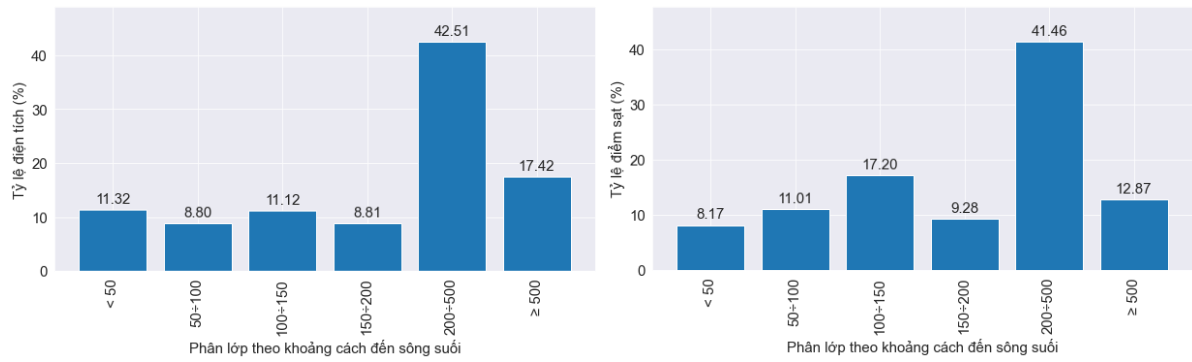
Do sông, suối ở những khu vực miền núi không có dữ liệu một cách chi tiết nên nhóm nghiên cứu sử dụng thuật toán D8 để xác định lại vị trí lòng dẫn bằng DEM địa hình theo GIS, công cụ được sử dụng là công cụ hydrology trong ArcGIS. Từ kết quả này, nhóm nghiên cứu xây dựng bản đồ khoảng cách đến sông suối bằng công cụ Euclidean Distance trong ArcGIS.



Hình 79. Quá trình xây dựng bản đồ sông suối theo GIS

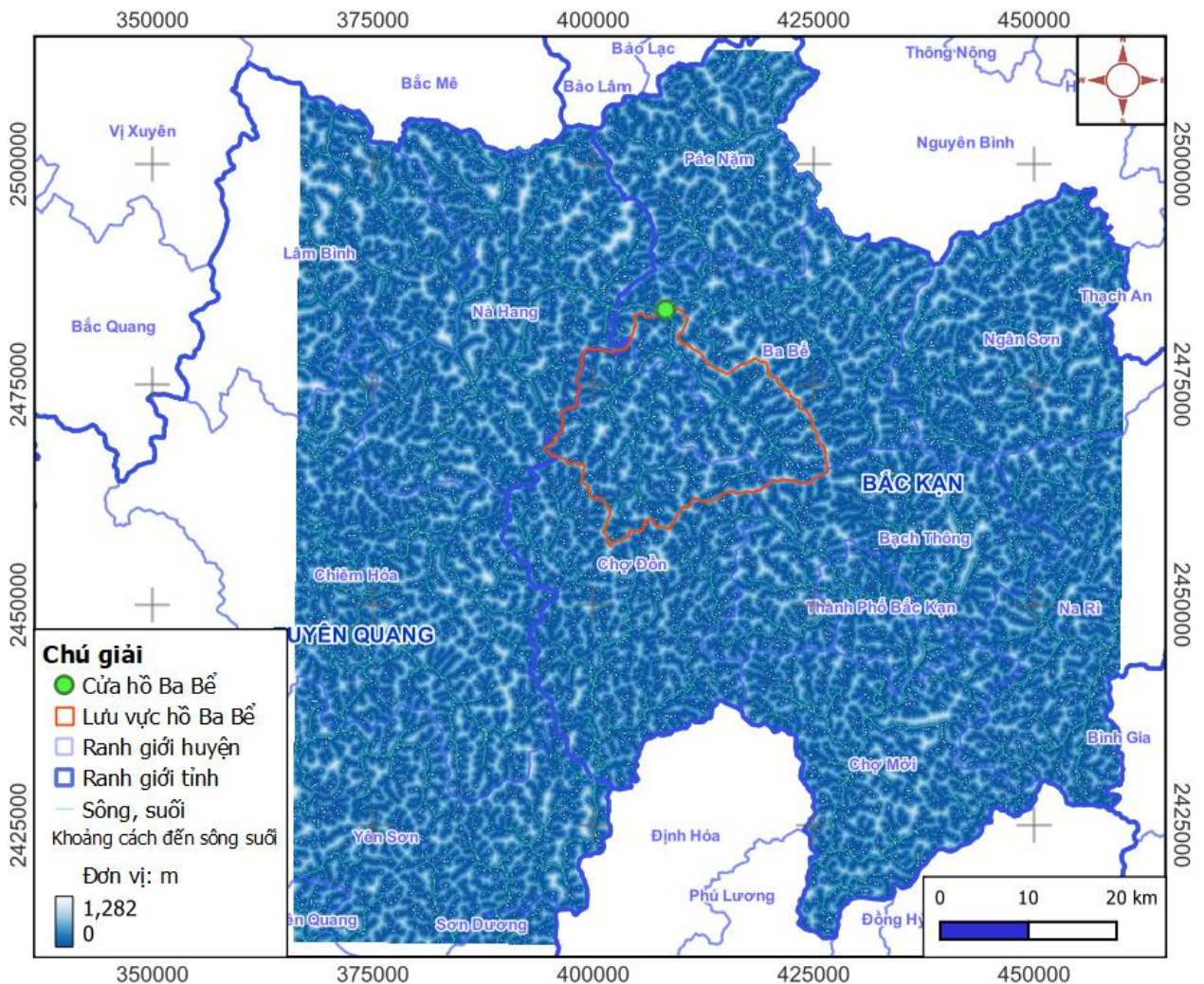


Hình 80. Bản đồ mạng lưới sông suối khu vực nghiên cứu



Hình 81. Phân bố khoảng cách sông suối trên khu vực nghiên cứu

Nhìn chung mạng lưới sông suối trên khu vực khá nhiều, diện tích các điểm với khoảng cách đến sông suối dưới 200m chiếm tới gần 40% tổng số diện tích khu vực, các điểm có khoảng cách nhỏ hơn 500m chiếm khoảng 80% tổng diện tích.



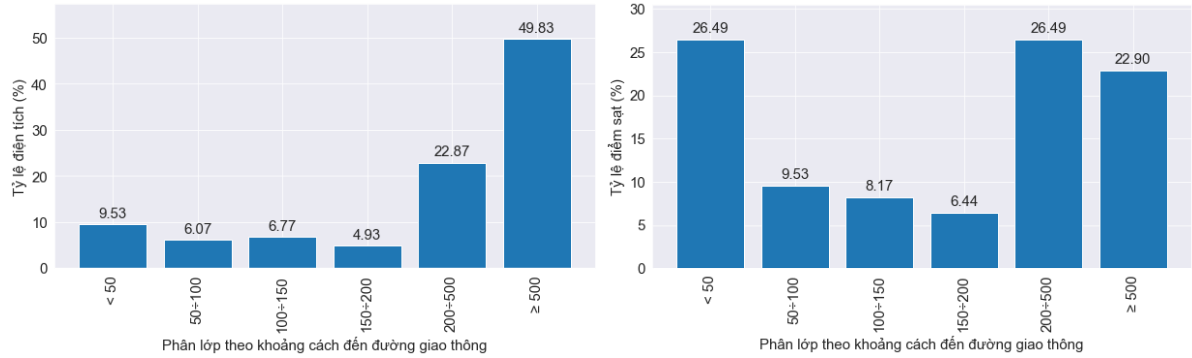
Hình 82. Bản đồ khoảng cách đến sông suối khu vực nghiên cứu

##### 5. Khoảng cách đến đường giao thông

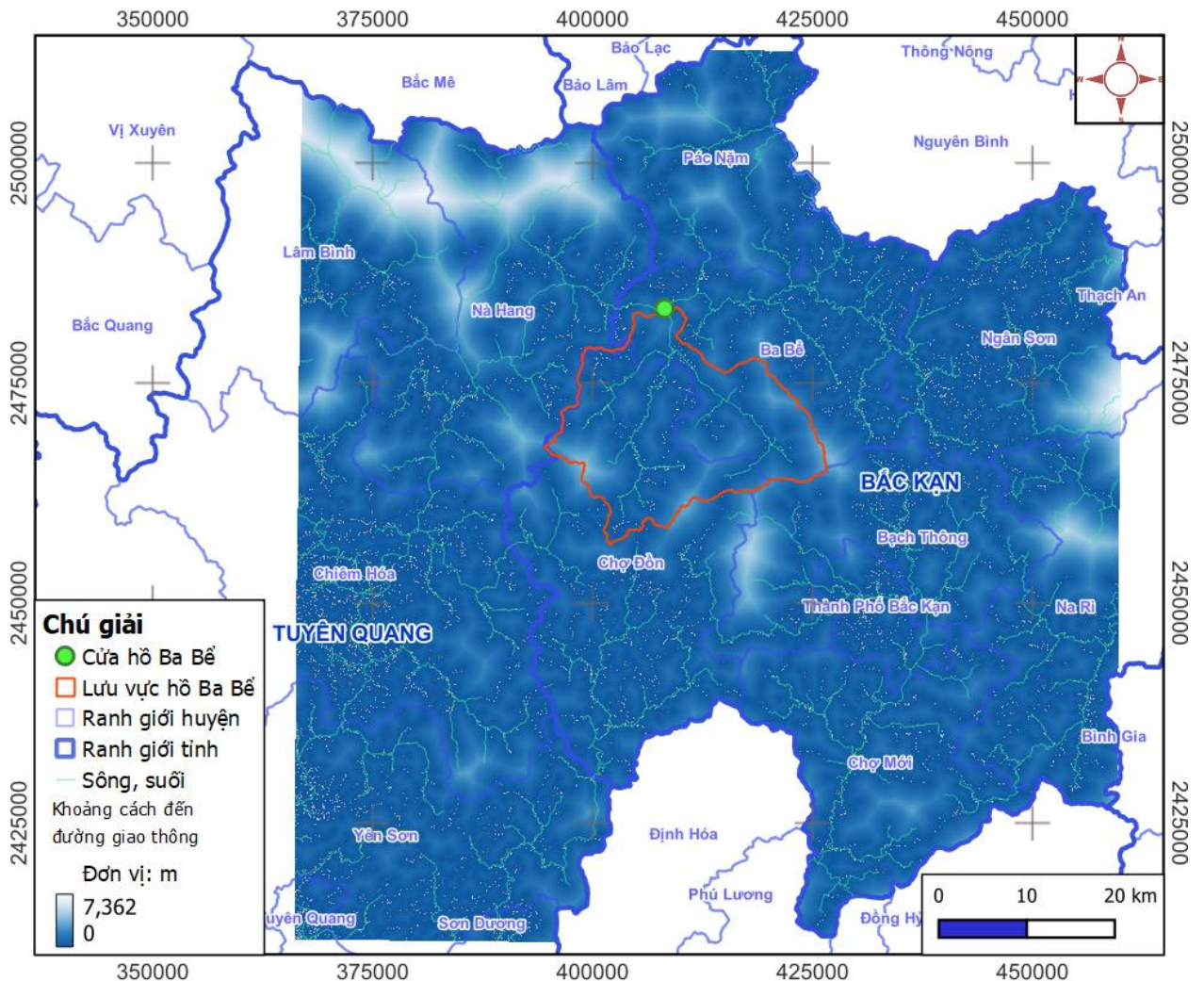
Việc xây dựng bản đồ khoảng cách đến đường giao thông tương tự như bản đồ sông suối. Công cụ Euclidean Distance trong ArcGis được sử dụng.



Qua phân tích đánh giá cho thấy, mật độ đường giao thông trong khu vực nghiên cứu cao, khu vực có khoảng cách dưới 200m chiếm tới hơn 40% tổng diện tích và khu vực có khoảng cách dưới 500m chiếm tới 60% tổng diện tích. Các khu vực này thường xuyên xuất hiện các điểm sạt lở trong khu vực và hầu hết các điểm ghi nhận sạt lở trong điều tra khảo sát cho thấy có khoảng cách dưới 500m với đường giao thông.

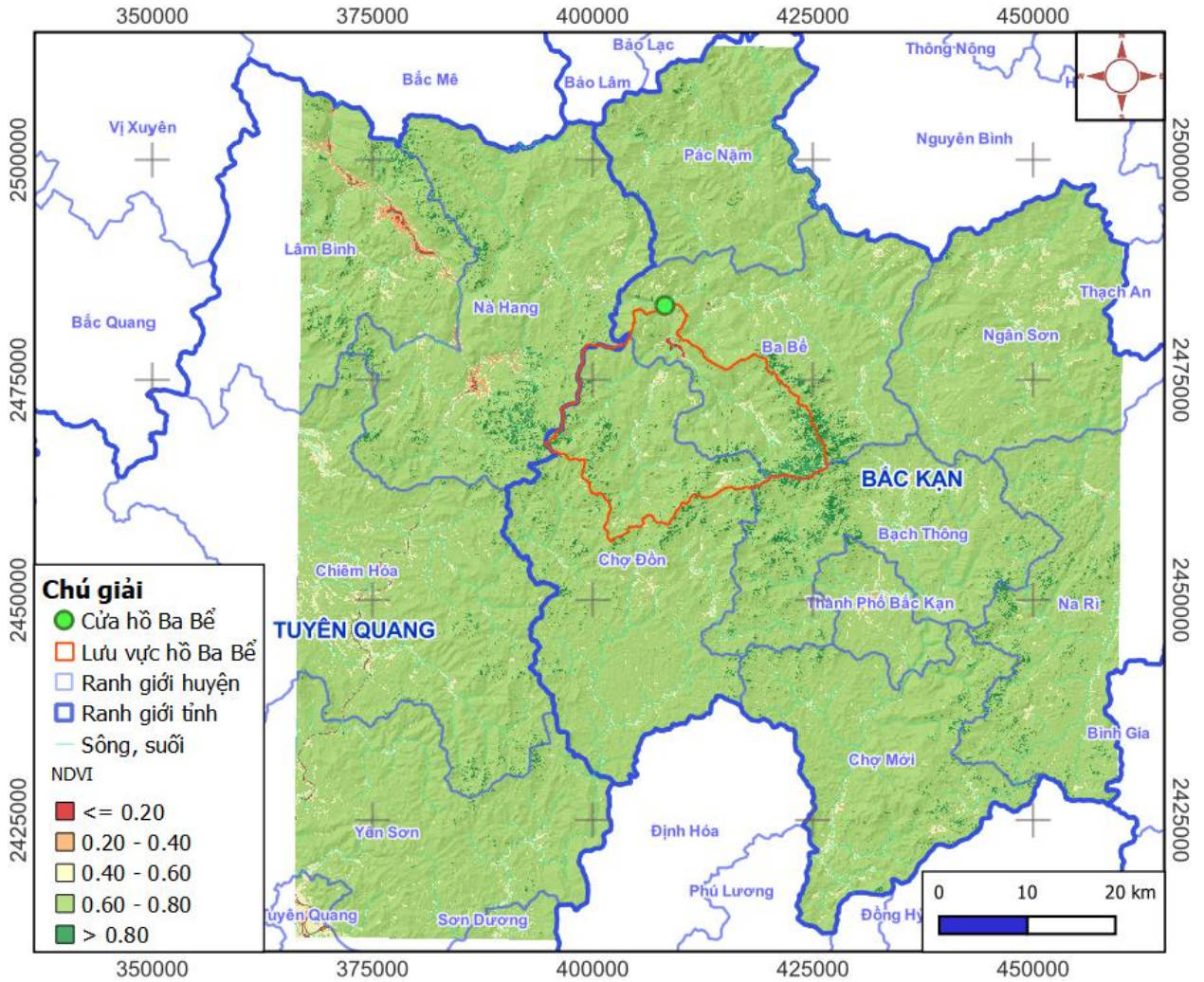


Hình 83. Phân bố khoảng cách đến đường giao thông khu vực nghiên cứu

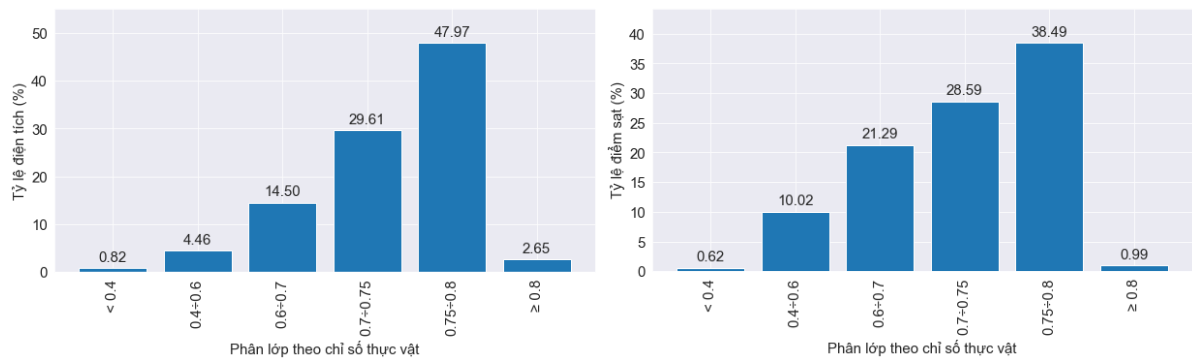


Hình 84. Bản đồ khoảng cách đến đường giao thông khu vực nghiên cứu

6. *Thảm phủ (NDVI)*



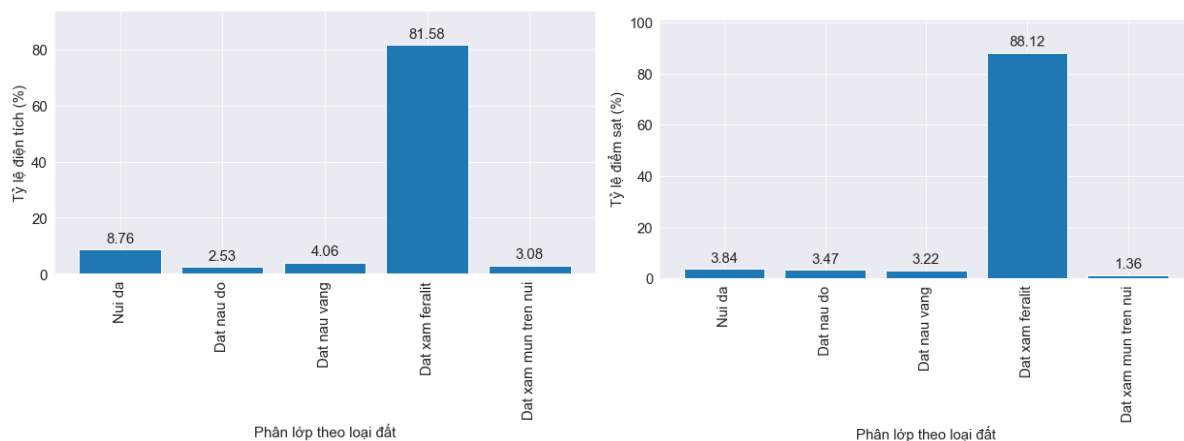
Hình 85. Bản đồ chỉ số thực vật khu vực nghiên cứu giai đoạn 2000÷2020



Hình 86. Phân bố chỉ số NDVI trong khu vực giai đoạn 2000÷2020

Kết quả phân tích cho thấy, chỉ số thực vật trong khu vực nghiên cứu chủ yếu từ 0.6÷0.8 (rất tốt), điều này chứng tỏ khu vực nghiên cứu có thảm thực vật phong phú và chất lượng cao.

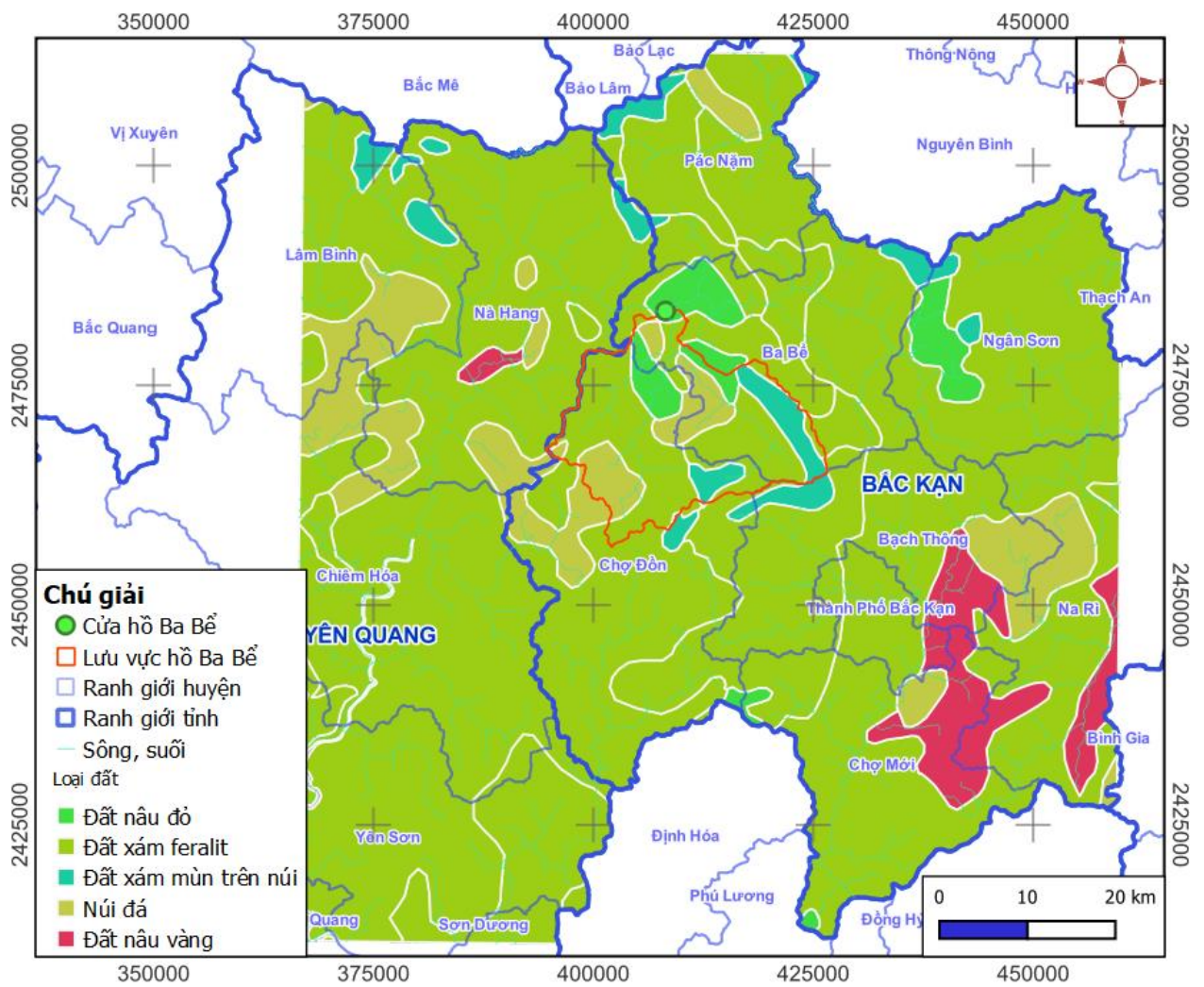
## 7. Loại đất



Hình 87. Phân bố các loại đất trên khu vực nghiên cứu

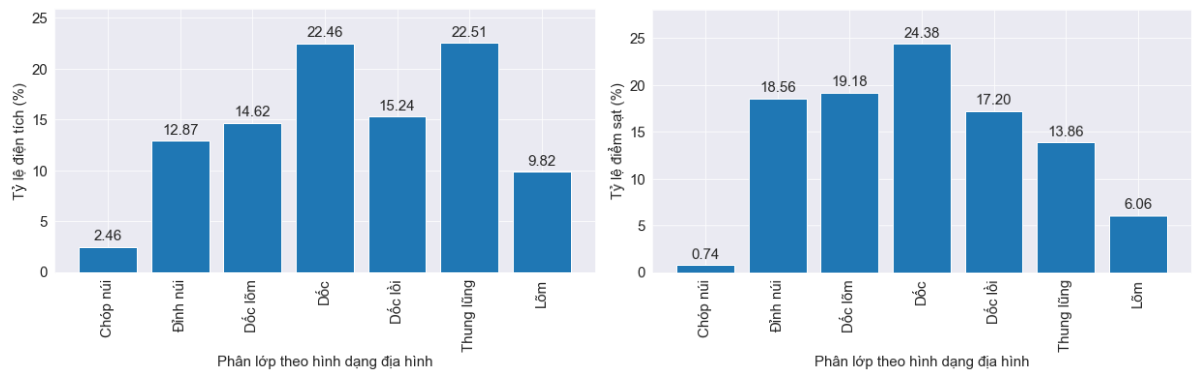
Kết quả phân tích cho thấy, trong khu vực nghiên cứu chủ yếu là đất xám feralit (chiếm hơn 80%), tiếp theo là núi đá (chiếm gần 10%), các loại đất khác chiếm không đáng kể.

TT	Lớp	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ diện tích (%)	Số điểm sạt	Tỷ lệ sạt (%)	FR	LSI
<b>Soil</b>							
1	Núi đá	648.8	8.80%	31	3.80%	0.44	-0.826
2	Đất nâu đỏ	187.25	2.50%	28	3.50%	1.37	0.315
3	Đất nâu vàng	300.34	4.10%	26	3.20%	0.79	-0.231
4	Đất xám Feralit	6,041.62	81.60%	712	88.10%	1.08	0.077
5	Đất xám mùn trên núi	228.07	3.10%	11	1.40%	0.44	-0.816
Tổng		7,406.08	100.00%	808	100.00%		

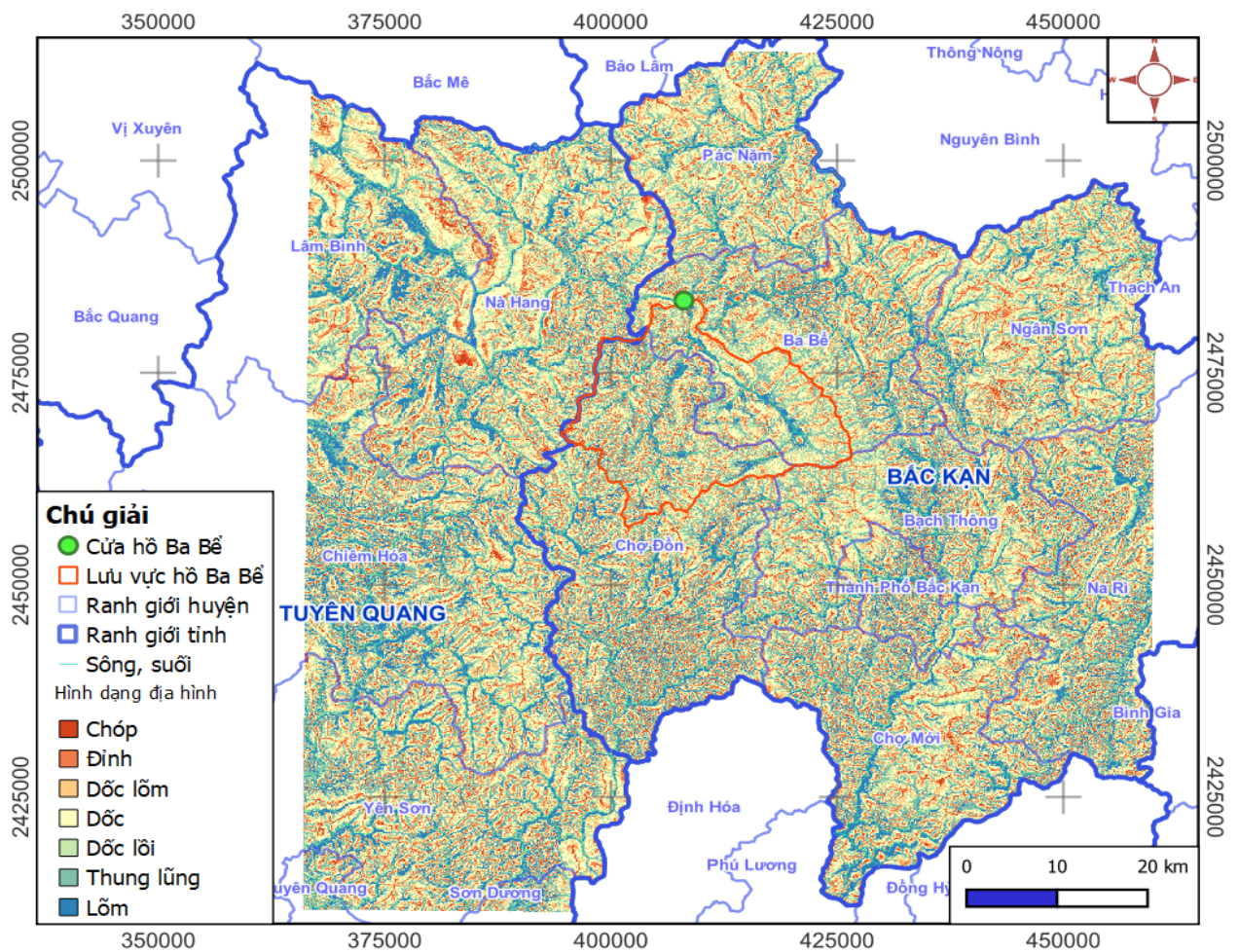


Hình 88. Bản đồ phân loại đất trên khu vực nghiên cứu

8. *Hình dạng địa hình*



Hình 89. Phân bố hình dạng địa hình khu vực nghiên cứu

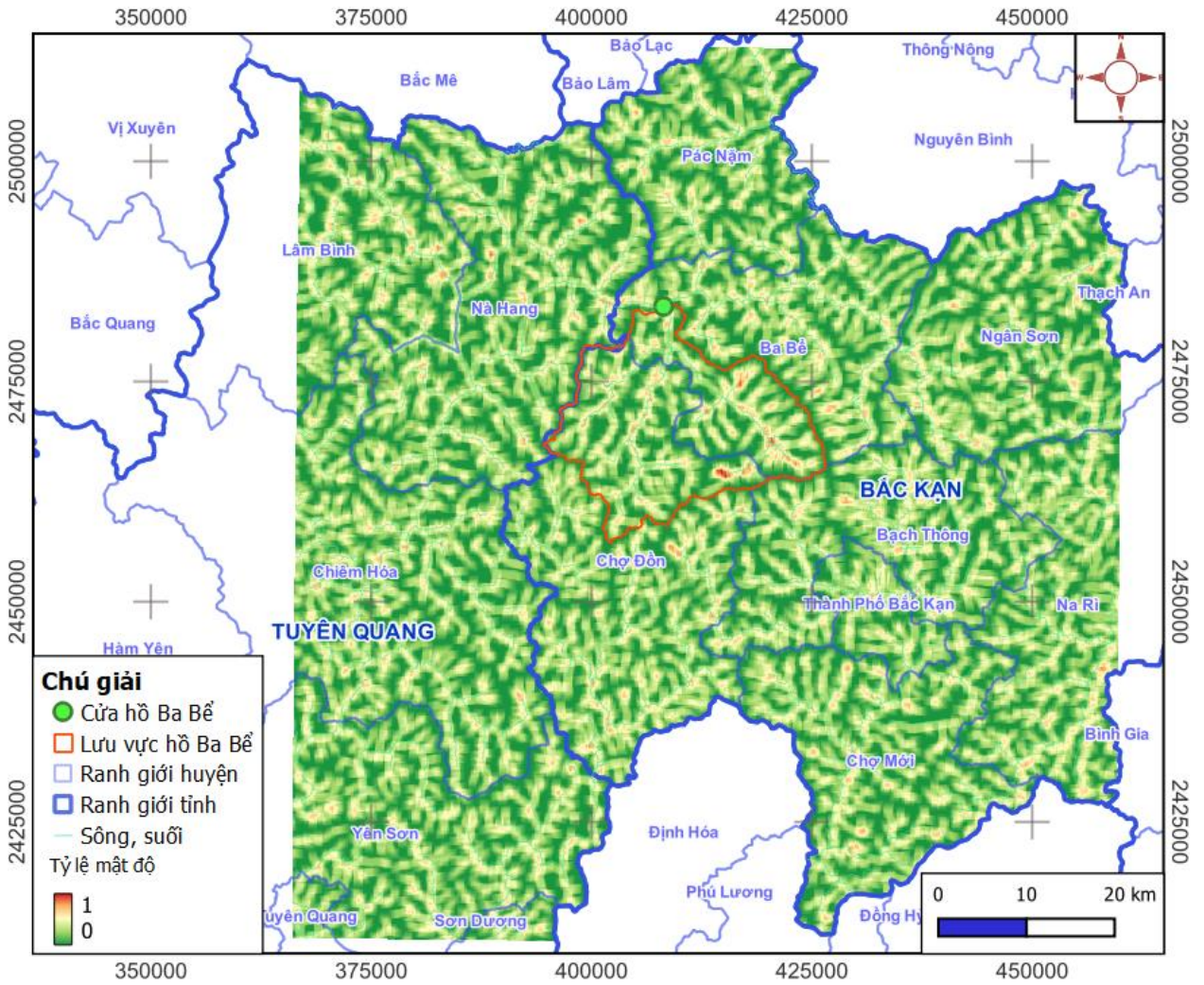


Hình 90. Hình dáng địa hình khu vực nghiên cứu

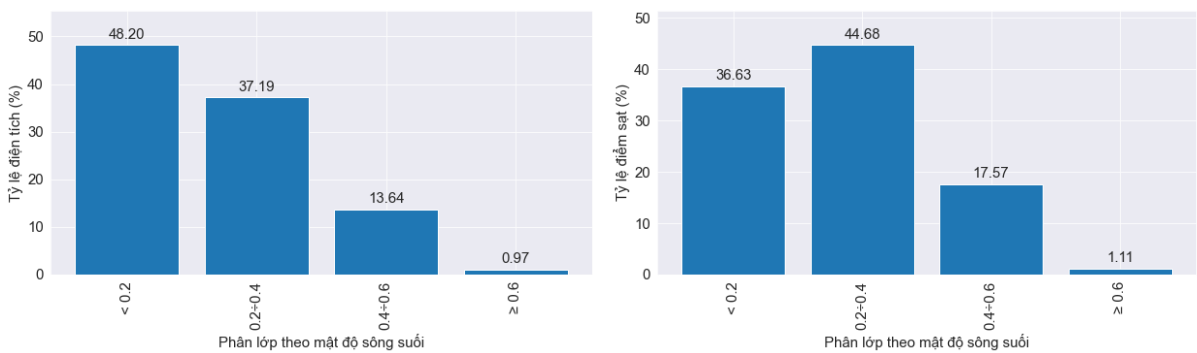
Kết quả phân tích địa hình cho thấy, địa hình dạng đồi núi chiếm khoảng 65% tổng diện tích khu vực, trong khi đó, khu vực còn lại chiếm khoảng 35% (thung lũng, vùng trũng thấp).

TT	Lớp	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Tỷ lệ diện tích (%)	Số điểm sạt	Tỷ lệ sạt (%)	FR	LSI
<b>Geomorphons</b>							
1	Chóp	182.53	2.50%	6	0.70%	0.3	-1.2
2	Đỉnh	953	12.90%	150	18.60%	1.44	0.366
3	Dốc lồm	1,082.91	14.60%	155	19.20%	1.31	0.271
4	Mái dốc	1,663.56	22.50%	197	24.40%	1.09	0.082
5	Dốc lồi	1,128.88	15.20%	139	17.20%	1.13	0.121
6	Thung lũng	1,666.93	22.50%	112	13.90%	0.62	-0.485
7	Lồm	727.44	9.80%	49	6.10%	0.62	-0.482
Total		7,405.25	100.00%	808	100.00%		

### 9. Mật độ sông suối



Hình 91. Mật độ sông suối khu vực nghiên cứu



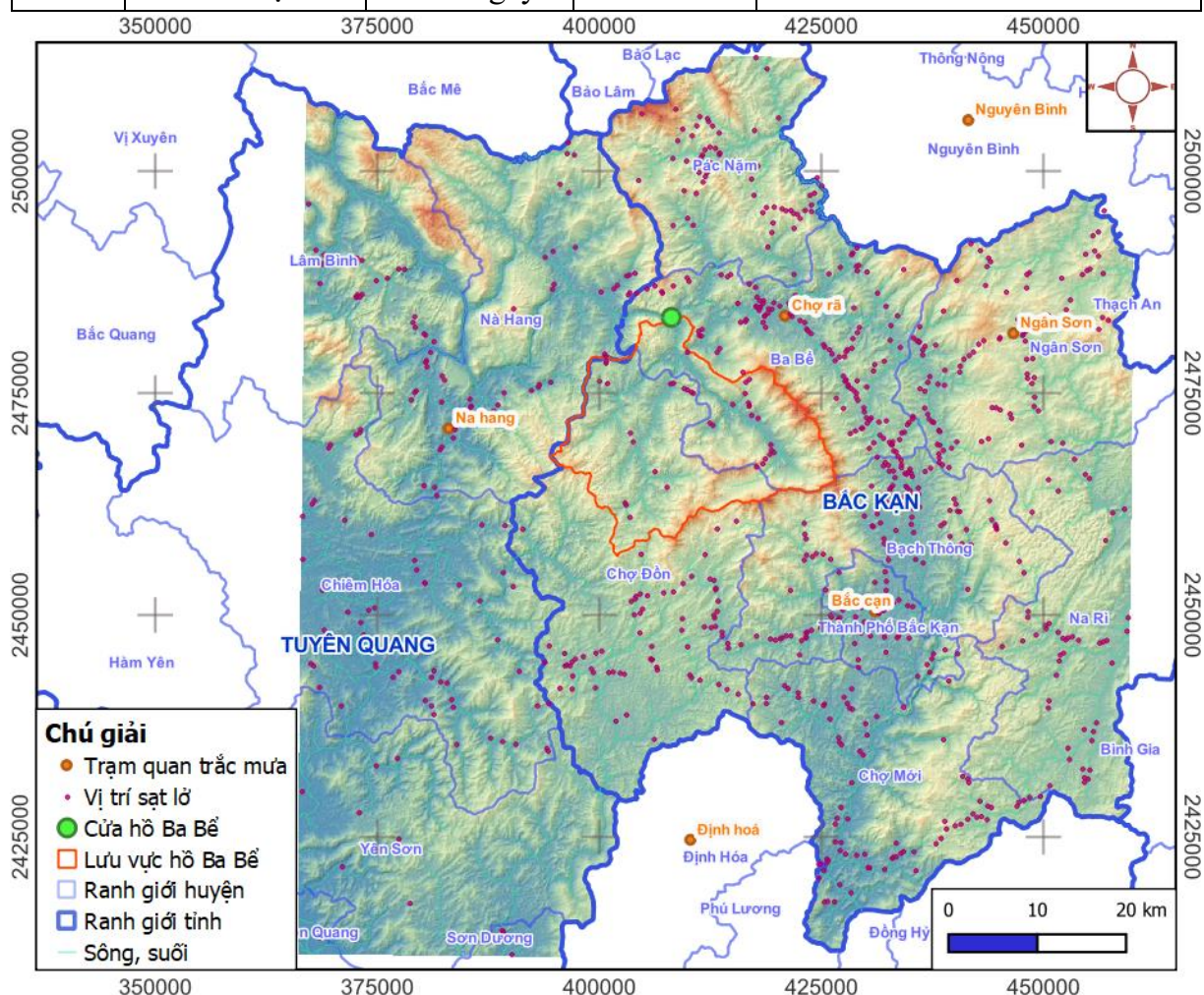
Hình 92. Phân bố hình dạng địa hình khu vực nghiên cứu

#### 3.2.2.2. Kết quả phân tích lượng mưa và lựa chọn ngưỡng mưa

Trong khu vực nghiên cứu, dữ liệu quan trắc mưa của 8 trạm đo: Bắc Mê, Bảo Lạc, Ngân Sơn, Nguyên Bình, Chợ Rã, Na Hang, Định Hóa và Bắc Kạn. Số liệu quan trắc là số liệu mưa giờ được thống kê ở bảng sau:

Bảng 21. Dữ liệu thu thập quan trắc mưa tại khu vực nghiên cứu

TT	Tên Trạm	Loại dữ liệu	Thời đoạn	Thời gian thu thập
1.	Bắc Mê	Mưa ngày	57 năm	01/01/1964 ÷ 31/12/2020
2.	Bảo Lạc	Mưa ngày	57 năm	01/01/1964 ÷ 31/12/2020
3.	Ngân Sơn	Mưa ngày	57 năm	01/01/1964 ÷ 31/12/2020
4.	Nguyễn Bình	Mưa ngày	57 năm	01/01/1964 ÷ 31/12/2020
5.	Chợ Rã	Mưa ngày	57 năm	01/01/1964 ÷ 31/12/2020
6.	Na Hang	Mưa ngày	57 năm	01/01/1964 ÷ 31/12/2020
7.	Định Hóa	Mưa ngày	35 năm	01/01/1986 ÷ 31/12/2020
8.	Bắc Kạn	Mưa ngày	25 năm	01/01/1996 ÷ 31/12/2020

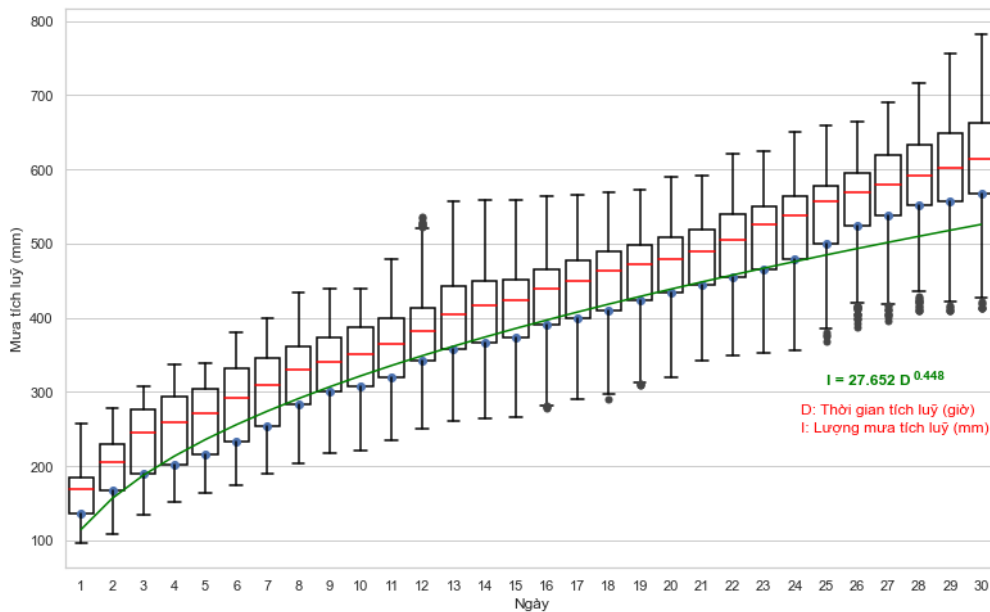


Hình 93. Các trạm quan trắc mưa và điểm sạt lở trong khu vực nghiên cứu

Nhằm xác định lượng mưa tại các vị trí sạt lở (808 vị trí), nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp nội suy giá trị theo ngày của 808 vị trí cho chuỗi thời đoạn từ 01/01/1964 đến 31/12/2020, các giai đoạn từ năm 1964 đến 1985 có 6 trạm sử dụng để nội suy, từ năm 1986 đến 1995 có 7 trạm và từ năm 1996 đến 2020 có 8 trạm.

Sau khi khôi phục được lượng mưa từ 8 trạm quan trắc cho 808 vị trí sạt lở, nhóm nghiên cứu tiếp tục xác định các lượng mưa tích lũy lớn nhất của từng vị trí cho khoảng

thời gian từ 1 ngày đến 30 ngày. Đặc trưng phân tích dữ liệu mưa được thể hiện như sau:



Hình 94. Phân bố tổng lượng mưa lớn nhất tích lũy theo ngày của 808 vị trí sạt lở  
 Kết quả phân tích dữ liệu được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 22. Tổng hợp đặc trưng mưa lớn nhất tích lũy theo ngày của 808 vị trí sạt lở

Thời gian tích lũy (ngày)	ĐẶC TRƯNG MƯA LỚN NHẤT (mm)							
	min	Q1	median	Q3	max	IQR	Phương sai	Độ lệch chuẩn
1	97,09	135,95	168,27	184,47	257,08	48,52	1.058,53	32,54
2	107,81	166,48	205,70	229,27	278,41	62,79	1.516,64	38,94
3	134,18	189,26	245,78	275,77	308,29	86,51	2.309,71	48,06
4	151,81	202,63	259,62	294,55	336,67	91,92	2.453,61	49,53
5	163,84	215,94	271,78	304,39	338,02	88,45	2.296,95	47,93
6	174,20	232,61	292,66	331,08	380,36	98,47	2.658,59	51,56
7	189,85	253,30	309,81	345,22	399,98	91,92	2.523,62	50,24
8	204,13	283,31	329,25	361,32	434,57	78,02	2.339,36	48,37
9	218,18	300,25	340,92	373,45	439,94	73,19	2.110,13	45,94
10	221,23	307,99	351,03	387,36	439,98	79,37	2.248,50	47,42
11	235,56	319,50	365,47	399,08	479,46	79,58	2.724,36	52,20
12	251,09	342,11	382,67	413,93	521,31	71,82	3.158,05	56,20
13	261,01	357,61	404,61	442,33	556,14	84,72	3.776,80	61,46
14	264,10	366,99	416,71	449,94	558,63	82,94	3.688,74	60,74
15	266,48	372,80	423,03	451,11	558,65	78,32	3.451,51	58,75
16	281,79	391,34	439,51	464,58	563,69	73,24	3.191,48	56,49



Thời gian tích lũy (ngày)	ĐẶC TRƯNG MƯA LỚN NHẤT (mm)							
	min	Q1	median	Q3	max	IQR	Phương sai	Độ lệch chuẩn
17	289,68	399,31	449,89	477,15	566,19	77,85	3.138,86	56,03
18	297,89	409,93	463,74	489,97	568,54	80,03	3.380,77	58,14
19	313,02	423,64	471,99	498,56	572,00	74,92	3.131,71	55,96
20	320,50	433,48	478,67	509,16	590,26	75,68	3.159,82	56,21
21	341,62	444,57	489,36	518,08	591,63	73,51	2.700,92	51,97
22	348,52	454,38	505,62	539,33	620,79	84,94	3.329,60	57,70
23	351,88	464,63	526,01	549,55	624,71	84,92	3.457,03	58,80
24	356,50	478,26	537,78	563,68	650,89	85,43	3.773,63	61,43
25	384,83	499,26	556,91	578,24	659,37	78,98	3.716,71	60,96
26	419,65	524,43	569,46	595,02	664,63	70,59	3.313,11	57,56
27	417,52	538,13	580,02	618,83	690,64	80,70	3.791,98	61,58
28	436,16	550,90	592,25	632,69	716,07	81,79	3.830,83	61,89
29	421,88	557,25	601,72	648,03	755,78	90,78	4.702,45	68,57
30	427,07	566,69	613,41	662,78	781,70	96,09	5.448,12	73,81

**Trong đó:** min là số nhỏ nhất không bao gồm các số ngoại vi; max là số lớn nhất không bao gồm các số ngoại vi; median là số trung vị (bất phân vị 50%); Q1 là bất phân vị 25%; Q3 là bất phân vị 75%; IQR = Q3 – Q1 (mức độ phân tán dữ liệu).

Tương quan giữa thời gian và tổng lượng mưa lớn nhất tại bất phân vị 25% được thể hiện bằng công thức  $I = 27,652 D^{0,448}$  (với D là thời gian tính bằng giờ - công thức được xây dựng cho tương quan ngày và chuyển đổi về giờ do tài liệu gốc về công thức). Nghiên cứu này sử dụng công thức này như ngưỡng mưa sinh sạt lở đại diện cho khu vực nghiên cứu. Khi lượng mưa tích lũy I (mm) trong D (giờ) vượt quá công thức này sẽ gây ra nguy cơ sạt lở.

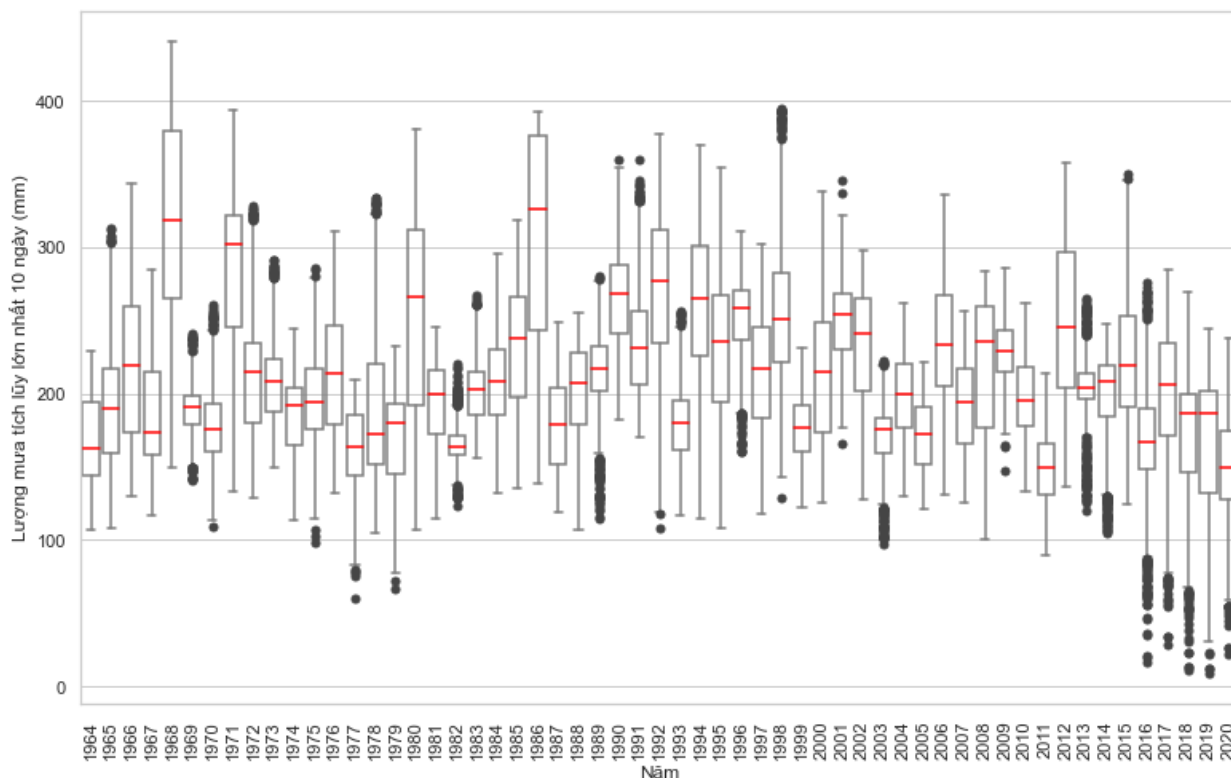
Các đặc trưng của chuỗi dữ liệu cho thấy, sự phân bố dữ liệu mưa tích lũy lớn nhất theo ngày tại các trạm có sự biến động mạnh mẽ. Từ tích lũy 12 ngày trở đi, lượng mưa tích lũy lớn nhất có xuất hiện nhiều điểm ngoại vi (mặc dù đây là số liệu quan trắc thực tế).

Thời gian mưa tích lũy gây sạt lở đã có rất nhiều nghiên cứu, tuy nhiên chưa có nghiên cứu nào khẳng định đâu là khoảng thời gian mưa tích lũy phù hợp để làm cơ sở tính toán nguy cơ sạt lở. Mỗi mốc thời gian tích lũy khác nhau cho các kết quả nghiên cứu khác nhau và đều có mối tương quan nhất định đến nguy cơ sạt lở trong khu vực.

Trong các mốc thời gian tích lũy, lượng mưa tích lũy từ 9÷10 ngày trong khu vực nghiên cứu có độ lệch chuẩn thấp, độ phân bố dữ liệu tập trung cao, giá trị lớn nhất, nhỏ

nhất trong phạm vi ổn định và không xuất hiện các điểm ngoại vi. Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu lựa chọn lượng mưa tích lũy 10 ngày làm đại diện lượng mưa tính toán cho nguy cơ sạt lở.

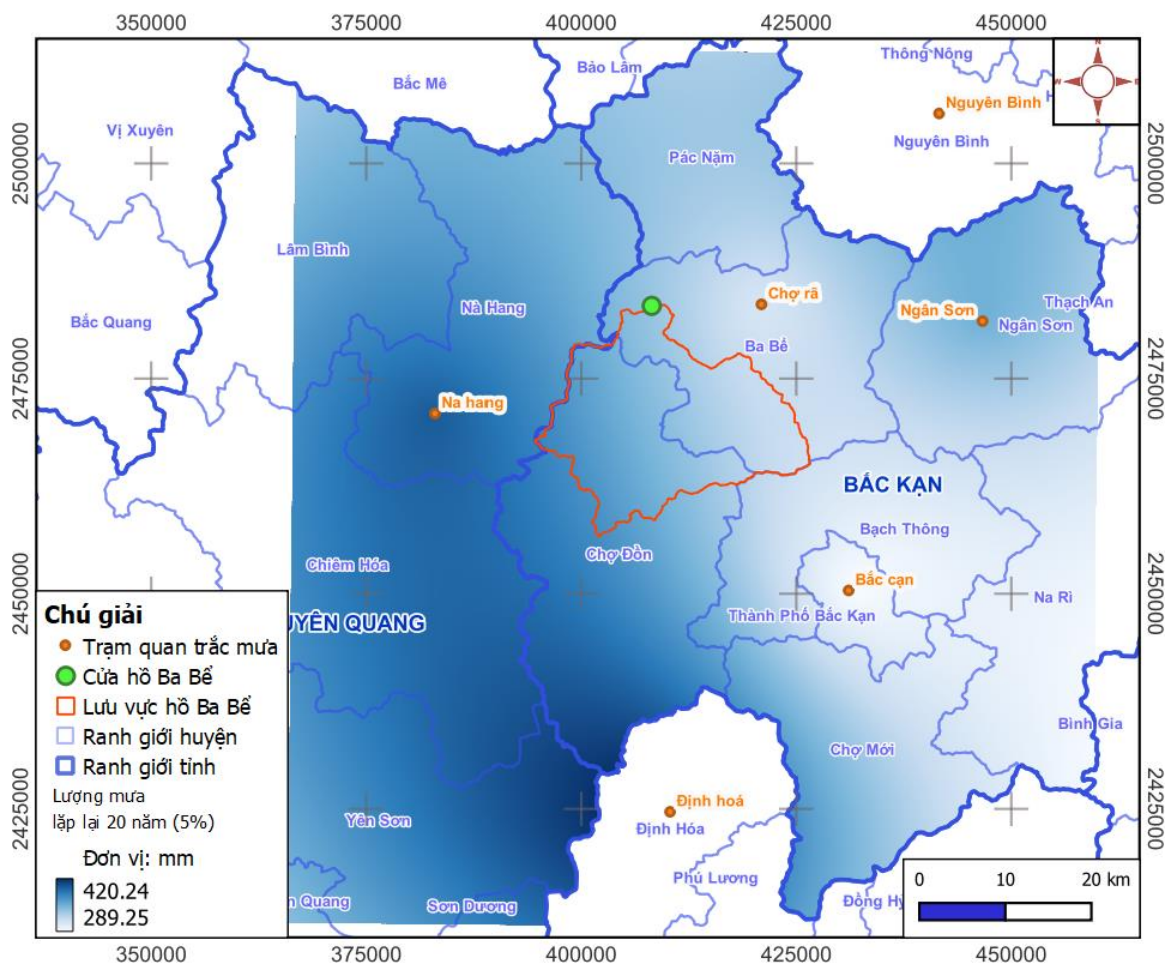
Toàn bộ các vị trí sạt lở được tính toán phân tích tần suất cho lượng mưa tích lũy 10 ngày trong 57 năm. Phân bố dữ liệu lượng mưa tích lũy 10 ngày lớn nhất theo các năm được thể hiện như sau:



Hình 95. Phân bố lượng mưa tích lũy lớn nhất 10 ngày tại 808 điểm sạt lở theo năm

Phân bố lượng mưa tích lũy 10 ngày lớn nhất tại 808 điểm sạt lở theo năm cho thấy sự phân bố lượng mưa xuất hiện nhiều điểm ngoại vi hơn so với sự phân bố trên toàn thời đoạn.

Để tính toán được tần suất mưa cho mỗi vị trí sạt lở, nhóm nghiên cứu sử dụng phương pháp thống kê thông qua đường tần suất lý luận (Hàm Pearson III). Mỗi vị trí sạt lở cần được thống kê lượng mưa lớn nhất 10 ngày theo năm, từ đó xây dựng đường tần suất và xác định giá trị ngưỡng mưa giả định tại từng vị trí có thời gian lặp lại 20 năm (tương ứng tần suất 5%).



Hình 96. Phân bố lượng mưa với thời gian lặp lại 20 năm (tương ứng tần suất 5%).

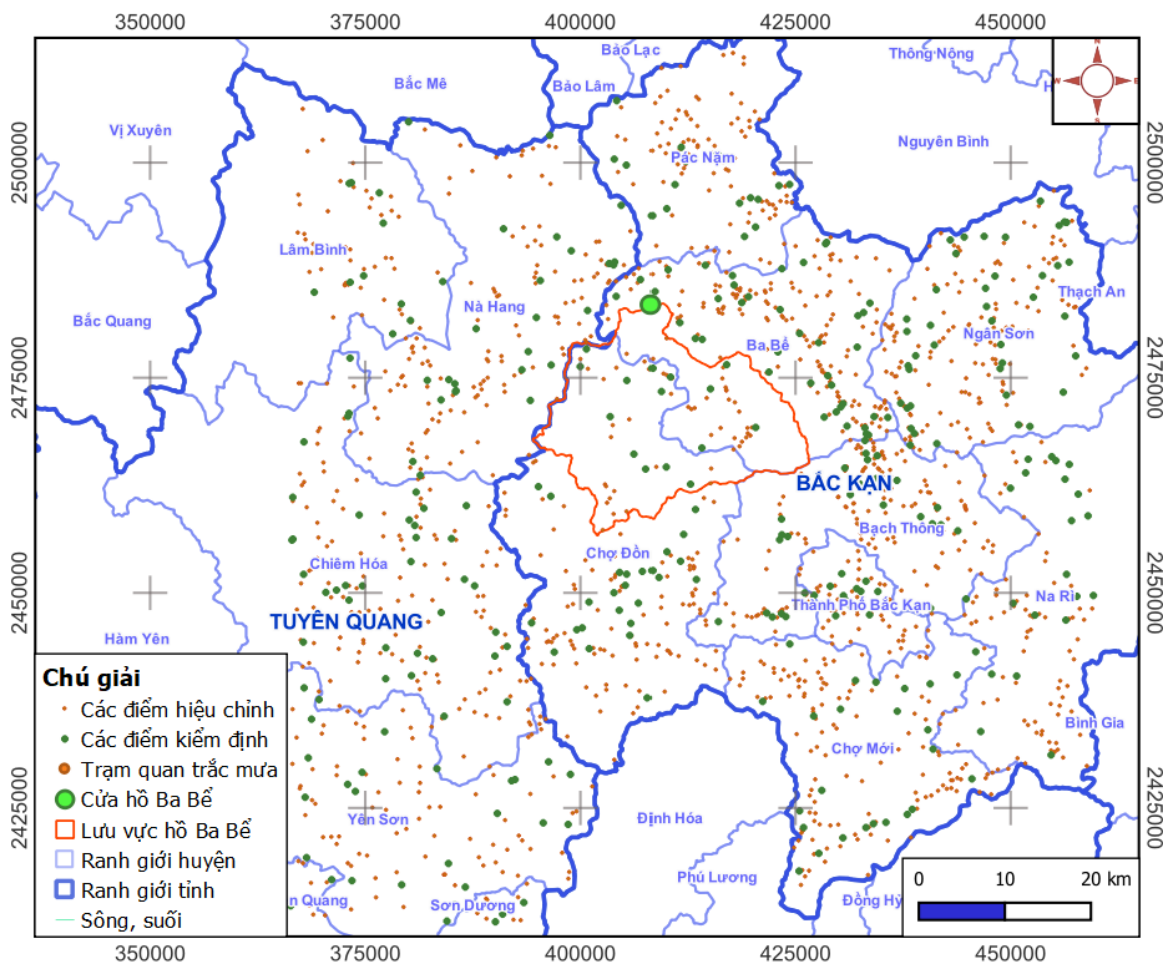
### 3.2.2.3. Kết quả xây dựng mô hình học máy

Để mô hình học máy hoạt động, cần xác định rõ loại mô hình sử dụng và dữ liệu cần thiết. Toàn bộ kết quả phân tích tần suất (cho 808 điểm sạt lở) là dữ liệu cốt lõi của mô hình. Tuy nhiên, đây là các điểm sạt lở (được gán nhãn là 1), để phân loại được sạt lở, cần lựa chọn thêm các điểm chưa sạt lở (để gán nhãn là 0) với một số lượng tương tự.

Các điểm lựa chọn thêm được lựa chọn ngẫu nhiên, tuy nhiên cần có những đặc điểm ít gây ra nguy cơ sạt lở theo các nghiên cứu tiền nhiệm như có độ dốc thấp, khu vực bằng phẳng... nhằm thể hiện đúng bản chất của sạt lở.

Sau khi lựa chọn, có 1.616 điểm với các trường dữ liệu (tham số độc lập) được thống kê dưới dạng bảng (phụ lục). Một nhãn phụ thuộc sẽ chỉ ra các điểm sạt lở và không sạt lở, từ đó làm cơ sở tính toán trong mô hình học máy.

Dữ liệu đầu vào sẽ được chia thành 2 phần, 1 phần sử dụng cho hiệu chỉnh mô hình (chiếm 80% số lượng điểm trong dữ liệu đầu vào), phần còn lại sử dụng cho kiểm định mô hình. Việc lựa chọn các điểm hiệu chỉnh, kiểm định của mô hình là hoàn toàn ngẫu nhiên và dựa vào thuật toán sẵn có.



Hình 97. Các điểm hiệu chỉnh, kiểm định trong mô phỏng học máy

Để xây dựng mô hình dự đoán nguy cơ sạt lở, cần chuẩn hóa dữ liệu để phục vụ tính toán. Các biến đầu vào là những giá trị độc lập với các đơn vị đo lường khác nhau dẫn đến quy mô (về giá trị) của các biến rất khác nhau (như lượng mưa có thể có giá trị là 1000 trong khi độ cong ngang địa hình chỉ có giá trị 0.002). Sự khác biệt về thang đo giữa các biến đầu vào có thể làm tăng độ khó của việc dự đoán nguy cơ, theo đó, mô hình có thể đưa ra những trọng số tương ứng lớn hơn rất nhiều so với thực tế và khó để đạt hiệu suất cao. Christopher M. Bishop đã nói rằng việc xử lý dữ liệu đầu vào trước khi đưa vào học tập luôn luôn thuận lợi [91].

Một nguyên tắc nhỏ là các biến đầu vào nên có giá trị nhỏ, có thể nằm trong khoảng 0÷1 hoặc được chuẩn hóa với giá trị trung bình là 0 và độ lệch chuẩn là 1. Tuy nhiên, nếu các giá trị của biến nhỏ (gần với 0 và 1) và phân phối dữ liệu bị hạn chế (độ lệch chuẩn lân cận 1) thì có thể không cần chia tỷ lệ dữ liệu. Điều này sẽ giúp mô hình đào tạo nhanh hơn và giảm khả năng mắc kẹt trong các tối ưu cục bộ [91].

Do vậy, toàn bộ số liệu đầu vào được chuẩn hóa theo nguyên tắc này và được thể hiện trong bảng sau:

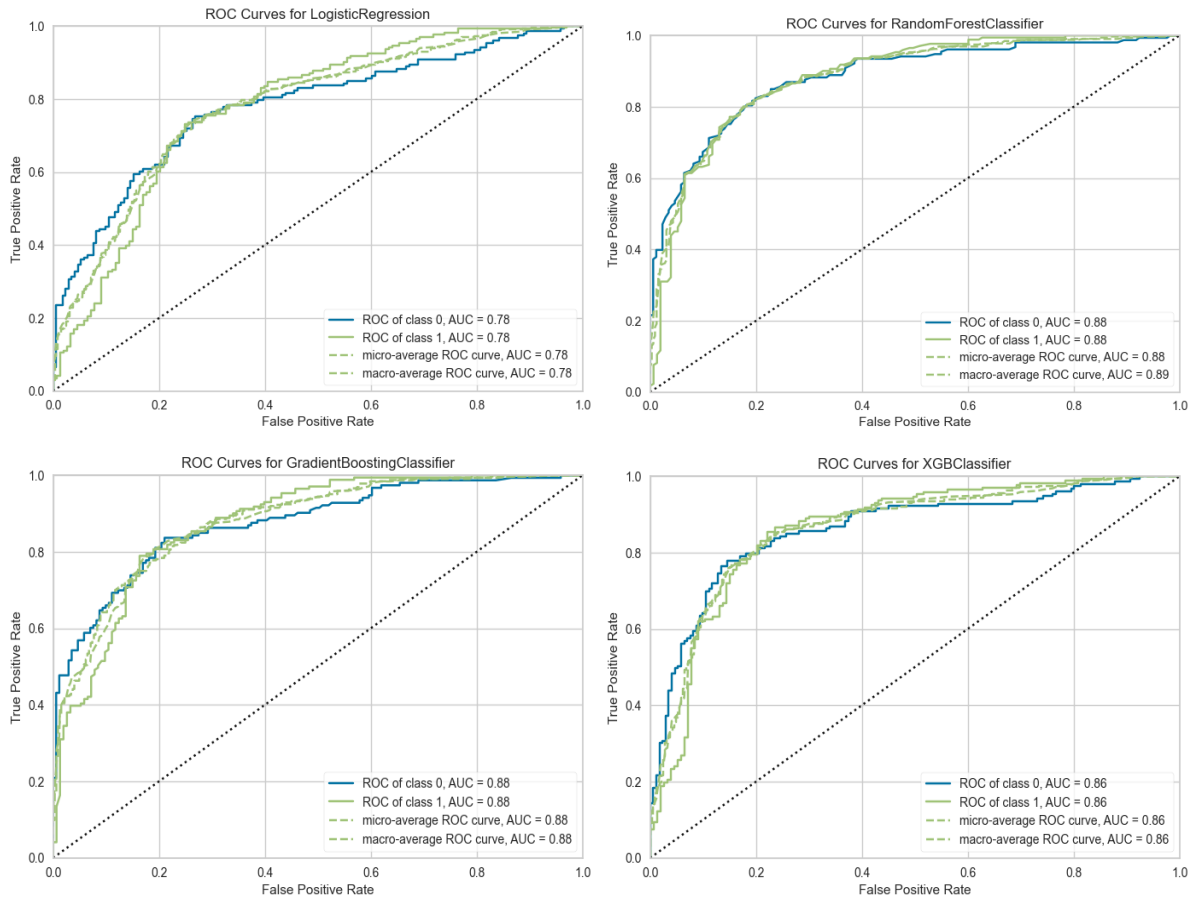
Bảng 23. Chuẩn hóa dữ liệu mô phỏng trong mô hình học máy

TT	Yếu tố	Khoảng giá trị	Chuẩn hóa
1	Độ dốc hướng xuống	$0 \div 77.2^\circ$	Chia 100
2	Độ cong ngang địa hình	$-124.98 \div 51.77$	$0 \div 1$
3	Khoảng cách đến đường giao thông	$0 \div 7,955 \text{ m}$	$0 \div 1$
4	Khoảng cách đến sông suối	$0 \div 1,627 \text{ m}$	$0 \div 1$
5	NDVI	$-1 \div 1$	$-1 \div 1$
6	Cao độ địa hình	$5.96 \div 1914.84 \text{ m}$	$0 \div 1$
7	Loại đất	Các tham số độc lập	FR $\rightarrow 0 \div 1$
8	Hình dạng địa hình	Các tham số độc lập	FR $\rightarrow 0 \div 1$
9	Mật độ sông suối	$0 \div 1$	$0 \div 1$
10	Lượng mưa tích lũy 10 ngày (tần suất 5%)	$281.34 \div 433.45 \text{ mm}$	Chia cho 1000

2. Độ chính xác

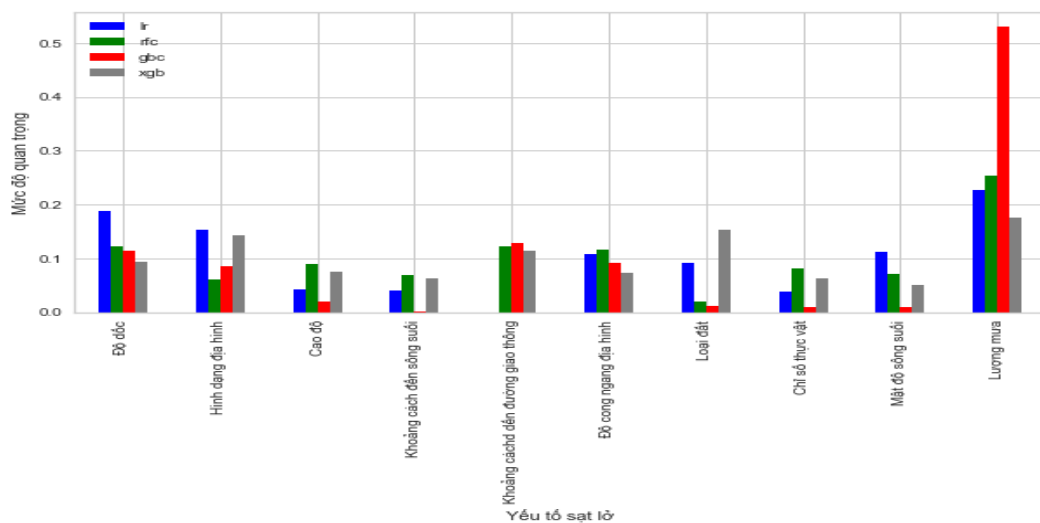
		Tỷ lệ điểm thực tế dự đoán đúng trên điểm dự đoán (Precision)	Tỷ lệ điểm thực tế dự đoán đúng trên toàn bộ điểm sạt (recall)	Điểm tổng (f1-score)
Logistics Regression	Các điểm không sạt	0.72	0.72	0.72
	Các điểm sạt	0.75	0.75	0.75
	Độ chính xác			0.73
	Trung bình cộng	0.73	0.73	0.73
	Tỷ trọng	0.73	0.73	0.73
Random Forest	Các điểm không sạt	0.79	0.81	0.80
	Các điểm sạt	0.83	0.81	0.82
	Độ chính xác			0.81
	Trung bình cộng	0.81	0.81	0.81
	Tỷ trọng	0.81	0.81	0.81
Gradien Boosting Classifier	Các điểm không sạt	0.82	0.71	0.76
	Các điểm sạt	0.77	0.87	0.81
	Độ chính xác			0.79
	Trung bình cộng	0.80	0.79	0.79
	Tỷ trọng	0.79	0.79	0.79
Xgboost	Các điểm không sạt	0.78	0.80	0.79
	Các điểm sạt	0.81	0.80	0.80
	Độ chính xác			0.80
	Trung bình cộng	0.80	0.80	0.80
	Tỷ trọng	0.80	0.80	0.80

### 3. Đường cong ROC-AUC



Như vậy, mô hình RF có độ chính xác cao nhất (0,81), tiếp đến là XGB và GBC với độ chính xác lần lượt là 0,8 và 0,79. Mô hình LR có độ chính xác thấp nhất là 0,73. Trong khi đó mô hình RF và XGB có khả năng dự đoán tốt nhất với AUC là 0,88, sau đó là XGB và LR với khả năng dự đoán lần lượt là 0,86 và 0,78.

### 4. Trọng số yếu tố

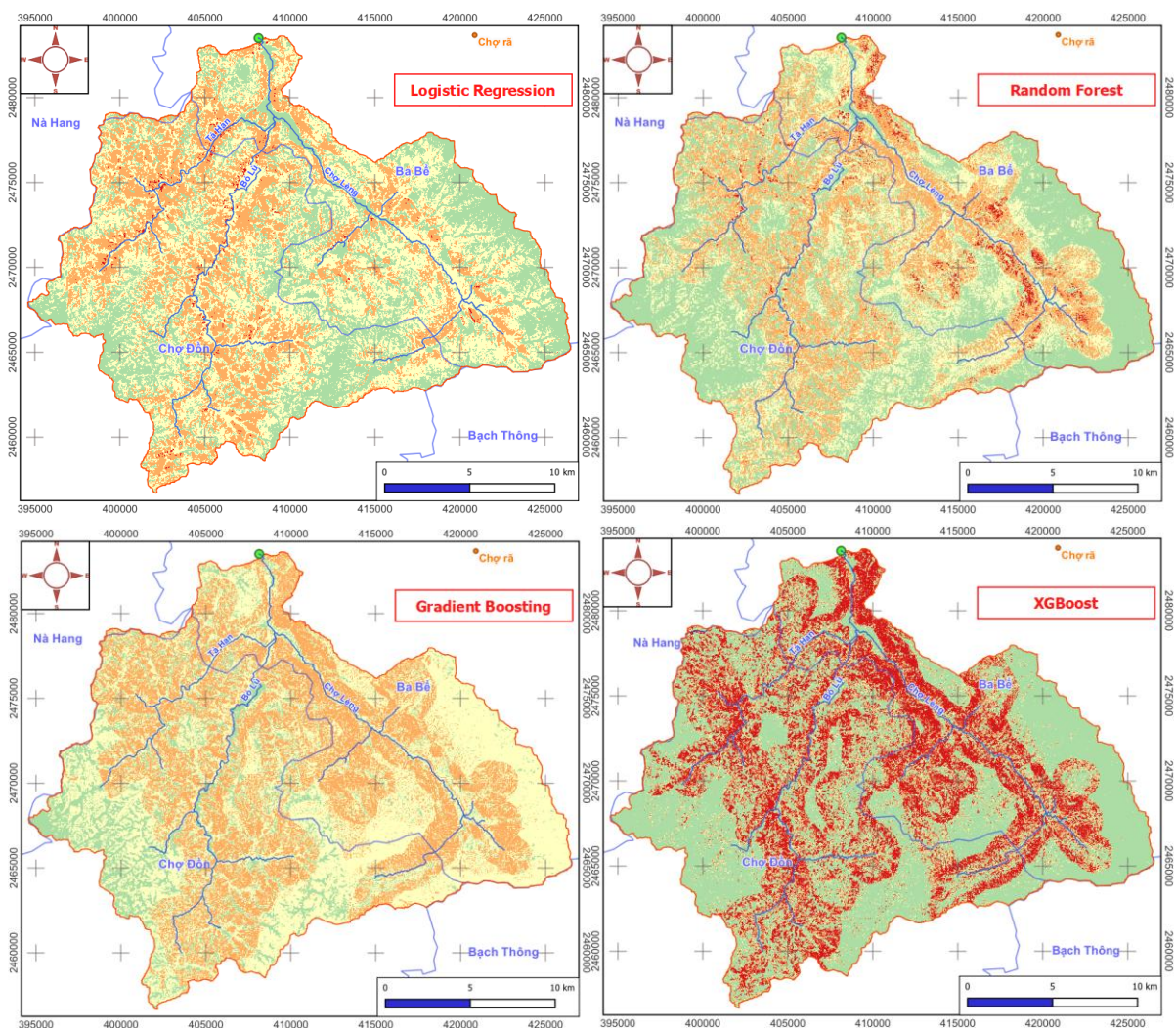


Hình 98. Trọng số các yếu tố sạt lở theo từng mô hình

Mỗi mô hình học máy có một đánh giá khác nhau về tầm quan trọng của từng yếu tố sạt lở. Tuy nhiên, lượng mưa trong tất cả các mô hình cảnh báo sớm có tầm quan trọng nhất. Mô hình GBC cho rằng lượng mưa là yếu tố chính gây ra sạt lở và mức độ quan trọng của yếu tố này có phần thiên lệch với các yếu tố khác. Trong khi đó, mô hình XGB giả định rằng mưa, loại đất và yếu tố hình dạng địa hình cũng khá quan trọng và là các yếu tố chính trong đánh giá nguy cơ sạt lở.

Mô hình RF cho rằng lượng mưa, độ dốc, khoảng cách đến đường giao thông và độ cong ngang địa hình đều có tầm quan trọng trong việc đánh giá nguy cơ sạt lở. Trong khi đó, mô hình LR lại có cái nhìn tốt hơn về hình dạng địa hình.

### 3.2.2.4. Kết quả xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở đất



Chú giải

- Trạm quan trắc mưa
- Cửa hồ Ba Bể
- Nguy cơ sạt lở
- Sông suối
- Ranh giới huyện
- Trung bình
- Rất thấp
- Thấp
- Cao

Các quan điểm đánh giá tầm quan trọng của các yếu tố sạt lở khác nhau do từng mô hình học máy đã dẫn đến kết quả về bản đồ nguy cơ sạt lở đất khác nhau. Mô hình LR và RF cho thấy rằng các địa điểm có lượng mưa và độ dốc cao là nguyên nhân chính

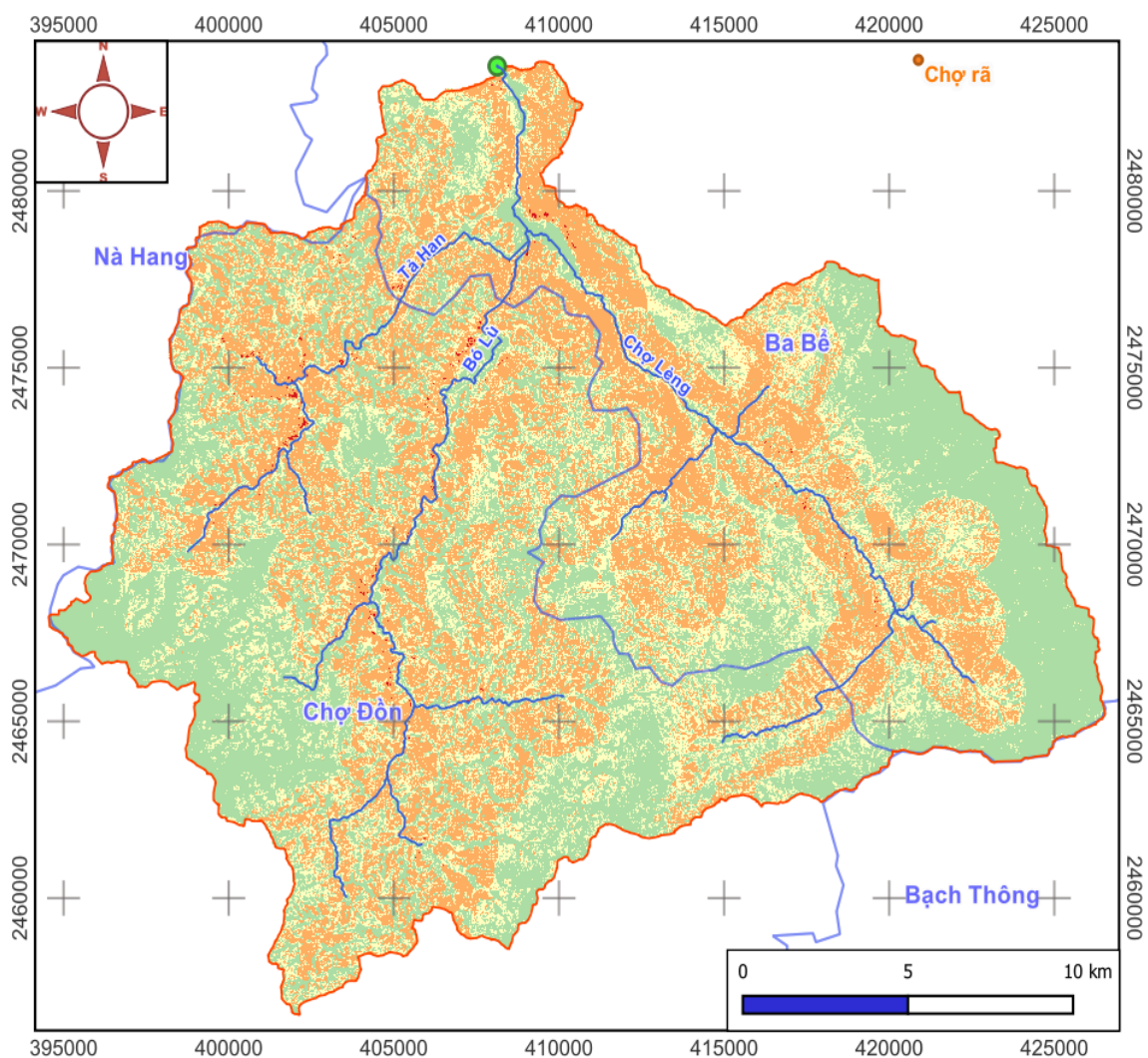
gây sạt lở đất, các điểm này phân bố ở các sườn núi. Với mô hình XGB và GBC phân bố các điểm có nguy cơ sạt lở cao ở gần đường giao thông kết hợp độ dốc lớn.

### 1. Lựa chọn mô hình

Trong hầu hết các nghiên cứu về sạt lở trước đây, yếu tố tuyến tính được thể hiện rất rõ nét như: độ dốc cao thì nguy cơ sạt lở cao hay lượng mưa càng lớn thì nguy cơ sạt lở càng cao... Trong các mô hình nói trên, chỉ có mô hình LR là thể hiện được quy luật tuyến tính này do bản thân của quá trình phân loại phụ thuộc vào một hàm số tuyến tính.

Các mô hình còn lại thuộc nhóm mô hình cây quyết định, các đặc tính tương tự đã xảy ra trong quá khứ được giả định có thể lặp lại trong tương lai. Vì vậy, nếu trong các điều kiện dữ liệu ngoài phạm vi của mô hình, nhóm mô hình cây quyết định lại không đáng tin cậy bằng việc sử dụng mô hình LR mặc dù cho ra độ tin cậy tốt hơn.

### 2. Bản đồ nhạy cảm với sạt lở



#### Chú giải

- |  |   |                               |   |
|--|---|-------------------------------|---|
| <span style="color: orange;">●</span> Trạm quan trắc mưa | <span style="color: green;">●</span> Cửa hồ Ba Bể   | <b>Mức độ nhạy cảm sạt lở</b> | <span style="background-color: orange; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Trung bình |
| <span style="color: blue;">—</span> Sông suối            | <span style="border: 1px solid blue; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Ranh giới huyện |                               | <span style="background-color: green; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Rất thấp    |
|  |   |                               | <span style="background-color: yellow; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Thấp       |
|  |   |                               | <span style="background-color: red; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 15px; height: 10px;"></span> Cao           |

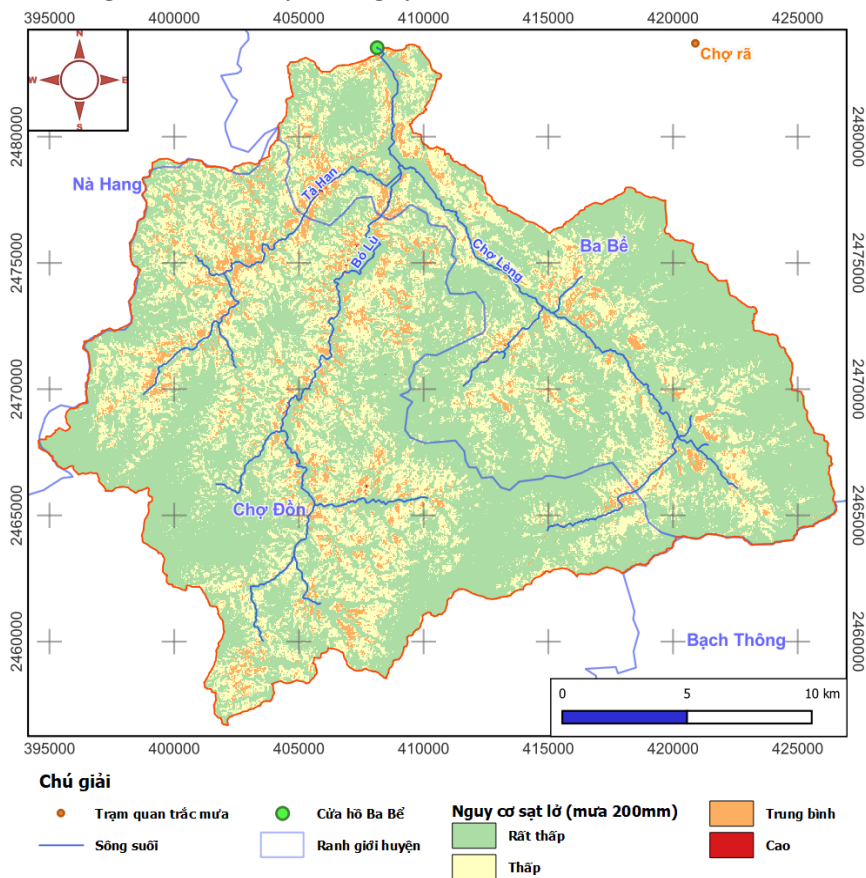


Trong nghiên cứu này, nhóm nghiên cứu lựa chọn sự kết hợp của 2 mô hình LR và RF sẽ là sản phẩm cảnh báo sớm cuối cùng. Bản đồ kết hợp trung bình của cả 2 mô hình học máy sẽ là bản đồ nhạy cảm với sạt lở cho lưu vực hồ Ba Bể sẽ được trình bày dưới đây, sự kết hợp này tương tự như nguyên tắc hoạt động của các mô hình RF, XGB và GBC, đó là quyết định dựa trên các phiếu bầu của mỗi mô hình. Bản đồ nhạy cảm với sạt lở là bản đồ phục vụ mục đích quy hoạch, tái định cư.

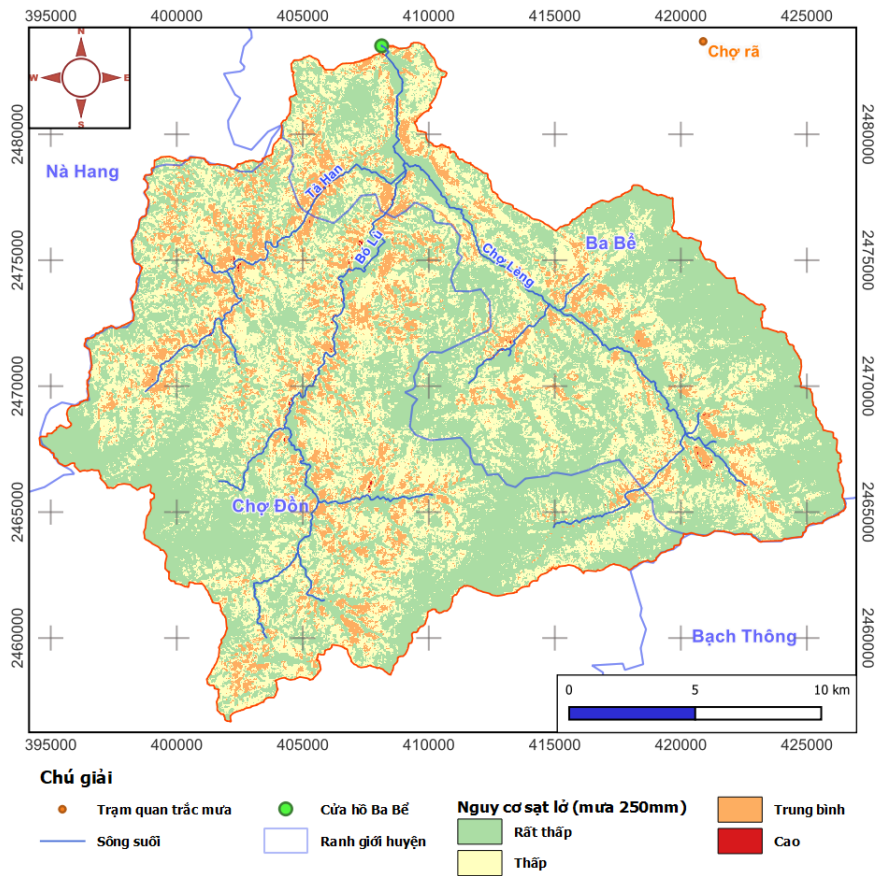
### 3. Bản đồ nguy cơ sạt lở theo kịch bản mưa

Đây là bản đồ nguy cơ sạt lở tĩnh được xây dựng dựa trên các lượng mưa tương ứng, giúp chính quyền địa phương có thể tra cứu dựa trên kết quả dự báo mưa. Nhằm đơn giản hóa việc lựa chọn kịch bản mưa, nhóm nghiên cứu xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở cho các kịch bản mưa tích lũy 10 ngày lần lượt là 200mm, 250mm, 300mm và 350mm.

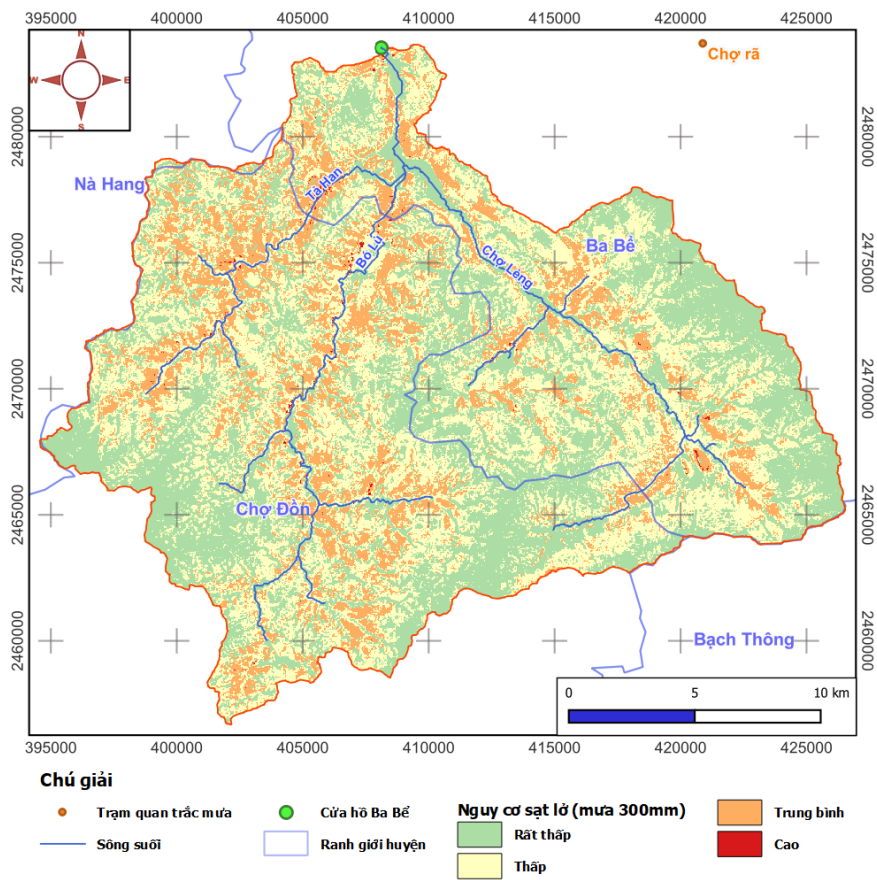
Dự báo mưa thường không theo thời đoạn 10 ngày. Vì vậy, hệ thống cảnh báo nguy cơ sạt lở sẽ tự động tính toán lượng mưa tích lũy từ 1-10 ngày tương ứng đến thời điểm hiện tại nhằm đảm bảo yêu cầu thực tiễn. Ví dụ: dự báo mưa trong 3 ngày tới, tổng lượng mưa ở Bắc Kạn là 50mm, người sử dụng sẽ kiểm tra lượng mưa 7 ngày vừa qua là bao nhiêu (lượng mưa tích lũy trung bình từ 1-10 ngày sẽ được hiển thị trên hệ thống), từ đó xác định được lượng mưa tích lũy 10 ngày theo dự báo và tra cứu bản đồ tương ứng.



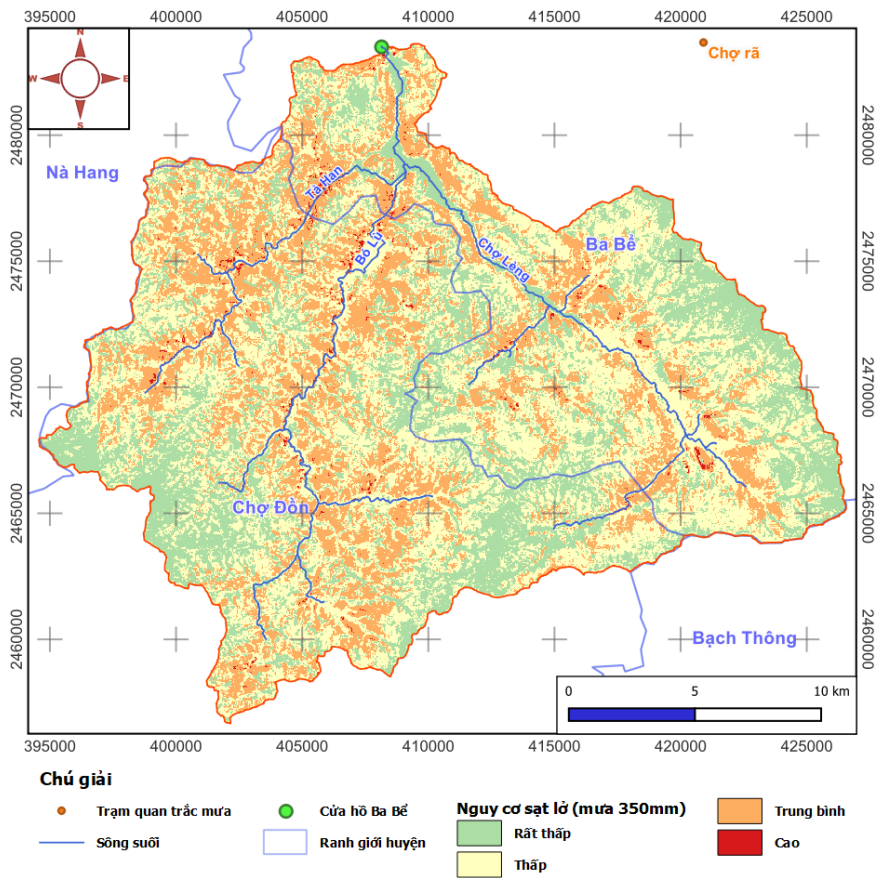
Hình 99. Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 200mm trong 10 ngày



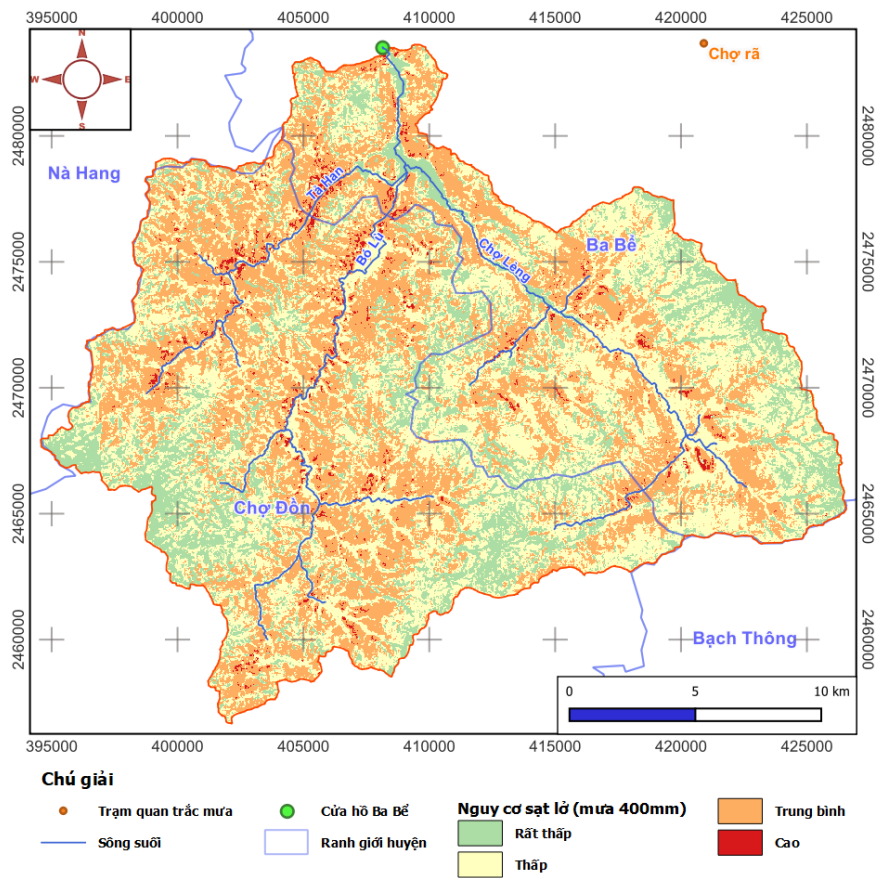
Hình 100. Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 250mm trong 10 ngày



Hình 101. Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 300mm trong 10 ngày



Hình 102. Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 350mm trong 10 ngày



Hình 103. Bản đồ nguy cơ sạt lở tương ứng với lượng mưa 400mm trong 10 ngày

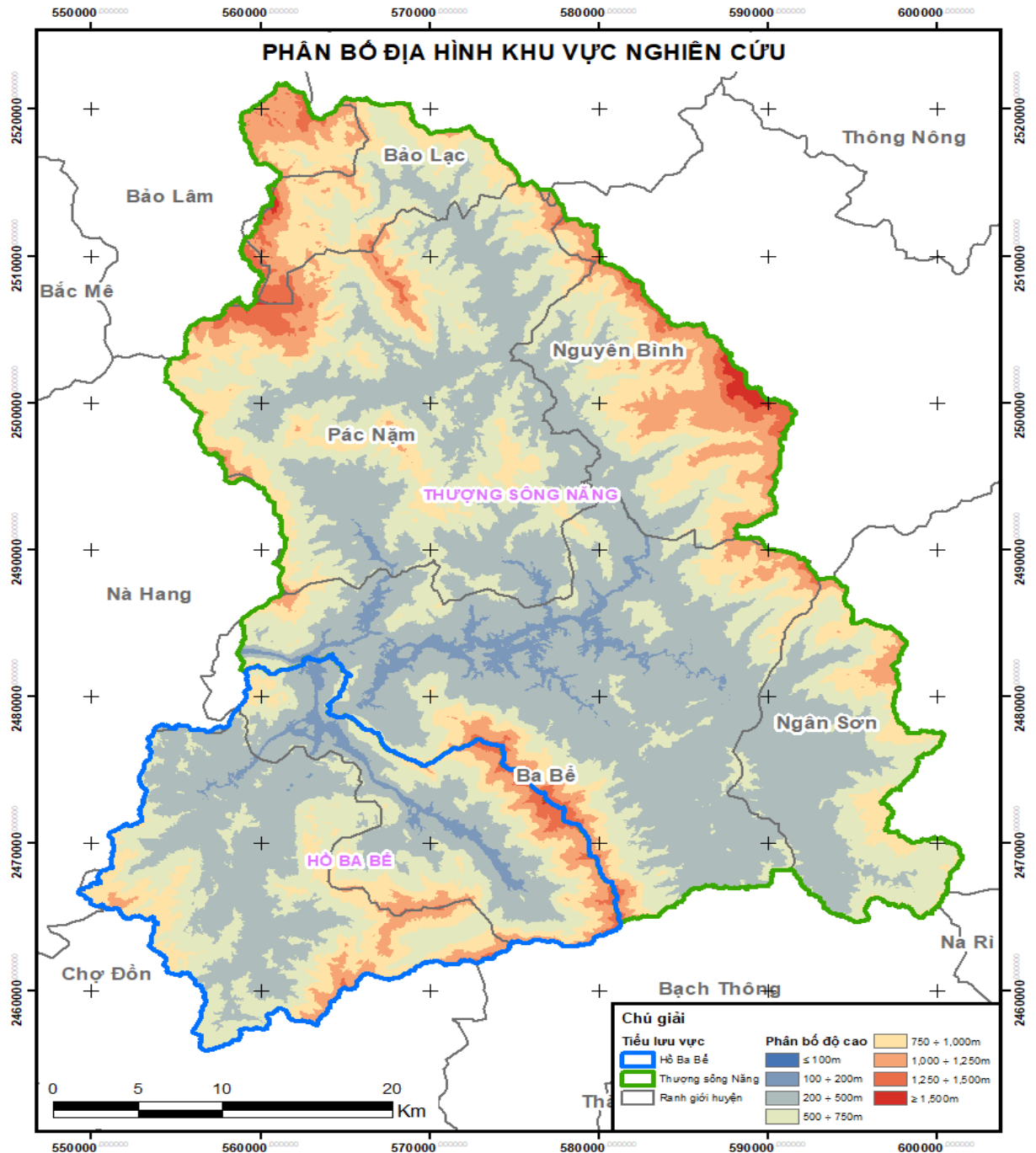
Bảng 24. Kết quả tổng hợp diện tích, nguy cơ sạt lở theo kịch bản

Huyện	Xã	Diện tích (ha)		
		Trung bình	Cao	Rất cao
<b>I. Kịch bản lượng mưa 300mm trong 10 ngày</b>				
Ba Bê	Hoàng Trĩ	0.92	-	-
	Nam Mẫu	28.78	9.54	0.14
	Quảng Khê	1.42	0.38	-
	Đồng Phúc	1.96	0.38	-
Chợ Đồn	Bằng Phúc	0.49	-	-
	Nam Cường	2.65	1.38	0.17
	Ngọc Phái	2.70	0.16	-
	Quảng Bạch	3.43	0.52	-
	Tân Lập	2.98	0.32	-
	Xuân Lạc	13.14	5.49	-
	Đồng Lạc	4.56	1.76	-
<b>II. Kịch bản lượng mưa 350mm trong 10 ngày</b>				
Ba Bê	Hoàng Trĩ	41.98	4.56	-
	Khang Ninh	0.14	-	-
	Nam Mẫu	77.91	14.79	1.38
	Quảng Khê	62.51	13.32	0.10
	Đồng Phúc	64.13	16.27	-
Chợ Đồn	Bản Thi	0.24	-	-
	Bằng Phúc	19.91	0.94	-
	Nam Cường	62.45	19.23	0.94
	Ngọc Phái	27.66	5.62	-
	Quảng Bạch	77.96	22.44	0.25
	Tân Lập	46.90	14.48	0.10
	Xuân Lạc	139.42	69.65	2.61
	Đồng Lạc	70.60	34.91	0.94
<b>III. Kịch bản lượng mưa 400mm trong 10 ngày</b>				
Ba Bê	Hoàng Trĩ	38.46	9.36	-
	Khang Ninh	0.19	-	-
	Nam Mẫu	81.70	42.18	1.39
	Quảng Khê	61.23	21.88	0.39
	Đồng Phúc	59.16	28.73	0.29
Chợ Đồn	Bản Thi	0.21	-	-
	Bằng Phúc	22.22	1.94	-
	Nam Cường	58.08	31.90	1.22
	Ngọc Phái	25.37	10.46	-
	Quảng Bạch	75.12	33.02	0.50
	Tân Lập	44.62	27.68	0.30
	Xuân Lạc	132.06	115.01	4.36
	Đồng Lạc	62.28	54.25	1.67

### 3.2.3. Nguy cơ lũ quét

#### 3.2.3.1. Kết quả phân tích các yếu tố không gian trong tính toán nguy cơ lũ quét

##### 1. Địa hình



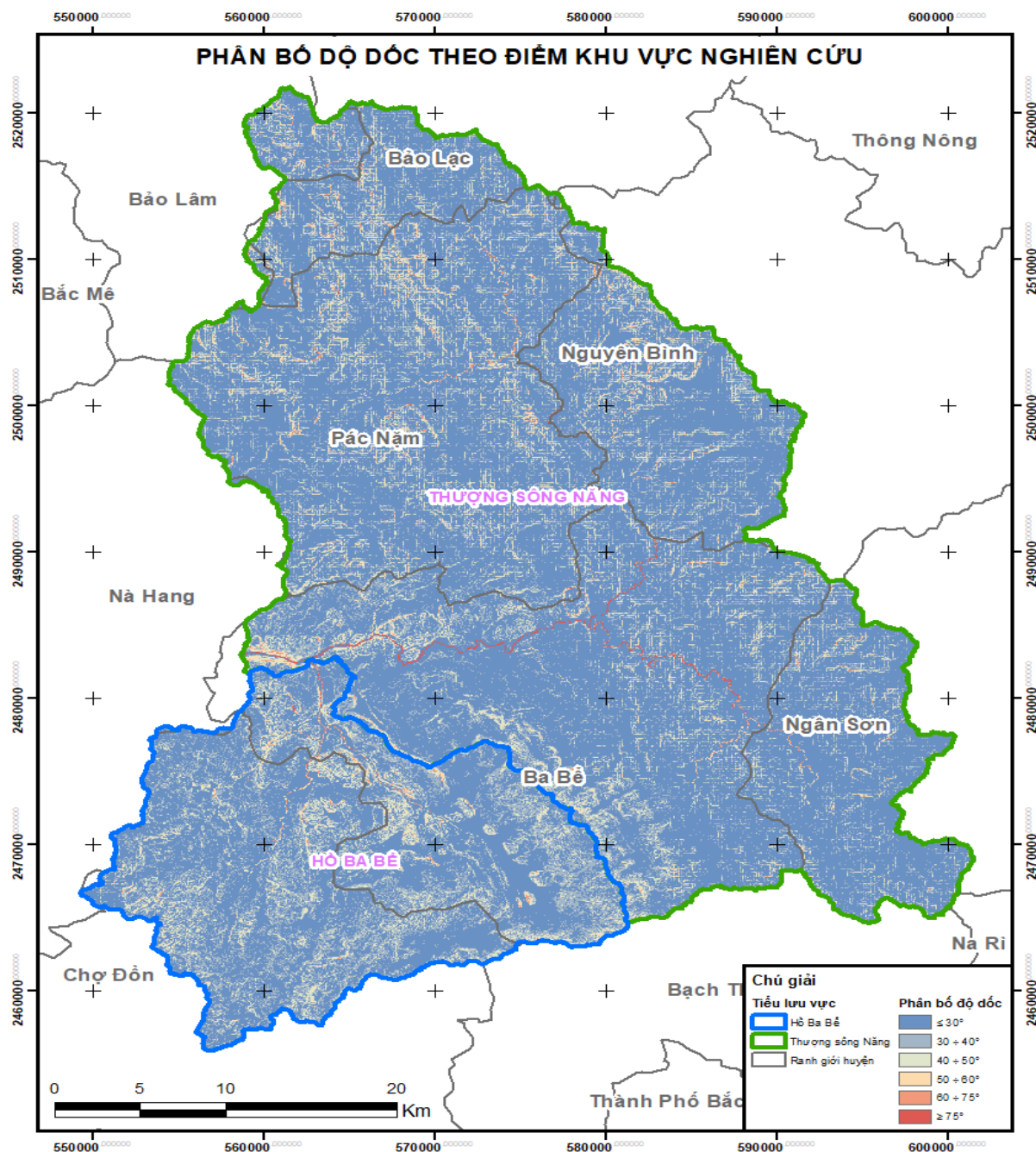
Hình 104. Địa hình khu vực nghiên cứu

Bản đồ địa hình khu vực nghiên cứu là bản đồ 1/10.000 mua của Bộ Tài nguyên và Môi trường kết hợp với số liệu khảo sát đo đạc địa hình phần dưới nước (dạng mặt cắt) bao gồm 3 nhánh sông đổ vào hồ Ba Bể, khu vực lòng hồ và khu vực sông Năng phân cửa ra hồ Ba Bể.

Bảng 25. Phân bố địa hình khu vực nghiên cứu

Lưu vực	Phân bố địa hình khu vực nghiên cứu (km <sup>2</sup> )							Tổng cộng
	≤ 200m	200 ÷ 500m	500 ÷ 750m	750 ÷ 1,000m	1,000 ÷ 1,250m	1,250 ÷ 1,500m	≥ 1,500m	
Hồ Ba Bể	16.52	185.82	141.62	76.86	34.48	8.91	0.27	464.48
Thượng sông Năng	40.85	585.12	409.84	241.59	126.74	37.27	6.15	1,447.55
Tổng cộng	57.37	770.94	551.45	318.44	161.22	46.18	6.42	1,912.03

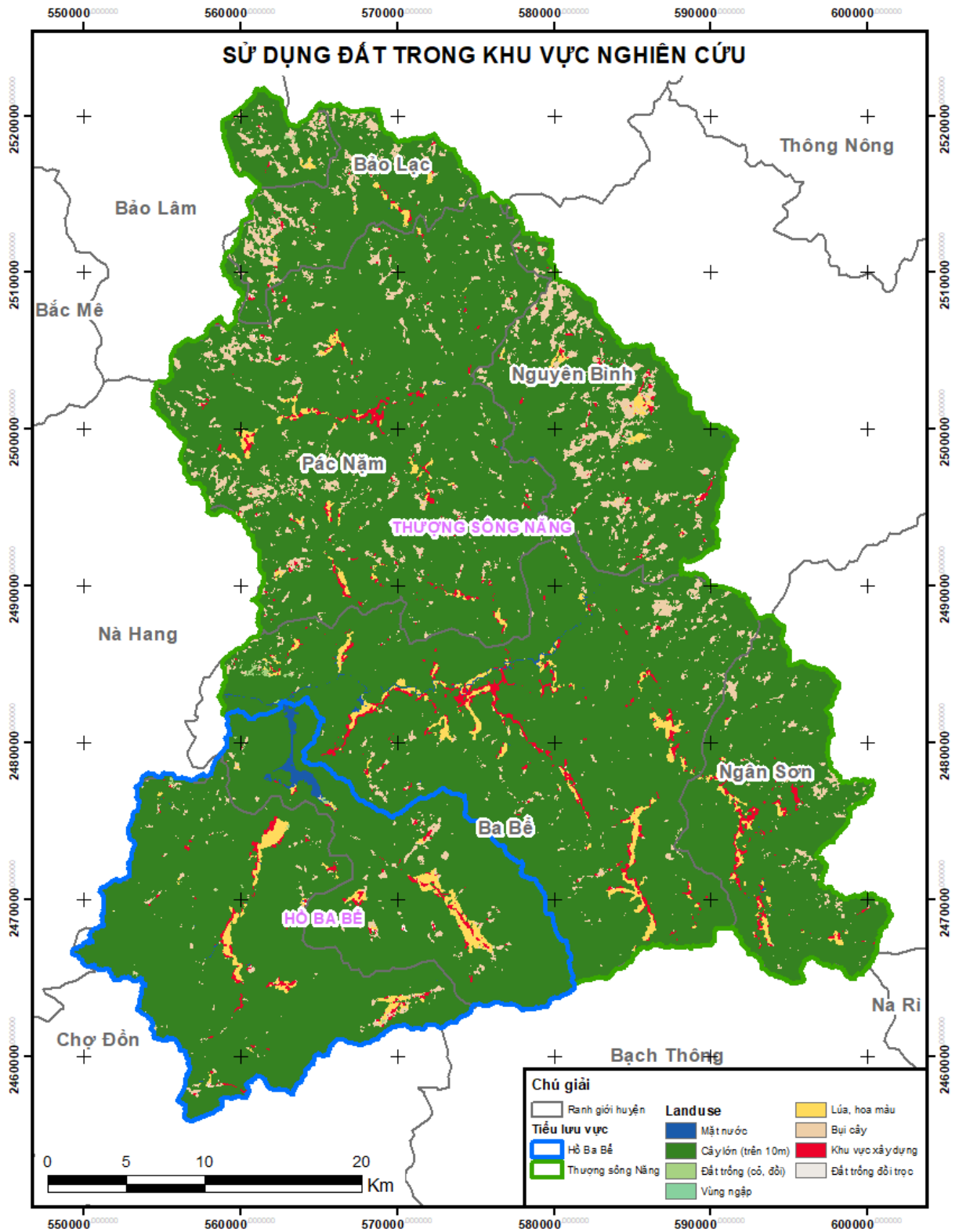
2. Độ dốc



Hình 105. Bản đồ phân bố độ dốc lưu vực

### 3. Thảm phủ

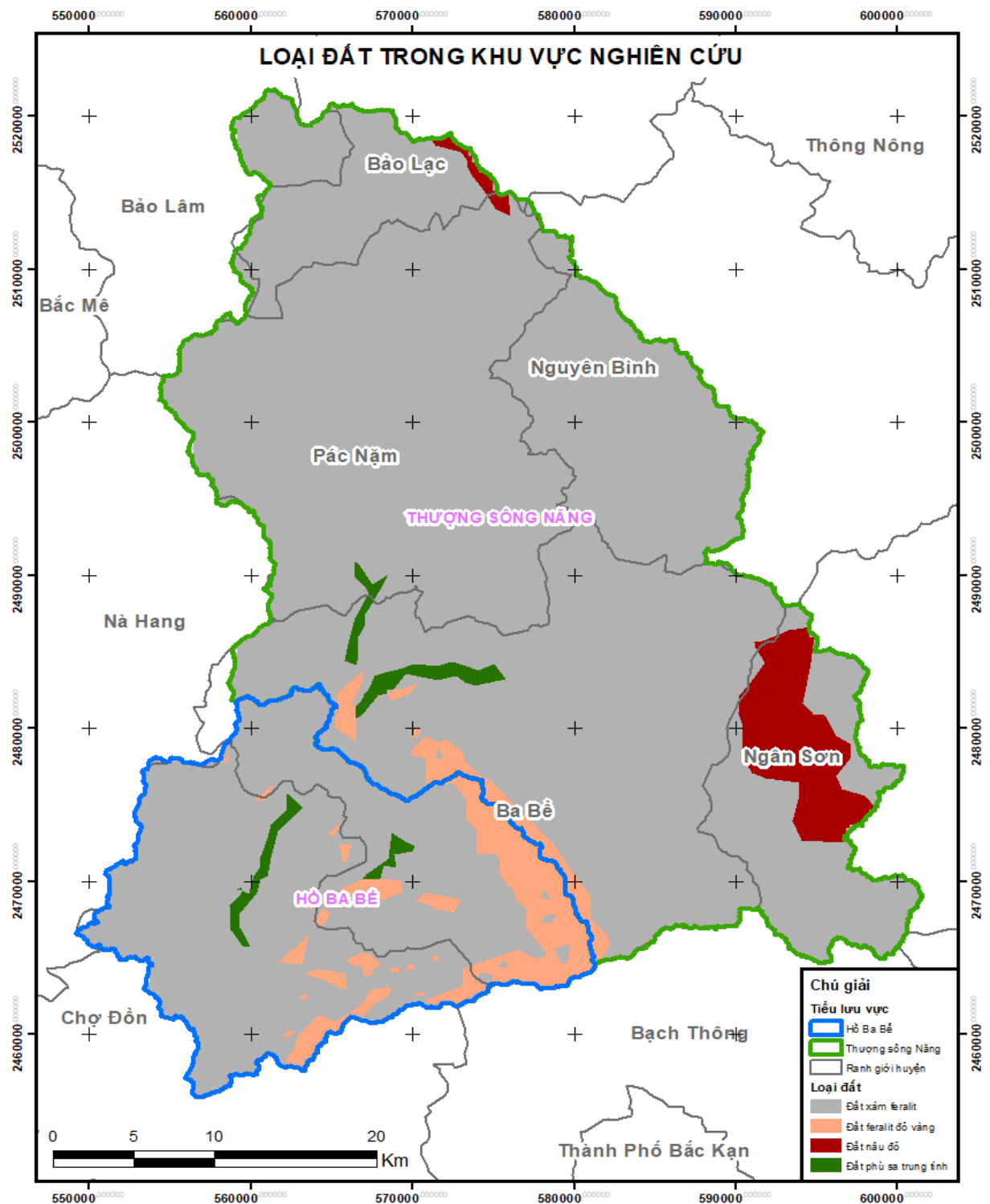
Bản đồ thảm phủ được xây dựng dựa trên kết quả thu thập sử dụng đất tại khu vực hồ Ba Bể kết hợp với giải đoán ảnh vệ tinh.



Hình 106. Bản đồ sử dụng đất khu vực nghiên cứu

#### 4. Loại đất

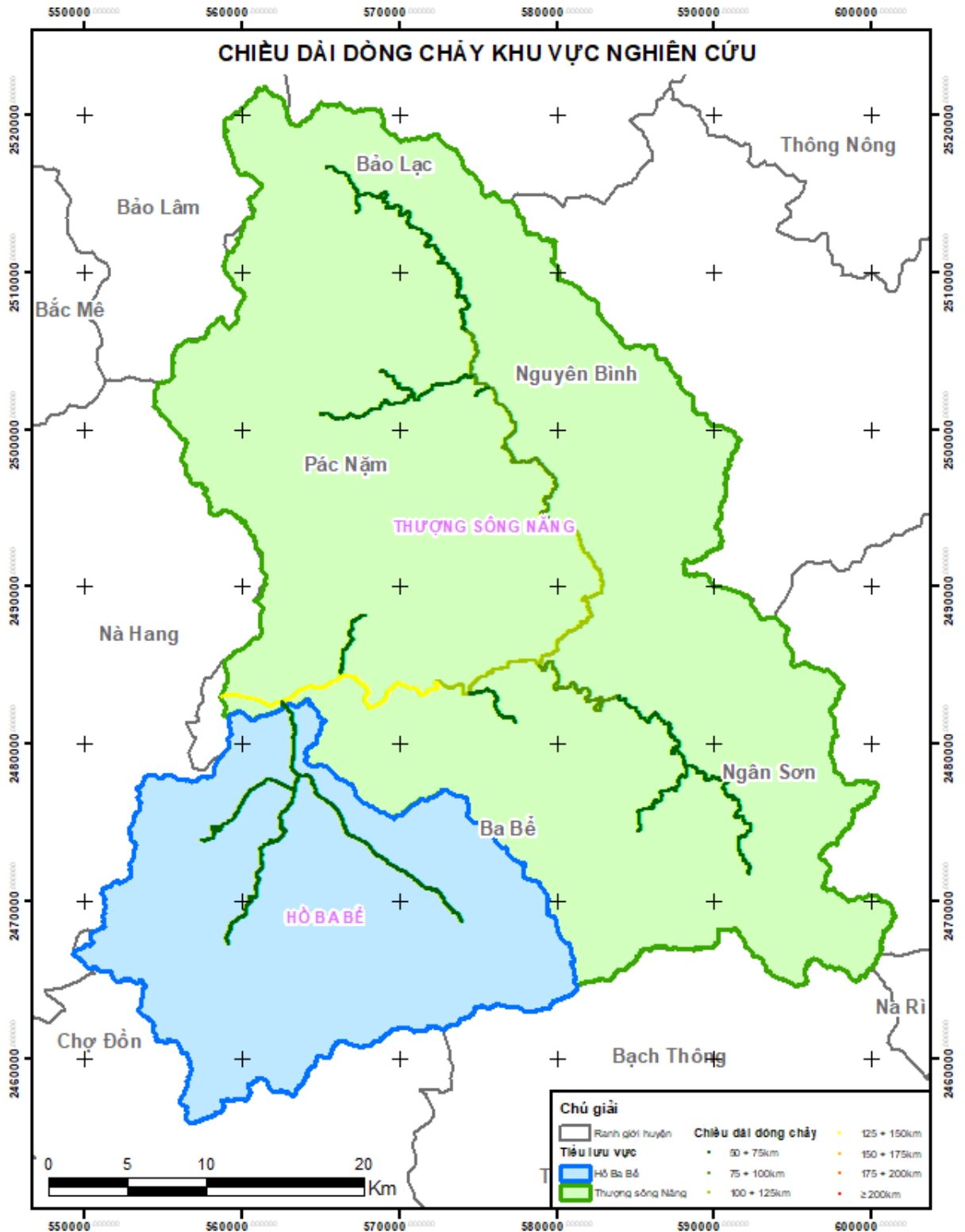
Loại đất được thu thập từ bản đồ địa chất và các nguồn tài liệu khác trong khu vực nghiên cứu. Bản đồ loại đất ở Việt Nam thường chỉ có ở độ phân giải 1/50.000, tuy nhiên, Đề tài đã ghép nối bổ sung kết hợp với bản đồ địa chất thu thập tại địa phương với độ phân giải chi tiết hơn để cập nhật cho các khu vực không có số liệu.



Hình 107. Bản đồ loại đất trong khu vực nghiên cứu



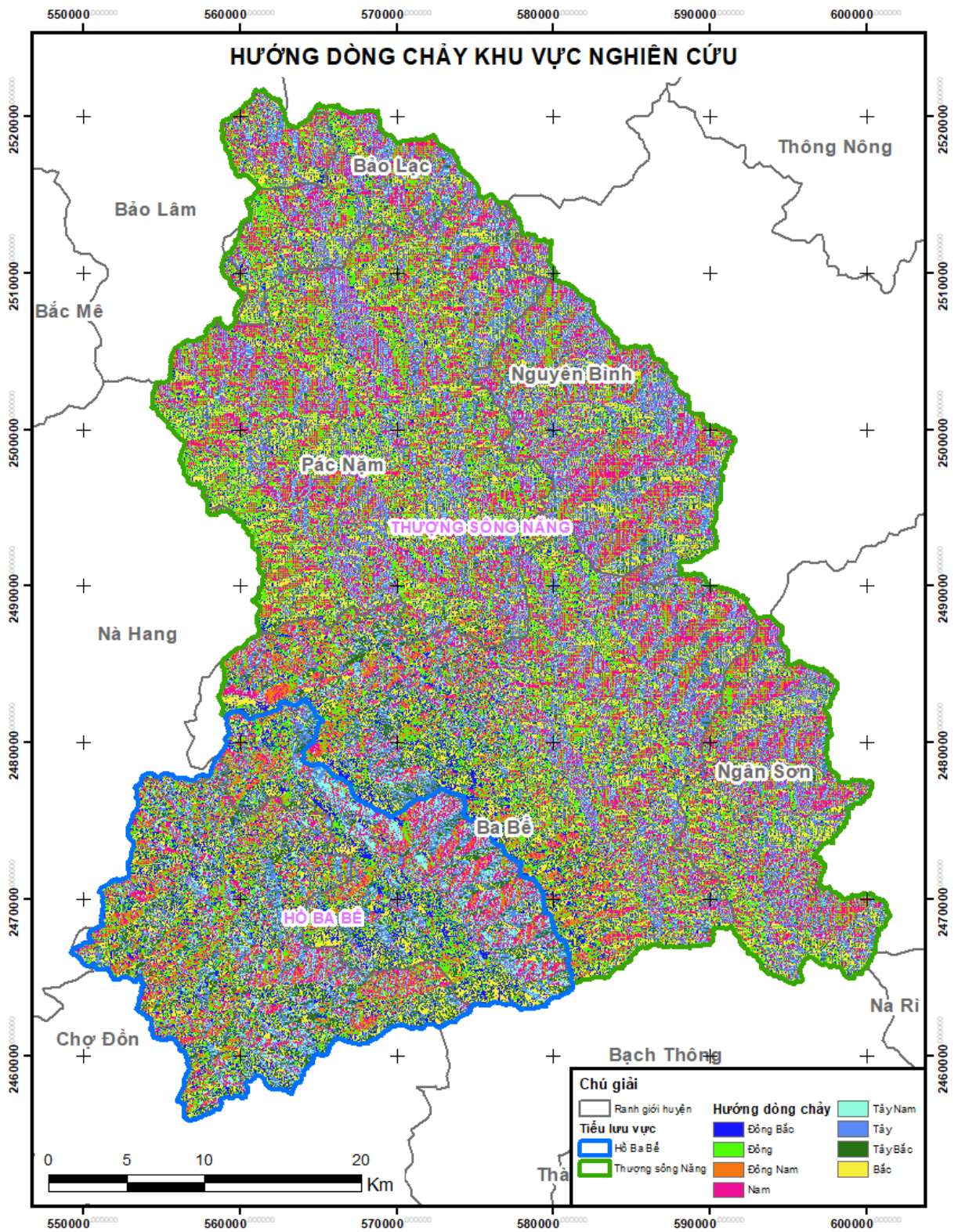
5. *Chiều dài dòng chảy*



Hình 108. Bản đồ chiều dài dòng chảy tập trung trên khu vực nghiên cứu

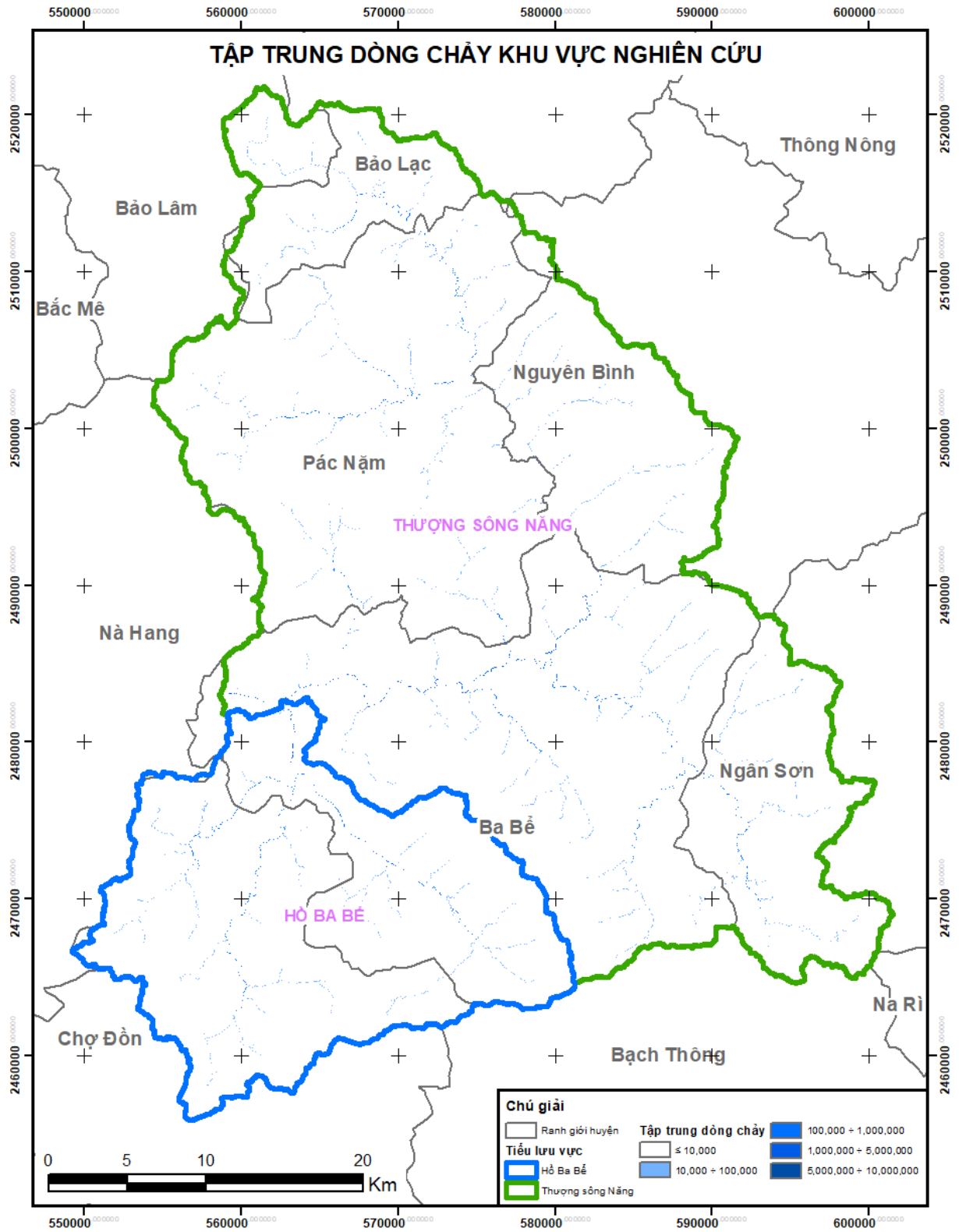
6. *Hướng dòng chảy*

Hướng dòng chảy là hướng vector của một ô lưới thuộc lưu vực mà dòng nước sẽ di chuyển về ô lưới tiếp theo.



Hình 109. Bản đồ hướng dòng chảy

7. Tập trung dòng chảy

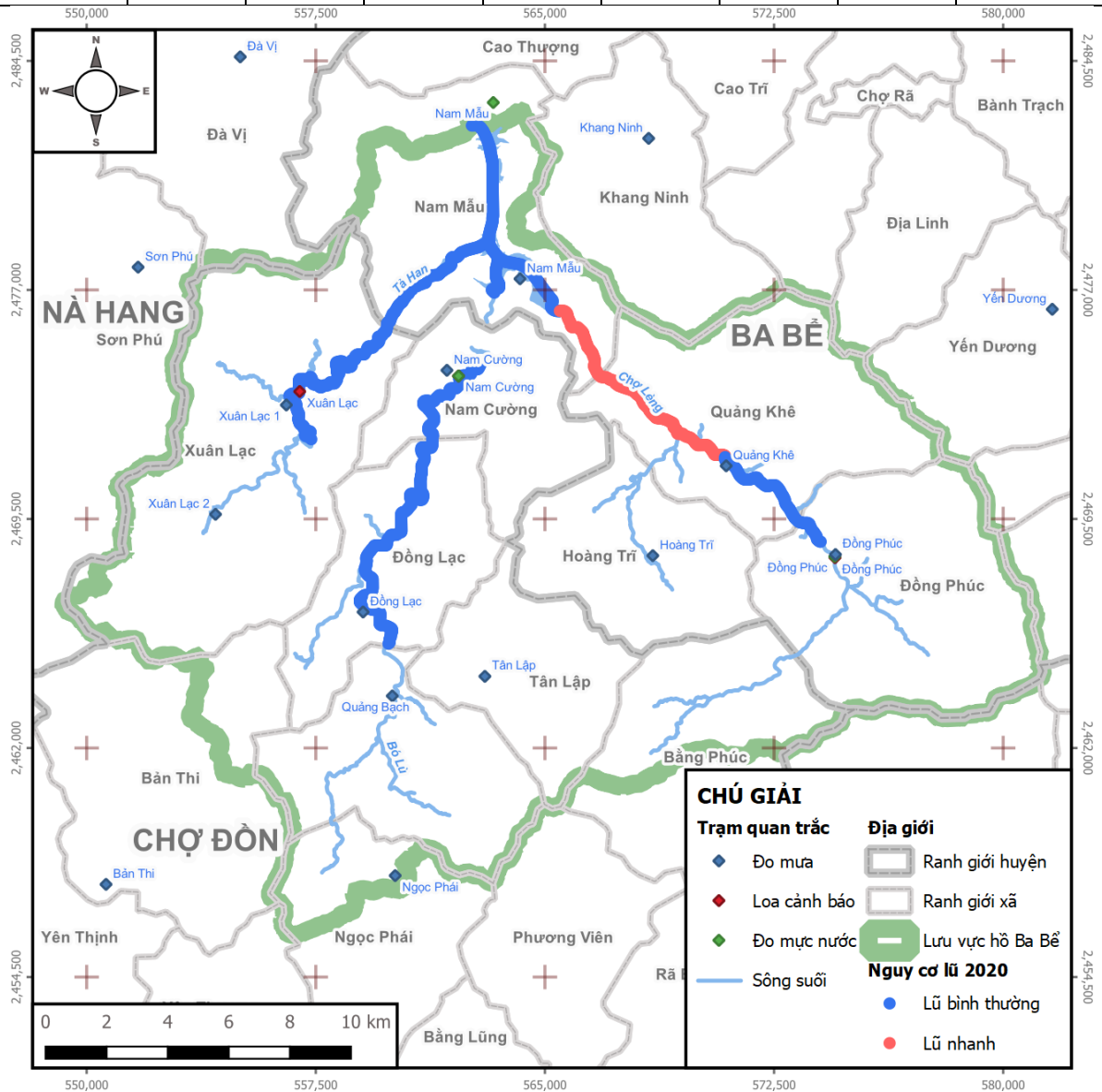


Hình 110. Bản đồ tập trung dòng chảy

### 3.2.3.2. Kết quả tính toán với trận lũ năm 2020

Bảng 26. Giá trị quan trắc lượng mưa tại các trạm từ ngày 1-8/7/2020 (mm)

Time	Bắc Mê	Na Hang	Bắc Kạn	Chợ Rã	Ngân Sơn	Định Hóa	Bảo Lạc	Nguyên Bình
7/1/2020	0.20	-	-	0.70	25.40	-	-	-
7/2/2020	9.30	-	5.10	8.20	41.80	0.10	3.80	0.10
7/3/2020	13.40	-	3.20	0.30	4.70	6.00	2.50	6.30
7/4/2020	1.00	-	14.90	43.70	11.00	24.20	0.70	3.30
7/5/2020	1.50	-	0.30	14.20	-	2.50	23.50	4.80
7/6/2020	1.80	-	1.00	6.80	-	-	0.10	-
7/7/2020	30.30	-	1.80	-	0.50	4.50	0.50	5.70
7/8/2020	4.90	-	25.30	-	1.10	1.50	1.10	4.20
<b>Tổng</b>	<b>62.40</b>	<b>-</b>	<b>51.60</b>	<b>73.90</b>	<b>84.50</b>	<b>38.80</b>	<b>32.20</b>	<b>24.40</b>

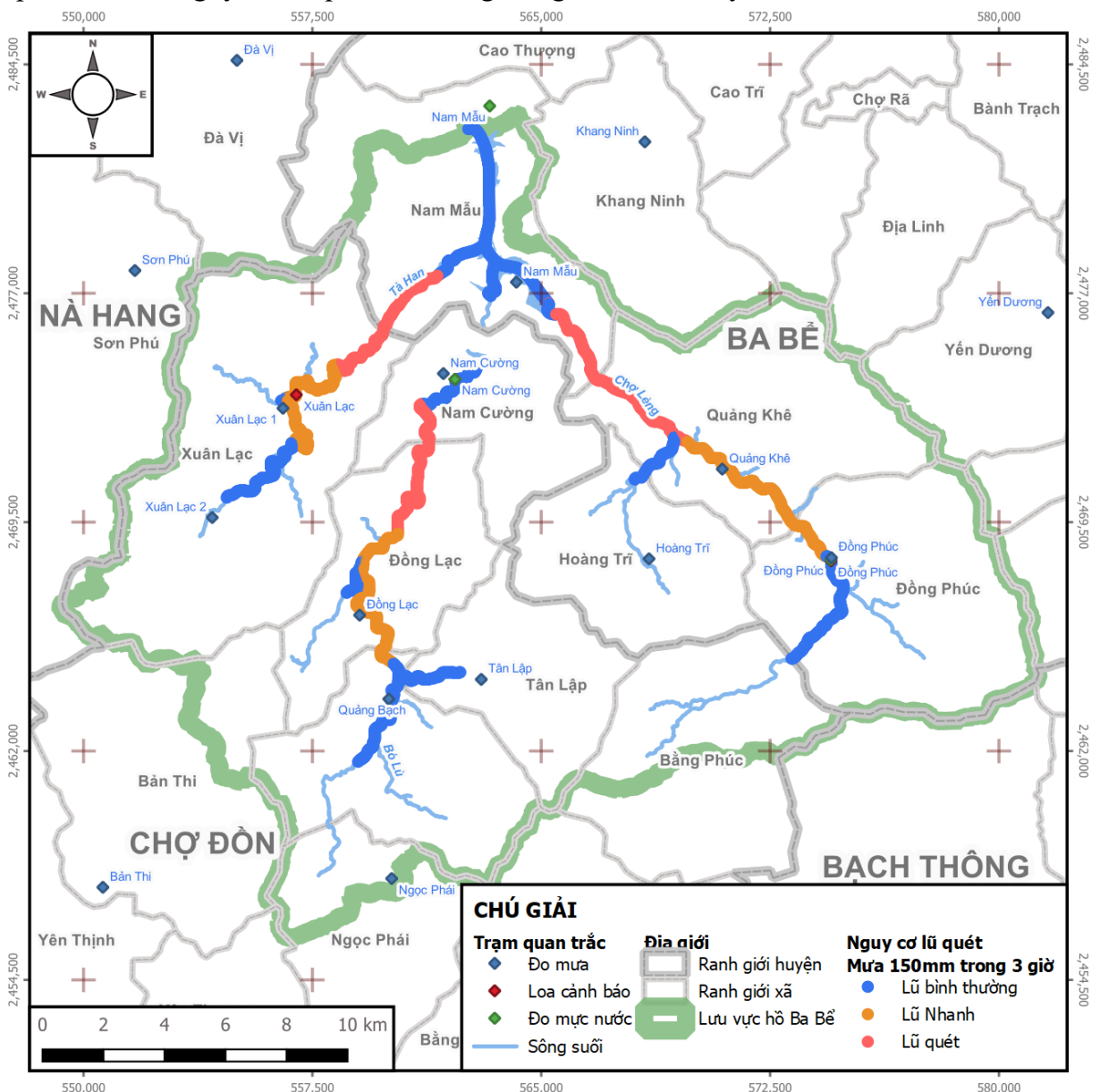


Hình 111. Tính toán mô phỏng cho trận lũ năm 2020

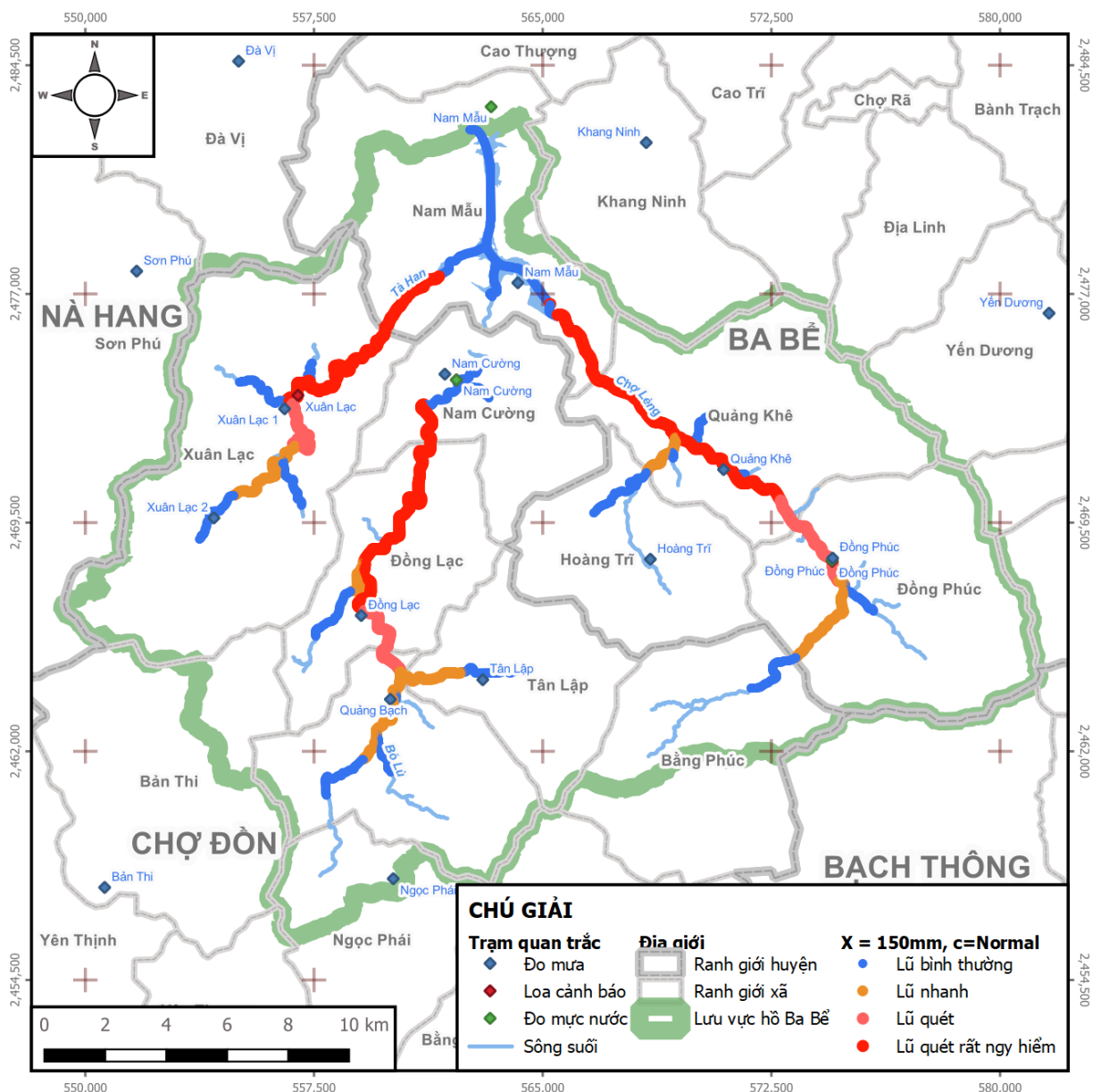
Qua tính toán mô phỏng cho thấy, khu vực Quảng Khê (nhánh sông Pác Ngòi) xuất hiện nguy cơ lũ nhanh, lưu lượng đỉnh lũ lớn nhất là  $35,82\text{m}^3/\text{s}$  tại vị trí sông Pác Ngòi đổ vào hồ. Lưu lượng đỉnh lũ các nhánh sông Nam Cường và Xuân Lạc lần lượt là  $12,63\text{m}^3/\text{s}$  và  $8,75\text{m}^3/\text{s}$ . Các nhánh sông khác (Nam Cường, Tà Han) có xuất hiện lũ bình thường. Kết quả mô phỏng phù hợp với diễn biến tình hình lũ lụt ở khu vực hồ Ba Bể.

### 3.2.3.3. Nguy cơ lũ quét theo kịch bản

Nguy cơ lũ quét theo kịch bản hoàn toàn có thể được người dùng tính toán trực tiếp trên hệ thống. Trong phạm vi đề tài, nhóm nghiên cứu thể hiện nguy cơ lũ quét ở 3 trạng thái khác nhau với lượng mưa 150mm trong vòng 3 giờ để thấy được sự khác biệt về kết quả tính toán nguy cơ lũ quét theo từng trạng thái độ ẩm kỳ trước.



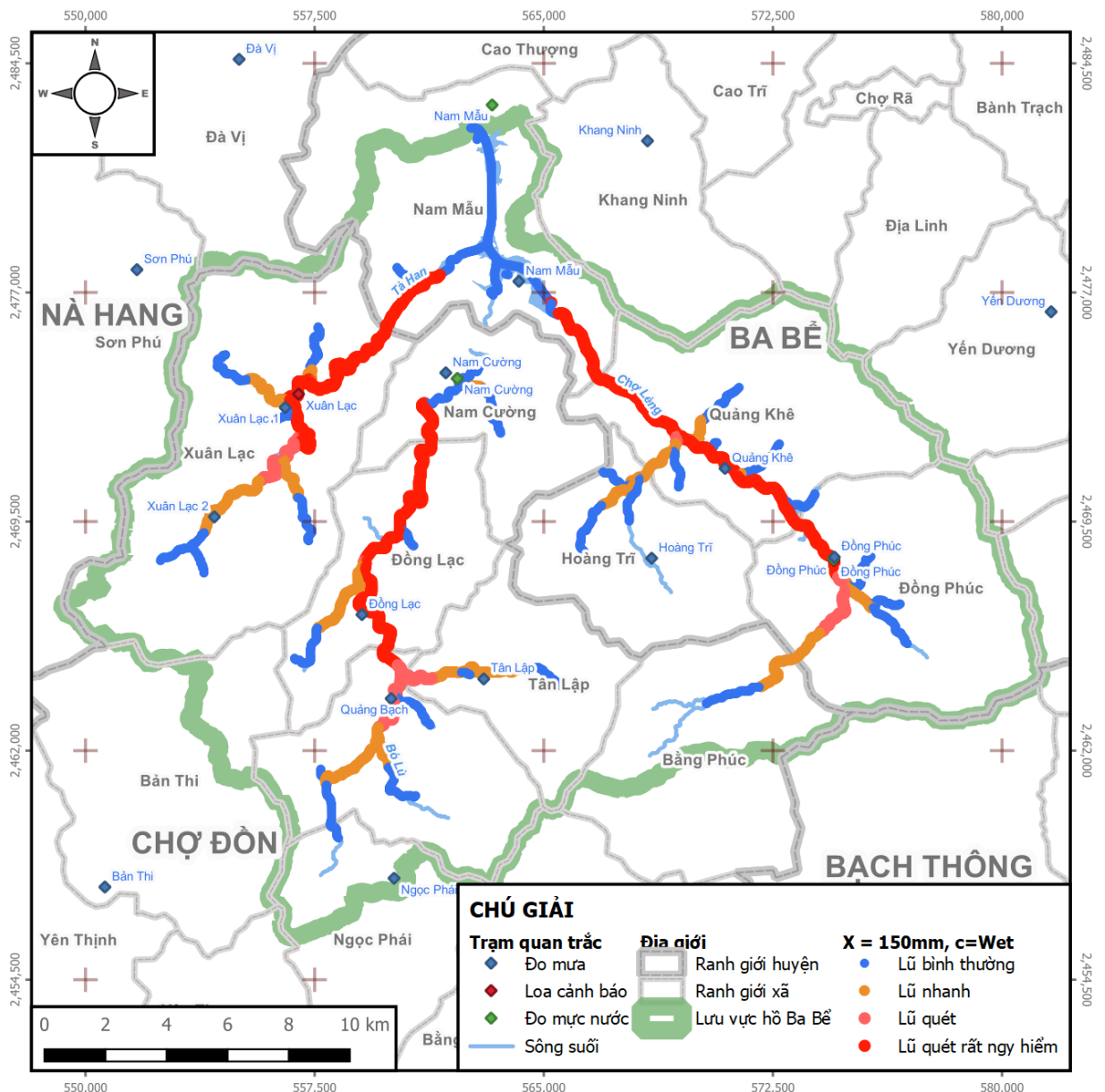
Hình 112. Nguy cơ lũ quét ứng với lượng mưa 150mm trong 3 giờ với độ ẩm kỳ trước ở trạng thái khô



Hình 113. Nguy cơ lũ quét ứng với lượng mưa 150mm trong 3 giờ với độ ẩm kỳ trước ở trạng thái bình thường

Có thể thấy rằng, trong điều kiện độ ẩm kỳ trước được đánh giá là khô, lũ quét chỉ xuất hiện ở phần hạ lưu của các con sông trước khi đổ vào hồ Ba Bể, tuy nhiên, cường độ của lũ đã tăng trong điều kiện độ ẩm kỳ trước ở trạng thái bình thường. Lũ xuất hiện ở phần thượng lưu và tập trung gia tăng cường độ ở trên các nhánh sông chính do sự đóng góp dòng chảy theo tính chất lưu vực.

Trong trường hợp điều kiện độ ẩm kỳ trước ở trạng thái ướt, các nhánh sông nhỏ cũng bắt đầu xuất hiện lũ, gây ra lũ quét trên diện rộng ở dưới hạ du xung quanh khu vực dòng chính.



Hình 114. Nguy cơ lũ quét ứng với lượng mưa 150mm trong 3 giờ với độ ẩm kỳ trước ở trạng thái ướt

### 3.2.4. Nguy cơ bồi lấp lòng hồ

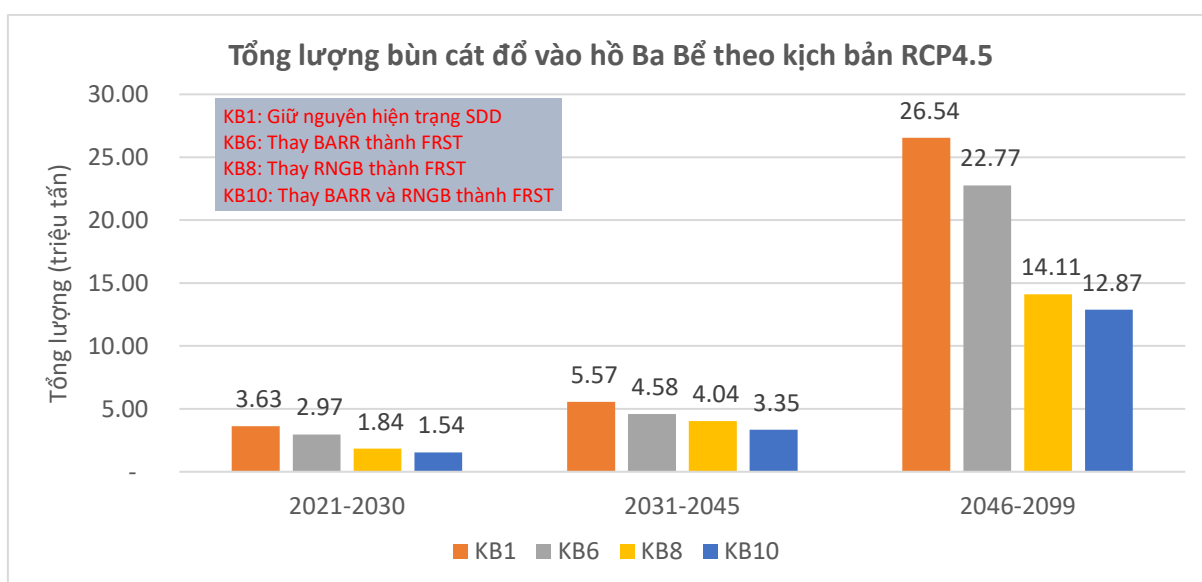
#### 1. Các kịch bản xây dựng tính toán bồi lấp lòng hồ Ba Bể

Bảng 27. Kịch bản cảnh báo sớm bồi lấp lòng hồ Ba Bể

Kịch bản	Mô tả	BĐKH
KB1	Giữ nguyên hiện trạng SDD	RCP4.5
KB2	Giữ nguyên hiện trạng SDD	RCP8.5
KB3	Phủ xanh diện tích đất trồng/đất cần cỗi thượng lưu hồ chứa nhằm tăng chất lượng thảm phủ trong khu vực	Không
KB4	Thay đổi diện tích đất cây cỏ, cây bụi thượng lưu hồ chứa thành đất trồng rừng trong khu vực	Không

Kịch bản	Mô tả	BĐKH
KB5	Thay đổi diện tích đất cây cỏ, cây bụi kết hợp với phủ xanh diện tích đất trống/đất cần cỗi phía thượng lưu hồ chứa thành đất trồng rừng trong khu vực	Không
KB6	Phủ xanh diện tích đất trống/đất cần cỗi thượng lưu hồ chứa nhằm tăng chất lượng thảm phủ trong khu vực	RCP4.5
KB7	Phủ xanh diện tích đất trống/đất cần cỗi thượng lưu hồ chứa nhằm tăng chất lượng thảm phủ trong khu vực	RCP8.5
KB8	Thay đổi diện tích đất cây cỏ, cây bụi thượng lưu hồ chứa thành đất trồng rừng trong khu vực	RCP4.5
KB9	Thay đổi diện tích đất cây cỏ, cây bụi thượng lưu hồ chứa thành đất trồng rừng trong khu vực	RCP8.5
KB10	Thay đổi diện tích đất cây cỏ, cây bụi kết hợp với phủ xanh diện tích đất trống/đất cần cỗi phía thượng lưu hồ chứa thành đất trồng rừng trong khu vực	RCP4.5
KB11	Thay đổi diện tích đất cây cỏ, cây bụi kết hợp với phủ xanh diện tích đất trống/đất cần cỗi phía thượng lưu hồ chứa thành đất trồng rừng trong khu vực	RCP8.5

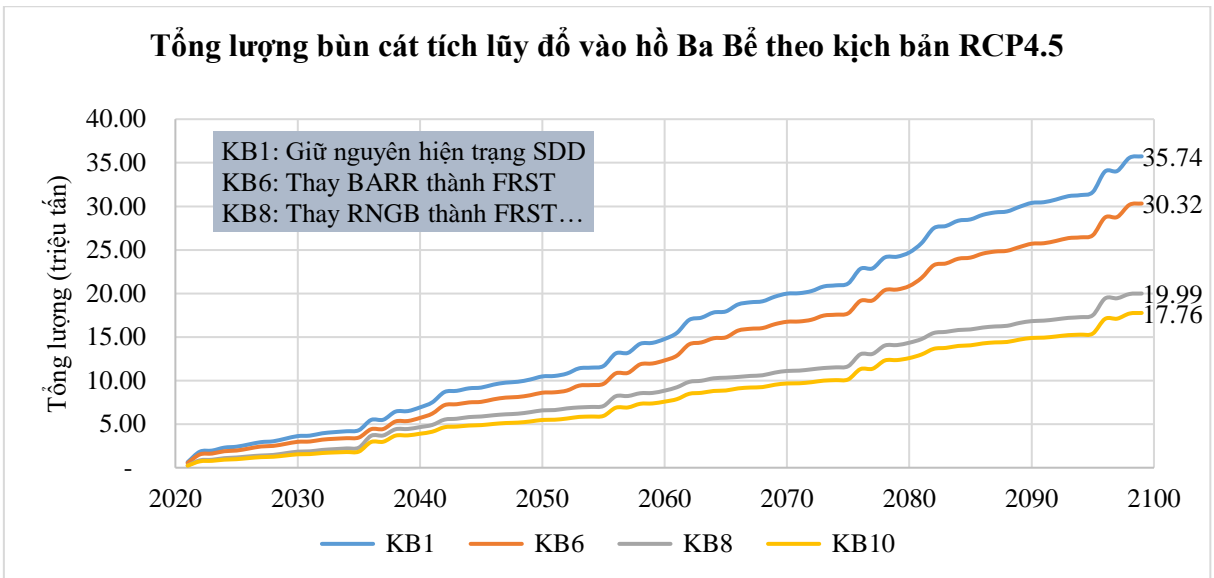
## 2. Theo kịch bản RCP4.5



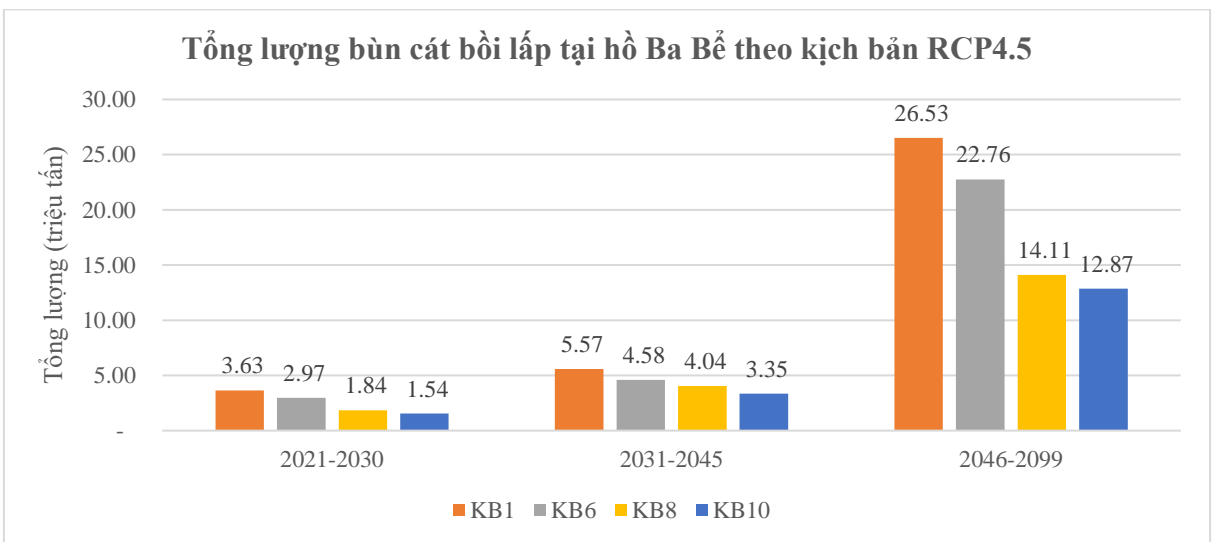
Hình 115. Tổng lượng bùn cát tại ba nhánh Nam Cường, Lèng và Xuân Lạc đổ vào hồ Ba Bể theo từng giai đoạn

Qua mô phỏng cho thấy, khi thay đất trống (BARR) sang rừng (KB6), kết quả của quá trình làm giảm xói mòn lưu vực mang lại hiệu quả đáng kể, mặc dù phần diện tích của đất trống chiếm một lượng rất nhỏ trong lưu vực ( $\approx 125\text{ha}/187.724\text{ha}$ ). Quá trình chuyển đổi từ khu vực cây cỏ, cây bụi (RNGB) thành rừng (KB8) cũng mang lại hiệu quả rất tốt, diện tích cây cỏ, cây bụi trong khu vực thượng lưu hồ Ba Bể chiếm  $\approx 9.930\text{ha}$ .

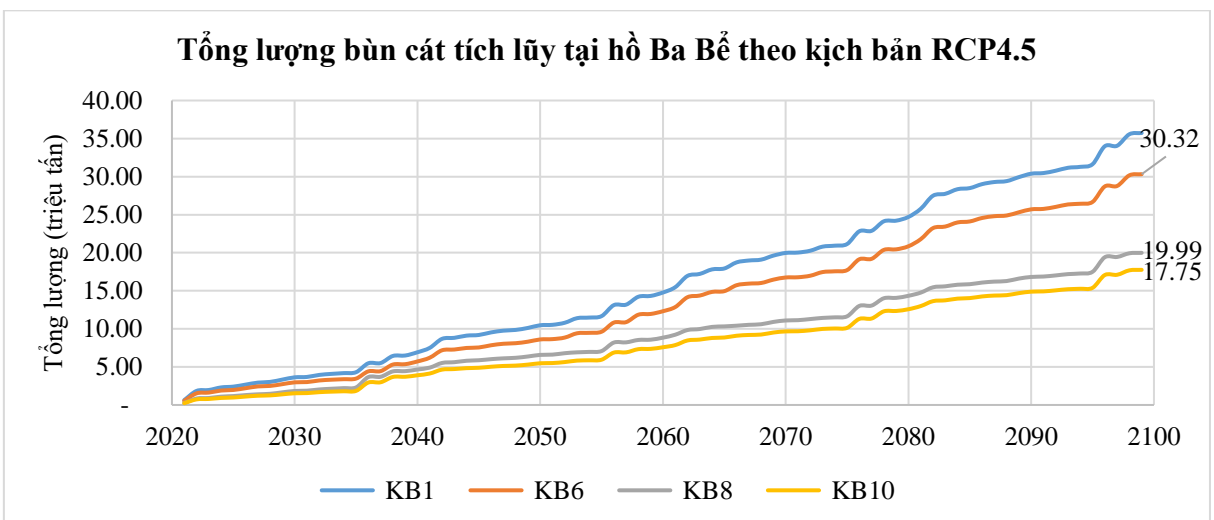




Hình 116. Tổng lượng bùn cát xói mòn tích lũy đổ vào hồ Ba Bể qua các năm

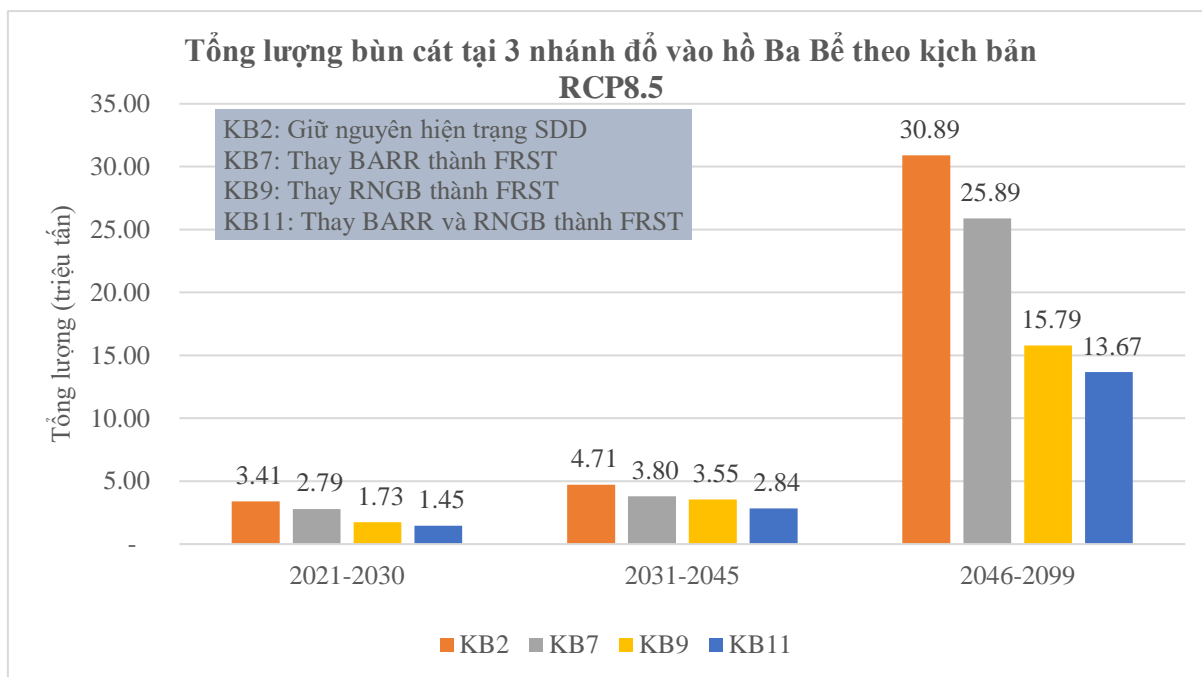


Hình 117. Tổng lượng bùn cát tại hồ theo từng kịch bản

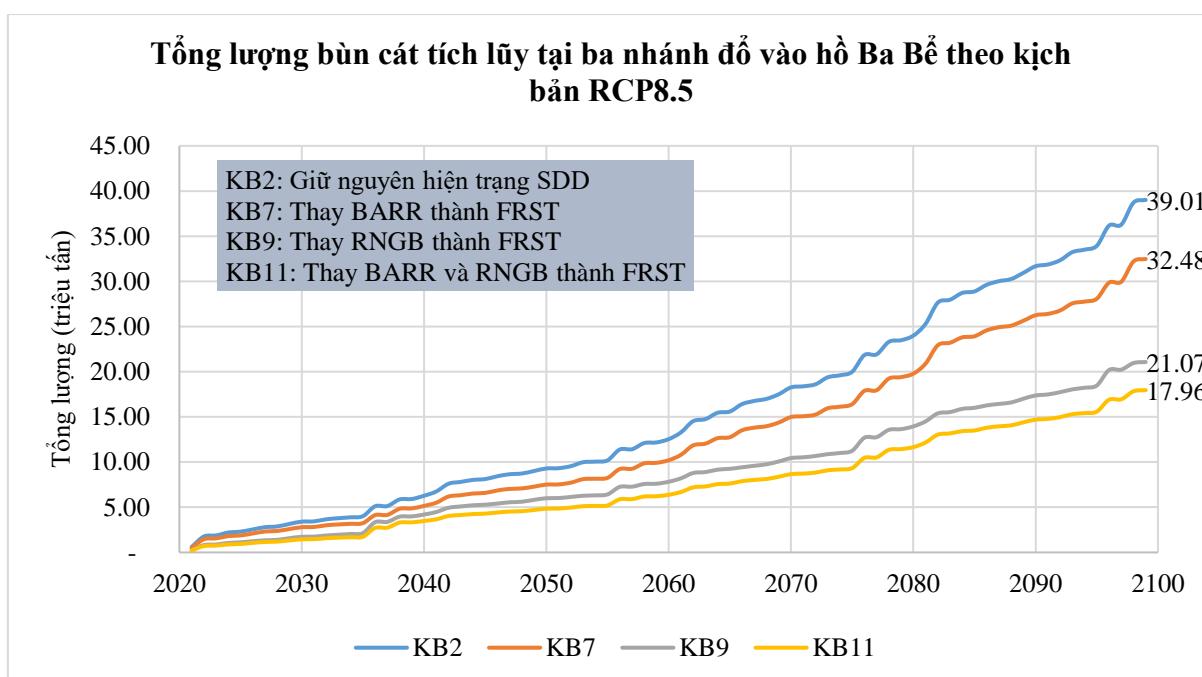


Hình 118. Tổng lượng bùn cát tích lũy tại hồ theo từng kịch bản

### 3. Theo kịch bản RCP8.5

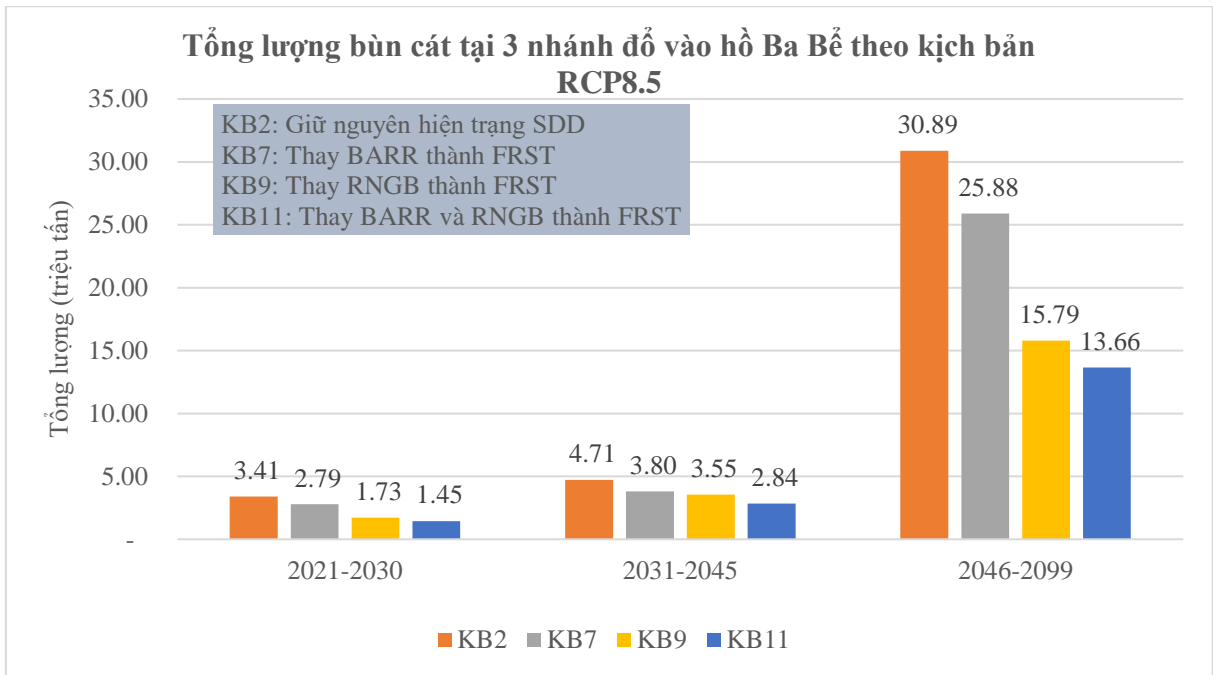


Hình 119. Tổng lượng bùn cát tại ba nhánh Nam Cường, Pác Ngòi và Xuân Lạc đổ vào hồ Ba Bể theo từng giai đoạn

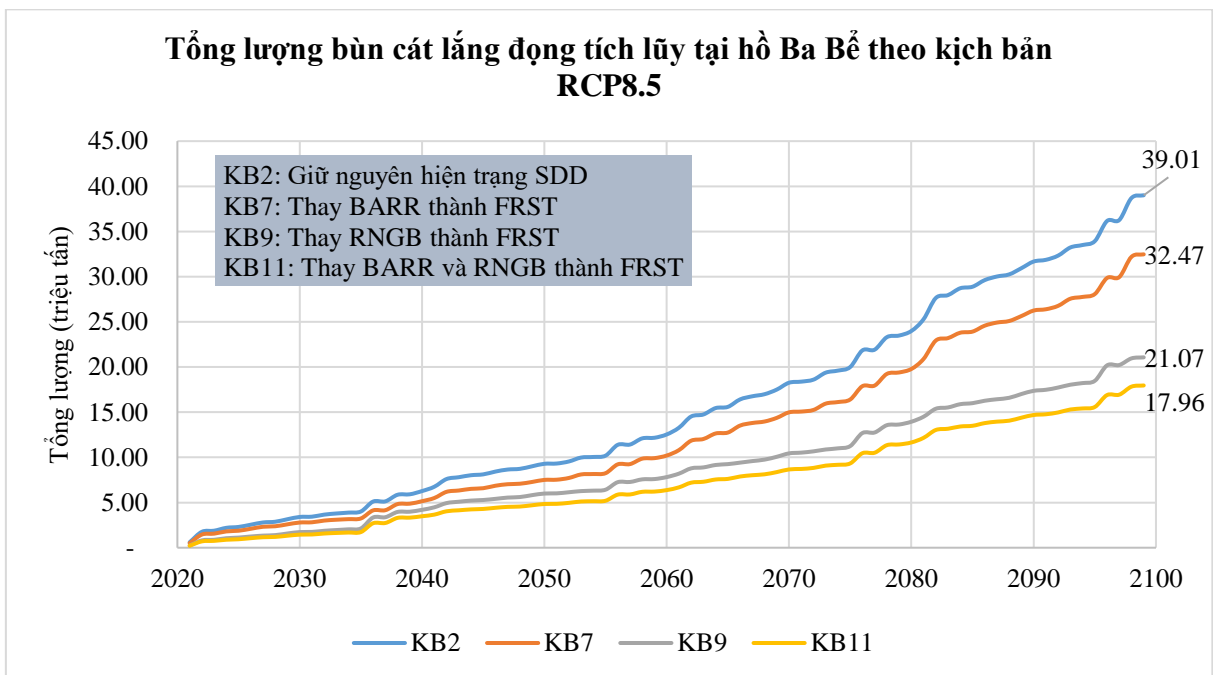


Hình 120. Tổng lượng bùn cát xói mòn tích lũy đổ vào hồ Ba Bể qua các năm

Giai đoạn nửa đầu thế kỷ cho thấy kịch bản RCP4.5 mang lượng bồi lắng nhiều hơn kịch bản RCP8.5. Tuy nhiên, đến cuối thế kỷ, tổng lượng bùn cát đổ vào hồ nhiều hơn giai đoạn trước.



Hình 121. Tổng lượng bùn cát tại hồ theo từng kịch bản



Hình 122. Tổng lượng bùn cát tích lũy tại hồ theo từng kịch bản

Kết quả mô phỏng, đánh giá bồi lấp cho thấy, hầu hết lượng bùn cát đổ vào hồ Ba Bể bị lắng đọng tại hồ chứa, đây là một yếu tố rất quan trọng tạo nên sự bồi lấp hồ. Quá trình này không thể ngăn chặn mà chỉ có thể giảm thiểu bởi các biện pháp công trình, phi công trình cả ở hồ chứa và thượng lưu hồ Ba Bể.

### 3.3. Đánh giá nguyên nhân chính gây ra các loại hình thiên tai và khuyến nghị sử dụng mô hình cảnh báo sớm các loại hình thiên tai.

#### 3.3.1. Nguyên nhân chính gây ra các loại hình thiên tai

##### 1. Mưa lớn

Có thể nói yếu tố mưa lớn là một trong những nguyên nhân chính gây ra các loại hình thiên tai có liên quan đến nước. Trong nghiên cứu này, 4 loại hình thiên tai bao gồm lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ đều chịu tác động rõ rệt bởi lượng mưa.

Đối với lũ và lũ quét, mưa lớn là nguyên nhân của quá trình hình thành trong điều kiện lưu vực tự nhiên, không có tác động bởi các công trình điều tiết. Lưu vực hồ Ba Bể vốn là một khu vực tự nhiên và hoàn toàn chịu tác động bởi mưa lớn. Trong điều kiện cực đoan, cường độ mưa giờ lớn ở các xã Quảng Bạch, Tân Lập, Đồng Lạc hoặc Nam Cường gây ra hiện tượng ngập lụt tại Nam Cường. Lượng mưa với cường độ cao (hơn 100mm/giờ) xuất hiện trên lưu vực cũng gây ra nguy cơ lũ quét trên các nhánh suối chính Pắc Ngòi, Nam Cường và Xuân Lạc.

Đối với loại hình sạt lở đất, nghiên cứu sử dụng lượng mưa tích lũy 10 ngày để xác định nguy cơ sau khi kết hợp với các yếu tố khác của lưu vực. Lượng mưa cũng là giá trị biến đổi liên tục theo thời gian, do vậy, lượng mưa có vai trò đáng kể trong quá trình hình thành sạt lở đất. Quá trình bão hòa độ ẩm của đất làm giảm liên kết trong đất hay chính là làm giảm lực chống trượt, trong khi đó, khối lượng của khối đất tăng lên do nước mưa thấm thấu làm gia tăng lực gây trượt.

Đối với bồi lắng lòng hồ, lượng bùn cát đổ vào hồ Ba Bể đều do sự rửa trôi/xói mòn bề mặt do tính khép kín của lưu vực. Trong phương trình MUSLE tính toán mô phỏng xói mòn bề mặt lưu vực (sử dụng trong mô hình SWAT), lượng trầm tích được xác định bởi:

$$Y = \frac{a(Q \times Q_p)^b \times K \times LS \times C_m \times P_s}{100A}$$

Trong đó:

- Y là lượng trầm tích (tấn/ha)
- Q là tổng lượng dòng chảy (m<sup>3</sup>)
- Q<sub>p</sub> là lưu lượng đỉnh lũ (m<sup>3</sup>/s)
- A là diện tích thoát nước (km<sup>2</sup>)
- K, LS, C<sub>m</sub>, P<sub>s</sub> là và a, b là các hệ số

Có thể thấy rõ vấn đề tương quan giữa dòng chảy và lượng trầm tích sinh ra, dòng chảy càng lớn thì lượng trầm tích càng lớn và lượng mưa càng lớn sinh ra dòng chảy

càng lớn. Yếu tố dòng chảy được đưa vào trong phương trình MUSLE có bao gồm cả tổng lượng và đỉnh lũ cho thấy phương trình đã xem xét khá toàn diện các yếu tố của một trận lũ sinh ra bởi lượng mưa.

## 2. *Yếu tố địa hình*

Yếu tố địa hình là một trong những yếu tố quan trọng góp phần làm gia tăng các hiện tượng thiên tai cực đoan và tạo nên những đặc điểm thiên tai từng khu vực. Khu vực đồi núi dốc thường xảy ra các loại hình thiên tai sạt lở, lũ quét, trong khi đó, khu vực đồng bằng lại chịu tác động bởi ngập lụt hay xâm nhập mặn.

Khi khối không khí gặp khu vực đồi núi cao sẽ gây ra sự nhiễu động, khối khí khi gặp các vùng này sẽ bị đẩy lên cao, sau đó giảm nhiệt độ làm cho lượng hơi nước ngưng tụ thành mưa (hay gọi là giáng thủy). Lượng mưa rơi xuống kết hợp với yếu tố địa hình dốc sẽ gây nên dòng chảy có vận tốc lớn hơn khu vực đồng bằng, vì lý do đó mà lũ quét thường xuất hiện ở các khu vực đồi núi dốc.

Các khu vực đồi núi cũng có độ dốc lớn hơn, do vậy, khi có tác động bởi các yếu tố khác như hoạt động địa chấn, giảm lực liên kết..., các khối đất sẽ gây ra sạt lở xuống khu vực phía dưới thay vì tạo nên các vết nứt, gãy như ở khu vực bằng phẳng.

Lưu vực hồ Ba Bể là một khu vực đồi núi điển hình và cũng chịu ảnh hưởng bởi yếu tố địa hình trong quá trình hình thành các loại hình thiên tai cực đoan lũ quét và sạt lở đất. Bên cạnh đó, dòng chảy qua hang ở cuối suối Nam Cường làm giảm lưu lượng thoát về hồ Ba Bể một cách rõ rệt vào mùa mưa làm cho khu vực này thường xuyên chịu tác động bởi ngập lụt mỗi khi mưa lớn. Yếu tố địa hình là một yếu tố tổng thể, tác động đến cả quá trình hình thành trận mưa cũng như sự phân bố mưa, đồng thời cũng thể hiện qua các yếu tố địa không gian khác như độ dốc, độ cong, góp phần định hình đặc điểm thiên tai của từng khu vực.

## 3. *Hoạt động dân sinh*

Tác động của hoạt động dân sinh là một trong những yếu tố gây gia tăng sự hình thành các sự kiện thiên tai. Trên lưu vực hồ Ba Bể, hoạt động dân sinh có tác động rõ rệt đến các loại hình thiên tai chính trên khu vực.

- Thứ nhất phải kể đến là hoạt động phát triển khu vực/cụm dân cư dọc các sông suối làm gia tăng rủi ro lũ, lũ quét. Trong những năm gần đây, dưới sự phát triển chung, các khu vực dọc suối Nam Cường và Pắc Ngòi đã có sự phát triển mạnh về các khu/cụm dân cư. Trong đó, dọc suối Nam Cường khu vực xã Nam Cường đã xây dựng rất nhiều nhà ven suối, khu vực cửa hồ tại

Pắc Ngòi còn có các hoạt động du lịch, home stay... Các hoạt động phát triển có tác động đến dòng chảy và gây ra những thiệt hại đáng kể khi các loại hình thiên tai xuất hiện.

- Thứ hai là hoạt động làm đường, phát triển đô thị. Tuyến đường Bắc Kạn – Ba Bể đã và đang thi công là một trong những nguyên nhân đang tác động mạnh mẽ đến vấn đề bồi lắng lòng hồ Ba Bể và sạt lở đất. Việc bạt mái dốc gây ra sự mất ổn định mái dốc và gây sạt lở nếu không được tính toán và gia cố kịp thời, bên cạnh đó, lượng bùn/đất trong quá trình thi công sẽ theo dòng nước tập trung vào hồ Ba Bể dù có tuân thủ nghiêm ngặt quy trình thi công.
- Thứ ba là hoạt động đốt nương làm rẫy trước đây khá phổ biến và gây ra sự suy giảm lớp phủ thực vật trên lưu vực, tăng khả năng tập trung dòng chảy mặt và ảnh hưởng trực tiếp đến dòng chảy trên các nhánh suối.

### 3.3.2. *Khuyến nghị và các lưu ý khi sử dụng mô hình cảnh báo sớm*

#### 1. *Mô hình lũ, ngập lũ*

Mô hình lũ, ngập lũ được xây dựng trên nền tảng mô hình thủy văn HEC-HMS và mô hình thủy lực HEC-RAS. Lượng mưa thực tế sẽ được nhập vào mô hình thủy văn và trả về kết quả dòng chảy tại các biên vào của mô hình thủy lực, từ đó diễn toán dòng chảy lũ trong sông.

Quá trình diễn toán mô hình thủy lực cần đảm bảo hoạt động hiệu quả, trong quá trình hiệu chỉnh, mô phỏng lũ, người dùng được khuyến nghị không nên sử dụng trường hợp lượng mưa vượt quá nhiều lần các trường hợp đã xảy ra trong lịch sử. Trong nghiên cứu này đã chạy cho các trường hợp cực đoan và khuyến nghị lượng mưa mô phỏng trong bảng sau:

<b>TT</b>	<b>Thời đoạn mưa (giờ)</b>	<b>Lượng mưa X (mm)</b>
1	Nhỏ hơn 6 giờ	$X \leq 200$
2	Từ 6 giờ đến 12 giờ	$X \leq 300$
3	Từ 12 giờ đến 24 giờ	$X \leq 400$
4	Lớn hơn 24 giờ	$X \leq 600$

#### 2. *Mô hình lũ quét*

Với đặc điểm được xây dựng dựa trên mô hình thủy văn GIS, mô hình cảnh báo sớm lũ quét không giới hạn lượng mưa tương ứng với các thời đoạn mô phỏng. Mặc dù vậy,

các lượng mưa phù hợp với thực tế (theo cảnh báo sớm hoặc theo kinh nghiệm người dùng...) vẫn được khuyến nghị sử dụng để đưa ra kết quả cảnh báo sớm.

### 3. *Mô hình sạt lở đất*

Mô hình sạt lở đất được xây dựng bởi 4 mô hình học máy, trong đó được phân thành 2 nhóm: mô hình hồi quy và mô hình cây quyết định. Các mô hình được xây dựng dựa trên lượng mưa tương ứng tần suất 5%. Kết quả tính toán cho thấy lượng mưa trong khu vực nghiên cứu ứng với tần suất 5% dao động trong khoảng từ 300÷400mm. Do vậy, một số lưu ý khi áp dụng mô hình như sau:

- Nhóm mô hình hồi quy chỉ bao gồm mô hình hồi quy logistic, đặc điểm của mô hình là có xét tới yếu tố tuyến tính như lượng mưa hoặc độ dốc lớn thì nguy cơ sạt lở lớn..., do vậy, mô hình này có thể mô phỏng các giá trị mưa bất kỳ dựa vào phương trình tuyến tính.
- Nhóm mô hình cây quyết định bao gồm mô hình RF (Random Forest), mô hình Xgboost và GBC. Đặc điểm của các mô hình này là có độ tin cậy cao trong khoảng dữ liệu đã đào tạo và có độ tin cậy thấp hơn đối với dữ liệu nằm ngoài phạm vi đào tạo. Dữ liệu mưa đào tạo chủ yếu nằm trong khoảng từ 300÷400mm trong 10 ngày. Do vậy, các mô hình này được khuyến nghị sử dụng đối với trường hợp cảnh báo sớm nguy cơ sạt lở với lượng mưa trong khoảng từ 300÷400mm/10 ngày.

### 4. *Mô hình bồi lấp lòng hồ*

Các kịch bản bồi lấp lòng hồ được xây dựng đến cuối thế kỷ bao gồm kịch bản biến đổi khí hậu RCP4.5 và RCP8.5 kết hợp với kịch bản thay đổi sử dụng đất. Kết quả dự đoán đến cuối thế kỷ có sự biến đổi rất lớn giữa các kịch bản.

Đối với kịch bản biến đổi khí hậu, nghiên cứu này khuyến nghị sử dụng kịch bản biến đổi khí hậu RCP4.5 để xác định nguy cơ bồi lấp đến cuối thế kỷ.

Đối với kịch bản thay đổi sử dụng đất, nghiên cứu này khuyến nghị sử dụng kịch bản “thay đổi diện tích cây cỏ/cây bụi thành rừng đa tầng tán” – Kịch bản 8 để tham chiếu xác định nguy cơ bồi lấp theo thời gian với kỳ vọng có thể nhân rộng mô hình trồng rừng kết hợp cây được liệu cho các khu vực đồi núi trồng các cây với độ che phủ thấp để tăng cường chất lượng thảm phủ.

### KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

- Với các số liệu được điều tra thực địa, khảo sát đo đạc bổ sung. Đề tài đã phân tích, đánh giá và xác định được hiện trạng các loại hình thiên tai chính như lũ, ngập lụt, lũ quét, sạt lở đất và bồi lắng lòng hồ Ba Bể.

- Từ các phương pháp nghiên cứu và các số liệu cơ bản đã được trình bày trong Chương 2, đề tài đã mô phỏng, tính toán xác định nguy cơ đối với từng loại hình thiên tai, cụ thể như sau:

+ Xác định nguy cơ lũ, nguy cơ ngập lụt: đề tài đã tiến hành phân tích lựa chọn trận mưa điển hình, xác định kịch bản mưa tính toán với lượng mưa tương ứng 100mm, 200mm, 300mm, 400mm, 500mm. Tính toán, mô phỏng và xây dựng bản đồ nguy cơ lũ, ngập lụt tương ứng với các kịch bản.

+ Xác định nguy cơ lũ quét: Sử dụng công cụ GIS, đề tài đã tiến hành phân tích đặc điểm độ cao, độ dốc địa hình, chiều dài dòng chảy, sự tập trung dòng chảy, thảm phủ, thổ nhưỡng để làm cơ sở cho tính toán xác định nguy cơ lũ quét. Trong phạm vi nghiên cứu, đề tài đã tiến hành xác định nguy cơ lũ quét dựa trên 3 điều kiện độ ẩm kỳ trước là KHÔ, BÌNH THƯỜNG và ƯỚT, khả năng xuất hiện lũ quét của mỗi điều kiện độ ẩm kỳ trước là hoàn toàn khác nhau với cùng 1 lượng mưa trong cùng thời đoạn nhất định. Đề tài đã tiến hành xây dựng các bản đồ nguy cơ lũ quét theo một số kịch bản khác nhau.

+ Xác định nguy cơ sạt lở đất: Sử dụng công cụ GIS, ảnh viễn thám đa phổ, đề tài tiến hành phân tích các thông số cơ bản để xác định nguy cơ sạt lở đất, bao gồm: độ cao địa hình, độ dốc địa hình, độ cong địa hình, khoảng cách đến sông suối, khoảng cách đến đường giao thông, thảm phủ, thổ nhưỡng (loại đất), mật độ sông suối .... Trên cơ sở 08 trạm quan trắc mưa trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn và 808 điểm sạt lở, đề tài đã tiến hành khôi phục lượng mưa gây sạt lở tại 808 điểm, từ đó phân tích lượng mưa tích lũy từ 1-30 ngày tại từng điểm sạt lở và xác định lượng mưa tích lũy 10 ngày là giá trị mưa có nguy cơ gây sạt lở cao nhất lựa, đồng thời phân tích, lựa chọn chu kỳ lặp lại của lượng mưa gây sạt lở tại các điểm là 20 năm để xây dựng các mô hình học máy. Đề tài đã xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở theo các kịch bản mưa tương ứng, với thời gian mưa tích lũy là 10 ngày.

+ Xác định nguy cơ bồi lắng lòng hồ: Trên cơ sở các số liệu điều tra, khảo sát, đề tài đã tiến hành thiết lập mô hình nhằm mô phỏng quá trình xói mòn, vận chuyển bùn cát trên các lưu vực sông đổ vào hồ Ba Bể, cũng như vận chuyển bùn cát trong khu vực lòng hồ Ba Bể. Đề tài đã xây dựng các kịch bản tính toán và tính toán, mô phỏng cho các kịch bản trong điều kiện bình thường và trong điều kiện biến đổi khí hậu (RCP 4.5 và RCP 8.5), từ đó xác định được tổng lượng bùn cát vận chuyển trên các nhánh sông đổ vào hồ Ba Bể, tổng lượng bùn cát vận chuyển, bồi lắng trong lòng hồ Ba Bể và xây dựng bản đồ nguy cơ bồi lắng lòng hồ Ba Bể theo các kịch bản tính toán, mô phỏng.



- Các kết quả phân tích đánh giá hiện trạng, xác định nguy cơ đối với các loại hình thiên tai là rất quan trọng, các kết quả này là tiền đề chủ yếu để đưa ra các giải pháp ứng phó hữu hiệu đối với từng loại hình thiên tai khác nhau. Đặc biệt là cơ sở dữ liệu nền quan trọng để thiết lập hệ thống cảnh báo sớm thiên tai theo mục tiêu đề ra.

## **CHƯƠNG 4. ĐỀ XUẤT CÁC GIẢI PHÁP ỨNG PHÓ VỚI MỘT SỐ THIÊN TAI CHÍNH, PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN KINH TẾ XÃ HỘI**

### **4.1. Đặt vấn đề**

Mục tiêu là đưa ra các giải pháp nhằm giảm thiểu thiệt hại về người, sinh kế, nhà ở, kinh tế - xã hội và cơ sở hạ tầng do thiên tai gây ra. Dựa vào phương pháp phân tích nguyên nhân – hậu quả (causes and effects), từ phân tích rủi ro của từng loại hình thiên tai trên địa bàn tỉnh tác động đến các đối tượng, nhóm đối tượng để phân tích, đánh giá đưa ra các giải pháp phù hợp nhằm giảm thiểu rủi ro, đặc biệt tại những khu vực nguy cơ cao.

Trên thực tế, để ứng phó với các loại hình thiên tai cần thực hiện tốt ở cả 3 giai đoạn: phòng ngừa, ứng phó và khắc phục hậu quả, tuy nhiên, giai đoạn phòng ngừa là giai đoạn quan trọng hàng đầu, quyết định sự sẵn sàng khi thiên tai xảy ra.

Các khung giải pháp hầu hết đã được các nhà hoạch định chính sách đưa ra, có rất nhiều công việc cần phải thực hiện trong công tác phòng, chống thiên tai. Ngay cả phương châm bốn tại chỗ đã thể hiện khá đầy đủ và chi tiết các công việc cần thực hiện ở cả 3 giai đoạn phòng ngừa, ứng phó và khắc phục hậu quả.

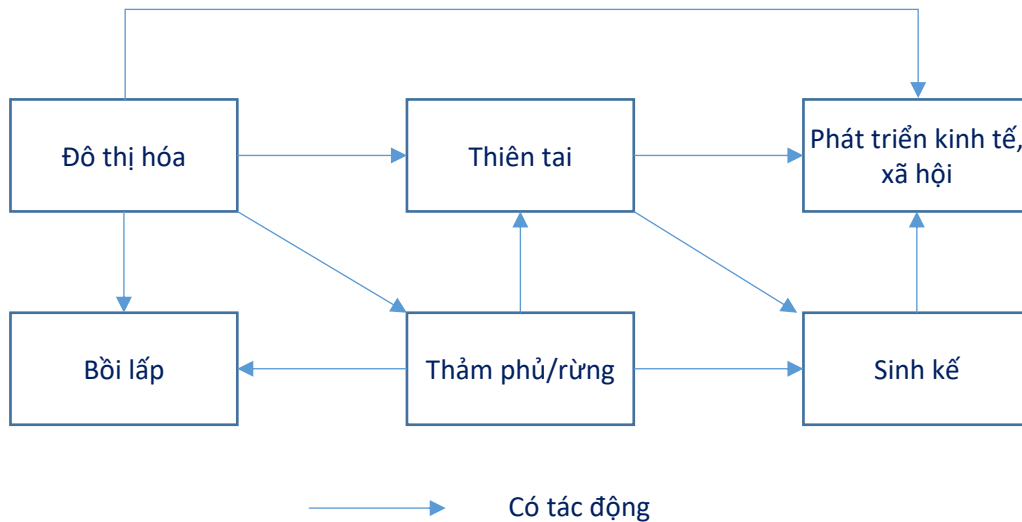
Có hai vấn đề chính cần được giải quyết ở trong phạm vi lưu vực hồ Ba Bể, thứ nhất là cần đưa ra những giải pháp ứng phó với các loại hình thiên tai chính và thứ hai là giữ ổn định tự nhiên khu vực phục vụ phát triển kinh tế xã hội. Giải pháp tổng thể thực tế xuyên suốt từ việc xây dựng chính sách, văn bản pháp luật đến việc đưa các giải pháp công trình, phi công trình vào áp dụng.

Theo định hướng ban đầu, việc giữ ổn định tự nhiên hồ Ba Bể mang lại rất nhiều yếu tố tích cực, đặc biệt là môi trường. Giữ gìn được rừng tự nhiên giúp thảm phủ có đủ chất lượng làm giảm xói mòn và khả năng tập trung dòng chảy, từ đó cũng giúp làm giảm tác động của các loại hình thiên tai do mưa gây ra. Mặc dù thiên tai là một hiện tượng không thể ngăn chặn, tuy nhiên việc làm giảm tác động của thiên tai đến lưu vực hồ Ba Bể là hoàn toàn có thể.

Trong những năm gần đây, người dân và chính quyền địa phương rất quan tâm đến việc bồi lấp lòng hồ Ba Bể, một phần nguyên nhân là do sự gia tăng cực đoan của các

hiện tượng thời tiết, một phần là do chất lượng thảm phủ chưa tốt, ngoài ra, một yếu tố khác trong những năm gần đây là sự phát triển kinh tế xã hội. Việc làm đường, xây dựng các công trình đã phá hủy rất nhiều hiện trạng tự nhiên, gây ra một lượng đất, bụi và thậm chí là sạt lở. Hậu quả của quá trình đô thị, phát triển là sự tàn phá về môi trường, có ảnh hưởng không nhỏ đến quá trình bồi lắng hồ Ba Bể.

Nhìn chung, trên lưu vực hồ Ba Bể, các vấn đề đô thị hóa, thiên tai, bồi lấp, thảm phủ/rừng, sinh kế đều có tác động chặt chẽ đến nhau, được thể hiện như sau:



Hình 123. Tác động qua lại giữa các vấn đề trên lưu vực hồ Ba Bể

**Đô thị hóa:** vấn đề này đang hiện hữu trên lưu vực hồ Ba Bể, là tác nhân chính gây ra sự suy giảm chất lượng thảm phủ, tăng lượng bồi lấp lòng hồ và tác động đến thiên tai (sạt lở đất, ngập lụt...). Mặc dù quá trình đô thị hóa giúp thúc đẩy nền kinh tế phát triển, tuy nhiên tác động của quá trình này cần phải được đánh giá toàn diện và có những giải pháp giảm thiểu.

- Làm giảm tác động đến môi trường: phá hủy một phần tự nhiên như san lấp đồi núi làm đường giao thông, xây dựng... đang gây ra những tác động tiêu cực với tự nhiên. Sạt lở taluy đường đã xuất hiện ở nhiều nơi, vật liệu thải từ quá trình xây dựng hình thành... tất cả đều tạo nên một sự phát triển kém bền vững. Để giảm thiểu tác động, cần có những giải pháp ổn định nhiên, mái dốc, các giải pháp đảm bảo về bảo vệ môi trường, tiêu thoát nước...
- Làm giảm tác động đến quá trình bồi lấp lòng hồ: mọi hoạt động trong lưu vực hồ Ba Bể đều có đích đến là hồ Ba Bể do tính chất khép kín của lưu vực, lượng đất đá do sạt lở, vật liệu thải của quá trình đô thị hóa góp phần tăng

khả năng bồi lấp lòng hồ Ba Bể. Vì vậy, quy hoạch phát triển là một yếu tố quan trọng và cần thiết để làm giảm tác động đến quá trình bồi lấp hồ Ba Bể.

- Góp phần làm giảm tác động của thiên tai: quá trình đô thị hóa làm tăng khả năng tập trung dòng chảy, tác động mạnh mẽ đến sử dụng đất và bề mặt lưu vực, từ đó gây ra những tác động tiêu cực, góp phần tăng cường các tác động của mưa lũ đến khu vực. Để làm giảm tác động trên, cần tập trung phát triển tự nhiên ở thượng lưu như tăng cường chất lượng rừng và quy hoạch hợp lý phát triển ở vùng hạ lưu. Các công trình xây dựng cần được đánh giá tác động đến thiên tai và môi trường.

**Bồi lấp lòng hồ Ba Bể:** đây là vấn đề hiện hữu nhiều năm nay, được người dân và chính quyền địa phương hết sức quan tâm. Tuy nhiên, quá trình này là một quá trình tự nhiên, tất yếu xảy ra. Các giải pháp gián tiếp chỉ có tác động giảm thiểu chứ không thể ngăn chặn hoàn toàn được quá trình bồi lấp hồ Ba Bể. Nguyên nhân chính của quá trình bồi lấp liên quan đến quá trình đô thị hóa và chất lượng thảm phủ/rừng. Một số giải pháp giúp giảm thiểu bồi lấp lòng hồ Ba Bể bao gồm:

- Đô thị hóa hợp lý: Đô thị hóa cũng là một quá trình phát triển xã hội, nhu cầu về giao thông, xây dựng là thực tiễn. Tuy nhiên, việc đô thị hóa cần phải xem xét đánh giá tác động về các nguy cơ thiên tai như sạt lở đất, lũ lụt cũng như các vấn đề về môi trường. Đặc biệt trong quá trình xây dựng, sạt lở đất và các vật liệu thải là tác nhân tiêu cực đến hồ Ba Bể, làm tăng lượng bồi lấp lòng hồ và gây ô nhiễm cho môi trường. Các dự án có tác động tiêu cực mạnh mẽ đến môi trường sống cần được xem xét kỹ lưỡng và có giải pháp hợp lý.
- Tăng cường chất lượng thảm phủ/rừng: Trên thực tế, độ che phủ rừng ở lưu vực hồ Ba Bể được đánh giá là khá tốt so với các khu vực khác. Tuy nhiên, khu vực đồi núi dân sinh vẫn có chất lượng thảm phủ thấp. Các loại rừng sản xuất không đóng góp lớn vào việc tăng cường chất lượng thảm phủ mà chỉ tăng cường độ che phủ rừng. Do vậy, rất cần các mô hình trồng rừng hợp lý, giúp làm tăng chất lượng che phủ và đảm bảo sinh kế cho người dân. Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu phía dưới là một trong những giải pháp ưu việt, giúp phục hồi chất lượng thảm phủ/rừng, tăng cường ổn định tự nhiên, giảm xói mòn và đặc biệt là tạo sinh kế cho người dân bản địa.

**Thiên tai:** Thiên tai là một phần của tự nhiên, ở lưu vực hồ Ba Bể, chỉ có một số loại hình thiên tai chính như lũ, lũ quét, sạt lở đất, các loại hình này đều có liên quan đến

mưa và 2 tác nhân phụ bao gồm quá trình đô thị hóa và tác động của thảm phủ bề mặt, trên thực tế, quá trình đô thị hóa cũng tác động đến thảm phủ bề mặt. Để giảm thiểu tác động của thiên tai đến lưu vực hồ Ba Bể, một số các giải pháp tổng thể được đề xuất bao gồm:

- Tăng cường chất lượng thảm phủ/rừng đầu nguồn: đây là một yếu tố quan trọng giúp làm giảm khả năng tập trung dòng chảy và hạn chế các tác động do thiên tai gây ra như sạt lở đất và xói mòn bề mặt lưu vực. Để có thể tăng cường chất lượng thảm phủ/rừng, tán rừng là một trong những yếu tố đầu tiên được xem xét. Các loại cây có tán lớn hoặc rừng đa tầng tán giúp chất lượng thảm phủ được tăng cường.
- Xây dựng hệ thống cảnh báo đa thiên tai: theo đó, một hệ thống cảnh báo sẽ giúp người dân và chính quyền địa phương nắm bắt được thông tin về thời tiết, thiên tai và mối nguy cơ của các loại hình thiên tai, từ đó có những phương án chủ động làm giảm thiểu thiệt hại và phòng tránh. Trên lưu vực hồ Ba Bể, các loại hình thiên tai phổ biến bao gồm lũ, lũ quét và sạt lở đất. Một hệ thống cảnh báo sớm thiên tai được đề xuất ở giải pháp cụ thể là một trong các giải pháp hữu hiệu, hỗ trợ đắc lực trong công tác phòng, chống thiên tai cho lưu vực hồ Ba Bể.

**Sinh kế:** Bắc Kạn là một tỉnh có thành phần kinh tế chủ yếu bao gồm: nông nghiệp, lâm nghiệp, công nghiệp khai khoáng và dịch vụ du lịch. Để tăng cường chất lượng đời sống nhân dân và phát triển bền vững, phát triển nông nghiệp và lâm nghiệp là một trong những thế mạnh lớn của người dân nơi đây. Việc phát triển nông-lâm nghiệp còn giúp bảo vệ môi trường và hệ sinh thái rừng. Theo đó, về tổng thể cần tăng cường công tác trồng rừng và các sản phẩm từ nông nghiệp tạo sinh kế tự nhiên cho người dân. Một giải pháp chi tiết, cụ thể là trồng rừng kết hợp cây dược liệu được đề cập ở mục sau sẽ giúp người dân ổn định thu nhập và bảo vệ thiên nhiên đáng kể cho lưu vực hồ Ba Bể.

Giải pháp tổng thể cần được thực hiện từ cấp trung ương đến địa phương, trong đó, tạo điều kiện về chính sách và quy hoạch đóng vai trò quan trọng giúp địa phương có thể vừa phát triển kinh tế xã hội, vừa bảo vệ tài nguyên thiên nhiên và môi trường, đặc biệt là tài nguyên rừng – một thế mạnh vô cùng lớn của tỉnh Bắc Kạn nói chung và lưu vực hồ Ba Bể nói riêng. Người dân cần dựa vào thế mạnh của địa phương để phát triển du lịch, bảo vệ sinh thái và ổn định sinh kế, đó chính là những đóng góp quan trọng và mang tính bền vững trong việc phát triển kinh tế - xã hội của địa phương.

## **4.2. Giải pháp tổng thể**

### **4.2.1. Giải pháp phi công trình**

Giải pháp phi công trình được áp dụng cho hầu hết các loại hình thiên tai. Chủ yếu bao gồm hai loại: chấp nhận rủi ro và các giảm thiểu rủi ro.

Đối với khu vực chấp nhận rủi ro nghĩa là chấp nhận sống chung với thiên tai. Trong trường hợp này có thể cơ quan có thẩm quyền chấp nhận kết quả đánh giá rủi ro và lên các kế hoạch chuẩn bị nhằm giảm thiểu rủi ro. Giải pháp đưa ra là các cơ chế chính sách và các phương án ứng phó cần thiết khi thiên tai xảy ra tại vùng bị ảnh hưởng. Cụ thể hơn, giải pháp thông thường là xây dựng một hệ thống ứng phó khẩn cấp, bao gồm cả hệ thống cảnh báo thiên tai, ngoài ra, cơ chế về bảo hiểm liên quan đến thiên tai cũng được triển khai ở một số quốc gia.

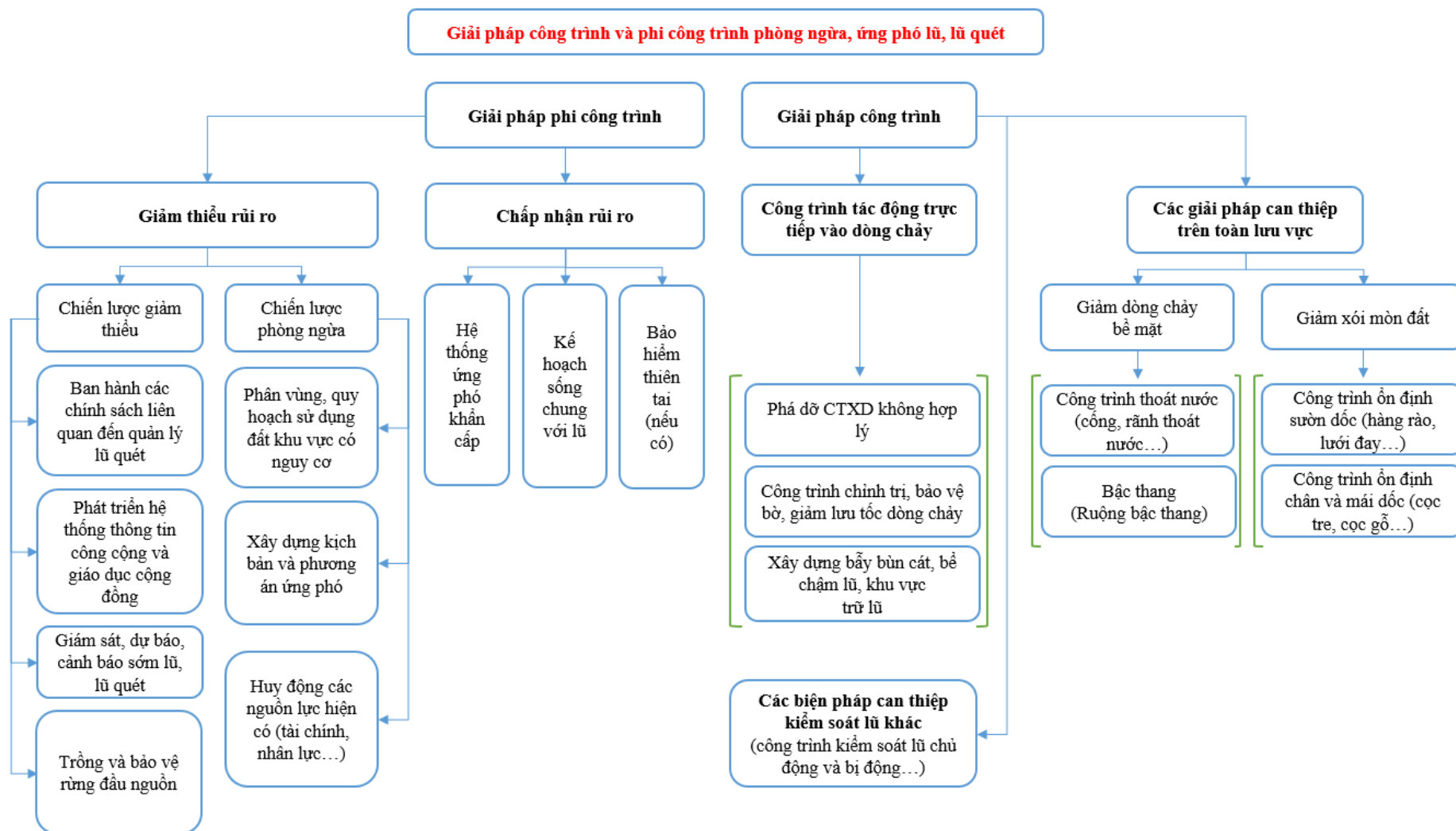
Đối với việc giảm thiểu rủi ro, có thể bao gồm: phân vùng, quy hoạch sử dụng đất, xây dựng kế hoạch ứng phó, huy động các nguồn lực tài chính, đào tạo nâng cao nhận thức cộng đồng...

### **4.2.2. Giải pháp công trình**

#### *1. Ứng phó với nguy cơ lũ, lũ quét*

Lũ, lũ quét vẫn xảy ra thường xuyên bất chấp sự phổ biến của các công nghệ tiên tiến trên thế giới. Mọi người phải đối mặt với rủi ro cao hơn khi các thành phố đang trở thành siêu đô thị và các nền kinh tế đang được nuôi dưỡng bằng quá trình đô thị hóa. Lũ quét đang tiếp tục cướp đi sinh mạng của nhiều người trên khắp thế giới. Chúng cũng gây thiệt hại cho tài sản và cơ sở hạ tầng và gây thiệt hại kinh tế. Lũ quét cực đoan ảnh hưởng mạnh đến môi trường tự nhiên và khu vực đô thị hoá của con người.

Lịch sử đã chỉ ra rằng, các cơ quan có thẩm quyền thường ứng phó với lũ theo hai cách: chủ động ngay sau thiên tai và bị động giữa các thiên tai. Phản hồi nhanh và mức độ ưu tiên cao đặc trưng cho cái trước, trong khi mức độ ưu tiên thấp và hành động chậm chạp minh họa cho cái sau. Hơn nữa, các nỗ lực thường có xu hướng tạm thời không có tính lâu dài, và do đó tập trung vào ứng phó khẩn cấp và phục hồi. Tuy nhiên, các chiến lược phòng ngừa và giảm thiểu đang ngày càng có nhiều cơ sở hơn trong vài năm qua. Chúng là những biện pháp thường được sử dụng để giảm cả rủi ro tự nhiên và công nghệ và có liên quan đặc biệt trong trường hợp lũ quét. Cái trước cung cấp về cơ chế, chính sách và định hướng quy hoạch, trong khi cái sau đưa ra vô số sự kết hợp của tất cả các biện pháp công trình và phi công trình khác. Tuy nhiên, cần nhấn mạnh rằng tính dễ bị tổn thương (do đô thị hóa, cơ sở hạ tầng phức tạp, phụ thuộc vào công nghệ thông tin, khoảng cách xã hội, toàn cầu hóa, v.v.) đang không ngừng gia tăng trên thế giới. Do đó, việc áp dụng các chiến lược phòng ngừa ngày càng khó khăn hơn, dẫn đến các chiến lược giảm thiểu hướng đến giảm thiểu rủi ro chiếm ưu thế.



Hình 124. Giải pháp công trình và phi công trình phòng ngừa và ứng phó lũ, lũ quét

- Biện pháp công trình có xu hướng chủ yếu xem xét tác động thủy văn và thủy lực của lũ lụt, lũ quét nên thường được giải quyết bằng cách chọn phương án tối đa hóa lợi ích ròng dự kiến. Ngoài ra, các biện pháp như vậy có thể có tác động đáng kể đến môi trường và hệ sinh thái trong khu vực ảnh hưởng. Hơn nữa, trong khi các giải pháp công trình góp phần giảm thiểu và bảo vệ lũ, lũ quét, sạt lở đất, chúng cũng có các trách nhiệm “công” tiềm ẩn khác đi kèm, chẳng hạn như vấn đề về giá trị lâu dài, an toàn, tác động môi trường có thể xảy ra và các chi phí liên quan đến hoạt động và bảo trì của hệ thống.

Trên thực tế, nhóm giải pháp công trình có hai nhóm là (1) can thiệp trên toàn lưu vực và (2) tác động trực tiếp đến dòng chảy.

Giải pháp thứ nhất mang tính ổn định, phát triển lâu dài nhờ vào việc giảm lượng dòng chảy bề mặt trực tiếp. Ở vùng núi Việt Nam nói chung và lưu vực hồ Ba Bể nói riêng, mô hình ruộng bậc thang là một trong những giải pháp giúp làm giảm lượng dòng chảy bề mặt mà vẫn đảm bảo được sinh kế cho người dân.

Giải pháp thứ hai là tác động trực tiếp đến dòng chảy bao gồm: (1) các công trình làm giảm tốc độ dòng chảy lũ; và (2) xây dựng các đập chắn bùn đá. Các công trình giảm tốc độ dòng chảy lũ phổ biến bao gồm: đập chắn ngang dòng; ngưỡng tràn...

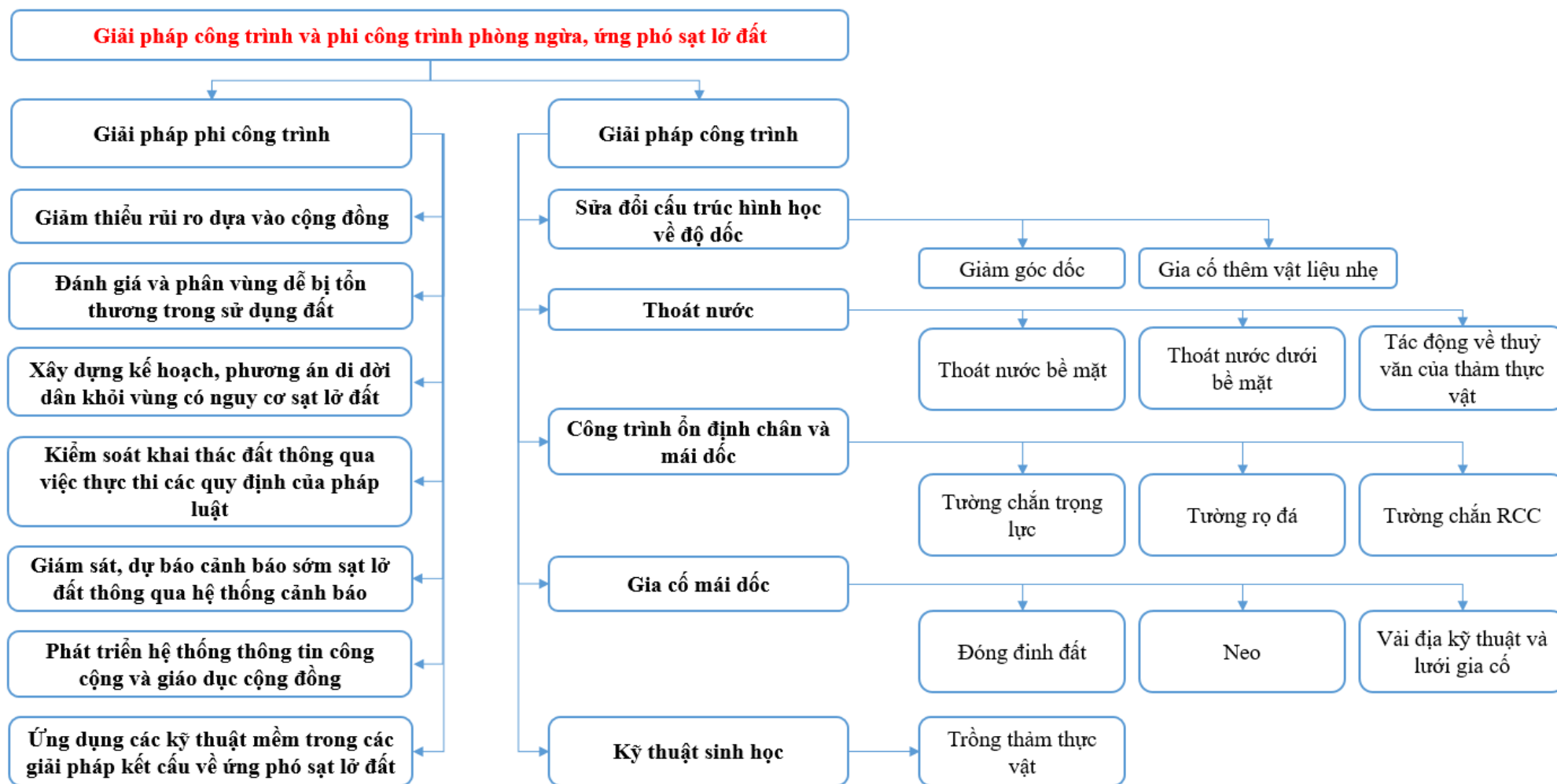


Hình 125. Đập chắn ngang dòng, ngưỡng tràn và đập chắn bùn đá

## 2. Ứng phó với nguy cơ sạt lở đất

Sạt lở đất là một trong những thảm họa thiên nhiên hay xảy ra nhất ở khu vực đồi núi. Hơn nữa, tốc độ đô thị hóa nhanh, mật độ dân số tăng, sử dụng đất không hợp lý, xê đồi, phá rừng bừa bãi và các hoạt động canh tác nông nghiệp đang làm trầm trọng thêm tính dễ bị tổn thương do sạt lở đất. Trong bối cảnh đó, điều cần thiết là phải phát triển các phương pháp phù hợp có thể là giải pháp hiệu quả và kinh tế để phòng chống trượt lở đất.

Việc lựa chọn các biện pháp thích hợp nên dựa trên đánh giá rủi ro, hậu quả có thể xảy ra, khả năng xây dựng, tác động môi trường và chi phí. Thông thường, có thể thực hiện hai loại phương pháp tiếp cận để ngăn ngừa sạt lở đất: một là các giải pháp công trình và hai là các biện pháp phi công trình (kỹ thuật mềm).



Hình 126. Giải pháp phi công trình và công trình phòng ngừa và ứng phó với sạt lở đất



Giải pháp đầu tư xây dựng các công trình với mục tiêu can thiệp vào môi trường tự nhiên hoặc hạn chế tối đa các hoạt động làm mất cân bằng tự nhiên (đặc biệt là trong quá trình xây dựng các công trình khai khoáng, giao thông, thủy điện, thủy lợi), nhằm giảm thiểu tối đa các nguyên nhân tiềm ẩn gây tai biến địa chất trên một phạm vi nhất định. Tuy nhiên, các giải pháp công trình thường mang tính thụ động, nếu không được thiết kế, thi công cẩn thận và xem xét chúng trong môi trường quan hỗ trợ với các biện pháp khác thì sẽ không thể mang lại hiệu quả như mong đợi.

Một số các giải pháp sau được thực hiện: (1) Bóc bỏ lớp phong hóa và thay đổi độ dốc của mái dốc; (2) Thoát nước mái dốc; (3) Gia cố mái dốc.



Bóc bỏ phong hoá thủ công



Bóc bỏ phong hoá bằng máy



Gia cố mái dốc



Thoát nước mái dốc



Hình 127. Một số giải pháp công trình chống sạt lở

### 3. Giảm thiểu nguy cơ bồi lấp lòng hồ

Với các loại hình thiên tai lũ lụt ngày càng diễn biến phức tạp, cộng với tình trạng lớp che phủ rừng mỏng dần đã làm tăng lượng đất đá cuốn trôi theo sông suối xuống hồ. Kết quả dẫn đến tốc độ bồi lấp tăng cao so với tình trạng lớp phủ rừng mặt đất còn nguyên.

Bên cạnh đó, ở một số khu vực, việc khai thác mỏ xung quanh các khu vực sông suối đổ vào hồ cũng làm tăng độ đục tại các sông suối. Có thể nhận định, do ảnh hưởng của mưa, lũ thì lớp đất đá đã bị cây xói trên bề mặt sẽ dễ dàng bị cuốn trôi theo sông suối.

Việc khai thác bừa bãi khoáng sản, nạn chặt phá rừng đã làm cho lượng bùn cát đổ vào hồ tăng lên đáng kể. Về tác động của các hoạt động khai thác khoáng sản đến bồi lấp hồ thì chưa có một nghiên cứu đánh giá tổng thể được tiến hành. Để xác định tác động của các hoạt động khai thác khoáng sản đến hiện tượng bồi lấp hồ cần rà soát tại tất cả các mỏ hoạt động xung quanh khu vực các sông suối đổ vào hồ (kể cả những mỏ đã dừng hoạt động) nhằm phân tích đánh giá mức độ ảnh hưởng của các mỏ khai thác này đến mức độ bồi lấp lòng hồ.

Sự suy giảm diện tích rừng trước đây có thể làm gia tăng diện tích đất trống, đồi núi trọc dẫn tới lượng đất xói mòn bề mặt lớn hơn khi xảy ra mưa. Lượng đất đá bị xói mòn lớn làm gia tăng lượng bùn cát vào hồ. Có thể nhận định sơ bộ một số nguyên nhân chính làm gia tăng lượng cát bùn đổ vào hồ gây nên xu thế bồi lấp ngày càng cao:

- Nguyên nhân tự nhiên, như mưa lũ, gắn liền với điều kiện địa hình, thời tiết tại khu vực hồ;

- Các hoạt động phát triển kinh tế – xã hội của con người, như xây dựng nhà và đường giao thông trong khu vực gần hồ, hoạt động canh tác trong khu vực gần hồ.

Các nguyên nhân này đã làm cho bồi lấp lòng hồ xảy ra mạnh mẽ gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến tuổi thọ của công trình và hoạt động vận hành kinh tế của hồ như điều tiết lũ, phát điện, cấp nước nông nghiệp ...

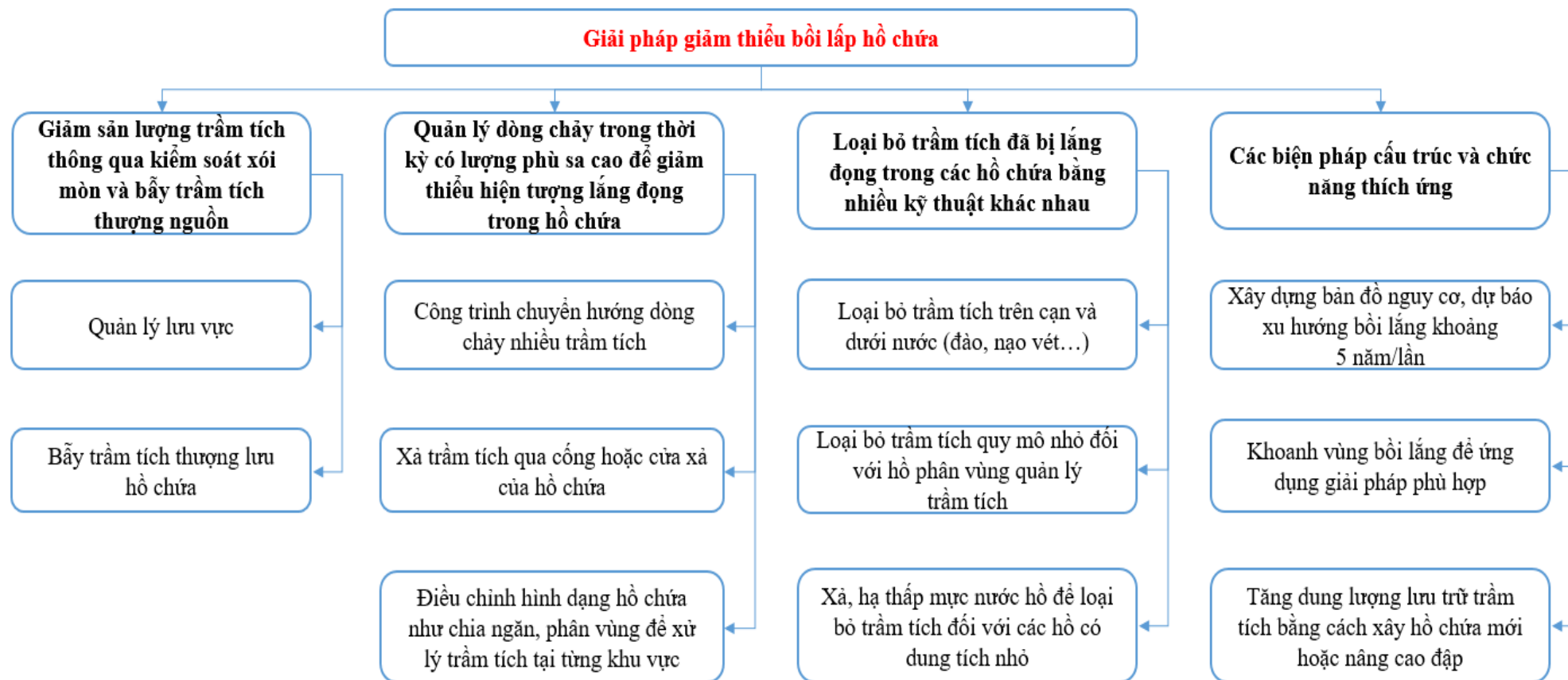
Để giải quyết các nguyên nhân nêu trên, các hoạt động, chiến lược để giải quyết bồi lấp hồ chứa có thể được phân thành bốn loại phương pháp chính:

- Giảm sản lượng trầm tích thông qua kiểm soát xói mòn và bẫy trầm tích thượng nguồn

- Quản lý dòng chảy trong thời kỳ có lượng phù sa cao để giảm thiểu hiện tượng kẹt trong hồ chứa

- Loại bỏ trầm tích đã bị lắng đọng trong các hồ chứa bằng nhiều kỹ thuật khác nhau

- Các biện pháp cấu trúc và chức năng thích ứng



Hình 128. Giải pháp giảm thiểu bồi lấp hồ chứa theo 4 phương pháp chính

b. Bẫy trầm tích ở thượng nguồn hồ chứa

✓ Bể trầm tích

Một bể trầm tích (còn được gọi là bẫy trầm tích, đập kiểm tra, hoặc bể chứa) là một kè bằng đất hoặc đá có vị trí thích hợp để thu dòng chảy và lọc bỏ trầm tích trước khi chúng đến hồ chứa.

Các lưu vực này làm thay đổi sự di chuyển của sóng lũ, làm gián đoạn chuyển động dọc của trầm tích, làm chậm dòng chảy hỗn loạn thành các dòng chảy có năng lượng thấp hơn và có thể loại bỏ phần lớn trầm tích dày đặc trong nước bằng cách lắng. Các bể trầm tích được thiết kế để cung cấp một khu vực cho dòng chảy có thể đọng lại và lắng xuống một phần trầm tích. Hiệu quả đặt bẫy là để giảm năng lượng vận chuyển của các dòng chảy.



Hình 129. Bể lắng được xây dựng bên trên Hồ chứa Wehrspann, Nebraska

Tất cả các bẫy trầm tích cần được bảo dưỡng thường xuyên để loại bỏ trầm tích. Khi có thể, các bẫy này có thể được thiết kế để thoát nước cho quá trình đào, sẽ ít tốn kém hơn so với việc nạo vét. Các kỹ thuật để làm cho việc loại bỏ trầm tích dễ dàng hơn là xây dựng một sân trước có thể tiếp cận được để giữ lại các hạt lớn nhất, xây dựng một đường dốc để tiếp cận nạo vét nhỏ và thiết lập một khu vực đầu nguồn để xử lý trầm tích.

✓ Đê bồi lắng

Được lắp đặt ở thượng lưu của các hồ chứa để tạo thành đầm lầy, đê bao (còn được gọi là phụ thổ) giữ trầm tích và dòng chảy nông nghiệp khi nước vào hồ chứa. Các cấu trúc này làm chậm vận tốc nước khi có lũ, cho phép trầm tích lắng xuống trước khi nước đến hồ chứa chính. Nước phía sau con đê phát triển một vùng đất ngập nước rộng lớn giúp tăng khả năng lọc bùn cát đồng thời cung cấp môi trường sống mở rộng cho các loài cá thích nghi với vùng đất ngập nước,



cũng như các loài chim ven biển, chim nước và chim thú.

Hình 130. Đê trầm tích (phụ) được xây dựng ở phần trên của hồ chứa Nebraska

Đê trầm tích và bê trầm tích phục vụ cùng một mục đích. Việc lựa chọn cái này so với cái kia thường phụ thuộc vào địa điểm và quyền sở hữu, khả năng tiếp cận, thủy văn và tiềm năng giá trị gia tăng trong việc cung cấp thêm môi trường sống cho cá và động vật hoang dã.

c. Loại bỏ trầm tích quy mô nhỏ

Các máy nạo vét này có hiệu quả trong việc loại bỏ cát, phù sa và trầm tích hữu cơ tích tụ bên cạnh bờ hồ, xung quanh bến tàu, hoặc từ các môi trường sống thủy sinh nhỏ nhưng quan trọng ở vùng nước bị lắng đọng. Khả năng đào của các máy này nằm trong vùng lân cận 350–1.500 ft<sup>3</sup>/h tùy thuộc vào bản chất của trầm tích, độ sâu hoạt động và khoảng cách được bơm.



Hình 131. Máy hút bùn có công suất nhỏ

**4.3. Giải pháp cụ thể cho một số loại thiên tai chính và ổn định tự nhiên lưu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế - xã hội**

**4.3.1. Cảnh báo, ứng phó với các loại hình thiên tai chính lưu vực hồ Ba Bể**

4.3.1.1. Hiện trạng cảnh báo, ứng phó các loại hình thiên tai chính lưu vực hồ Ba Bể

Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn nói chung và lưu vực hồ Ba Bể nói riêng được quản lý dữ liệu ở các hệ thống chuyên biệt như:

Bảng 28. Các hệ thống có liên quan đến công tác phòng, chống thiên tai lưu vực hồ Ba Bể, tỉnh Bắc Kạn

TT	Tên hệ thống	Đơn vị quản lý
1	Hệ thống khí tượng, thủy văn tỉnh Bắc Kạn	Đài Khí tượng thủy văn tỉnh Bắc Kạn
2	Hệ thống đo mưa Vrain	Công ty Watec
3	Hệ thống thông tin ngành Nông nghiệp tỉnh Bắc Kạn	Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn

TT	Tên hệ thống	Đơn vị quản lý
4	Hệ thống cảnh báo thiên tai lưu vực hồ Ba Bể, thuộc Đề tài: Nghiên cứu các giải pháp ứng phó với một số thiên tai chính gây mất ổn định tự nhiên khu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế xã hội của địa phương	Chi cục Thủy lợi tỉnh Bắc Kạn

Các hệ thống này trong công tác phòng, chống thiên tai đều cung cấp những thông tin có giá trị, tuy nhiên, việc kiểm soát nhiều hệ thống hiện nay đang mang lại nhiều bất cập. Toàn bộ thông tin về quan trắc như lượng mưa, mực nước hoặc các yếu tố khác cần được tích hợp từ nhiều nguồn khác nhau vào cùng một hệ thống để có cái nhìn toàn diện nhất về các thiết bị quan trắc trên địa bàn hay các thông tin tổng hợp khác. Một số chức năng của hệ thống cần đáp ứng bao gồm:

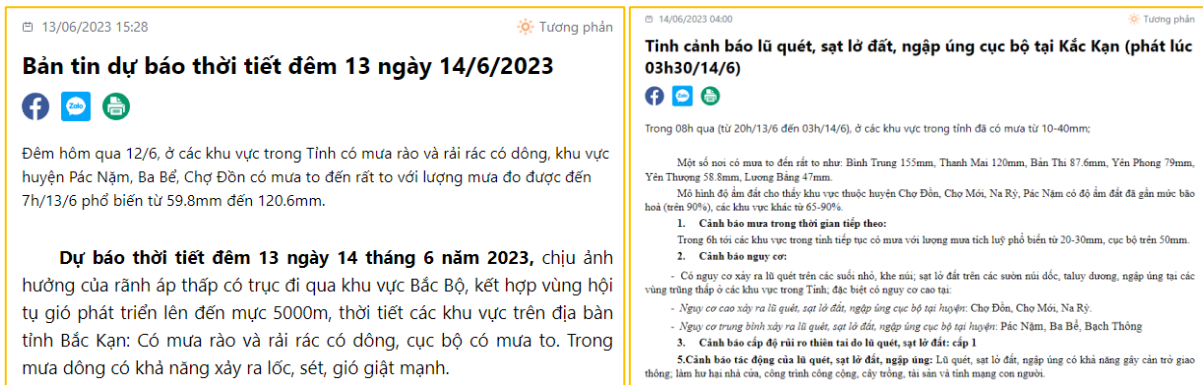
- Quản lý công trình thủy lợi, phòng chống thiên tai trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.
- Quản lý số liệu quan trắc khí tượng thủy văn tổng hợp trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.
- Xây dựng, tích hợp hệ thống cảnh báo đa thiên tai trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.
- Xây dựng, tích hợp hệ thống quản lý thiệt hại và hỗ trợ sau thiên tai trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.
- Quản lý, theo dõi an toàn đập, hồ chứa nước trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.

#### a. Hệ thống khí tượng thủy văn tỉnh Bắc Kạn

Đây là một hệ thống chuyên ngành, do Đài Khí tượng thủy văn tỉnh Bắc Kạn quản lý. Hiện nay, hệ thống đang được truy cập tại địa chỉ <https://kttvbackan.gov.vn/>. Nhiệm vụ chính của hệ thống có liên quan đến công tác phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh nói chung và lưu vực hồ Ba Bể nói riêng bao gồm:

- Dự báo thời tiết chung trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.
- Dự báo thủy văn hạn ngắn, hạn vừa và các tình thế thời tiết nguy hiểm.
- Nhận định khí hậu theo tháng, theo mùa.
- Dự báo lũ trên các sông lớn, sạt lở đất toàn tỉnh Bắc Kạn.
- Thông tin về điểm xảy ra các loại hình thiên tai.

Đây là hệ thống đang được các cơ quan có liên quan đến công tác phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn sử dụng. Trong quá trình sử dụng hệ thống, các thông tin được đưa ra hầu hết theo ngày và hầu hết mang tính chất thông báo, đề phòng.



Hình 132. Minh họa bản tin dự báo của Đài KTTV tỉnh Bắc Kạn

Các thông tin dự báo/cảnh báo đang ở quy mô cấp xã, thậm chí cấp huyện, ở các cấp quy mô này, việc đón nhận các thông tin dự báo/cảnh báo chưa hiệu quả trong công tác phòng, chống thiên tai.

Để công tác phòng, chống thiên tai được hiệu quả, các thông số chi tiết mang ý nghĩa rất quan trọng: lũ sẽ xảy ra ở đâu, vào khoảng thời gian nào... Các thông tin này giúp các lực lượng phòng, chống thiên tai cấp xã/huyện có thể tập trung nguồn lực để ứng phó, người dân sẽ chủ động bảo vệ tài sản và hiểu rõ hơn được các mối nguy hại đối với khu vực sinh sống.

Một bản đồ không gian có thể truy cập tại địa chỉ <https://kttvbackan.gov.vn/ban-do-gis> giúp hiển thị trực quan và chi tiết hơn các thông tin. Tuy nhiên, các thông tin hiển thị vẫn còn rất hạn chế:

**Về thời tiết, thủy văn:** chủ yếu cập nhật thông tin thời tiết hiện tại từng xã theo thời gian. Chưa cập nhật thông tin về lượng mưa, nhiệt độ và các quan trắc tại các trạm khí tượng, thủy văn trên địa bàn tỉnh theo thời gian.

**Về bản đồ lũ:** Chưa cập nhật thông tin về lũ từ các con sông theo thời gian. Bản đồ có hiển thị thông tin các khu vực xảy ra lũ ống (được thể hiện trên bản đồ Google, đến 17/08/2022), các điểm thể hiện vị trí có nguy cơ lũ ống trên địa bàn tỉnh (không theo thời gian và tình thế thời tiết).

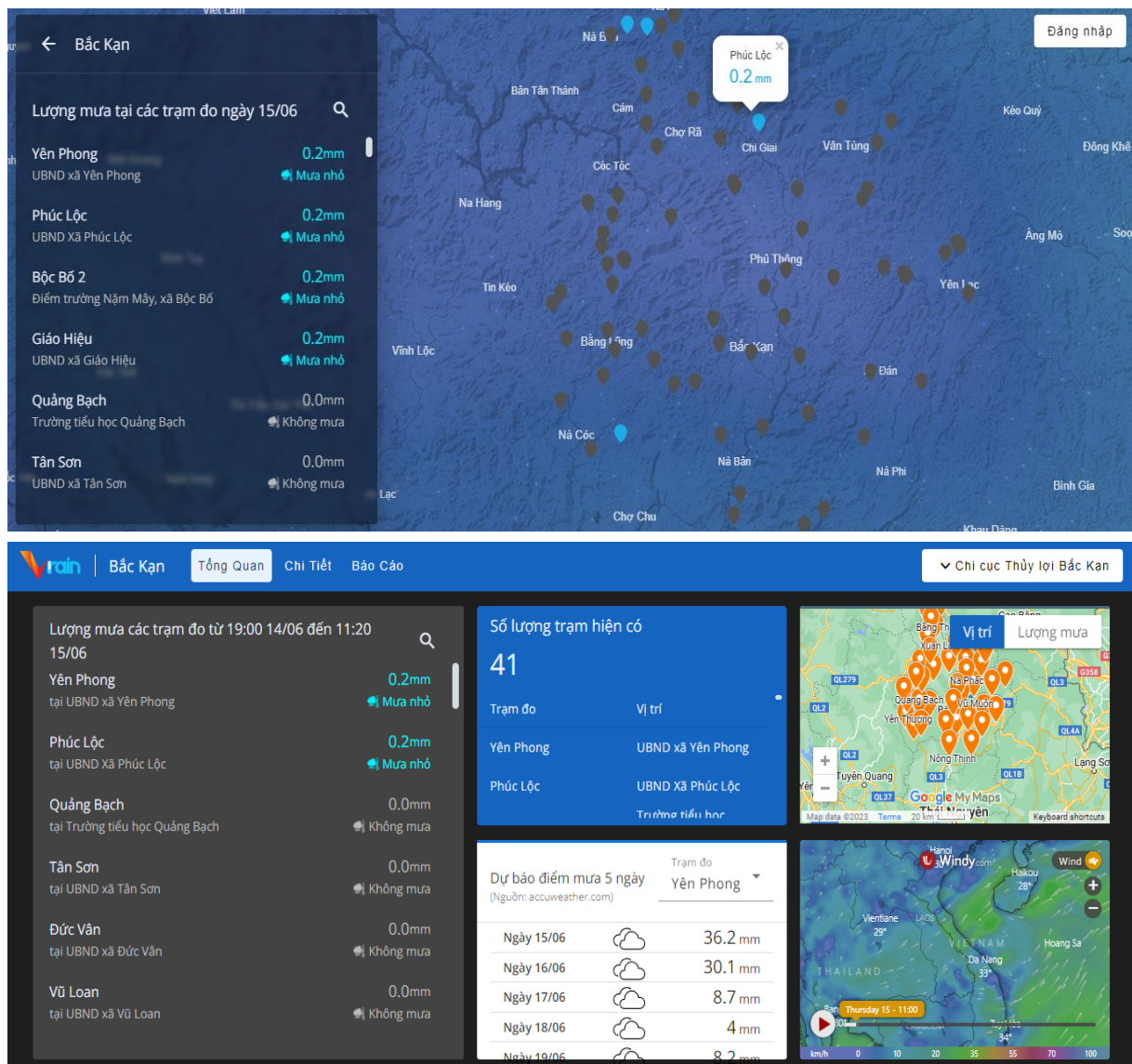
**Về Bản đồ sạt lở đất:** Chưa cập nhật thông tin về sạt lở đất theo thời gian. Bản đồ có hiển thị các điểm nguy cơ về sạt lở đất trên đại bàn tỉnh (không theo thời gian và tình thế thời tiết).

**Về thông tin điểm thiên tai:** Hiện mới chỉ có thông tin của 01 điểm xảy ra thiên tai vào ngày 18/05/2021 do sạt lở đất.

b. Hệ thống đo mưa Vrain

Hệ thống đo mưa Vrain trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn bao gồm 41 trạm quan trắc mưa cũ (tính đến 2022) và 33 trạm đo mưa mới lắp đặt (tính đến 2023) theo thời gian với

bước thời gian là 1 giờ. Hệ thống cung cấp các thông tin theo dõi trực tuyến về lượng mưa ở cả phiên bản web và mobile. Địa chỉ truy cập của hệ thống là <https://www.vrain.vn/>.

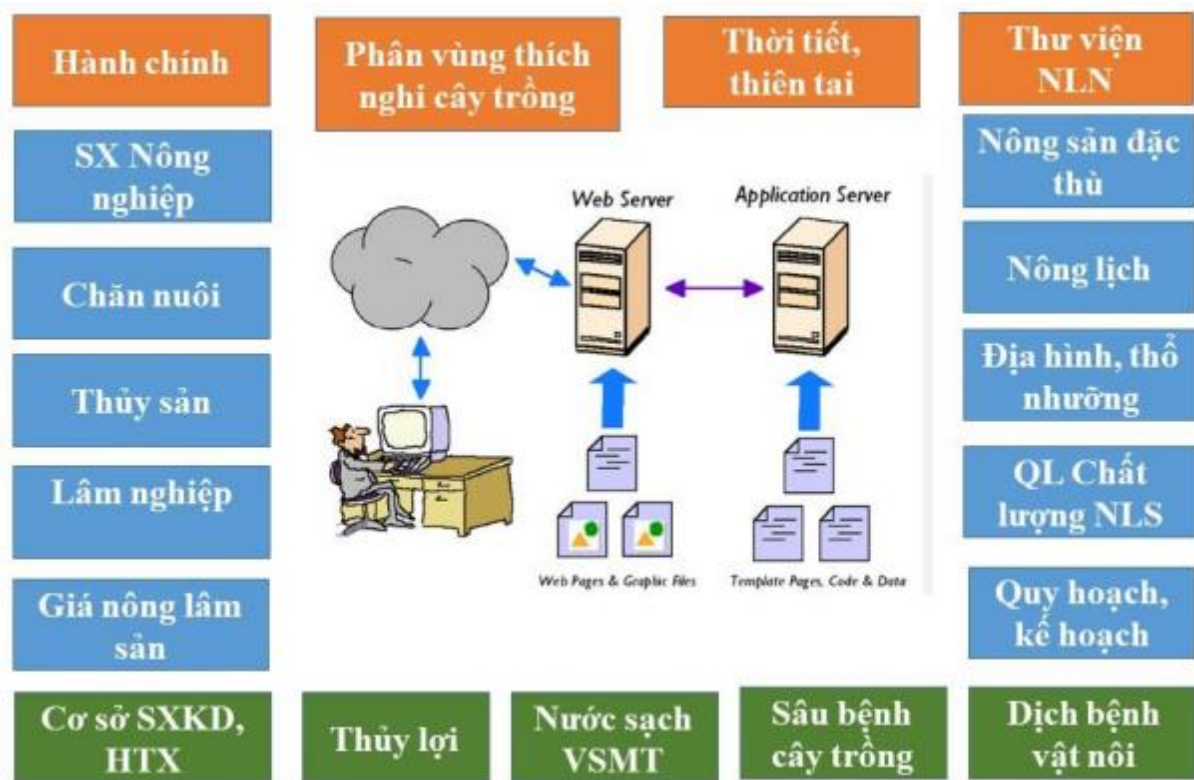


Hình 133. Quan trắc mưa Vrain theo thời gian thực tại Bắc Kạn

Hệ thống mưa Vrain mang ý nghĩa lớn hơn trong công tác phòng, chống thiên tai. Các khu vực mưa lớn được thể hiện từ đó có thể nắm bắt được nguy cơ thiên tai do mưa có thể gây ra.



c. Hệ thống cơ sở dữ liệu nông nghiệp Bắc Kạn



Hình 134. Hệ thống cơ sở dữ liệu nông nghiệp Bắc Kạn

Hiện nay, các đối tượng về thủy lợi và phòng, chống thiên tai được tích hợp vào hệ thống cơ sở dữ liệu nông nghiệp bao gồm thông tin các công trình thủy lợi và thông tin thời tiết, thiên tai. Trong đó, thông tin các công trình thủy lợi được tích hợp trực tiếp vào hệ thống, các thông tin về thời tiết và thiên tai được tham chiếu tới hệ thống khí tượng thủy văn tỉnh Bắc Kạn.

STT	Tên công trình thủy lợi	Địa chỉ	Năm xây dựng	Loại hình	Chi tiết
1	Kênh Mường Tông Cả	Chợ Rã, Huyện Ba Bể	2012	Kênh	📄
2	Đập kênh Tênh Thiếng	Xuân La, Huyện Pác Nặm	2009	Đập	📄
3	Đập kênh Cốc Nghiêu	Xuân La, Huyện Pác Nặm	2003	Đập	📄
4	Đập nương Tống Luông	Xuân La, Huyện Pác Nặm		Đập	📄

**THÔNG TIN CHI TIẾT CÔNG TRÌNH THỦY LỢI**

Tên công trình: **Kênh Mường Tông Cả**

Địa chỉ: Chợ Rã, Chợ Rã, Huyện Ba Bể

Năm xây dựng: 2012

Cơ quan quản lý: Công ty TNHH MTV Quản lý, khai thác công trình thủy lợi Bắc Kạn

Tổng vốn đầu tư (Triệu đ): 901.963

Nguồn đầu tư: Huyện, IPAD

Dung tích (m<sup>3</sup>): 6.57

Loại hình: Kênh

Qnhi chủ:

Kinh độ: 105.74664140031043

Vi độ: 22.451351000448362

**1. Khai thác HTTT ngành Nông nghiệp và PTNT**

**(19). Thông tin thời tiết, thiên tai**

**ĐẠI KHÍ TƯỢNG THỦY VĂN TỈNH BẮC KẠN**

Số điểm rét đậm (T°C<15°): 12

Huyện	Xã	Nhiệt độ (°C)
1	Ba Bể	Đông Phúc 13
2	Ba Bể	Nam Mẫu 14
3	Bạch Thông	Võ Muộn 14
4	Bạch Thông	Sĩ Bình 14
5	Bạch Thông	Cao Sơn 14
6	Chợ Đồn	Bằng Phúc 14
7	Chợ Mới	Yên Cư 14
8	Na Rì	Kim Hỷ 14
9	Ngân Sơn	Hiệp Lạc 14

**Dự báo thời tiết đêm 07 ngày 08/12/2022**

#Dự báo thời tiết: Đêm nay và ngày mai, mưa, hửng của áp cao lạnh 38/12/2022

**Dự báo thời tiết đêm 06 ngày 07/12/2022**

#Dự báo thời tiết: Đêm nay và ngày mai, chịu ảnh hưởng của áp cao lạnh 37/12/2022

**Tin Gió mùa đông bắc và rét (phát sáng ngày 01/12/2022)**

Dự báo: Chiều và đêm nay 01/12, bộ phận không khí lạnh này sẽ tiếp tục ảnh hưởng đến khu vực trên địa bàn.

Hình 135. Quản lý công trình thủy lợi và thông tin thời tiết, thiên tai

4.3.1.2. Các vấn đề còn tồn tại trong công tác cảnh báo sớm các loại hình thiên tai chính lưu vực hồ Ba Bể

Hiện nay, sau khi hoàn thành hệ thống cảnh báo thiên tai lưu vực hồ Ba Bể do Đề tài thực hiện, về cơ bản đã có thể cung cấp đầy đủ thông tin về tình hình thiên tai, cảnh báo

ngắn hạn (1÷4) giờ cho loại hình thiên tai lũ, lũ quét trên các sông đổ vào hồ Ba Bể, cảnh báo nguy cơ sạt lở theo thời gian thực dựa trên lượng mưa tích lũy 10 ngày, cảnh báo mưa lớn theo giờ.

Mặc dù vậy, công tác quản lý thiên tai vẫn còn nhiều bất cập, chưa đáp ứng hoàn toàn được yêu cầu phòng, chống thiên tai của địa phương bao gồm:

**Các hệ thống còn rời rạc:** Công tác phòng, chống thiên tai lưu vực hồ Ba Bể nói riêng và tỉnh Bắc Kạn nói chung vẫn cần sử dụng dữ liệu của nhiều hệ thống kết hợp, trong đó:

- Hệ thống cảnh báo thiên tai Ba Bể: cung cấp đầy đủ thông tin về tình hình thiên tai trên lưu vực hồ Ba Bể cho các loại hình lũ, lũ quét, sạt lở đất, mưa lớn.
- Hệ thống của Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Bắc Kạn cung cấp các thông tin về thời tiết, cảnh báo theo chuyên ngành khí tượng thủy văn. Cung cấp hệ thống thống kê thiệt hại.
- Hệ thống quan trắc mưa Vrain: về cơ bản đã được tích hợp đầy đủ trên hệ thống cảnh báo thiên tai Ba Bể.
- Hệ thống CSDL Nông nghiệp tỉnh Bắc Kạn: quản lý hiện trạng công trình thủy lợi, phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn.

Do vậy, để nắm bắt được toàn bộ thông tin về thủy lợi, phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn nói chung và lưu vực hồ Ba Bể nói riêng, cơ quan quản lý cần truy cập nhiều hệ thống, gây ra sự phân mảnh và thiếu kết nối.

**Chưa đồng bộ quản lý thiên tai các cấp:** Công tác phòng, chống thiên tai cần được thực hiện xuyên suốt từ cấp trung ương đến địa phương. Hiện nay, toàn bộ quy trình quản lý, phòng, chống thiên tai chưa có sự kết nối chặt chẽ:

- Phương án phòng, chống thiên tai: thực hiện từ cấp xã → cấp huyện → cấp tỉnh là sự chấp nối, thiếu tính tổng hợp. Các báo cáo rời rạc và không có sự liên kết giữa các địa phương, các khu vực thượng nguồn và hạ nguồn.
- Quản lý thiệt hại: Thủ công, bằng văn bản. Cấp xã gửi báo cáo thiệt hại → cấp huyện → cấp tỉnh qua mỗi công đoạn đều phải cần thời gian tổng hợp. Các khu vực thiệt hại chỉ thống kê chung, không nêu rõ vị trí cụ thể (bằng tọa độ).
- Quản lý các khu vực có nguy cơ cao về sạt lở đất, lũ, lũ quét: thống kê ở dạng bảng theo từng xã. Không được thể hiện trên bản đồ.
- Chỉ thị/chỉ đạo từ cấp trên xuống: thông qua văn bản/nhóm zalo, chưa có hệ thống quản lý riêng hỗ trợ điều hành phòng, chống thiên tai.

Việc chưa đồng bộ quản lý thiên tai các cấp dẫn đến các câu hỏi trong quá trình chuẩn bị và ứng phó với thiên tai được phản hồi chậm. Tỉnh Bắc Kạn được tạo thành từ 5 đầu nguồn bao gồm: (1) Thượng sông Năng; (2) Lưu vực hồ Ba Bể; (3) Lưu vực thượng nguồn sông Bắc Giang; (4) Lưu vực thượng nguồn sông Cầu; và (5) Lưu vực thượng nguồn sông Phó Đáy. Do quản lý trên giấy tờ là chính (mang tính thống kê) nên chưa rõ với lượng mưa tương ứng, lũ sông nào sẽ lên nhanh phục vụ công tác ứng phó. Khu vực nào sẽ có nguy cơ cao tương ứng với các loại hình thiên tai theo hình thế thời tiết. Các hộ dân thuộc khu vực nào cần di dời khi có mưa lớn xảy ra ở thượng nguồn. Khu vực nào đã được đào tạo cho người dân về tham gia ứng phó với thiên tai. Khu vực nào có các công trình thủy lợi xuống cấp có nguy cơ chịu ảnh hưởng bởi thiên tai...

Cơ quan quản lý thiên tai cấp trên (huyện, tỉnh) hầu như nắm bắt tình hình thiên tai qua các báo cáo, do vậy, việc chỉ đạo phòng ngừa, ứng phó mang tính chất bị động. Các thông tin cảnh báo chung như: có mưa lớn, đề phòng lũ, lũ quét, sạt lở đất... vẫn được phát đi hàng năm mà chưa chỉ rõ được khu vực chịu ảnh hưởng để tập trung nguồn lực ứng phó.

**Kiến thức người dân trong phòng, chống thiên tai còn hạn chế:** phần lớn người dân trong khu vực nghiên cứu chưa nhận thức được rõ các nguy cơ thiên tai có tác động đến bản thân và gia đình, rất nhiều khu vực vẫn tự ý xây dựng nhà cửa trong khu vực có nguy cơ cao về sạt lở, lũ quét. Người dân chưa được phổ biến kiến thức về phòng, chống thiên tai, cơ chế phối hợp với chính quyền địa phương, chưa nắm được các số điện thoại liên hệ khi thiên tai xảy ra, chưa nắm được các hình thế thời tiết bất lợi, chưa nắm được cách ứng phó với một số loại hình thiên tai cơ bản...

Trong phạm vi của Đề tài, nhóm chuyên gia đã thực hiện đào tạo cho 05 lớp (thuộc xã Đồng Phúc):

- 03 lớp (40 học viên/lớp) về tập huấn nâng cao năng lực cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai cho đối tượng là cán bộ cấp xã được quy định trong Thuyết minh; đây là các thành viên trong Nhóm hỗ trợ kỹ thuật của xã và các Nhóm cộng đồng của 13 thôn thuộc xã Đồng Phúc. Qua các lớp tập huấn này, học viên đã được trang bị đầy đủ các kiến thức và kỹ năng để thực hiện các công việc liên quan đến phòng chống thiên tai dựa vào cộng đồng ở địa phương.
- 02 lớp (30 học viên/lớp) về tập huấn nâng cao năng lực cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai cho đối tượng là người dân tại thôn Bản Chán và Nà Khâu. Thực tế cho thấy để việc tập huấn do cán bộ thôn/xã thuộc nhóm hỗ trợ kỹ thuật và nhóm cộng đồng thực hiện được hiệu quả thì cần phải có các buổi tập huấn trình diễn thực tế tại các thôn với các giáo viên chuyên nghiệp từ đề tài thực hiện.

Thông qua buổi tập huấn mẫu tại các thôn này, cán bộ trong nhóm hỗ trợ kỹ thuật và nhóm cộng đồng đã được luyện tập, thành thực các kỹ năng, trau dồi lại kiến thức đã được tập huấn để đủ tự tin khi thực hiện tập huấn các thôn còn lại trong xã.

Ứng phó với thiên tai hiện nay đang là một vấn đề cấp thiết, đòi hỏi sự tham gia của cả xã hội. Trước đây, khi nói đến thiên tai, thảm họa, người ta thường nghĩ đến ứng phó khẩn cấp, nhưng trong bối cảnh biến đổi khí hậu như hiện nay, để ứng phó một cách bền vững thì cần có những chiến lược dài hạn và tận dụng các nguồn lực có sẵn trong cộng đồng.

Hiệu quả của ứng phó với thiên tai phụ thuộc rất lớn vào nhận thức và hiểu biết của người dân về nguy cơ xảy ra thiên tai, mức độ mà người dân được tham gia vào công tác lập kế hoạch phòng, chống thiên tai hay quá trình đào tạo, tập huấn về thiên tai. Môi trường sống và tập quán của người dân là vấn đề đặc trưng và là chìa khóa trong việc ứng phó với thiên tai.

Thông qua hoạt động trong các mô hình ứng phó với thiên tai, người dân được tham gia chủ động và có tiếng nói quan trọng việc xác định các rủi ro thiên tai và đề xuất các giải pháp phù hợp với điều kiện cụ thể tại thôn/bản của mình. Chính quyền xã cần có một kênh thông tin quan trọng để nắm được các rủi ro thiên tai cho từng vùng cụ thể trong xã, để có giải pháp phòng chống hữu hiệu. Đồng thời thông qua các hoạt động này, sẽ gắn kết người dân trong thôn/xã tạo nên sức mạnh tổng hợp, sự đoàn kết sự phối hợp nhịp nhàng trong việc giảm thiểu rủi ro thiên tai.

Mặc dù vậy, phạm vi thực hiện mới chỉ đang áp dụng cho 1 xã, bên cạnh đó, số lượng học viên vẫn còn hạn chế. Công tác phòng, chống thiên tai cần được phổ biến đến toàn dân. Do vậy, cần tiếp tục triển khai chương trình và áp dụng cho nhiều đối tượng khác nhau.

**Mạng lưới quan trắc khí tượng thủy văn chưa đảm bảo:** Hiện nay, mặc dù mạng lưới khí tượng thủy văn trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn nói chung và hồ Ba Bể nói riêng có số lượng trạm quan trắc khá lớn, mặc dù vậy, khoảng cách phân bố giữa các trạm quan trắc có những nơi rất dày (thậm chí gần như trùng nhau) và có những nơi rất thưa (quá cách xa nhau).

Tại khu vực nghiên cứu các trạm đo mưa đã lắp đặt với mật độ không đồng đều, khoảng cách giữa các trạm phân bố từ 2.88 km – 10.46 km, 3 trạm đo mưa tại Xã Đồng Lạc, Quảng Bạch, Tân Lập khoảng cách giữa các trạm quá gần chỉ từ 2.88 – 3.1 Km do đó mật độ trạm phân bố không đều dẫn đến hiệu quả của trạm không được cao, trong khi đó tại các xã Xuân Lạc, Đồng Phúc lại không có trạm quan trắc nào tính đến năm 2021.

Trên địa bàn tỉnh mới chỉ có 01 trạm phục vụ vận hành vườn quốc gia Ba Bể, trong khi đó các khu vực khác như tại các huyện, các khu vực rừng đặc dụng... chưa có. Do đó có thể đánh giá hệ thống trạm đo như vậy là chưa phù hợp với mục đích dùng riêng của địa phương.

Vì vậy, về mạng lưới trạm quan trắc KTTV trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn chưa thể cung cấp thông tin mưa chi tiết cho các vùng nhỏ, các khu dân cư (thành phố, thị trấn) các khu du lịch, cụm công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, các hồ chứa phục vụ cho đời sống cộng đồng, an sinh xã hội, y tế, giao thông vận tải; chưa đủ để phục vụ nhu cầu về thông tin dữ liệu KTTV cho các đơn vị tham mưu của tỉnh lập kế hoạch phát triển kinh tế - Xã hội cũng như phục vụ phát triển bền vững, ổn định đảm bảo nguồn tài nguyên thiên nhiên.

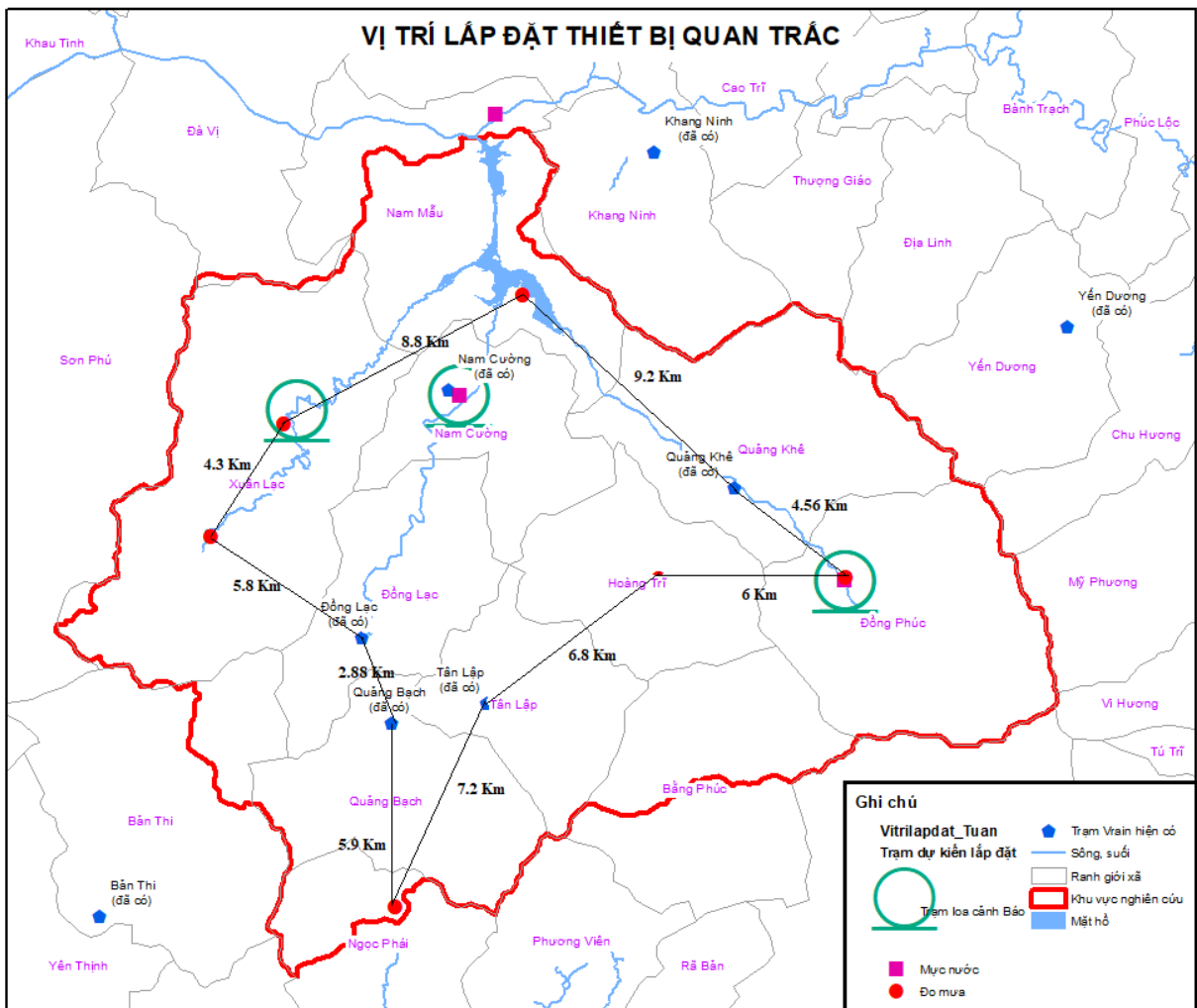
Việc xây dựng và phát triển hệ thống mạng lưới trạm khí tượng thủy văn chuyên dùng được xác định là yêu cầu, nhiệm vụ cấp thiết nhằm đáp ứng tốt công tác dự báo, cảnh báo, phục vụ hiệu quả công tác phòng chống thiên tai, đồng thời phục vụ nhu cầu khai thác thông tin dữ liệu trong phát triển kinh tế - xã hội, đảm bảo quốc phòng an ninh trên địa bàn tỉnh cũng như khu vực nghiên cứu.

Căn cứ theo TCVN 12635-6:2022 xuất bản lần 1 năm 2022 [33] quy định mật độ trạm quan trắc lượng mưa như sau:

- Khoảng cách giữa các trạm quan trắc lượng mưa không lớn hơn 15 km đối với một trong các vùng: trung du, miền núi, khu vực đô thị loại III trở lên; không lớn hơn 10 km đối với sườn đồi, núi đón gió.

- Khoảng cách giữa các trạm quan trắc lượng mưa không lớn hơn 20 km đối với vùng đồng bằng.

Đề tài đã xây dựng trạm quan trắc kết hợp với lồng ghép các trạm quan trắc khác vào hệ thống cảnh báo thiên tai như sau:

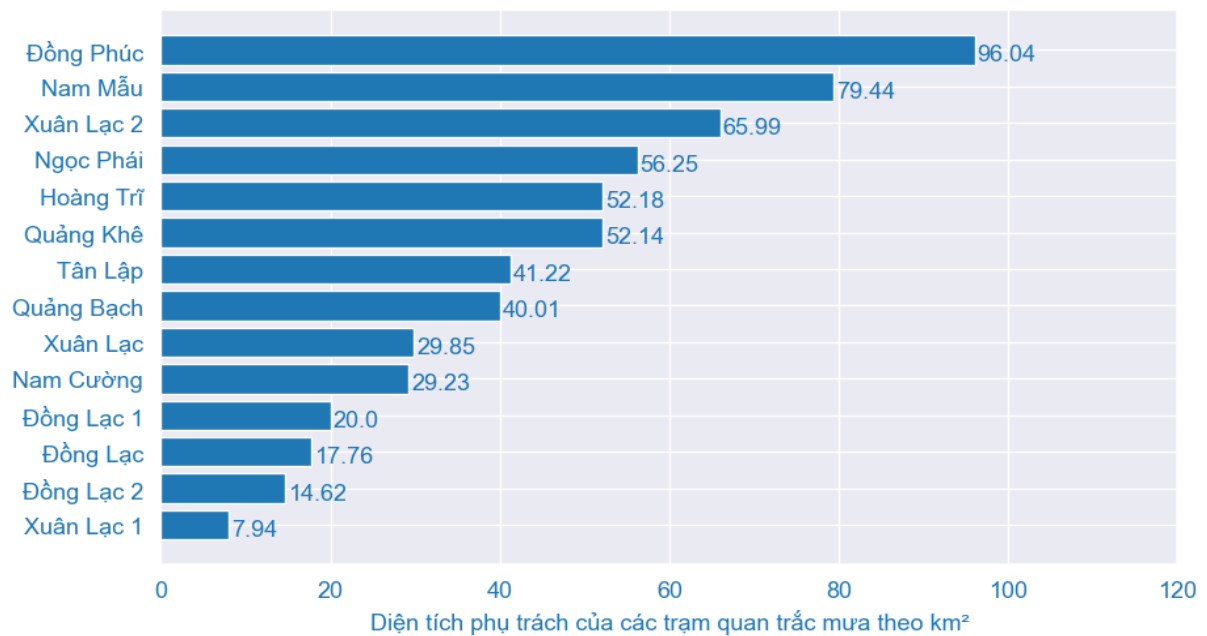


Hình 136. Xây dựng trạm quan trắc kết hợp với lồng ghép các trạm quan trắc đã có trong khu vực nghiên cứu giai đoạn 2021-2022

Các trạm quan trắc được xây dựng theo sơ đồ bố trí như hình vẽ, bao gồm:

- Trạm đo mưa tự động: 06 trạm
- Trạm đo mực nước tự động: 03 trạm
- Hệ thống loa cảnh báo tự động: 03 hệ thống
- Hệ thống cảnh báo thiên tai: 01 hệ thống

Trong lưu vực hồ Ba Bể (sau khi lắp đặt 6 trạm quan trắc của Đề tài), mặc dù các trạm đặt về khoảng cách (dưới 10km đến trạm tiếp theo), tuy nhiên một số trạm ở khu vực biên của lưu vực không đáp ứng điều kiện này. Diện tích phụ trách (theo thiessen) được thể hiện như sau:



Hình 137. Diện tích phụ trách các trạm quan trắc mưa

Có thể thấy, ngay trong lưu vực hồ Ba Bể, các trạm có sự phân bố không đồng đều, một số trạm khu vực Xuân Lạc và Đồng Lạc rất sát nhau (trong đó, có trạm Xuân Lạc mới lắp đặt của KTTV còn trùng vào trạm Xuân Lạc lắp đặt trước đó). Khoảng cách không phù hợp dẫn tới chất lượng quan trắc không đảm bảo. Khu vực Đồng Phúc, Nam Mẫu, Ngọc Phái gần như không có trạm quan trắc xung quanh trong phạm vi 20km.

Trong phạm vi nghiên cứu, Đề tài đã lắp đặt các trạm quan trắc mưa bao gồm: Đồng Phúc, Nam Mẫu, Xuân Lạc 2, Ngọc Phái, Hoàng Trĩ, và Xuân Lạc 1. Mặc dù đã cố gắng bố trí các trạm quan trắc vào các khu vực còn thiếu và xét đến trường hợp khi không kết nối được với hệ thống Vrain và Khí tượng thủy văn để hệ thống có thể hoạt động độc lập, các trạm này vẫn chưa thể đáp ứng hoàn toàn yêu cầu về mật độ.

#### 4.3.1.3. Kết quả xây dựng hệ thống cảnh báo sớm thiên tai cho lưu vực hồ Ba Bể

Có thể nói, hệ thống cảnh báo thiên tai lưu vực hồ Ba Bể là một trong các kết quả nổi bật của Đề tài (có địa chỉ truy cập tại <http://thientaibabe.com/>). Đây là hệ thống cảnh báo được xây dựng một cách toàn diện từ cơ sở lý thuyết, trang thiết bị đến việc quản lý, điều hành phòng, chống thiên tai trực tuyến. Thông thường, các nghiên cứu chỉ chú trọng giải quyết một loại hình thiên tai, do đó, công tác quản lý toàn diện trong phòng, chống thiên tai còn gặp nhiều bất cập. Hệ thống cảnh báo thiên tai lưu vực Ba Bể đã đạt được:

- Xây dựng hệ thống thiết bị quan trắc và cảnh báo bao gồm: 06 trạm quan trắc mưa; 03 trạm quan trắc mực nước và 03 trạm cảnh báo (trên lưu vực hồ Ba Bể).

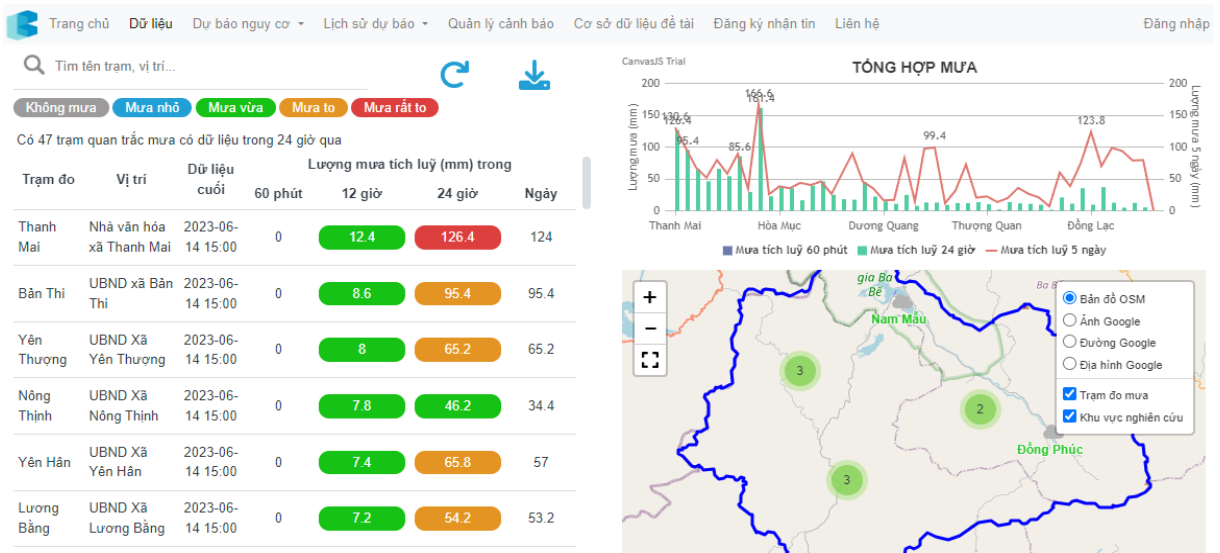
Toàn bộ các thiết bị được tích hợp vào trong hệ thống nhằm tăng cường số liệu và phục vụ công tác cảnh báo.

- Tích hợp mưa từ hệ thống Vrain (74 trạm quan trắc) vào hệ thống cảnh báo nhằm tăng cường chất lượng số liệu quan trắc.
- Hệ thống cảnh báo thiên tai được xây dựng cho 04 loại hình thiên tai chính cho lưu vực hồ Ba Bể bao gồm: lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lấp lòng hồ. ¾ loại hình thiên tai (lũ, lũ quét, sạt lở đất) được tích hợp tính toán theo thời gian thực, riêng loại hình bồi lấp lòng hồ được tính toán, cảnh báo sớm đến cuối thế kỷ.
- Tích hợp khả năng tự xây dựng kịch bản mưa tính toán nguy cơ lũ, lũ quét, sạt lở đất phục vụ công tác chỉ huy, điều hành phòng, chống thiên tai.
- Áp dụng các phương pháp hiện đại trong tính toán nguy cơ lũ, lũ quét, sạt lở đất và bồi lấp lòng hồ: phương pháp thủy văn GIS, phương pháp học máy, phương pháp mô hình toán thủy văn thủy lực.
- Tự động cảnh báo khi kết quả tính toán nguy cơ thiên tai vượt ngưỡng.
- Quản lý hệ thống trực tuyến trên nền WebGIS.
- Hệ thống có khả năng cảnh báo sớm lũ, lũ quét dựa trên thời gian truyền lũ (từ 3-6 giờ) kể từ thời điểm bắt đầu mưa. Đối với cảnh báo sớm sạt lở đất, hệ thống sử dụng lượng mưa lũy tích 10 ngày để cảnh báo nguy cơ, do đó, dạng cảnh báo này có thời gian gần thực và mang tính chất tham khảo đối với các khu vực có nguy cơ cao.

**Các chức năng mà hệ thống cung cấp bao gồm:**

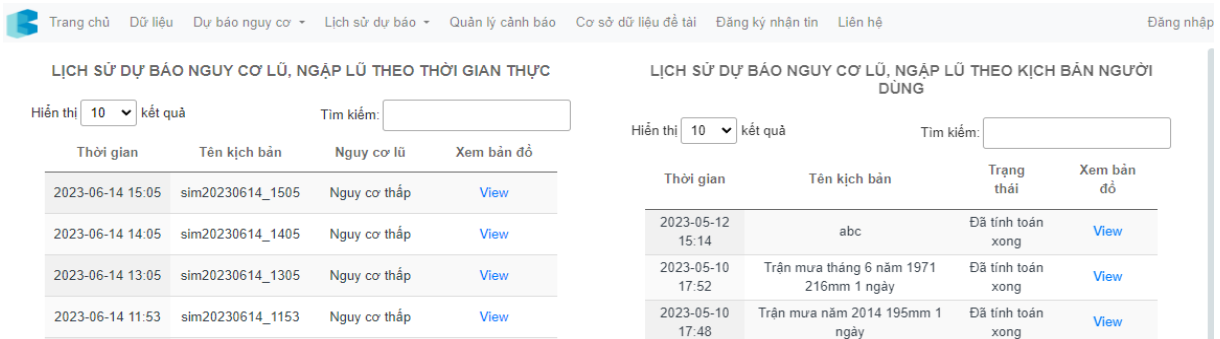
***Tình hình mưa trên địa bàn tỉnh:*** (nguồn số liệu là kết quả quan trắc trực tiếp từ các thiết bị quan trắc, bao gồm 41 trạm đo mưa do Vrain lắp đặt và 6 trạm đo mưa do Đề tài lắp đặt)



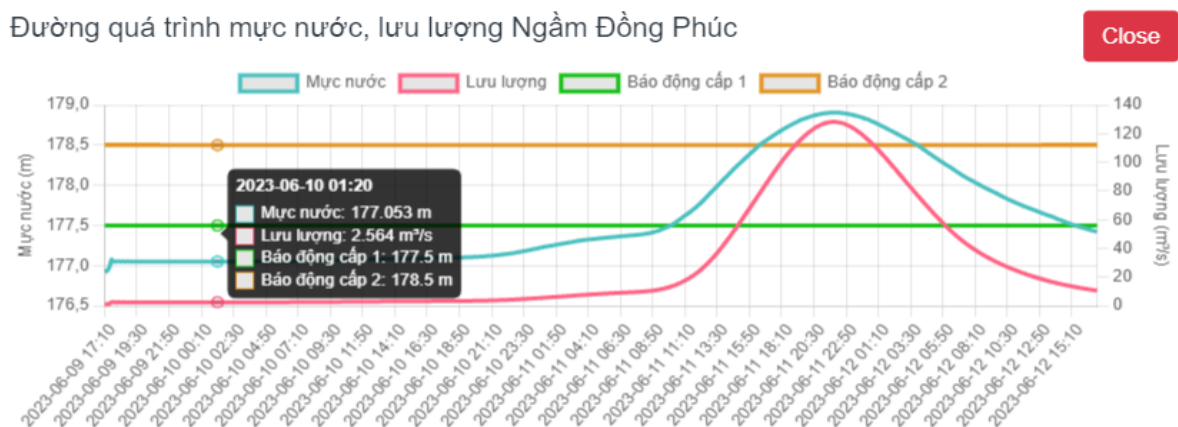


Hình 138. Chi tiết lượng mưa quan trắc theo không gian và thời gian

**Cảnh báo sớm nguy cơ lũ, lũ quét, sạt lở đất theo không gian và thời gian:** cung cấp các thông tin về cảnh báo sớm nguy cơ các loại hình thiên tai theo thời gian thực dựa trên tình thế về thời tiết và lượng mưa hiện tại tương ứng. Thông tin được cung cấp theo cả không gian (đến từng vị trí) và thời gian dự kiến.



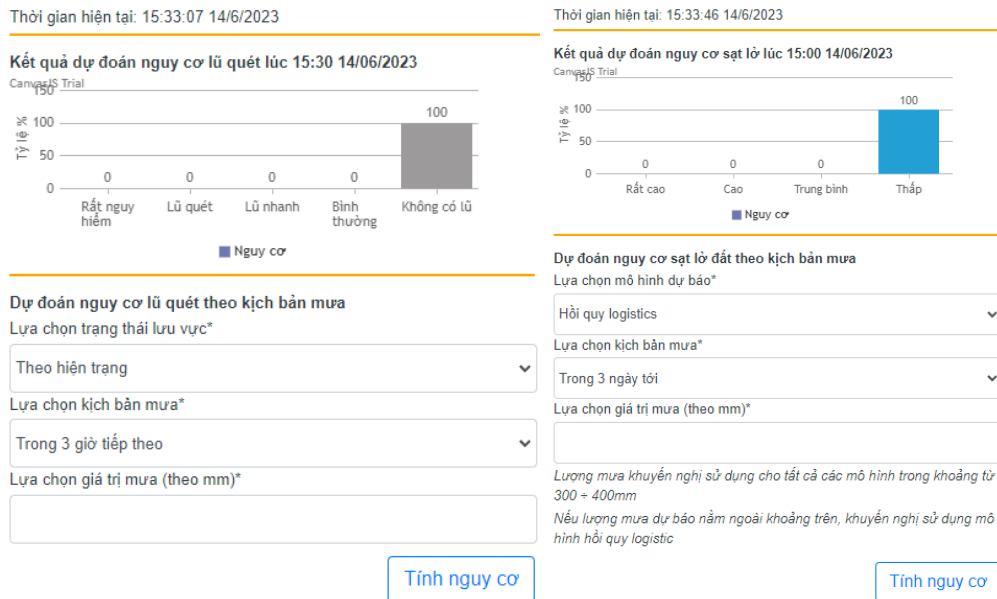
Hình 139. Cảnh báo sớm nguy cơ lũ theo thời gian



Hình 140. Chi tiết kết quả cảnh báo sớm tại vị trí cụ thể

**Tích hợp khả năng tính toán nguy cơ theo kịch bản người điều hành:** đây là một tính năng quan trọng, giúp cơ quan quản lý, điều hành phòng, chống thiên tai của Địa

phương căn cứ dựa trên các kết quả dự báo thời tiết, khả năng phán đoán tình thế thời tiết để đưa ra kịch bản phù hợp với thực tế và xác định được các khu vực có nguy cơ cao theo từng loại hình thiên tai, từ đó chủ động trong công tác chuẩn bị, ứng phó.



Hình 141. Tích hợp khả năng tính toán nguy cơ theo kịch bản cảnh báo sớm

**Cảnh báo trực tiếp nguy cơ thiên tai đến người dân:** dựa trên 03 trạm cảnh báo, người quản trị hệ thống có thể kích hoạt trạm cảnh báo để cảnh báo tình hình thiên tai đến người dân trong phạm vi bán kính 2km.

Nam Cường		Đồng Phúc		Xuân Lạc	
Kiểu trạm: Trạm cảnh báo		Kiểu trạm: Trạm cảnh báo		Kiểu trạm: Trạm cảnh báo	
Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị	Thông số	Giá trị
Tình trạng hoạt động	Tốt	Tình trạng hoạt động	Tốt	Tình trạng hoạt động	Tốt
Dữ liệu cuối lúc	2023-06-14 15:31	Dữ liệu cuối lúc	2023-06-14 15:31	Dữ liệu cuối lúc	2023-06-14 15:31
Mức điện áp hiện tại	14.1 (v)	Mức điện áp hiện tại	14.1 (v)	Mức điện áp hiện tại	14.2 (v)
Vị trí	Cầu Bản Chày Xã Nam Cường	Vị trí	Ngâm Tràn Xã Đồng Phúc	Vị trí	Ngâm Tràn UBND xã Xuân Lạc
Lat	22.372455	Lat	22.318241	Lat	22.368057
Lon	22.372455	Lon	22.318241	Lon	22.368057
Bật cảnh báo (Quyền Admin)	<input type="checkbox"/>	Bật cảnh báo (Quyền Admin)	<input type="checkbox"/>	Bật cảnh báo (Quyền Admin)	<input type="checkbox"/>

Hình 142. Giao diện kích hoạt cảnh báo tại các trạm cảnh báo

Có thể thấy, việc xây dựng hệ thống quản lý công trình thủy lợi và phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn với khả năng tích hợp số liệu của các hệ thống khác đang là nhu cầu thực tiễn và mang lại ý nghĩa quan trọng đối với người điều hành phòng, chống thiên tai tại địa phương. Đặc biệt, hệ thống này sẽ là nền tảng để tích hợp các dự án/nghiên cứu có liên quan đến công tác phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh.

Hiện nay, hệ thống đã được bàn giao cho Chi cục Thủy lợi tỉnh Bắc Kạn, có thể truy cập bằng đường link trực tuyến <http://thientaibabe.com>, đồng thời đào tạo hướng dẫn sử dụng cho các xã nằm trong lưu vực hồ Ba Bể và các cán bộ thuộc Chi cục Thủy lợi tỉnh

Bắc Kạn nhằm có khả năng vận hành hệ thống và hỗ trợ công tác chỉ đạo, điều hành phòng, chống thiên tai lưu vực hồ Ba Bể.

#### 4.3.1.4. Kết quả xây dựng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai lưu vực hồ Ba Bể

Đề tài đã phối hợp với Ủy ban nhân dân xã Đồng Phúc và các đơn vị liên quan để thực hiện xây dựng mô hình hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai. Mô hình đã được thành lập và hoạt động phù hợp với các quy định hiện hành của Trung ương và của tỉnh Bắc Kạn. Trong quá trình thực hiện, đề tài đã nhận được sự quan tâm và hỗ trợ nhiệt tình của các cấp chính quyền đoàn thể và đông đảo người dân tại 13 thôn của xã Đồng Phúc.

Nhóm thực hiện đề tài đã tiến hành các công việc hướng dẫn, xây dựng tài liệu, tập huấn cho các cán bộ của Nhóm hỗ trợ kỹ thuật và Nhóm cộng đồng theo đúng yêu cầu trong Thuyết minh. Các cán bộ cấp xã và thôn sau khi kết thúc đề tài đã được trang bị đầy đủ kiến thức và kỹ năng để trở thành những giảng viên nguồn, là những người hướng dẫn cho các đối tượng khác ở trong xã để hướng đến sự tham gia đầy đủ các hoạt động giảm nhẹ rủi ro thiên tai trong địa phương.

Thông qua hoạt động trong các mô hình này, người dân được tham gia chủ động và có tiếng nói quan trọng việc xác định các rủi ro thiên tai và đề xuất các giải pháp phù hợp với điều kiện cụ thể tại thôn/bản của mình. Chính quyền xã Đồng Phúc cũng có một kênh thông tin quan trọng để nắm được các rủi ro thiên tai cho từng vùng cụ thể trong xã, để có giải pháp phòng chống hữu hiệu. Đồng thời thông qua các hoạt động này, sẽ gắn kết người dân trong thôn/xã tạo nên sức mạnh tổng hợp, sự đoàn kết sự phối hợp nhịp nhàng trong việc giảm thiểu rủi ro thiên tai.

Mô hình này phù hợp với khu vực hồ Ba Bể, nơi thường xảy ra các thiên tai như lũ quét, sạt lở đất,... Mô hình này cũng sẽ gắn kết hệ thống chính trị (Phó chủ tịch xã trưởng nhóm hỗ trợ kỹ thuật cấp xã, các Trưởng thôn làm Trưởng nhóm Cộng đồng), Như vậy, sự liên kết giữa chính quyền với người dân sẽ chặt chẽ hơn so với một số mô hình do các NGO đã thành lập trước đó tại Ba Bể (thường tổ chức mô hình cấp thôn, bản với các hoạt động chủ yếu là tăng cường nhận thức). Những cán bộ tham gia nhóm hỗ trợ và nhóm cộng đồng cũng sẽ là nòng cốt của xã trong việc quản lý phòng chống rủi ro thiên tai.

#### 4.3.1.5. Giải pháp cảnh báo, ứng phó với các loại hình thiên tai chính lưu vực hồ Ba Bể

##### 1. Xây dựng hệ thống quản lý các loại hình thiên tai

Về cơ bản trong công tác phòng chống thiên tai, để quản lý, chỉ đạo, điều hành cần có công cụ. Công tác chỉ đạo, điều hành cần nắm rõ khi có tin dự báo/hình thế thời tiết bất lợi (cho tình huống cụ thể):

- Khu vực nào có nguy cơ cao, tương ứng với loại hình thiên tai gì
- Có những hộ dân, công trình hay đối tượng nào sẽ chịu ảnh hưởng
- Đã có sự chuẩn bị như thế nào ở các khu vực đó

Hiện nay, việc chỉ ra khu vực có nguy cơ cao theo hình thế thời tiết đang rất hạn chế, các bản đồ nguy cơ (nhưng thực chất là các khu vực dễ bị ảnh hưởng) có tính ứng dụng chưa cao. Cứ đến mùa mưa, khi có dự báo mưa lớn, các hộ dân nằm trong khu vực có nguy cơ cao đã được xác định sẽ có kế hoạch di dời dù thiên tai có tác động đến nơi đó hay không, và trên thực tế, rất ít địa phương có thể xác định rõ: khu vực nào có nguy cơ cao, tương ứng với loại hình thiên tai gì theo hình thế thời tiết.

Có những khu vực mưa lớn, nhưng ko có nguy cơ cao về lũ do nằm ở phía thượng nguồn, trong khi hạ du không mưa, không đề phòng nguy cơ lũ, từ đó gây ra những hậu quả đáng tiếc. Để chỉ rõ được các khu vực có nguy cơ cao tương ứng với hình thế thời tiết, công tác dự báo, cảnh báo cần được tiến hành một cách cẩn thận và ở độ chi tiết cao. Việc cảnh báo nguy cơ thiên tai trên vùng rộng lớn (cấp xã, huyện, tỉnh...) chưa thể đáp ứng nhu cầu phòng, chống thiên tai.

Việc xây dựng một hệ thống quản lý các loại hình thiên tai tổng hợp có những chức năng sau (dưới dạng bản đồ trực quan):

- Quản lý các yếu tố quan trọng về lượng mưa, mực nước trên sông.
- Hiện thị các thông tin cảnh báo sớm, cảnh báo thiên tai theo không gian và thời gian (bao gồm việc chỉ rõ các khu vực đang có nguy cơ cao theo thời gian thực).
- Có khả năng tính toán các kịch bản thiên tai giả định một cách chủ động, phục vụ công tác điều hành, ứng phó.
- Chỉ rõ các đối tượng có nguy cơ chịu ảnh hưởng theo hình thế thời tiết
- Quản lý các đối tượng theo không gian và thời gian (trên nền GIS theo thời gian).

Hệ thống cảnh báo thiên tai lưu vực hồ Ba Bể đã phần nào đáp ứng nhu cầu phòng, chống thiên tai trên khu vực, tuy nhiên, lưu vực hồ Ba Bể chỉ là một khu vực địa lý tỉnh Bắc Kạn. Hệ thống cảnh báo thiên tai lưu vực hồ Ba Bể hiện nay đang cung cấp các

thông tin về tình hình thiên tai hữu ích cho người dân và chính quyền địa phương, mặc dù vậy, cảnh báo thiên tai vẫn mang tính độc lập, chưa có sự gắn kết với:

- Các công trình, đối tượng chịu ảnh hưởng theo mức độ nguy cơ
- Các trạm quan trắc mực nước do khí tượng thủy văn lắp đặt
- Các vấn đề liên quan đến thiệt hại (hệ thống KTTV đang phụ trách)
- Các thông tin dự báo thời tiết (hệ thống KTTV phụ trách)
- Chưa tích hợp cảnh báo qua Zalo (hiện đang cảnh báo qua Telegram)

Do vậy, để quản lý thiên tai trên lưu vực hồ Ba Bể nói riêng và tỉnh Bắc Kạn nói chung. Cần xây dựng một hệ thống cảnh báo thiên tai tổng hợp:

- Áp dụng cho toàn bộ các lưu vực sông: Năng, Cầu, Phó Đáy, Bắc Giang
- Xét đến các loại hình thiên tai đặc trưng khác (như ngập lụt đô thị cho thành phố Bắc Kạn)
- Tích hợp toàn bộ trạm quan trắc mực nước do các nguồn lắp đặt khác.
- Tích hợp nguồn dự báo khí tượng thủy văn theo không gian và thời gian.
- Cung cấp API kết nối với hệ thống quản lý cơ sở dữ liệu thủy lợi, phòng, chống thiên tai để cung cấp các thông tin cần thiết.

**Đề xuất nhiệm vụ:**

**Tên nhiệm vụ:** Xây dựng hệ thống quản lý thiên tai tổng hợp tỉnh Bắc Kạn.

**Mục tiêu nhiệm vụ:** Hỗ trợ quản lý, điều hành phòng, chống thiên tai tỉnh Bắc Kạn

**Nội dung thực hiện:**

- Xây dựng hệ thống cảnh báo thiên tai ngập lũ, lũ quét, sạt lở đất cho 04 lưu vực sông: Năng, Cầu, Phó Đáy, Bắc Giang.
- Tích hợp hệ thống cảnh báo thiên tai lưu vực hồ Ba Bể (dạng API, GIS).
- Tích hợp các dữ liệu từ các hệ thống có liên quan đến công tác phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh (dạng API).
- Tích hợp công trình thủy lợi, phòng, chống thiên tai trên địa bàn tỉnh (dạng GIS).
- Tích hợp quản lý thiệt hại dưới (dạng GIS).
- Xây dựng hệ thống truyền tin cảnh báo phục vụ điều hành phòng, chống thiên tai tỉnh Bắc Kạn (qua Zalo, kênh chính thức của Ban chỉ huy PCTT&TKCN tỉnh Bắc Kạn).

## 2. Tăng cường mật độ trạm quan trắc khí tượng, thủy văn

Theo Quyết định số 504/QĐ-UBND tỉnh Bắc Kạn ngày 29/03/2023 về việc “Phê duyệt kế hoạch phát triển mạng lưới trạm khí tượng thủy văn chuyên dùng tỉnh bắc kạn đến năm 2025, định hướng đến năm 2030”

- ✓ Kế hoạch phát triển mạng lưới trạm khí tượng thủy văn chuyên dùng tỉnh Bắc Kạn đến năm 2025, định hướng đến năm 2030

Kế hoạch phát triển mạng lưới trạm khí tượng thủy văn chuyên dùng trên địa bàn tỉnh Bắc Kạn đến năm 2030, ngoài các trạm quan trắc KTTV quốc gia trên địa bàn tỉnh và các trạm KTTV chuyên dùng hiện có trên địa bàn tỉnh, dự kiến sẽ phát triển thêm 5 trạm khí tượng chuyên dùng và 11 trạm thủy văn chuyên dùng, được chia làm 02 giai đoạn (2023 - 2025 và 2026 - 2030), cụ thể:

- Giai đoạn 2023 - 2025

- Nhiệm vụ phát triển:

- + Giai đoạn này ưu tiên khôi phục, bảo trì, bảo dưỡng, thay thế, nâng cấp thiết bị quan trắc của các trạm, điểm đo hiện đang dừng hoạt động hoặc quá hạn bảo trì, bảo dưỡng; xây dựng mới các trạm, điểm đo khí tượng thủy văn chuyên dùng phục vụ nhu cầu cấp bách của các ngành, lĩnh vực trong tỉnh.

- + Từng bước đầu tư xây dựng và hoàn thiện mạng lưới trạm khí tượng thủy văn chuyên dùng theo hướng tự động, tiên tiến, hiện đại, đáp ứng được các yêu cầu kỹ thuật, quy chuẩn, tiêu chuẩn của Bộ Tài nguyên và Môi trường;

- + Xây dựng cơ sở dữ liệu chuẩn hóa, đồng bộ, kết nối với cơ sở dữ liệu KTTV quốc gia; kết nối, chia sẻ với cơ sở dữ liệu dùng chung của tỉnh thông tin phục vụ các ngành, các lĩnh vực, tổ chức, cá nhân, cộng đồng có nhu cầu sử dụng thông tin, dữ liệu từ mạng lưới KTTV chuyên dùng.

- + Tăng cường, nâng cao năng lực về kỹ thuật, quản lý và vận hành cho đội ngũ cán bộ, quan trắc viên làm công tác đo đạc của hệ thống trạm quan trắc KTTV chuyên dùng của tỉnh và chủ các công trình bắt buộc phải quan trắc KTTV theo quy định của pháp luật.

- Kế hoạch phát triển:

- + Trạm khí tượng chuyên dùng: Xây mới: 04 trạm; Nâng cấp: Không
- + Trạm thủy văn chuyên dùng: Xây mới: 08 trạm; Nâng cấp: 02 trạm.
- + Trạm đo mưa tự động: Không

- Giai đoạn 2026-2030

- Nhiệm vụ phát triển:

+ Tiếp tục duy trì hoạt động các trạm, điểm đo hiện có và phát triển mạng lưới trạm KTTV chuyên dùng trên địa bàn tỉnh theo kế hoạch.

+ Tiếp tục xây dựng, hoàn thiện các cơ chế quản lý, vận hành, khai thác các trạm, điểm đo; xây dựng cơ chế khai thác, chia sẻ thông tin, dữ liệu nhằm phát huy hiệu quả của mạng lưới trạm KTTV chuyên dùng.

+ Hình thành hệ thống thông tin kết nối các trạm quan trắc KTTV quốc gia trong tỉnh. Tiếp tục nâng cấp cơ sở dữ liệu tài nguyên và môi trường, bảo đảm thông tin thông suốt, đồng bộ, có hệ thống và độ tin cậy cao.

- Kế hoạch phát triển:

+ Trạm khí tượng chuyên dùng: Xây mới: 01 trạm; Nâng cấp: Không

+ Trạm thủy văn chuyên dùng: Xây mới: Không; Nâng cấp: 01 trạm.

+ Trạm đo mưa tự động: Không

**Đề xuất nhiệm vụ:**

**Tên nhiệm vụ:** Tăng cường mật độ quan trắc mưa tỉnh Bắc Kạn

**Mục tiêu nhiệm vụ:** Nâng cao độ tin cậy dữ liệu quan trắc mưa, phục vụ cảnh báo thiên tai tỉnh Bắc Kạn

**Nội dung thực hiện:**

- Nghiên cứu đánh giá chất lượng số liệu quan trắc mưa theo không gian và thời gian.
- Nghiên cứu sơ đồ bố trí trạm quan trắc mưa bổ sung nhằm đảm bảo chất lượng số liệu quan trắc.
- Xây dựng kế hoạch bổ sung trạm quan trắc mưa theo từng giai đoạn đến năm 2030 nhằm đảm bảo yêu cầu phòng, chống thiên tai tỉnh Bắc Kạn.
- Tích hợp số liệu quan trắc mưa vào hệ thống quản lý thiên tai

### 3. *Xây dựng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai*

Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai tại xã Đòng Phúc phù hợp với khu vực hồ Ba Bể, nơi thường xảy ra các thiên tai như lũ quét, sạt lở đất,... Mô hình này cũng sẽ gắn kết hệ thống chính trị (Phó chủ tịch xã trưởng nhóm hỗ trợ kỹ thuật cấp xã, các Trưởng thôn làm Trưởng nhóm Cộng đồng), Như vậy, sự liên kết giữa chính quyền với người dân sẽ chặt chẽ hơn so với một số mô hình do các NGO đã thành lập trước đó tại Ba Bể (thường tổ chức mô hình cấp thôn, bản với các hoạt động chủ yếu là tăng cường nhận thức). Những cán bộ tham gia nhóm hỗ trợ và nhóm cộng đồng cũng sẽ là nòng cốt của xã trong việc quản lý phòng chống rủi ro thiên tai;

Sau khi kết thúc đề tài, đề nghị Ủy ban nhân dân xã Đòng Phúc cần duy trì các hoạt động đã được thiết lập, xây dựng và vận hành trong quá trình thực hiện đề tài. Do hầu

hết các cán bộ trong Nhóm hỗ trợ kỹ thuật và Nhóm cộng đồng đều là kiêm nhiệm ở cấp xã và cấp thôn nên vai trò của UBND xã trong việc duy trì này cực kỳ cần thiết để đảm bảo sự thành công bền vững của mô hình, làm cơ sở nhân rộng đối với các xã khác trong toàn huyện Ba Bể.

**Đề xuất nhiệm vụ:**

**Tên nhiệm vụ:** Nhân rộng mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai tỉnh Bắc Kạn.

**Mục tiêu nhiệm vụ:** Tăng cường nhận thức người dân về phòng, chống thiên tai và xây dựng mô hình phòng, chống thiên tai cấp xã.

**Nội dung thực hiện:**

- Đánh giá các loại hình thiên tai, tính dễ bị tổn thương và năng lực phòng, chống thiên tai cấp xã.
- Xây dựng mô hình phòng, chống thiên tai cấp xã có sự tham gia của người dân.
- Thành lập nhóm hỗ trợ kỹ thuật cấp xã và nhóm cộng đồng mô hình quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng.
- Biên soạn tài liệu tập huấn quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng cho các cán bộ cấp xã và người dân.
- Tập huấn quản lý rủi ro thiên tai dựa vào cộng đồng.
- Tập huấn sử dụng công nghệ nhận các thông tin cảnh báo thiên tai tỉnh Bắc Kạn.

**4.3.2. Giảm thiểu xói mòn lưu vực nhằm hạn chế bồi lắng lòng hồ và ổn định tự nhiên lưu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế - xã hội**

**4.3.2.1. Hiện trạng xói mòn và rừng trên lưu vực hồ Ba Bể**

Tỉnh Bắc Kạn trong những năm gần đây có sự biến đổi theo chiều hướng gia tăng tỷ lệ che phủ. Kết quả thể hiện ở bảng sau:

Năm	Diện tích có rừng (ha)	Rừng tự nhiên (ha)	Rừng trồng (ha)	Tỷ lệ che phủ (%)
2015	370,243	281,672	88,571	71
2016	370,382	279,253	91,128	71.4
2017	370,792	277,193	93,599	72.1
2018	371,904	274,743	97,162	72.56
2019	371,949	274,086	97,863	72.9
2020	372,665	273,329	99,336	73.4



Năm	Diện tích có rừng (ha)	Rừng tự nhiên (ha)	Rừng trồng (ha)	Tỷ lệ che phủ (%)
2021	373,081	272,790	100,291	73.4

*Nguồn: Công bố hiện trạng rừng toàn quốc các năm từ 2015÷2021*

Theo đó, nhìn chung tỷ lệ che phủ đã tăng lên đáng kể từ năm 2015, do sự nỗ lực trong công tác trồng rừng. Mặc dù vậy, diện tích rừng tự nhiên có phần giảm nhẹ, điều này gây ra việc suy giảm nhẹ về chất lượng rừng.

Ở huyện Ba Bể, diện tích rừng không thay đổi trong năm 2020 và 2021, mặc dù đã có sự gia tăng diện tích rừng trồng, hơn 100 hecta rừng tự nhiên suy giảm, thay vào đó là rừng trồng. Chi tiết như sau:

Năm	Huyện	Tổng diện tích tự nhiên (ha)	Diện tích có rừng (ha)	Rừng tự nhiên (ha)	Rừng trồng (ha)		Tỷ lệ che phủ (%)
					Diện tích rừng trồng đã thành rừng	Diện tích rừng trồng chưa thành rừng	
2020	Huyện Ba Bể	68,408.5	46,451.3	33,321.6	13,129.8	1,398	67.9
2021	Huyện Ba Bể	68,408.5	46,481.4	33,202	13,279.4	1,390	67.9

*Nguồn: Công bố hiện trạng rừng các năm 2020 và 2021 tỉnh Bắc Kạn*

Với những nỗ lực đáng kể trong công tác trồng rừng ở tỉnh Bắc Kạn nói chung và khu vực VQG Ba Bể nói riêng, phần diện tích rừng trồng thành rừng sẽ ngày càng gia tăng, từ đó giúp phục hồi rừng đáng kể.

Theo kết quả tính toán xói bồi từ mô hình SWAT, giai đoạn từ năm 2000÷2009, trung bình mỗi năm lượng phù sa bồi lắng xuống hồ Ba Bể khoảng 450 nghìn m<sup>3</sup>. Tuy nhiên, giai đoạn từ năm 2010÷2020 đã giảm, chỉ còn khoảng 230 nghìn m<sup>3</sup>. Đây là một kết quả rất đáng ghi nhận sau các nỗ lực phục hồi rừng tỉnh Bắc Kạn thông qua các chính sách hỗ trợ dân trồng rừng bằng Các chương trình PAM, 327...

Giai đoạn 2020÷2030 được dự báo tăng theo kịch bản biến đổi khí hậu RCP4.5 với lượng gia tăng bình quân lên tới khoảng 350 nghìn m<sup>3</sup>. Tuy nhiên những năm gần đây, tốc độ bồi lắng lòng hồ lại có xu hướng tăng nhanh ở khu vực đầu sông Pác Ngòi và Nam Cường. Lượng phù sa ở khu vực Nam Cường và khu vực bãi bồi dọc tuyến đường 254 nhánh sông Pác Ngòi đã ngày một gia tăng.

#### 4.3.2.2. Các vấn đề còn tồn tại

**Chất lượng rừng:** Trên thực tế, chất lượng rừng là một trong các yếu tố quan trọng giúp giảm thiểu xói mòn bề mặt lưu vực. Sau thời kỳ đốt nương làm rẫy những năm 1990, hậu quả của việc bồi lắng xuống hồ Ba Bể là rõ rệt. Mặc dù đã khắc phục được tình trạng này một cách đáng kể, chất lượng rừng vẫn chưa thể hồi phục một cách nhanh chóng.

Để giúp tăng cường khôi phục chất lượng rừng trong lưu vực hồ Ba Bể, Đề tài đã triển khai trồng thử nghiệm 03 hecta rừng kết hợp cây dược liệu với mục tiêu tăng cường chất lượng thảm phủ và tăng sinh kế cho người dân. Đây là một giải pháp bền vững giúp khôi phục rừng một cách tự nhiên. Mặc dù vậy, 03 hecta rừng là một con số rất nhỏ đối với lưu vực hồ Ba Bể nói riêng và tỉnh Bắc Kạn nói chung.

**Công tác quản lý quy hoạch, công trình xây dựng:** Những năm gần đây, dưới áp lực phát triển kinh tế, xã hội, đặc biệt là nhu cầu khai thác kinh doanh du lịch, tỉnh Bắc Kạn đã triển khai nhiều chương trình/dự án mở tuyến đường giao thông từ thành phố Bắc Kạn vào khu vực hồ Ba Bể.

Mặc dù đã có các báo cáo đánh giá tác động môi trường và biện pháp thi công giúp làm giảm tác động đến bề mặt lưu vực, quá trình giám sát và quản lý các công trình xây dựng vẫn chưa đủ chặt chẽ để hạn chế tình trạng ô nhiễm trong quá trình thi công, đặc biệt là vấn đề đổ thải và san lấp mặt bằng. Các khu vực đào đường tạo mái dốc nhiều nơi xảy ra sạt lở, kết hợp mưa lớn dồn đất cát tập trung về hồ. Rất nhiều vị trí bị sạt mái taluy sau quá trình tổ chức thi công làm đường.

Cụ thể: Tại thôn Nà Bậy, xã Bằng Phúc, huyện Chợ Đồn, doanh nghiệp thi công tuyến đường thành phố Bắc Kạn - hồ Ba Bể đã đổ 3 bãi đất thải vào phía đồi bên trên, ước lượng lên tới hàng chục ngàn m<sup>3</sup>, trở thành những quả bom đất treo trên đầu những hộ dân sinh sống bên dưới.

Việc đổ thải trái phép đã diễn ra từ tháng 6/2022, chính quyền xã đã phối hợp với lực lượng kiểm lâm huyện Chợ Đồn nhiều lần lập biên bản, yêu cầu doanh nghiệp chấm dứt hành vi đổ thải trái phép.





Hình 143. Một số hình ảnh đổ thải khi thi công, san ủi mặt bằng qua xã Bằng Phúc, huyện Chợ Đồn

Dự án mở đường Bắc Kạn – Ba Bể đã gây sạt lở, đổ thải dọc sông Tà Lèng, mở rộng, nâng cấp quốc lộ Chợ Đồn-Hồ Ba Bể lưu vực Sông Nam Cường, đường quốc lộ 279 sát sông Năng, sắp tới mở đường sang Tuyên Quang qua lưu vực sông Tà Han...

Thực tế, theo báo cáo đánh giá tác động môi trường của dự án được duyệt gồm 10 bãi đổ thải. Tuy nhiên, 01 bãi đổ thải đã tiến hành đổ còn lại 9 bãi các đơn vị thi công trên tuyến chưa tiến hành đổ do địa hình không phù hợp, không có đường giao thông để thuận tiện cho các phương tiện vận chuyển. Một số vị trí bãi đổ thải có thể vận chuyển đến đổ được nhưng lại chưa thực hiện công tác thống kê, đền bù thu hồi đất theo quy định.

Trước thực tế khó khăn về việc đổ thải, nhằm đẩy nhanh tiến độ dự án, ngày 7/4/2022, UBND tỉnh Bắc Kạn đã có Văn bản số 2108/UBND-NNTNMT chỉ đạo: “Chủ đầu tư chỉ đạo đơn vị thi công, đơn vị giám sát chủ động thực hiện đổ thải tại các vị trí đã được duyệt, trường hợp đổ đất tại các vị trí khác để cải tạo mặt bằng, cải tạo làm tăng độ màu mỡ của đất thì phải được sự đồng thuận của chính quyền địa phương và tổ chức, người dân có đất... Trong quá trình đổ thải cho dân cải tạo mặt bằng, cải tạo đất ở vị trí cụ thể, chủ dự án phối hợp với các hộ dân và chính quyền địa phương tiến hành kiểm tra, khảo sát, chỉ đạo đơn vị thi công có văn bản cam kết trong quá trình đổ thải đảm bảo an toàn, không để xảy ra ô nhiễm hoặc sự cố môi trường, đồng thời thực hiện giám sát chặt chẽ công tác đổ thải của đơn vị thi công. Chính quyền địa phương và sở, ban ngành liên quan có trách nhiệm phối hợp thực hiện”.

4.3.2.3. Kết quả xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu trên địa bàn xã Đồng Phúc, huyện Ba Bể.

Đây là kết quả của sự phối hợp giữa nhóm thực hiện Đề tài và Trung Tâm Khuyến nông tỉnh Bắc Kạn. Cây trồng tại mô hình hiện phát triển tương đối tốt. Các cây trồng tại mô hình đều là cho quả bói và đã được người dân sử dụng, chắc chắn thời gian tới sẽ tạo được nguồn thu nhập đáng kể cho người dân tham gia mô hình. 100% các hộ dân có

đất tham gia mô hình đều được tập huấn, tham gia tất cả các công việc chăm sóc, theo dõi,... từ khi bắt đầu trồng; tăng giá trị ít nhất 20% so với biện pháp canh tác truyền thống ngay trong năm 2023.

Mục tiêu của việc nghiên cứu mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu nhằm chống xói mòn, giữ ổn định tự nhiên lưu vực hồ Ba Bể và đảm bảo sinh kế cho người dân phục vụ phát triển kinh tế, xã hội. Mặc dù mới theo dõi được trong khoảng thời gian ngắn thuộc khuôn khổ đề tài nhưng đã chứng minh được tính hiệu quả trong việc giảm xói mòn trên sườn dốc lưu vực hồ Ba Bể, giúp giảm bồi lắng lòng hồ Ba Bể. Mức độ đóng góp trong việc giảm thiểu xói mòn sẽ ngày càng tăng lên khi các cây trám đen ghép, dẻ ván ghép và chè hoa vàng tại mô hình ngày càng lớn lên giúp tạo thành thành hình thái hỗn giao, đa tầng tán của các khu đồi rừng ở mô hình nói riêng và khu vực hồ Ba Bể nói chung.

Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu đã:

- Trồng 660 cây trám đạt 100%; 660 cây dẻ, đạt 100%; 4.975 cây chè hoa vàng trên diện tích trồng 3ha tại xã Đồng Phúc.
- Tỷ lệ sống của cây chè hoa vàng >90% ; cây trám, dẻ đạt >95%.
- Xây dựng bể tạo nguồn nước 6,5m<sup>3</sup> phục vụ cung cấp nguồn nước cho mô hình.
- Chỉ số xói mòn đất giảm giữa khu mô hình và khu đối chứng.

4.3.2.4. Giải pháp giảm thiểu bồi lắng lòng hồ và ổn định tự nhiên lưu vực hồ Ba Bể phục vụ phát triển kinh tế - xã hội

1. *Xây dựng mô hình trồng rừng đa tầng tán kết hợp cây dược liệu giảm thiểu xói mòn và phát triển kinh tế xã hội địa phương*

Mặc dù mô hình đến thời điểm hiện tại đã thực hiện thành công tại xã Đồng Phúc. Tuy nhiên, để đánh giá khả năng nhân rộng của mô hình đến các xã trong khu vực hồ Ba Bể nói riêng và những khu vực có điều kiện tương tự của tỉnh Bắc Kạn nói chung thì cần phải xem xét trên hai khía cạnh là (i) yêu cầu sinh thái của các loại cây này và (ii) điều kiện tự nhiên của các khu vực sẽ dự kiến nhân rộng.

Căn cứ các đặc điểm yêu cầu sinh thái của ba loại cây đã trồng tại mô hình xã Đồng Phúc thuộc đề tài nêu trên và căn cứ vào các điều kiện tự nhiên, thổ nhưỡng, khí hậu của các xã trong khu vực hồ Ba Bể cho thấy: các cây dẻ ván ghép, trám đen ghép hoàn toàn phù hợp với điều kiện tự nhiên của huyện Ba Bể. Riêng cây chè hoa vàng mặc dù là cây có yêu cầu rất khắt khe về thổ nhưỡng và khí hậu. Tuy nhiên, minh chứng cho sự thích ứng và thành công của cây chè hoa vàng tại mô hình của xã Đồng Phúc là điều kiện rất thuận lợi để nhân rộng đối với các xã trong khu vực hồ Ba Bể. Tóm lại mô hình trồng

rừng kết hợp cây dược liệu đã được tiến hành trong khuôn khổ đề tài hoàn toàn có thể nhân rộng trong các xã của khu vực Ba Bể. Riêng với cây chè hoa vàng trước khi nhân rộng cần tiến hành phân tích đất, kiểm tra nguồn nước để sử dụng các biện pháp tưới chủ động kết hợp chăm sóc bón phân phù hợp giúp cây thích ứng phát triển nhanh, tỷ lệ sống cao.

Các đơn vị chức năng của Huyện Ba Bể có liên quan và Ủy ban nhân dân xã Đồng Phúc cần có những hoạt động hỗ trợ người dân trong việc kết nối tiêu thụ sản phẩm; thành lập các tổ/nhóm hợp tác phát triển chè hoa vàng tiến tới sản xuất quy mô lớn, chuyên nghiệp. Ủy ban nhân dân xã Đồng Phúc cần quan tâm chỉ đạo và tuyên truyền vận động nhân dân thực hiện sản xuất lâm nghiệp theo hướng kinh doanh rừng bền vững. Các hộ nông dân trực tiếp tham gia mô hình cần có kế hoạch tiếp tục tự chăm sóc, phát triển các cây trồng tại mô hình kết hợp quản lý bảo vệ rừng, phòng chống cháy rừng cho những năm tiếp theo

**Đề xuất nhiệm vụ:**

**Tên nhiệm vụ:** Xây dựng mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu cho rừng Quốc gia Ba Bể

**Mục tiêu nhiệm vụ:** Tăng cường chất lượng thảm phủ rừng Quốc gia Ba Bể và ổn định sinh kế cho người dân phục vụ phát triển kinh tế, xã hội.

**Nội dung thực hiện:**

- Nghiên cứu xác định mô hình trồng rừng tương ứng với yếu tố địa lý, loại đất và tập quán canh tác của người dân.
- Nghiên cứu xây dựng đề án phát triển các tổ/nhóm hợp tác phát triển và tiêu thụ sản phẩm dược liệu trên quy mô lớn.
- Nghiên cứu xây dựng quy trình chăm sóc, phát triển cây trồng tương ứng với các mô hình trồng rừng.
- Đào tạo, chuyển giao quy trình/công nghệ.

2. *Quản lý quy hoạch, công trình xây dựng trên lưu vực hồ Ba Bể*

Sự phát triển nhanh chóng luôn tạo ra những điều kiện bất lợi về môi trường nếu không có những giải pháp kiểm soát chặt chẽ. Đối với lưu vực hồ Ba Bể nói chung hay VQG Ba Bể nói riêng, các biện pháp công trình nhằm giảm thiểu bồi lấp sẽ tác động đáng kể đến tự nhiên lưu vực. Đơn cử như vấn đề nạo vét hay xây dựng bất kể một công trình thủy lợi nào cũng cần dùng đến các xe tải trọng lớn cũng như các thiết bị thi công một lần nữa tiếp tục gây tác động mạnh đến lưu vực.

Hồ Ba Bể có 03 con sông chính phía thượng nguồn đổ vào, đây còn là khu vực đồi núi, do vậy rất khó để có một giải pháp nội tại toàn diện. Vấn đề bồi lắng lớn nhất luôn

là ở nhánh sông Pác Ngòi, một phần là lưu vực đóng góp chính, một phần là nhánh Nam Cường có khu vực Nam Cường bồi lắng trước khi đổ vào hồ Ba Bể.

Để có thể phát triển bền vững, ổn định tự nhiên, các bất cập kể trên cần được giải quyết bằng cơ chế, chính sách với tầm nhìn bảo vệ tự nhiên để các đơn vị thi công không thể đánh đổi một chút ít lợi ích tức thời giảm chi phí mà mang lại hậu quả tác động mạnh mẽ đến khu vực này.

**Các kiến nghị được đề xuất bao gồm:**

- Xây dựng cơ chế giám sát đặc biệt với các công trình xây dựng tại khu vực thượng nguồn hồ Ba Bể, đặc biệt là các tuyến đường giao thông đang và sẽ được xây dựng trong khu vực này, đảm bảo tuân thủ các báo cáo ĐTM đã được phê duyệt. Giảm tối đa tác động đến Bồi lắng hồ Ba Bể trong điều kiện khí hậu hiện nay và các hiện tượng khí hậu cực đoạn sẽ xảy ra.

Xây dựng cơ chế quản lý du lịch bền vững giúp phát triển toàn diện về các hoạt động du lịch nhằm đáp ứng nhu cầu của khách tham quan, đồng thời quan tâm đến người dân bản địa, bảo tồn các nguyên tài nguyên và có kế hoạch quản lý nguồn tài nguyên một cách hợp lý.

## CHƯƠNG 5. XÂY DỰNG BỘ CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐỀ TÀI

### 5.1. Giới thiệu

Sản phẩm xây dựng bộ cơ sở dữ liệu tổng hợp của Đề tài nhằm tổng hợp các tài liệu, số liệu có liên quan đến Đề tài trong quá trình triển khai, các sản phẩm nghiên cứu, các hướng dẫn có liên quan nhằm thuận tiện trong quá trình truy xuất, sử dụng.

Bên cạnh đó, bộ cơ sở dữ liệu của Đề tài còn tích hợp quản lý các số liệu theo thời gian thực phục vụ hỗ trợ tính toán nguy cơ lũ, ngập lũ, lũ quét và sạt lở đất. Đồng thời, hệ quản trị cơ sở dữ liệu còn có thể quản lý các số liệu về thiết bị lắp đặt và cảnh báo.

Địa chỉ truy cập của bộ cơ sở dữ liệu là: <http://thientaibabe.com:8000/>

### 5.2. Thu thập và chuẩn bị dữ liệu

#### 5.2.1. Các dữ liệu thu thập tài địa phương

- Các thông tin về sử dụng đất năm 2020: hiện trạng rừng, loại đất, quy hoạch sử dụng đất được thu thập dưới dạng Autocad và Mapinfo.
- Các thông tin về lớp địa hình: cao độ địa hình, đường đồng mức được thu thập dưới dạng Microstation.
- Các thông tin về địa giới hành chính: ranh giới tỉnh, huyện, xã: dưới dạng shapefile.
- Các thông tin địa lý khác: đường giao thông, sông suối: dưới dạng Microstation và shapefile.

#### 5.2.2. Số liệu khí tượng thủy văn

- Số liệu đo mưa tại các trạm khí tượng thủy văn quốc gia: Các trạm Bắc Mê, Na Hang, Chợ Rã, Ngân Sơn, Bảo Lạc, Nguyên Bình: Từ năm 1964 đến 2020; Định Hóa (1986÷2020); Bắc Kạn (1996÷2020)
- Số liệu đo mưa của Vrain: 41 trạm quan trắc, phần lớn từ 12/2020 đến nay.
- Số liệu quan trắc mực nước, lưu lượng tại trạm Đầu Đăng: Từ năm 1956÷1976 và từ năm 2013÷2020)

#### 5.2.3. Số liệu khảo sát địa hình

Số liệu khảo sát địa hình bổ sung 2 đợt:

- Đợt 1: năm 2020: đo mặt cắt ngang sông/suối tại 3 nhánh Pác Ngòi, Nam Cường, Xuân Lạc và lòng hồ Ba Bể.

- Đợt 2: năm 2022: đo lòng hồ Ba Bể

#### 5.2.4. *Số liệu phục vụ quản lý, điều hành phòng, chống thiên tai*

Đây là bộ dữ liệu quản lý bao gồm lượng mưa, xác định kịch bản, nguy cơ các loại hình thiên tai theo thời gian, quản trị người dùng và nhận thông tin cảnh báo tự động. Toàn bộ dữ liệu này được quản trị theo thời gian thực.

#### 5.2.5. *Các báo cáo sản phẩm, báo cáo nội dung của Đề tài*

Các báo cáo sản phẩm của Đề tài được quản lý dưới dạng pdf (đối với báo cáo) và png (đối với bản đồ). Đây là sản phẩm cuối cùng của Đề tài do nhóm nghiên cứu thực hiện.

### 5.3. **Thiết kế dữ liệu**

Dữ liệu không gian được Đề tài thực hiện chuẩn hóa về dạng Raster (.tif) và Shapefile (.shp). Các dữ liệu về chuỗi dữ liệu được chuẩn hóa dưới dạng bảng biểu. Các dữ liệu khác được tổng hợp dưới dạng zipfile.

Các nội dung thực hiện của Đề tài gắn liền với việc xác định nguy cơ các loại hình thiên tai và hệ thống cảnh báo thiên tai, do vậy, các tài liệu trên được nhóm nghiên cứu xử lý phục vụ công tác tính toán nguy cơ các loại hình thiên tai phổ biến.

#### 5.3.1. *Cấu trúc dữ liệu sản phẩm của đề tài*

Các sản phẩm của Đề tài được lưu trữ dưới dạng FILE, định dạng PDF. Toàn bộ được thiết kế và lưu trữ dưới dạng bảng như mô tả dưới đây:

Bảng 29. Quản lý dữ liệu sản phẩm của Đề tài

<b>TT</b>	<b>Trường dữ liệu</b>	<b>Định dạng</b>	<b>Mô tả</b>
1	Name	Charfield	Tên tài liệu, max 255 ký tự
2	Group	Charfield	Nhóm tài liệu, Lựa chọn: - Sản phẩm của Đề tài - Các tài liệu khác
3	Type_document	Charfield	Loại tài liệu, Lựa chọn: - Báo cáo - Bản đồ - Tài liệu khác
4	Location	Filefield	Nơi lưu tài liệu Mặc định: group/name



Do dữ liệu sản phẩm của Đề tài là một dữ liệu độc lập, đơn giản, vì vậy bảng quản trị là một bảng độc lập, được lưu trữ phục vụ truy xuất thông tin mà không cần liên kết với các bảng khác (foreign key).

### 5.3.2. Cấu trúc dữ liệu không gian thu thập

#### 5.3.2.1. Đường giao thông

Đường giao thông được thiết kế lưu trữ dưới dạng cơ sở dữ liệu không gian. Được mô tả như bảng dưới đây:

Bảng 30. Quản lý dữ liệu không gian đường giao thông

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Name	Charfield	Tên đường, max 80 ký tự
2	Type	Charfield	Loại đường: - Quốc lộ - Tỉnh lộ - Đường khác
3	Name_1	Charfield	Tên tỉnh, max 80 ký tự
4	Name_2	Charfield	Tên huyện, max 80 ký tự
5	Name_3	Charfield	Tên xã, max 80 ký tự
6	Geom	MultiLineStringField	Srid: 4326

#### 5.3.2.2. Sông/suối

Sông suối được thiết kế lưu trữ dưới dạng cơ sở dữ liệu không gian. Được mô tả như bảng dưới đây:

Bảng 31. Quản lý dữ liệu không gian sông suối

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Name	Charfield	Tên sông/suối, max 80 ký tự
2	Name_1	Charfield	Tên tỉnh, max 80 ký tự
3	Name_2	Charfield	Tên huyện, max 80 ký tự
4	Name_3	Charfield	Tên xã, max 80 ký tự
5	Geom	MultiPolygonField	Srid: 4326

### 5.3.2.3. Loại đất

Loại đất được thiết kế lưu trữ dưới dạng cơ sở dữ liệu không gian. Được mô tả như bảng dưới đây:

Bảng 32. Quản lý dữ liệu không gian loại đất

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Soil	Charfield	Tên loại đất, max 80 ký tự
2	Soil_code	CharField	Mã loại đất, max 80 ký tự
3	Name_1	Charfield	Tên tỉnh, max 80 ký tự
4	Name_2	Charfield	Tên huyện, max 80 ký tự
5	Name_3	Charfield	Tên xã, max 80 ký tự
6	Geom	MultiPolygonField	Srid: 4326

### 5.3.2.4. Rừng

Rừng được thiết kế lưu trữ dưới dạng cơ sở dữ liệu không gian. Được mô tả như bảng dưới đây:

Bảng 33. Quản lý dữ liệu không gian rừng

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Function	Charfield	Chức năng rừng, max 80 ký tự
2	Owner	Charfield	Đơn vị quản lý rừng, max 80 ký tự
3	Year	FloatField	Năm trồng rừng
4	Name_1	Charfield	Tên tỉnh, max 80 ký tự
5	Name_2	Charfield	Tên huyện, max 80 ký tự
6	Name_3	Charfield	Tên xã, max 80 ký tự
7	Geom	MultiPolygonField	Srid: 4326

### 5.3.2.5. Cây trồng

Cây trồng được thiết kế lưu trữ dưới dạng cơ sở dữ liệu không gian. Được mô tả như bảng dưới đây:

Bảng 34. Quản lý dữ liệu không gian cây trồng

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Ht	Charfield	Tên loại cây trồng, max 80 ký tự
2	Ma_ht	Charfield	Mã loại cây trồng, max 80 ký tự
3	Name_1	Charfield	Tên tỉnh, max 80 ký tự
4	Name_2	Charfield	Tên huyện, max 80 ký tự
5	Name_3	Charfield	Tên xã, max 80 ký tự
6	Geom	MultiPolygonField	Srid: 4326

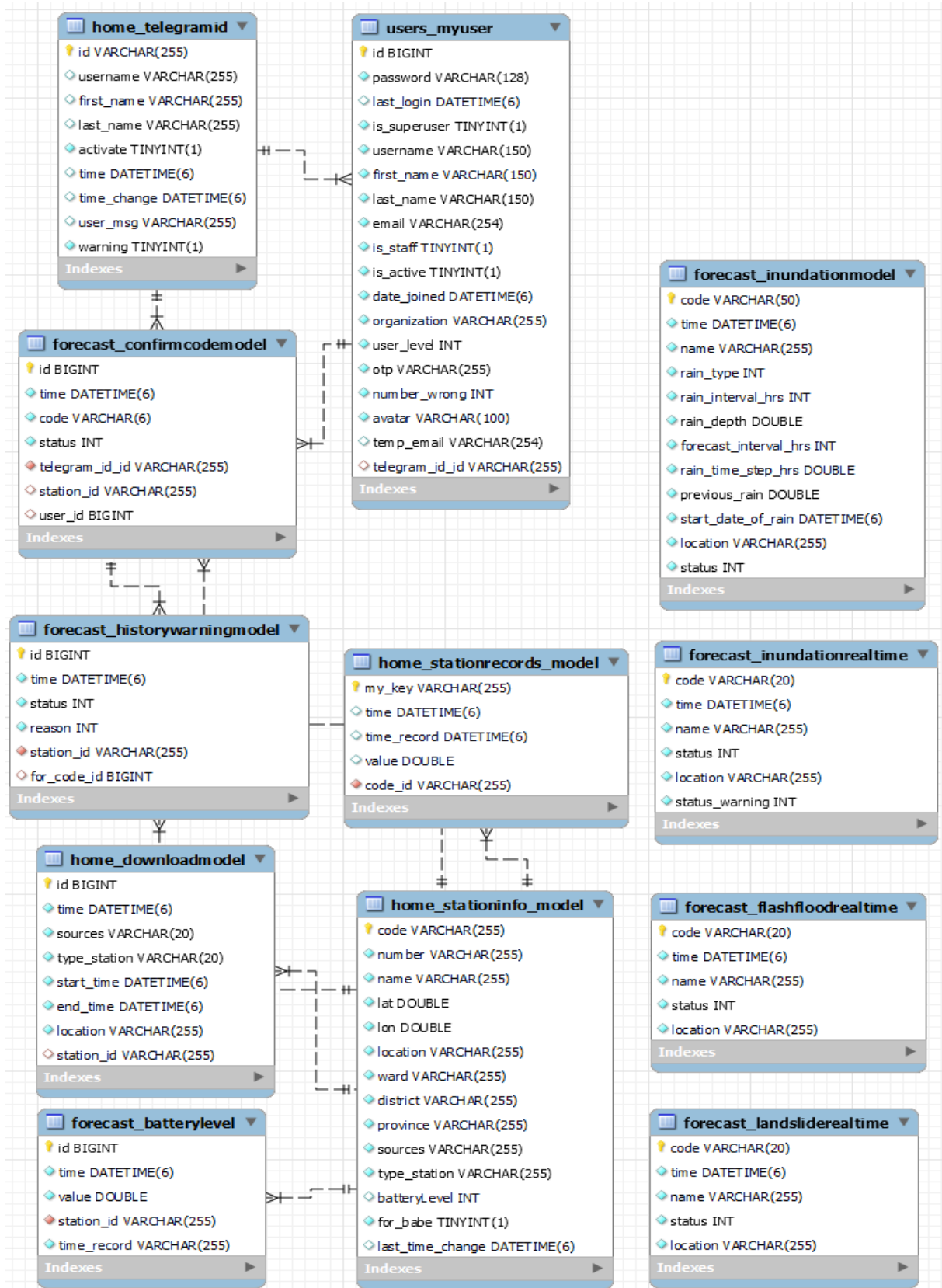
### 5.3.2.6. Công trình thủy lợi

Công trình thủy lợi được thiết kế lưu trữ dưới dạng cơ sở dữ liệu không gian. Được mô tả như bảng dưới đây:

Bảng 35. Quản lý dữ liệu không gian công trình thủy lợi

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Name	Charfield	Tên công trình, max 80 ký tự
2	Name_1	Charfield	Tên tỉnh, max 80 ký tự
3	Name_2	Charfield	Tên huyện, max 80 ký tự
4	Name_3	Charfield	Tên xã, max 80 ký tự
5	Type	Charfield	Loại công trình, max 80 ký tự
6	Build_year	FloatField	Năm xây dựng
7	Fix_year	CharField	Năm sửa chữa, ghi chú, max 80 ký tự
8	Manage	CharField	Đơn vị quản lý, max 80 ký tự
9	Total_pric	FloatField	Tổng nguồn vốn (triệu đồng)
10	Investor	CharField	Nguồn vốn đầu tư, max 80 ký tự
11	Capacity	BigIntergerField	Công suất/năng suất công trình
12	Descriptio	CharField	Mô tả, max 80 ký tự
13	F_tuoi	CharField	Diện tích tưới (ha), max 80 ký tự
14	F_tieu	CharField	Diện tích tiêu (ha), max 80 ký tự
15	Note	CharField	Ghi chú
16	Geom	MultiPointField	Srid: 4326

### 5.3.3. Cấu trúc dữ liệu phục vụ quản lý, cảnh báo thiên tai



Hình 144. Cấu trúc dữ liệu lưu trữ trong CSDL phục vụ cảnh báo thiên tai

Dữ liệu phục vụ cảnh báo thiên tai được tích hợp bao gồm việc quản lý dữ liệu về lượng mưa; dữ liệu về trạm quan trắc, cảnh báo; dữ liệu lịch sử về cảnh báo sớm/cảnh báo các loại hình thiên tai; dữ liệu về quản lý và phân quyền truy cập người dùng.

### 5.3.3.2. Quản lý các trạm quan trắc

Các trạm quan trắc lưu trữ các thông tin cơ bản của trạm, làm dữ liệu cơ sở để các bản ghi tham chiếu tới.

Bảng 36. Quản lý các trạm quan trắc kết nối trong Đề tài

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Code	CharField	Mã Trạm, 10 ký tự
2	Number	CharField	Số điện thoại trạm, 10 ký tự
3	Name	CharField	Tên trạm, max 255 ký tự
4	Lat	FloatField	Vĩ độ
5	Lon	FloatField	Kinh độ
6	Location	CharField	Vị trí lắp đặt trạm, max 255 ký tự
7	Ward	CharField	Tên Xã, max 255 ký tự
8	District	CharField	Tên huyện, max 255 ký tự
9	Province	CharField	Tên tỉnh, max 255 ký tự
10	Sources	CharField	Nguồn dữ liệu, lựa chọn: - Nguồn Vrain - Nguồn Đề tài
11	Type_station	CharField	Loại trạm, lựa chọn: - Trạm đo mưa - Đo mực nước - Trạm cảnh báo
12	BatteryLevel	IntegerField	Điện áp bộ nguồn (0.1V)
13	Last_time_change	DateTimeField	Lần thay đổi dữ liệu cuối cùng

Hầu hết, các trường dữ liệu đều cố định, trường số 12 và 13 được cập nhật liên tục (cho các trạm quan trắc của đề tài lắp đặt) nhằm hiển thị thông tin về điện áp (có liên quan đến tình trạng của thiết bị).

### 5.3.3.3. Quản lý bản ghi dữ liệu quan trắc

Bản ghi các dữ liệu quan trắc là bản ghi theo thời gian, trong đó, dữ liệu quan trắc mưa của Vrain được cập nhật hàng giờ và dữ liệu quan trắc của các trạm lắp đặt bởi Đề tài được cập nhật mỗi 10 phút.

Bảng 37. Quản lý các trạm quan trắc kết nối trong Đề tài

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Time_record	DateTimeField	Thời gian ghi dữ liệu
2	Code	ForeignKey	Tham chiếu tới trạm quan trắc ở bảng 2
3	Value	FloatField	Giá trị ghi nhận dữ liệu: - Lượng mưa: mm - Mực nước: cm

Như vậy, với 41 trạm Vrain và 12 trạm quan trắc (6 trạm quan trắc mưa, 3 trạm quan trắc mực nước và 3 trạm cảnh báo) thì mỗi giờ sẽ có 113 bản ghi, mỗi ngày là 2.712 bản ghi. Dữ liệu quan trắc này được ghi một cách hoàn toàn tự động và làm đầu vào cho việc tính toán nguy cơ các loại hình thiên tai cũng như quản lý lượng mưa trên địa bàn tỉnh.

### 5.3.3.4. Quản lý lịch sử cảnh báo sớm các loại hình thiên tai

Quá trình tính toán nguy cơ các loại hình thiên tai được tính toán theo thời gian thực:

- Lũ, ngập lũ: 1 giờ tính một lần
- Lũ quét: 30 phút một lần
- Sạt lở đất: 1 giờ tính một lần

Toàn bộ lịch sử tính toán sẽ được ghi lại vào CSDL như sau

Bảng 38. Quản lý các bản ghi dữ liệu quan trắc

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Code	CharField	Mã tính toán, Khóa chính
2	Time	DateTimeField	Thời gian tính toán
3	Name	CharField	Tên kịch bản tính
4	Status	CharField	Mức độ nguy cơ: - Nguy cơ thấp - Nguy cơ trung bình - Nguy cơ cao - Nguy cơ rất cao
5	Location	CharField	Nơi lưu trữ kết quả tính

Dựa vào các thông số trên, trình quản lý sẽ hiển thị các thông số tương ứng cho người dùng tương tác, quản lý.

### 5.3.3.5. Quản lý thiết bị và cảnh báo

#### 1. Quản lý thiết bị

Quản lý thiết bị và cảnh báo cung cấp các thông tin về thiết bị lắp đặt của Đề tài bao gồm 6 trạm quan trắc mưa, 3 trạm quan trắc mực nước và 3 trạm cảnh báo. Thông tin về dữ liệu quan trắc được quản lý ở bảng 4, thiết bị sẽ được ghi nhận thêm thông tin theo thời gian về điện áp ở phần này thay vì ghi nhận dữ liệu thông tin cuối như ở bảng 2

Bảng 39. Quản lý thông tin thiết bị

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Time	DateTimeField	Thời gian ghi nhận dữ liệu
2	Station	ForeignKey	Tham chiếu tới trạm quan trắc
3	Value	FloatField	Giá trị điện áp (0.1V)

Khi giá trị điện áp xuống dưới 10(v), thiết bị cần phải được thay thế pin/bảo trì hệ thống điện để hoạt động ổn định.

#### 2. Cảnh báo thiết bị

Có 03 trạm cảnh báo trên hệ thống, người quản trị (thiết bị) có quyền kích hoạt cảnh báo tại các trạm cảnh báo. Lịch sử cảnh báo của các trạm cảnh báo được lưu trên hệ thống để có thể truy xuất và quản lý

Bảng 40. Quản lý lịch sử cảnh báo của các trạm cảnh báo

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Time	DateTimeField	Thời gian ghi nhận kích hoạt cảnh báo
2	Station	ForeignKey	Tham chiếu tới trạm quan trắc
3	Status	IntegerField	Loại cảnh báo: - 0: cảnh báo thủ công - 1: cảnh báo tự động
4	Reason	IntegerField	Lý do cảnh báo: - 0: người dùng kích hoạt thủ công - 1: Loại hình lũ, ngập lũ - 2: Loại hình lũ quét - 3: Loại hình sạt lở đất

5	For_code	ForeignKey	Tham chiếu tới mã xác nhận cảnh báo (OTP)
---	----------	------------	---

Như vậy, hệ thống có 2 chế độ cảnh báo bao gồm cảnh báo thủ công và cảnh báo tự động. Cảnh báo thủ công được kích hoạt bởi người dùng (có được cấp quyền cảnh báo) và cảnh báo tự động được thực hiện bởi hệ thống khi có nguy cơ cao bởi các loại hình thiên tai chính.

#### 5.3.3.6. Quản lý người dùng và phân quyền

Một CSDL được sử dụng để quản lý người dùng và phân quyền quản lý hệ thống. Người dùng thông thường có thể truy cập hệ thống một cách bình thường để xem các thông tin theo thời gian thực, tuy nhiên để phục vụ cảnh báo/trích xuất dữ liệu, người dùng cần đăng nhập vào hệ thống với phân quyền tương ứng.

Bảng 41. Quản lý người dùng

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Username	CharField	Tên đăng nhập
2	First_name	CharField	Họ
3	Last_name	CharField	Tên
4	Email_address	EmailField	Email người dùng
5	Quyền Admin	BooleanField	Quyền truy cập trang quản lý: - True: được truy cập - False: không được truy cập
6	User_level	IntegerField	Quyền truy cập dữ liệu: - 0: Được phép tải dữ liệu - 1: Được phép quản lý dữ liệu
7	Telegram_id	ForeignKey	Tham chiếu tới tài khoản Telegram (phục vụ nhận tin nhắn OTP để kích hoạt cảnh báo trạm)
9	Password	CharField	Mật khẩu người dùng

Tài khoản Telegram sử dụng để đăng ký nhận thông tin cảnh báo thiên tai, truy cập hệ thống, tài khoản này được quản lý bởi CSDL với các trường dữ liệu như sau:

Bảng 42. Quản lý tài khoản Telegram

TT	Trường dữ liệu	Định dạng	Mô tả
1	Id	CharField	Mã Id telegram
2	Username	CharField	Tài khoản đăng nhập telegram
3	First_name	CharField	Họ (theo telegram)



<b>TT</b>	<b>Trường dữ liệu</b>	<b>Định dạng</b>	<b>Mô tả</b>
4	Last_name	CharField	Tên (theo telegram)
5	User_msg	CharField	Cú pháp người dùng soạn tin
6	Activate	BooleanField	Hiển thị trạng thái đối với hệ thống: <ul style="list-style-type: none"> <li>- True: nhận thông tin cảnh báo từ hệ thống (đăng ký)</li> <li>- False: không nhận thông tin cảnh báo từ hệ thống (hủy đăng ký)</li> </ul>
7	Warning	BooleanField	Được phép cảnh báo (quyền cảnh báo trạm) <ul style="list-style-type: none"> <li>- True: được phép kích hoạt cảnh báo</li> <li>- False: không được phép kích hoạt trạm cảnh báo</li> </ul>

#### 5.3.4. Các dữ liệu khác

Các dữ liệu khác được lưu trữ dưới dạng file nén (rar), các nguồn tài liệu này thu thập được ở các nguồn khác nhau và có định dạng khác nhau. Tuy nhiên, đây là dữ liệu thu thập gốc và có độ tin cậy cao.

Bảng 43. Quản lý dữ liệu khác

<b>TT</b>	<b>Trường dữ liệu</b>	<b>Định dạng</b>	<b>Mô tả</b>
1	Name	CharField	Tên tài liệu
2	Location	FileField	Đường dẫn đến file rar

## 5.4. Giao diện quản lý hệ thống

### 5.4.1. Giao diện quản lý bộ cơ sở dữ liệu

The screenshot shows the 'Battery levels' management interface. The left sidebar (1) contains navigation links for API, AUTHENTICATION AND AUTHORIZATION, FORECAST, and HOME. The top header (2) has a search bar and an 'ADD BATTERY LEVEL' button. The main table area (3) displays a list of battery level records with columns for TIME, STATION, TIME RECORD, VALUE, and TYPE STATION.

TIME	STATION	TIME RECORD	VALUE	TYPE STATION
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Đồng Phúc	07:20 08/05/2023 +0700	130.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Ngọc Phái	07:20 08/05/2023 +0700	131.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Xuân Lạc 2	07:20 08/05/2023 +0700	129.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Xuân Lạc	07:20 08/05/2023 +0700	130.0	warning_post
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Nam Mẫu	07:20 08/05/2023 +0700	130.0	water_level_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Nam Cường	07:20 08/05/2023 +0700	131.0	water_level_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Hoàng Trí	07:30 08/05/2023 +0700	132.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Đồng Phúc	07:20 08/05/2023 +0700	131.0	water_level_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Xuân Lạc 1	07:20 08/05/2023 +0700	130.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Đồng Phúc	07:20 08/05/2023 +0700	130.0	warning_post
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Nam Cường	07:30 08/05/2023 +0700	131.0	warning_post
May 8, 2023, 1:11 p.m.	Nam Mẫu	07:20 08/05/2023 +0700	130.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:01 p.m.	Đồng Phúc	07:10 08/05/2023 +0700	129.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:01 p.m.	Ngọc Phái	07:10 08/05/2023 +0700	130.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:01 p.m.	Xuân Lạc 2	07:10 08/05/2023 +0700	128.0	rain_gauge
May 8, 2023, 1:01 p.m.	Xuân Lạc	07:10 08/05/2023 +0700	130.0	warning_post

Hình 145. Giao diện quản lý bộ CSDL

Để được truy cập quản lý CSDL, người dùng cần có quyền Admin nhằm quản trị CSDL.

- (1) Vùng 1: Hiển thị các bảng dữ liệu quản trị
- (2) Vùng 2: Thêm mới dữ liệu tương ứng với bảng dữ liệu quản trị
- (3) Vùng 3: Xem/sửa dữ liệu quản trị

The screenshot shows the 'Change battery level' form. The form displays the current battery level object (31233) and allows editing the Station, Time record, and Value. The Station is set to 'Đồng Phúc', the Time record is '07:20 08/05/2023 +0700', and the Value is '130,0'. The form includes buttons for 'Delete', 'Save and add another', 'Save and continue editing', and 'SAVE'.

Hình 146. Giao diện chỉnh sửa/xóa/lưu dữ liệu trong CSDL

Select station info\_model to change ADD STATION INFO\_MODEL +

Action:  Go 0 of 100 selected

<input type="checkbox"/>	CODE	NUMBER	NAME	TYPE STATION	LAT	Lon	LOCATION	WARD
<input type="checkbox"/>	84989518523		Tân Lập	Đo mưa	22.283611	105.611944	UBND Xã Tân Lập	Tân Lập
<input type="checkbox"/>	84983438790		Nhạn Môn	Đo mưa	22.654603	105.647594	UBND Xã Nhạn Môn	Nhạn Môn
<input type="checkbox"/>	84981878074		Cắm Giàng	Đo mưa	22.204036	105.877654	UBND xã Cắm Giàng	Cắm Giàng
<input type="checkbox"/>	84981673310		Bằng Lũng	Đo mưa	22.158056	105.595556	UBND Thị trấn Bằng Lũng	Bằng Lũng
<input type="checkbox"/>	84976392495		Bằng Văn	Đo mưa	22.478611	106.056667	UBND Xã Bằng Văn	Bằng Văn
<input type="checkbox"/>	84974041816		Phúc Lộc	Đo mưa	22.477408	105.83571	UBND Xã Phúc Lộc	Phúc Lộc
<input type="checkbox"/>	84968722470		Yến Dương	Đo mưa	22.391389	105.792778	Nhà văn hóa thôn Nà Giáo	Yến Dương
<input type="checkbox"/>	84965481603		Yến Hân	Đo mưa	21.933657	105.94392	UBND Xã Yến Hân	Yến Hân
<input type="checkbox"/>	84869873321		Bộc Bố	Đo mưa	22.611111	105.671667	UBND Xã Bộc Bố	Bộc Bố

Change station info\_model HISTORY

**Tân Lập**

Code:

Number:

Name:

Lat:

Lon:

Location:

Ward:

District:

Province:

Sources:

Type station:

Hình 147. Giao diện quản lý thông tin trạm quan trắc

Change last records\_model HISTORY

LastRecords\_Model object (84989518523 23:00 30/04/2023 +0700)

My key:

Time record: Date:  Today  Now

Code:

Value:

Select last records\_model to change ADD LAST RECORDS\_MODEL +

Action:  Go 0 of 100 selected

<input type="checkbox"/>	TIME	TIME RECORD	CODE	VALUE	MY KEY
<input type="checkbox"/>	April 30, 2023, 11:02 p.m.	April 30, 2023, 11 p.m.	Tân Lập	0.0	84989518523 23:00 30/04/2023 +0700
<input type="checkbox"/>	April 29, 2023, 11:02 p.m.	April 29, 2023, 11 p.m.	Tân Lập	0.0	84989518523 23:00 29/04/2023 +0700
<input type="checkbox"/>	April 28, 2023, 11:02 p.m.	April 28, 2023, 11 p.m.	Tân Lập	0.0	84989518523 23:00 28/04/2023 +0700
<input type="checkbox"/>	April 27, 2023, 11:02 p.m.	April 27, 2023, 11 p.m.	Tân Lập	0.0	84989518523 23:00 27/04/2023 +0700
<input type="checkbox"/>	April 26, 2023, 11:02 p.m.	April 26, 2023, 11 p.m.	Tân Lập	0.0	84989518523 23:00 26/04/2023 +0700
<input type="checkbox"/>	April 25, 2023, 11:02 p.m.	April 25, 2023, 11 p.m.	Tân Lập	0.0	84989518523 23:00 25/04/2023 +0700

Hình 148. Giao diện quản lý dữ liệu ghi mưa

Select history warning model to change ADD HISTORY WARNING MODEL +

Action:  Go 0 of 12 selected

<input type="checkbox"/>	ID	TIME	STATION	STATUS	REASON	FOR CODE
<input type="checkbox"/>	24	May 4, 2023, 3:37 p.m.	Xuân Lạc	Thủ công	Thủ công	ConfirmCodeModel object (138)
<input type="checkbox"/>	23	May 4, 2023, 3:13 p.m.	Đồng Phúc	Thủ công	Thủ công	ConfirmCodeModel object (137)
<input type="checkbox"/>	22	May 4, 2023, 11:17 a.m.	Đồng Phúc	Thủ công	Thủ công	ConfirmCodeModel object (136)
<input type="checkbox"/>	21	May 4, 2023, 10:27 a.m.	Nam Cường	Thủ công	Thủ công	ConfirmCodeModel object (135)
<input type="checkbox"/>	20	May 3, 2023, 10:12 a.m.	Nam Cường	Thủ công	Thủ công	ConfirmCodeModel object (134)
<input type="checkbox"/>	19	May 2, 2023, 4:38 p.m.	Nam Cường	Thủ công	Thủ công	ConfirmCodeModel object (133)

Change history warning model HISTORY

**HistoryWarningModel object (24)**

Station:

Status:

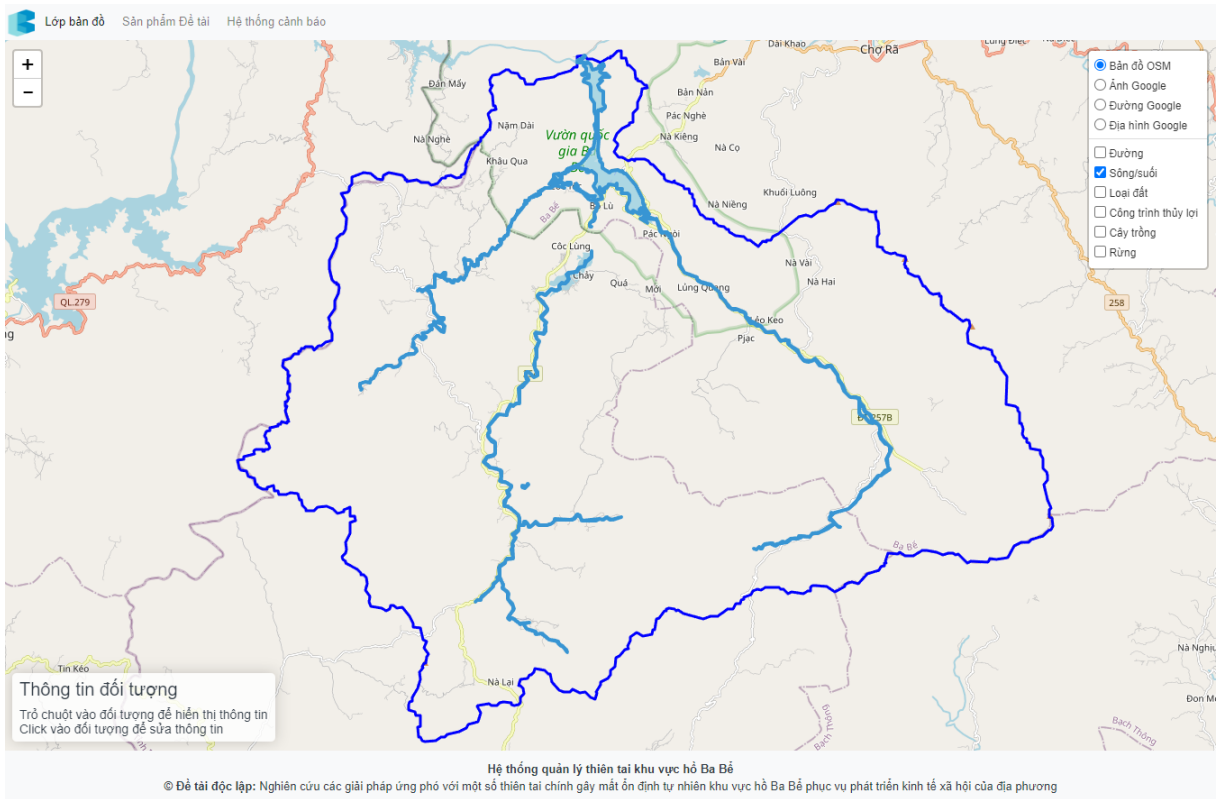
Reason:

For code:

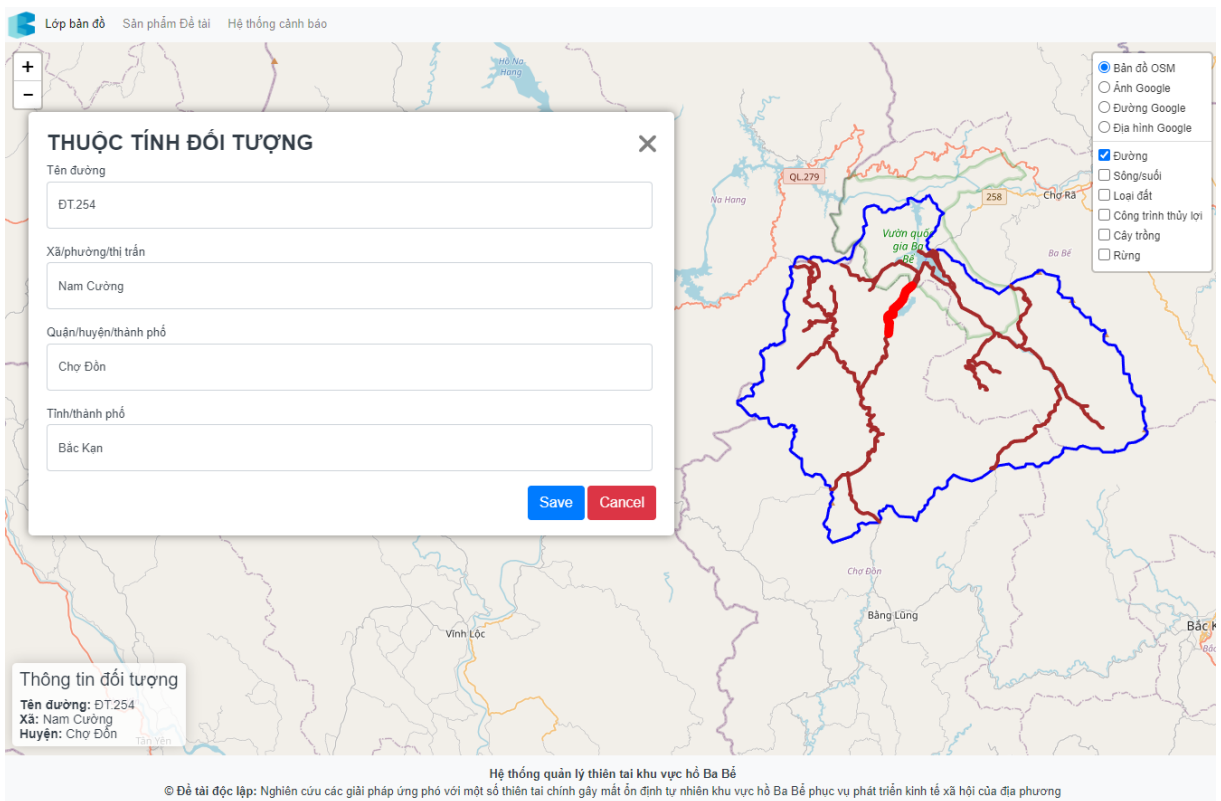
Hình 149. Giao diện quản lý lịch sử cảnh báo tại các trạm cảnh báo

### 5.4.2. Giao diện quản lý cơ sở dữ liệu không gian

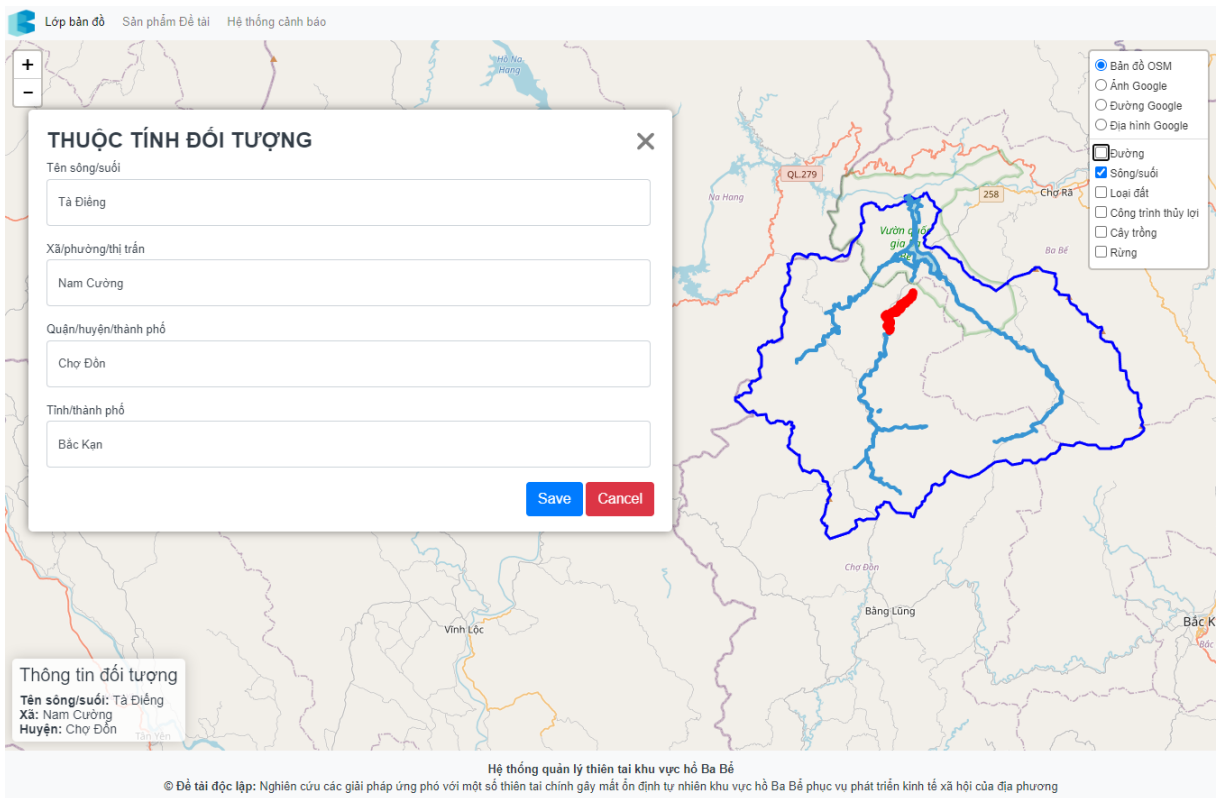
Các đối tượng quản lý bao gồm: đường giao thông, sông/suối, loại đất, công trình thủy lợi, thảm phủ (cây trồng và rừng). Giao diện quản lý thể hiện như sau:



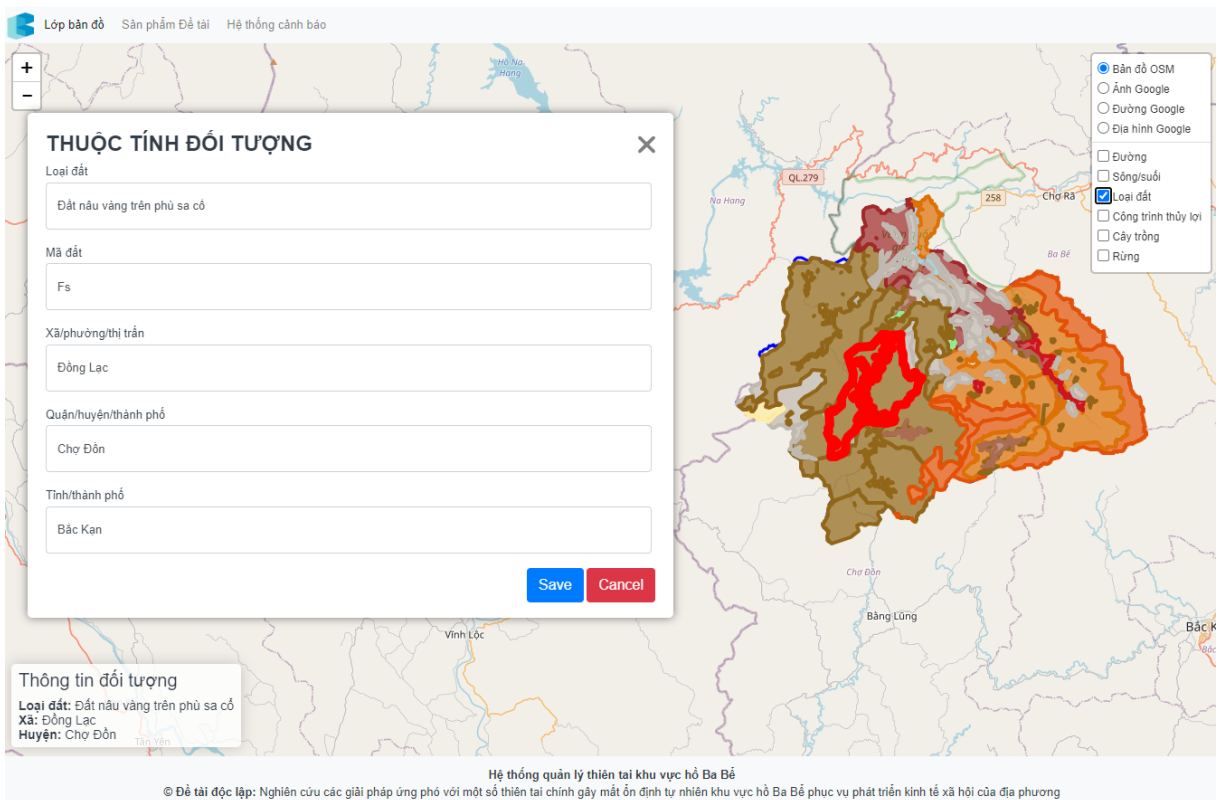
Hình 150. Giao diện quản lý các đối tượng không gian



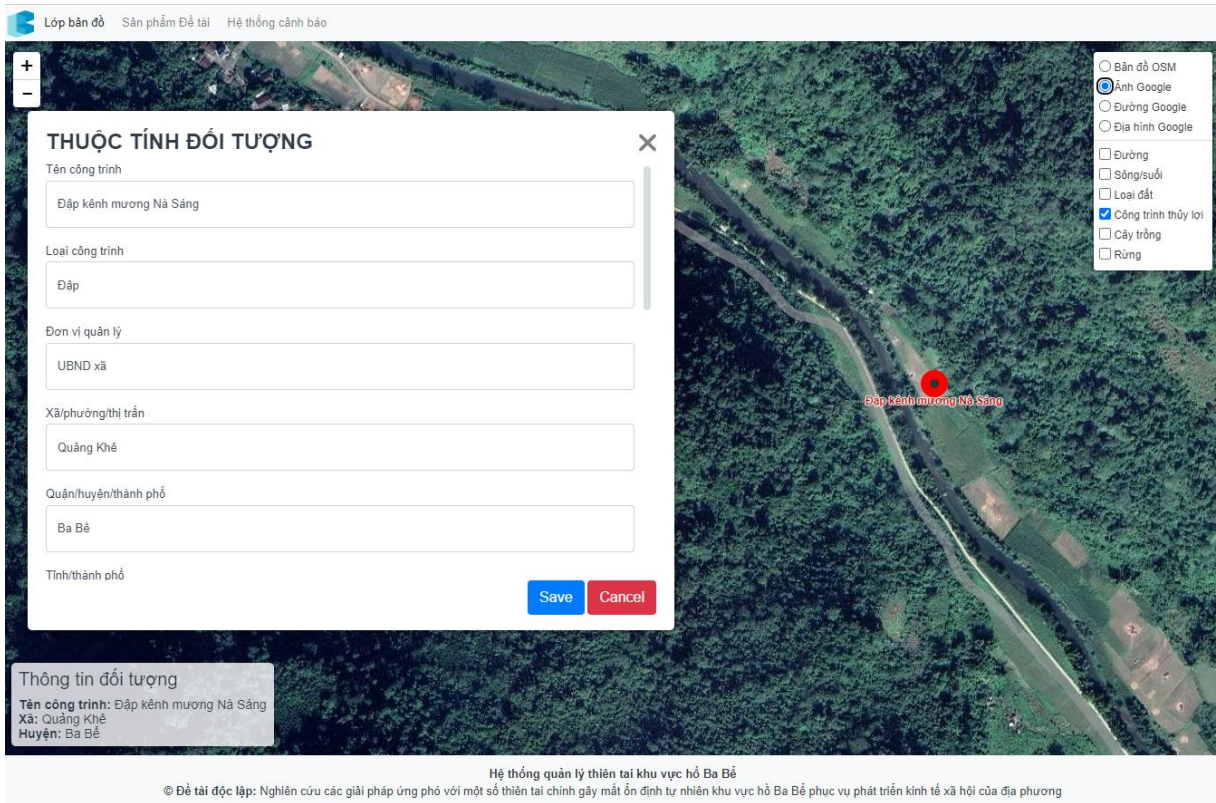
Hình 151. Quản lý đường giao thông và thuộc tính



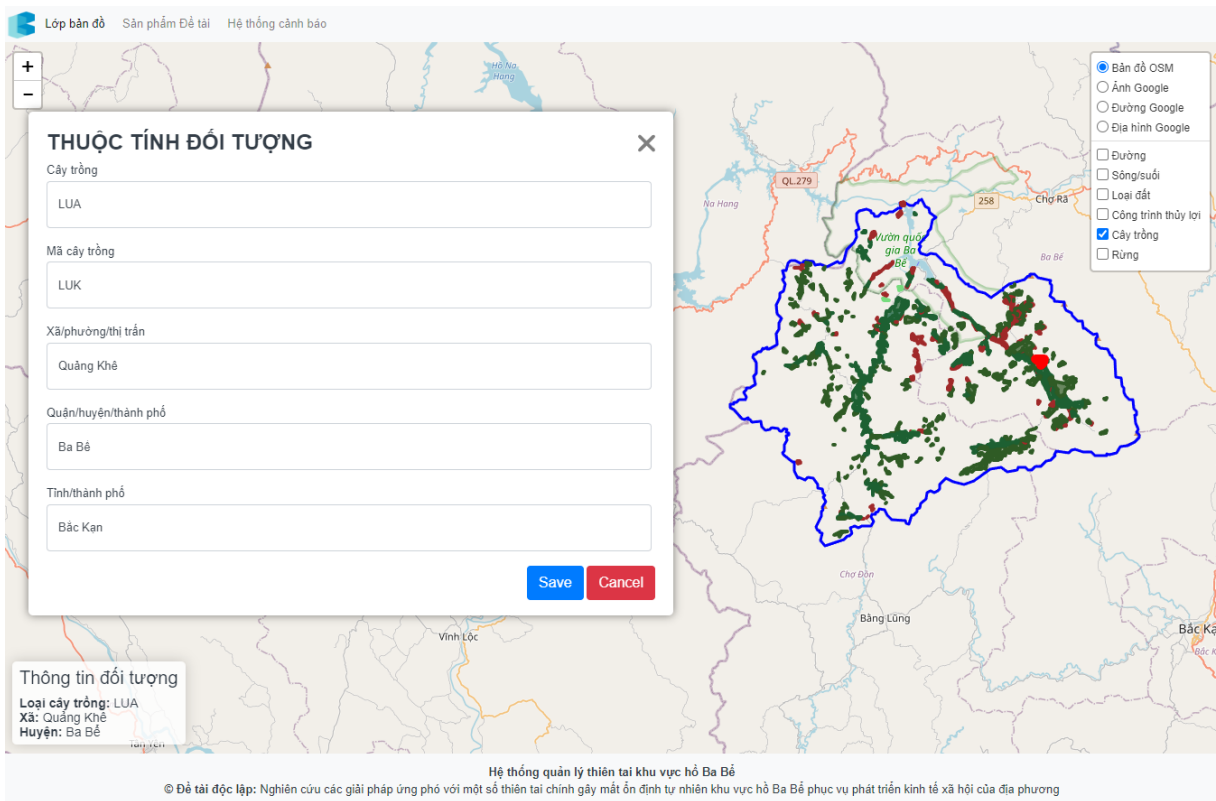
Hình 152. Quản lý sông, suối và thuộc tính



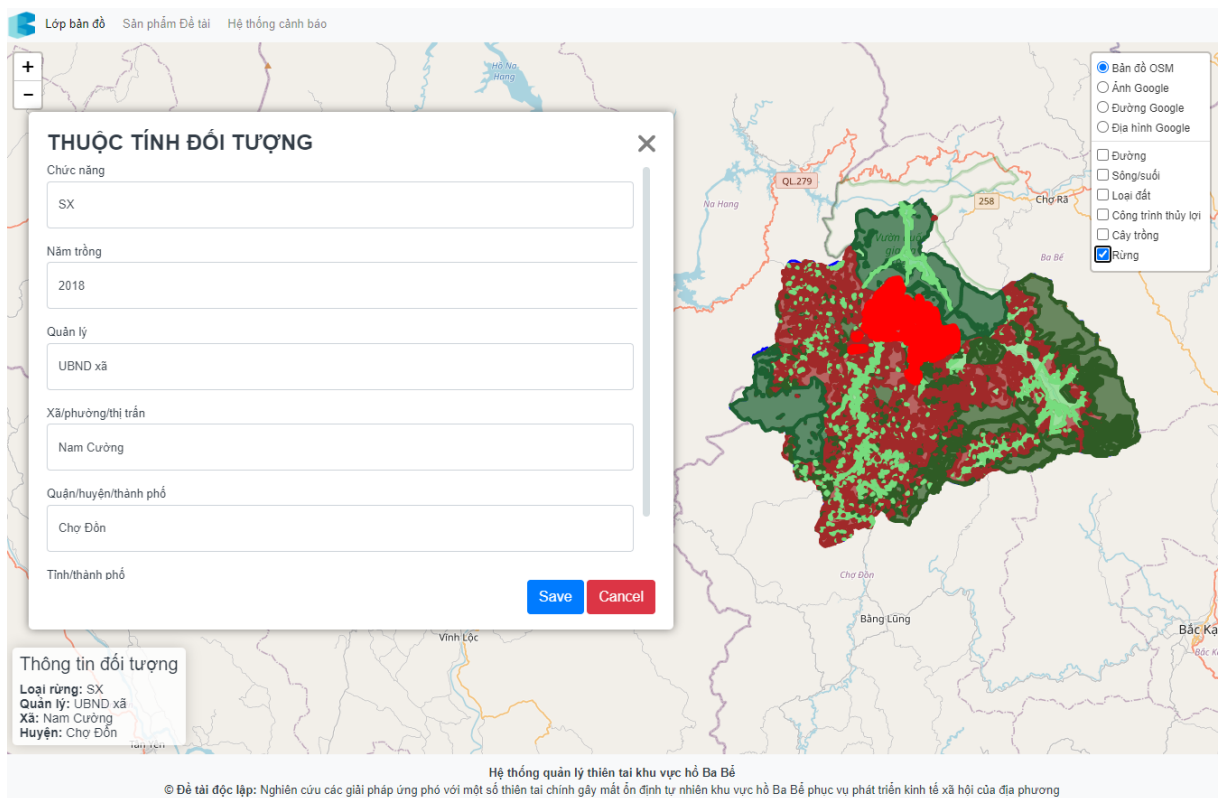
Hình 153. Quản lý loại đất và thuộc tính



Hình 154. Quản lý Công trình thủy lợi và thuộc tính



Hình 155. Quản lý cây trồng và thuộc tính



Hình 156. Quản lý rừng và thuộc tính

### 5.4.3. Giao diện hiển thị nội dung các sản phẩm của Đề tài

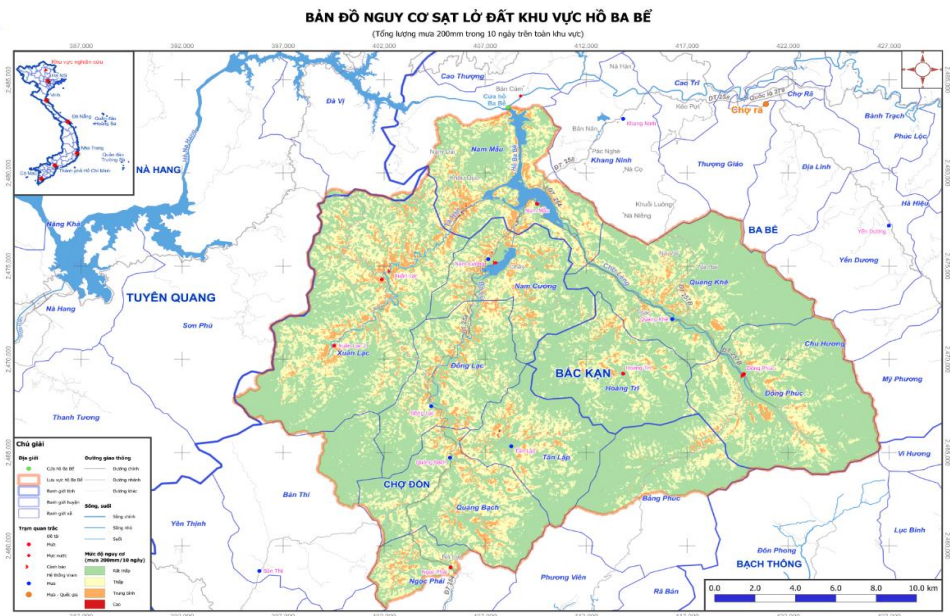
#### 1. Giao diện quản lý sản phẩm Đề tài



Hình 157. Giao diện truy xuất báo cáo sản phẩm của Đề tài

**KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

- 2. Báo cáo đánh giá thiên tai.pdf
- 3. Báo cáo mô hình công đồng.pdf
- 4. Báo cáo giải pháp.pdf
- 5. Báo cáo tóm tắt.pdf
- 6. Báo cáo tổng hợp.pdf
- 2. Bản đồ
  - 1. Hiện trạng
    - 1. Ngập lụt.png
    - 2. Lũ quét.png
    - 3. Sạt lở đất.png
    - 4. Bồi lấp.png
    - Thumbs.db
  - 2. Nguy cơ
    - 1. Ngập lụt
      - 1. Kb1.png
      - 2. Kb2.png
      - 3. Kb3.png
    - 2. Lũ quét
      - 1. Kb1.png
      - 2. Kb2.png
      - 3. Kb3.png
    - 3. Sạt lở đất
      - 1. Kb1.png
      - 2. Kb2.png
      - 3. Kb3.png
    - 4. Bồi lấp
      - 1. Kb1.png
      - 2. Kb2.png
      - 3. Kb3.png
      - Thumbs.db
  - 2. Sản phẩm dạng 3
    - 1. Bài bản



Hình 158. Giao diện truy xuất bản đồ sản phẩm của Đề tài

**KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU**

- 1. Hiện trạng
  - 1. Ngập lụt.png

Đây là tài liệu dạng nén (rar), để xem tài liệu, xin vui lòng tải [tại đây](#)

Hình 159. Truy xuất các tài liệu khác (dạng nén)

### 5.5. Tập huấn, hướng dẫn sử dụng

Hướng dẫn sử dụng bao gồm 2 nội dung: (1) hướng dẫn sử dụng hệ thống, đăng ký nhận thông tin cảnh báo và (2) hướng dẫn quản trị hệ thống (dành cho cán bộ quản trị).

Hình thức hướng dẫn sử dụng: tập trung. Tổ chức tập huấn trong 01 ngày, tại hội trường Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bắc Kạn.

Thành phần:

- Cán bộ Chi cục Thủy lợi tỉnh Bắc Kạn (ban chỉ huy PCTT&TKCN tỉnh Bắc Kạn)
- Cán bộ phụ trách Phòng, chống thiên tai địa phương các xã: Nam Cường, Nam Mẫu, Hoàng Trĩ, Ngọc Phái, Xuân Lạc, Đồng Phúc.
- Cán bộ Sở Nông nghiệp và Phát triển nông thôn tỉnh Bắc Kạn
- Cán bộ Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Bắc Kạn





Hình 160. Một số hình ảnh buổi tập huấn sử dụng hệ thống cảnh báo và quản trị cơ sở dữ liệu Đè tài

## **KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ**

### ***NHỮNG HẠN CHẾ CÒN TỒN TẠI***

Trong quá trình thực hiện Đề tài, một số các vấn đề sau đây còn tồn tại:

- Mô hình cảnh báo sớm nguy cơ sạt lở đất: Mặc dù xây dựng mô hình cảnh báo sớm nguy cơ sạt lở theo phương pháp học máy có độ tin cậy đảm bảo trong quá trình đánh giá mô hình, mô hình cảnh báo sớm nguy cơ sạt lở vẫn là một mô hình tiềm năng. Một số yếu tố có thể tác động làm giảm độ tin cậy của mô hình bao gồm: (1) chưa xét được hết toàn bộ yếu tố gây ra nguy cơ sạt lở (như phong hóa, địa chấn, lớp địa chất phân tầng, nước ngầm...); (2) chưa thể xác định được lượng mưa kích hoạt cho từng vị trí trong quá khứ (do thiếu yếu tố quan trắc cũng như ghi ghép thời điểm gây sạt lở của từng điểm...); (3) chưa có cơ sở dữ liệu nền chi tiết (dữ liệu địa chất, thổ nhưỡng, trạm quan trắc mưa... ở độ phân giải lớn, bao phủ diện rộng mặc dù các yếu tố đó bị biến đổi trong phạm vi rất hẹp). Do vậy, khi xác định được nguy cơ sạt lở, hệ thống không tự kích hoạt cảnh báo qua hệ thống loa tại địa phương mà chỉ cảnh báo thông qua Website và Telegram. Để có thể xây dựng được mô hình cảnh báo sớm có độ tin cậy tốt hơn, cần (1) chuẩn bị dữ liệu nền về các yếu tố gây sạt lở một cách chi tiết (như dữ liệu tầng địa chất, phong hóa, thổ nhưỡng...); (2) bổ sung mật độ các trạm quan trắc mưa nhằm phản ánh đúng lượng mưa của mọi vị trí; (3) ghi chép đầy đủ các tham số tại các sự kiện sạt lở như lượng mưa, độ dốc, thảm phủ, tác động... để làm cơ sở dữ liệu cho các nghiên cứu tiếp theo.

- Mô hình cảnh báo sớm bồi lấp lòng hồ: Hiện nay, chưa đánh giá được tác động các hoạt động bởi con người bằng mô hình SWAT: chưa đánh giá được tác động của việc thi công công trình như đường, công trình dân sinh đến bồi lấp lòng hồ. Do vậy, cần tiếp tục nghiên cứu các mô hình khác có thể tính toán được tác động của các yếu tố này đến quá trình bồi lấp/trầm tích trên lưu vực.

### ***KẾT LUẬN***

Đề tài đã thực hiện đúng tiến độ và hoàn thành đầy đủ các sản phẩm về số lượng, chủng loại. Các sản phẩm của đề tài cơ bản đảm bảo yêu cầu về chất lượng đã đăng ký theo Hợp đồng số 14/2020/HĐ-ĐTCT-ĐTĐL.CN.ĐP, ngày 15/5/2020 giữa Văn Phòng các Chương trình trọng điểm cấp Nhà nước, Vụ Phát triển Khoa học và Công nghệ địa phương và Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam.

Mô hình cảnh báo sớm thiên tai cho lưu vực hồ Ba Bể được xây dựng một cách tương đối hoàn chỉnh đối với các loại hình thiên tai lũ, lũ quét, sạt lở đất phục vụ công tác điều hành, phòng chống thiên tai. Hệ thống kết hợp phương pháp xác định nguy cơ các loại hình thiên tai với dữ liệu quan trắc theo thời gian thực (gồm 74 trạm quan trắc mưa Vrain; 6 trạm quan trắc mưa, 3 trạm quan trắc mực nước, 3 trạm loa cảnh báo do đề tài

lắp đặt) để đưa ra cảnh báo sớm cho lưu vực hồ Ba Bể. Hệ thống có khả năng cảnh báo theo thời gian thực và người dùng có thể hoàn toàn tự xây dựng kịch bản theo điều kiện thực tế nhằm đáp ứng nhu cầu phòng, chống thiên tai tại địa phương. Hệ thống được xây dựng trên nền WebGIS.

Các ngưỡng cảnh báo cho loại hình lũ, lũ quét và sạt lở đất được xây dựng theo các cấp độ nguy cơ (thấp – trung bình – cao – rất cao), từ đó thiết lập phát cảnh báo tự động (khi xuất hiện nguy cơ theo thời gian thực) hoặc thủ công bởi người quản trị dựa trên các kịch bản điều hành phòng, chống thiên tai.

Mô hình cộng đồng tham gia ứng phó với thiên tai đã được xây dựng và thiết lập dựa trên nhóm cộng đồng gồm các thành viên tham gia là các hộ dân thuộc 13 thôn thuộc xã Đồng Phúc và lãnh đạo xã Đồng Phúc. Mô hình hoạt động được tổ chức thành 02 nhóm bao gồm nhóm Hỗ trợ kỹ thuật với sự tham gia của hội Phụ nữ, Nông dân, Đoàn Thanh niên và lãnh đạo xã là Trưởng nhóm và nhóm cụm dân cư bao gồm các hộ trong thôn và trưởng thôn làm Trưởng nhóm. Mô hình cũng đã ban hành quy chế làm việc của 02 nhóm trên và tổ chức tập huấn được cho toàn bộ 120 học viên. Ưu điểm của mô hình mới này là có sự liên kết giữa chính quyền và người dân tốt hơn so với các mô hình do các NGO đã thành lập trước đó. Các phổ biến về thiên tai như kiến thức thiên tai, các thông tin ứng phó với thiên tai sẽ được các nhóm tiếp nhận và hỗ trợ trong cộng đồng một cách hiệu quả hơn dưới sự chỉ đạo của Trưởng nhóm.

Thông qua lớp tập huấn, người dân tham gia mô hình cộng đồng ứng phó với thiên tai đã nắm rõ được các qui định của pháp luật về thiên tai, truyền tin cảnh báo thiên tai, nhận diện nguy cơ, xác định các công việc cần thực hiện TRƯỚC-TRONG và SAU mỗi đợt thiên tai, xác định các dụng cụ, nhu yếu phẩm cần chuẩn bị và các bước thực hiện để ứng phó hiệu quả khi có thông tin cảnh báo thiên tai của các cấp chính quyền tại địa phương hoặc thông tin cảnh báo từ hệ thống cảnh báo sớm được thiết lập trong khu vực.

Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu được xây dựng tại xã Đồng Phúc với diện tích 3 hecta cho các loại cây trám trắng, trà hoa vàng, dẻ ván ghép và cây khô nhung tía, hình thành nên lớp rừng đa tầng tán giúp làm giảm thiểu xói mòn bề mặt và nâng cao sinh kế cho người dân. Đây là mô hình tiềm năng giúp khôi phục lại chất lượng thảm phủ lưu vực hồ Ba Bể với đa mục tiêu.

## ***KIẾN NGHỊ***

### ***(a) Về cơ chế, chính sách:***

- Hệ thống cảnh báo sớm có nhiều thiết bị quan trắc hiện trường, máy tính trong phòng, đường truyền dữ liệu 4G. Do vậy, cần có cơ chế chính sách để thuê bảo trì, bảo dưỡng và duy trì hoạt động của hệ thống cảnh báo sớm nguy cơ lũ, ngập lụt, lũ quét và sạt lở đất sau khi bàn giao cho địa phương.

- Hệ thống cảnh báo sớm có các phần mềm chuyên dụng được thiết lập với các số liệu tại thời điểm hiện trạng, hoạt động của hệ thống trong điều kiện bình thường là tự động hoàn toàn. Tuy nhiên, hệ thống cảnh báo sớm cần tiếp tục hiệu chỉnh các thông số kỹ thuật, cập nhật các số liệu cơ bản như địa hình, trạm quan trắc, sử dụng đất, thảm phủ ... Do vậy, cần có cơ chế, chính sách thuê dịch vụ công đối để hỗ trợ hoạt động của hệ thống cảnh báo sớm hàng năm.

- Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu để chống xói mòn và tăng thu nhập đối với cộng đồng dân cư trong khu vực hồ Ba Bể đã có bước thành công ban đầu, cần có cơ chế, chính sách phù hợp để tiếp tục thực hiện sau khi đề tài kết thúc.

***(b) Về nhân rộng các kết quả nghiên cứu***

- Mô hình hệ thống cảnh báo sớm thiên tai: Thiên tai có xu hướng cực đoan và khốc liệt hơn do biến đổi khí hậu. Hệ thống cảnh báo sớm đã được thiết lập cho khu vực hồ Ba Bể, để có thể phục vụ công tác chỉ đạo, điều hành phòng chống thiên trên địa bàn toàn tỉnh, đề tài kính đề nghị Bộ KH&CN, UBND tỉnh Bắc Kạn cho phép thực hiện giai đoạn 2 của đề tài để mở rộng phạm vi cảnh báo sớm ra toàn tỉnh Bắc Kạn.

- Mô hình trồng rừng kết hợp cây dược liệu giảm xói mòn, rửa trôi đất: Khu vực hồ Ba Bể là vùng rừng đầu nguồn, rừng phòng hộ, khu bảo tồn tự nhiên, sự ổn định của hồ Ba Bể là đặc biệt quan trọng đối với tỉnh Bắc Kạn nói riêng và toàn quốc nói chung. Để giảm thiểu xói mòn, rửa trôi đất trên các lưu vực sông đổ vào hồ Ba Bể cần phải phủ xanh các diện tích đất còn trống trong khu vực, đồng thời để tăng sinh kế cho người dân khi được giao đất, bảo vệ rừng. Đề tài kính đề nghị các Bộ KH&CN, UBND tỉnh Bắc Kạn cho phép mở rộng mô hình trồng rừng giảm xói mòn kết hợp trồng cây dược liệu ra toàn bộ khu vực hồ Ba Bể, cũng như xây dựng mô hình bao tiêu, sản xuất các sản phẩm từ nguồn nguyên liệu là trà hoa vàng, trám trắng và khô nhung tía.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] "Global Disaster Alert and Coordination System," GDACS, [Online]. Available: <https://gdacs.org/>. [Accessed 19 10 2020].
- [2] Harold `Jim' Keeney, Steve Buan and Laura Diamond, "Multi-Hazard Early Warning System of the United States National Weather Service," in *Institutional Partnerships in Multi-Hazard Early Warning Systems*, Springer Berlin Heidelberg, 2012, pp. 115-157.
- [3] Rex L. Baum and Jonathan W. Godt, "Early warning of rainfall-induced shallow landslides and debris flows in the {USA}," *Landslides*, vol. 7, no. 3, pp. 259-272, 2009, DOI: 10.1007/s10346-009-0177-0.
- [4] USGS, "Early Warning System," USGS, 23 6 2018. [Online]. Available: <https://www.usgs.gov/programs/landslide-hazards/science/early-warning-system>. [Accessed 20 11 2020].
- [5] "Flood Early Warning System," Raleigh, 1 2 2023. [Online]. Available: <https://raleighnc.gov/stormwater/flood-early-warning-system>. [Accessed 15 2 2023].
- [6] "Emergency Warning System," [Online]. Available: [https://www.jma.go.jp/jma/en/Emergency\\_Warning/ew\\_index.html](https://www.jma.go.jp/jma/en/Emergency_Warning/ew_index.html). [Accessed 16 1 2020].
- [7] Guangwei Huang and Juan Fan, "Current flood warning system in Japan and its effectiveness in mobilizing evacuation: Lessons from case studies," *Journal of Emergency Management*, vol. 21, no. No. 1, pp. 53-65, 2023, DOI:10.5055/jem.0757.
- [8] Wenchao Ma, Yuta Ishitsuka, Akira Takeshima, Kenshi Hibino, Dai Yamazaki, Kosuke Yamamoto, Misako Kachi, Riko Oki, Taikan Oki and Kei Yoshimura, "Applicability of a nationwide flood forecasting system for Typhoon Hagibis 2019," *Scientific Reports*, vol. 11, no. 1, 2021, DOI: 10.1038/s41598-021-89522-8.
- [9] Nobutomo Osanai, Takeshi Shimizu, Kazumasa Kuramoto, Shinichi Kojima and Tomoyuki Noro, "Japanese early-warning for debris flows and slope failures using rainfall indices with Radial Basis Function Network," *Landslides - Springer Science and Business Media {LLC}*, vol. 7, no. 3, pp. 325-338, 2010, DOI: 10.1007/s10346-010-0229-5.

- [10] L. Guo, B. He, M. Ma, Q. Chang, Q. Li, K. Zhang and Y. Hong, "A comprehensive flash flood defense system in China: overview, achievements, and outlook," *Natural Hazards*, vol. 92, p. 727–740, February 2018.
- [11] Changjun Liu, Liang Guo, Lei Ye, Shunfu Zhang, Yanzeng Zhao and Tianyu Song, "A review of advances in China's flash flood early-warning system," *Natural Hazards*, vol. 92, pp. 619-634, 2018, DOI: 10.1007/s11069-018-3173-7.
- [12] Haichen Li, Xiaohui Lei, Yizi Shang and Tao Qin, "Flash flood early warning research in China," *International Journal of Water Resources Development*, vol. 34, no. 3, pp. 369-385, 2018, DOI:10.1080/07900627.2018.1435409.
- [13] Nengpan Ju, Jian Huang, Chaoyang He, T.W.J. Van Asch, Runqiu Huang, Xuanmei Fan, Qiang Xu, Yang Xiao and Jue Wang, "Landslide early warning, case studies from Southwest China," *Engineering Geology*, vol. 279, p. 105917, 2020.
- [14] Jiqun Zhang, Chenghu Zhou, Kaiqin Xu and Masataka Watanabe, "Flood disaster monitoring and evaluation in China," *Environmental Hazards*, vol. 4, no. 2, pp. 33-43, 2002, DOI:10.3763/ehaz.2002.0404.
- [15] Yong Zeng, Yanpeng Cai, Peng Jia and Jiansu Mao, "Development of a model-based flood emergency management system in Yujiang River Basin, South China," *Frontiers of Earth Science*, vol. 8, no. 2, pp. 231-241, 2013, DOI:10.1007/s11707-013-0393-8.
- [16] Mandira Singh Shrestha, Shesh Kanta Kafle, Min Bahadur Gurung, Hari Krishna Nibanupudi, Vijay Ratan Khadgi and Gautam Rajkarnikar, "Flood Early Warning Systems in Nepal - A Gendered Perspective," ICIMOD, Kathmandu, 2014.
- [17] "Multidisciplinary partnership in research for landslide risk reduction and resilience building: options and opportunities in nepal," [Online]. Available: [https://www.icimod.org/capacity-building/2021/EO-based%20landslide%20monitoring%20and%20forecast%20system/4\\_Local%20partnership%20in%20transdisciplinary%20research%20and%20resilience%20building%20for%20landslide%20risk%20reduction%20in%20Nepal%20%E2%80%93](https://www.icimod.org/capacity-building/2021/EO-based%20landslide%20monitoring%20and%20forecast%20system/4_Local%20partnership%20in%20transdisciplinary%20research%20and%20resilience%20building%20for%20landslide%20risk%20reduction%20in%20Nepal%20%E2%80%93) 0%93. [Accessed 14 12 2020].
- [18] "European Flood Awareness System," [Online]. Available: <https://www.efas.eu/en>. [Accessed 24 9 2020].
- [19] ADB, "Philippines: Integrated Flood Resilience and Adaptation Project 1," Department of Public Works and Highways for Asian Development Bank, 2022.

- [20] Nguyễn Đăng Giáp and Lê Văn Thìn, "Nâng cao năng lực dự báo, cảnh báo các loại hình thiên tai phổ biến giai đoạn 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2045," Bộ Nông nghiệp và Phát triển nông thôn, Hà Nội, 2021.
- [21] Thông tấn xã Việt Nam, "Cảnh báo lũ trực tuyến cho lưu vực sông Vu Gia," Thông tấn xã Việt Nam, 28 10 2013. [Online]. Available: <https://cesti.gov.vn/bai-viet/khcn-trong-nuoc/canh-bao-lu-truc-tuyen-cho-luu-vuc-song-vu-gia-01000899-0000-0000-0000-000000000000>. [Accessed 16 8 2020].
- [22] "Socialist Republic of Viet Nam: Urban Environment and Climate Change Adaptation Project," in *Project Administration Manual*, <http://www.adb.org/Documents/RRPs/?id=43237-013-3>, 2019, pp. 43237-013.
- [23] Trịnh Đăng Ba and Lê Hữu Huân, "<http://vnmha.gov.vn/ban-tin-quy-khcnhtqt-135/ung-dung-he-thong-phan-tich-lu-tich-hop-ifas-du-bao-lu-cho-thuong-nguon-song-ma-tinh-thanh-hoa-ban-tin-khcnhtqt-quy-i-nam-2020-6298.html>," Tổng cục Khí tượng Thủy Văn, 27 03 2020. [Online]. Available: <http://vnmha.gov.vn/ban-tin-quy-khcnhtqt-135/ung-dung-he-thong-phan-tich-lu-tich-hop-ifas-du-bao-lu-cho-thuong-nguon-song-ma-tinh-thanh-hoa-ban-tin-khcnhtqt-quy-i-nam-2020-6298.html>. [Accessed 31 03 2020].
- [24] Nguyễn Xuân Lộc, Đặng Đình Đức and Nguyễn Hồng Thủy, "Xây dựng hệ thống hỗ trợ dự báo lũ trên nền tảng DELFT-FEWS cho lưu vực sông Mã," *Tạp chí khoa học biến đổi khí hậu*, vol. 20, pp. 46-55, 2021.
- [25] L. T. Cường and nnk, "Ứng dụng công nghệ thiết lập hệ thống cảnh báo lũ sớm và ứng phó lũ lớn, lũ khẩn cấp lưu vực sông Ka Long, thành phố Móng Cái, tỉnh Quảng Ninh," Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, Hà Nội, 2020.
- [26] siwrr, "Hội thảo Đánh giá giữa kỳ kết quả thực hiện dự án hỗ trợ kỹ thuật Nghiên cứu đề xuất giải pháp tổng thể kiểm soát ngập lũ lưu vực sông Đồng Nai," Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam, 01 07 2016. [Online]. Available: <https://vawr.org.vn/hoi-thao-danh-gia-giua-ky-ket-qua-thuc-hien-du-an-ho-tro-ky-thuat-nghien-cuu-de-xuat-giai-phap-tong-the-kiem-soat-ngap-lu-luu-vuc-song-dong-nai?changeLinkLk=>. [Accessed 24 01 2020].
- [27] Lê Văn Thìn, "Báo cáo tổng hợp - Nghiên cứu thử nghiệm hệ thống cảnh báo lũ, lũ quét trên nền WebGIS cho lưu vực sông Nghĩa Lộ, huyện Trạm Tấn, tỉnh Yên Bái," Viện Khoa học Thủy Lợi Việt Nam, Hà Nội, 2020.
- [28] Trịnh Thu Phương, "Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn cảnh báo, dự báo đa thiên tai do mưa kích hoạt. áp dụng thử nghiệm tại lưu vực điển hình," Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, 2018.

- [29] 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," Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội, 2017.
- [30] Phạm Hồng Quang, Phạm Hồng Công and Phạm Quang Chính, "Giải pháp hiệu quả cảnh báo sớm sạt lở đất và lũ quét dựa trên công nghệ IoT và WSN," Trung tâm tin học và tính toán - Viện Hàn lâm khoa học và Công nghệ Việt Nam, [Online]. Available: [https://cic.vast.vn/index.php?option=com\\_content&view=article&id=229:gi-i-phap-hi-u-qu-c-nh-bao-s-m-s-t-l-d-t-va-lu-quet-d-a-tren-cong-ngh-iot-va-wsn&catid=11&Itemid=104](https://cic.vast.vn/index.php?option=com_content&view=article&id=229:gi-i-phap-hi-u-qu-c-nh-bao-s-m-s-t-l-d-t-va-lu-quet-d-a-tren-cong-ngh-iot-va-wsn&catid=11&Itemid=104). [Accessed 24 10 2022].
- [31] T. A. "Hệ thống cảnh báo sớm lũ quét: Một giải pháp hiệu quả giúp người dân tránh được những trận lũ quét bất ngờ," 25 12 2020. [Online]. Available: <https://khoaocphattrien.vn/cong-nghe/che-pham-dieu-tri-ton-thuong-da-tu-nano-bac-chua-cham-luong-tu-graphene/2020121603560401p1c859.htm>.
- [32] Đài Khí tượng Thủy văn tỉnh Bắc kạn, [Online]. Available: <https://kttvbackan.gov.vn/ban-do-gis>.
- [33] Saro Lee, "Analysis of Landslide Susceptibility in Korea using Geographic Information System," in *Proceedings of International Symposium on Application of Remote Sensing and Geographic Information System to Disaster Reduction*, Korea, 1998.
- [34] Saro Lee, Moungh-Jin Lee and Joong-Sun Won, "Study on Landslide using GIS and Remote Sensing at the Kangneung Area (II) - Landslide susceptibility mapping and cross-validation using the probability technique," *Econ. Environ. Geol*, vol. 37, pp. 521-532, 2002.
- [35] Saro Lee, Ueechan Chwae and Kyungduck Min, "Landslide susceptibility mapping by correlation between topography and geological structure: the Janghung area, Korea," *Geomorphology*, vol. 46, pp. 149-162, 2002, DOI: 10.1016/s0169-555x(02)00057-0.
- [36] Yiping He and R. Edward Beighley, "GIS-based regional landslide susceptibility mapping: a case study in southern California," *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 33, pp. 380-393, 2008, DOI: 10.1002/esp.1562.
- [37] Chiara Lepore, Sameer A. Kamal, Peter Shanahan and Rafael L. Bras, "Rainfall-induced landslide susceptibility zonation of Puerto Rico," *Environ Earth Sci*, vol. 66, pp. 1667-1681, 2012, DOI: 10.1007/s12665-011-0976-1.



- [38] C. Chalkias, S. Kalogirou and M. Ferentinou, "Mapping environmental risks - Quantitative and spatial modelling approaches," *Journal of Maps*, vol. 10, no. No. 2, pp. 211-222, 2014, DOI: 10.1080/17445647.2014.884022.
- [39] N. Intarawichian and S. Dasananda, "Frequency ratio model based landslide susceptibility mapping in lower Mae Chaem watershed, Northern Thailand," *Environ Earth Sci*, vol. 64, p. 2271–2285, 2011, DOI: 10.1007/s12665-011-1055-3.
- [40] J. Jasiewicz and T. F. Stepinski, "Geomorphons — a pattern recognition approach to classification and mapping of landforms," *Geomorphology*, vol. 182, pp. 147-156, 2013, DOI:10.1016/j.geomorph.2012.11.005.
- [41] USDA, "National Engineering Handbook," in *Chapter 10 - Estimation of Direct Runoff from Storm Rainfall*, Washington, DC, USDA, 2004, pp. 10-1 ÷ 10-22.
- [42] D. M. e. al, "Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations," *American Society of Agricultural and Biological Engineers ISSN 0001-2351*, vol, 50 (2007) 885., 2007.
- [43] Lê Quốc Hùng, "Báo cáo kết quả Điều tra và thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất đá tỷ lệ 1:50.000 khu vực miền núi tỉnh Bắc Kạn," Viện Khoa học địa chất và khoáng sản, 2014.
- [44] Nguyễn Toán, "Bắc Kạn: Sạt lở đất và nước lũ làm tắc đường đi huyện Ba Bể," 10 9 2020. [Online]. Available: <https://nongnghiep.vn/bac-kan-sat-lo-dat-va-nuoc-lu-lam-tac-duong-di-huyen-ba-be-d272785.html>.
- [45] Thế Bình, "Lũ quét, gần 30 ha lúa, hoa màu huyện Ba Bể thiệt hại," 14 9 2010. [Online]. Available: <https://nhandan.com.vn/tin-tuc-xa-hoi/L%c5%a9-qu%c3%a9t,-g%e1%ba%a7n-30-ha-l%c3%baa,-hoa-m%c3%a0u-huy%e1%bb%87n-Ba-B%e1%bb%83-thi%e1%bb%87t-h%e1%ba%a1i-505471/>.
- [46] Thế Bình, "Sông Năng ở Bắc Cạn ngày càng bồi lắng nhanh hơn," Báo Nhân Dân, 23/03/2016.
- [47] Nguyễn Nghĩa, "Ba Bể: Mưa lũ gây thiệt hại nhiều hoa màu," 16/10/2018. [Online]. Available: <http://www.baobackan.org.vn/channel/1121/201810/ba-be-mua-lu-gay-thiet-hai-nhieu-hoa-mau-5604438/>.
- [48] Đặng Văn Lợi, Nghiên cứu giải pháp khả thi để hạn chế bồi lắng hồ Ba Bể, vol. số 05, Tạp chí Môi trường, 2011.

- [49] Viện Khí tượng thủy văn - Biến đổi khí hậu, "Báo cáo đánh giá sơ bộ nguyên nhân bồi lắng hồ Ba Bể và đề xuất giải pháp khắc phục," 2018.
- [50] Ngân Ngọc Vỹ, "Bồi lắng, sạt lở đất đang đe dọa hệ sinh thái và sinh kế của cư dân khu Ramsar Vườn Quốc gia Ba Bể," 2/2019.
- [51] Christopher M. Bishop, Neural Networks for Pattern Recognition, Birmingham: Oxford, 1995.
- [52] T. C. P. C. T. T. "KẾ HOẠCH PHÒNG CHỐNG THIÊN TAI CÁC CẤP ĐỊA PHƯƠNG," tháng 12 năm 2018.
- [53] T. L. T. H. "Trồng và bảo vệ rừng: Tiên đề để phát triển bền vững," 23/3/2023. [Online]. Available: <https://baochinhphu.vn/trong-va-bao-ve-rung-tien-de-de-phat-trien-ben-vung-102292166.htm>.
- [54] n. "Quy hoạch lại để bảo tồn, phát triển di sản hồ Ba Bể," 20 04 2022. [Online]. Available: [https://daitu.thainguyen.gov.vn/thong-bao/-/asset\\_publisher/cMkV2GOLG69g/content/quy-hoach-lai-e-bao-ton-phat-trien-di-san-ho-ba-be/20181](https://daitu.thainguyen.gov.vn/thong-bao/-/asset_publisher/cMkV2GOLG69g/content/quy-hoach-lai-e-bao-ton-phat-trien-di-san-ho-ba-be/20181).
- [55] H. L. "Gỡ khó về giao thông xung quanh hồ Ba Bể," 17 03 2023. [Online]. Available: <https://backan.gov.vn/pages/go-kho-ve-giao-thong-xung-quanh-ho-ba-be-2ea5.aspx>.
- [56] Thế Bình, "Mưa lớn gây lũ quét ở huyện Ba Bể," Báo nhân dân, 5 7 2014. [Online]. Available: <https://nhandan.vn/mua-lon-gay-lu-quet-o-huyen-ba-be-post207498.html>. [Accessed 6 12 2020].
- [57] C. & nnk, "Ứng dụng công nghệ thiết lập hệ thống cảnh báo lũ sớm và ứng phó lũ lớn, lũ khẩn cấp lưu vực sông Ka Long, thành phố Móng Cái, tỉnh Quảng Ninh," Viện Khoa học thủy lợi Việt Nam, 2020.
- [58] V. P. t. K. đ. phương, "Báo cáo kết quả tự đánh giá nhiệm vụ KH&CN cấp quốc gia: Nghiên cứu dự báo nguy cơ tai biến trượt lở mái dốc dọc các tuyến giao thông trọng điểm miền núi tỉnh Quảng Nam và đề xuất giải pháp ứng phó, mã số ĐTĐL.CN-23/17," 21 05 2020. [Online]. Available: <https://www.most.gov.vn/cchc/tin-tuc/525/17799/bao-cao-ket-qua-tu-danh-gia-nhiem-vu-khcn-cap-quoc-gia--nghien-cuu-du-bao-nguy-co-tai-bien-truot-lo-mai-doc-doc-cac-tuyen-giao-tho.aspx>.