

BỘ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI

Giải pháp

**KẾT NỐI VÀ CHIA SẺ
HỆ THỐNG CƠ SỞ DỮ LIỆU
PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, QUẢN LÝ
LĨNH VỰC TÀI NGUYÊN, MÔI TRƯỜNG**



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC TỰ NHIÊN VÀ CÔNG NGHỆ

TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI

KỶ YẾU

HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

**GIẢI PHÁP KẾT NỐI
VÀ CHIA SẺ HỆ THỐNG CƠ SỞ DỮ LIỆU
PHỤC VỤ CÔNG TÁC ĐÀO TẠO, QUẢN LÝ
LĨNH VỰC TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG**

HÀ NỘI - 2021

BAN TỔ CHỨC

1. **PGS.TS. Hoàng Anh Huy** - Chủ tịch Hội đồng Trường, Trưởng ban
2. **PGS.TS. Lê Thị Trinh** - Phó Hiệu trưởng, Phó Trưởng ban
3. **TS. Nguyễn Bá Dũng** - Trưởng phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Ủy viên
4. **PGS.TS. Nguyễn Thị Hồng Hạnh** - Phó Trưởng khoa Môi trường, Ủy viên
5. **TS. Nguyễn Hoàn** - Trưởng khoa Kinh tế Tài nguyên và Môi trường, Ủy viên
6. **TS. Trần Xuân Biên** - Phó Giám đốc Phân hiệu Trường tại Thanh Hóa, Ủy viên

BAN KHOA HỌC

1. **PGS.TS. Lê Thị Trinh** - Phó Hiệu trưởng, Trưởng ban
2. **TS. Nguyễn Thị Hải Yến** - Phó Trưởng khoa Quản lý Đất đai, Phó Trưởng ban
3. **ThS. Vũ Lê Dũng** - Phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Thư ký
4. **PGS.TS. Phạm Quý Nhân** - Khoa Tài nguyên nước, Ủy viên
5. **PGS.TS. Phạm Thị Mai Thảo** - Khoa Môi trường, Ủy viên
6. **TS. Nguyễn Hồng Lâm** - Trưởng khoa Khoa học Biển và Hải đảo, Ủy viên
7. **TS. Thái Thị Thanh Minh** - Trưởng bộ môn Biến đổi khí hậu và Phát triển bền vững
8. **TS. Lê Anh Trung** - Phó Giám đốc Phân hiệu Trường tại Thanh Hóa, Ủy viên
9. **TS. Trương Vân Anh** - Trưởng khoa Khí tượng Thủy văn, Ủy viên

BAN THƯ KÝ

1. **ThS. Vũ Thị Thủy Ngân** - Phó Trưởng phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Trưởng ban
2. **TS. Trần Minh Nguyệt** - Phó Trưởng khoa Kinh tế Tài nguyên và Môi trường, Phó Trưởng ban
3. **TS. Lê Thị Thùy Dung** - Phó Trưởng khoa Lý luận Chính trị, Ủy viên
4. **ThS. Nguyễn Thị Hồng Hương** - Giám đốc Trung tâm Thư viện và Công nghệ thông tin, Ủy viên
5. **ThS. Nguyễn Đức Mạnh** - Phòng Khoa học công nghệ và Hợp tác quốc tế, Ủy viên
6. **CN. Trần Thu Hiền** - Ban Truyền thông và Tư vấn tuyển sinh, Ủy viên

MỤC LỤC

1	QUẢN TRIỆT VÀ VẬN DỤNG NGHỊ QUYẾT ĐẠI HỘI XIII CỦA ĐẢNG VỀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG VÀO THỰC TIỄN Lê Xuân Tú	1
2	KINH NGHIỆM CHUYỂN ĐỔI SỐ ỨNG PHÓ ĐẠI DỊCH COVID-19 CỦA SINGAPORE VÀ GỢI Ý CHO VIỆT NAM Vũ Quang Hải	7
3	TÀI NGUYÊN NƯỚC DƯỚI ĐẤT TẠI QUẦN ĐẢO NAM DU TỈNH KIÊN GIANG VÀ GIẢI PHÁP KHAI THÁC BỀN VỮNG Vũ Ngọc Bình, Nguyễn Thành Công, Bùi Minh Tuấn, Đỗ Mạnh Tuấn, Đào Đức Bằng	17
4	PHÂN TÍCH NGUY CƠ XẢY RA TAI BIẾN TRƯỢT LỞ TẠI KHU VỰC HUYỆN VỊ XUYÊN VÀ TP. HÀ GIANG, TỈNH HÀ GIANG SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP HỆ SỐ TIN CẬY VÀ MÔ HÌNH THỐNG KÊ BAYES Nguyễn Quốc Phi, Phí Trường Thành, Nguyễn Quang Minh, Vũ Mạnh Tường, Trần Thị Thu, Trần Tùng Lâm	29
5	XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU THÔNG TIN VỀ KHÍ NÔNG TRONG NƯỚC VÀ TRẮM TÍCH BIỂN KHU VỰC GÒ CÔNG - VŨNG TÀU Nguyễn Hồng Lâm, Lê Phú Hưng, Vũ Văn Lâm	40
6	ĐỀ XUẤT LƯỢC ĐỒ CHỮ KÝ SỐ DỰA TRÊN HỆ MẬT ĐỊNH DANH Nguyễn Văn Hách	50
7	ỨNG DỤNG KHOA HỌC CỘNG ĐỒNG VÀ ĐIỆN THOẠI THÔNG MINH TRONG THỦY VĂN - TÀI NGUYÊN NƯỚC VÀ THỰC TRẠNG Ở VIỆT NAM Trần Ngọc Huân, Hoàng Thị Nguyệt Minh, Nguyễn Trung Dũng, Jeffrey C. Davids, Konrad Miegel	62
8	ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ HIỆU CHỈNH TỰ ĐỘNG MÔ HÌNH SWAT BẰNG PHẦN MỀM SWAT - CUP Lê Văn Quân, Thi Văn Lê Khoa	71
9	XÁC ĐỊNH CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG ĐẾN GIÁ ĐẤT Ở ĐÔ THỊ TẠI PHƯỜNG DỊCH VỌNG, QUẬN CẦU GIẤY, THÀNH PHỐ HÀ NỘI Bùi Thị Cẩm Ngọc	83
10	HỆ THỐNG KIỂM SOÁT ĐẦU VÀO TRONG QUẢN LÝ ĐÁNH BẮT THỦY SẢN: KINH NGHIỆM CỦA TRUNG QUỐC VÀ BÀI HỌC CHO VIỆT NAM Hà Thị Thanh Thủy, Đỗ Diệu Linh	91
11	ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS ĐÁNH GIÁ BIẾN ĐỔI NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT CỦA CÁC LOẠI HÌNH LỚP PHỦ MẶT ĐẤT KHU VỰC TỈNH NAM ĐỊNH Quách Thị Chúc, Nguyễn Thị Thúy Hạnh, Bùi Thị Thúy Đào, Ninh Thị Kim Anh	98
12	PHÁT TRIỂN LÀNG NGHỀ GẮN VỚI BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG TẠI TỈNH HÀ NAM Đặng Thị Hiền, Nguyễn Thị Hiền	110

13	NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO VIÊN NÉN PHÂN HỮU CƠ CHẬM TAN TRÊN CƠ SỞ PHÂN TRÙN QUẾ VÀ PHỤ GIA KẾT DÍNH CÓ NGUỒN GỐC THIÊN NHIÊN Vũ Thị Thu Hà	120
14	MỘT SỐ GIẢI PHÁP NHẪM NÂNG CAO HIỆU QUẢ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN TRONG QUẢN LÝ ĐÀO TẠO TẠI PHÂN HIỆU TRƯỜNG ĐẠI HỌC TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG HÀ NỘI TẠI TỈNH THANH HÓA Lê Anh Tài	125
15	ĐÁNH GIÁ THỰC TRẠNG HỆ THỐNG CHƯƠNG TRÌNH, TÀI LIỆU ĐÀO TẠO, BỒI DƯỠNG CÁN BỘ, CÔNG CHỨC, VIÊN CHỨC NGÀNH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG Nguyễn Đức Toàn, Nguyễn Thị Hải Yến, Bùi Thị Hằng, Dương Thu Hà	131
16	MỨC ĐỘ SẴN SÀNG CHUYỂN ĐỔI SỐ CỦA SINH VIÊN: CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG VÀ GIẢI PHÁP Nguyễn Thủy Trang	140
17	NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG VÀ CÔNG BỐ CƠ SỞ DỮ LIỆU GIÁ ĐẤT TRÊN ĐỊA BÀN XÃ TÂN LẬP, HUYỆN ĐAN PHƯỢNG, THÀNH PHỐ HÀ NỘI Vũ Lệ Hà, Trần Hồng Quân	148
18	NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG IOT DỰA TRÊN MẠNG CẢM BIẾN KHÔNG DÂY PHỤC VỤ QUAN TRẮC MÔI TRƯỜNG VÙNG KHAI THÁC THAN TẠI MỎ HẦM LÒ VÀ LỘ THIÊN Nguyễn Anh Tuấn, Lê Trung Thành, Nguyễn Văn Hách, Nguyễn Thị Hồng Loan, Bùi Thị Thùy, Nguyễn Văn Thịnh	162
19	NHÂN TỐ TÁC ĐỘNG ĐẾN HÀNH VI BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG CỦA SINH VIÊN Nguyễn Thị Mai Anh	171
20	ỨNG DỤNG NỀN TẢNG CỦA GOOGLE XÂY DỰNG QUY TRÌNH THI TRỰC TUYẾN Bùi Thu Phương, Trần Minh Thắng	181
21	ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THÔNG TIN KHẢO SÁT CHẤT LƯỢNG ĐÀO TẠO NGUỒN NHÂN LỰC NGÀNH TÀI NGUYÊN MÔI TRƯỜNG Trần Thị Hương	185
22	KHAI THÁC TRỰC TUYẾN CƠ SỞ DỮ LIỆU ẢNH VỆ TINH, SO SÁNH THUẬT TOÁN HỌC MÁY VỀ PHÂN LOẠI LỚP PHỦ TRÊN NỀN GOOGLE EARTH ENGINE Đặng Thanh Tùng, Nguyễn Thanh Tùng, Hoàng Thị Thủy, Tăng Thị Thanh Nhân, Đặng Thu Hằng, Võ Ngọc Hải, Nguyễn Dũng Dương	192
23	ỨNG DỤNG GIS XÂY DỰNG HỆ THỐNG CÔNG KHAI, MINH BẠCH PHÁT THẢI KHÍ NHÀ KÍNH TỪ CÁC HOẠT ĐỘNG XỬ LÝ CHẤT THẢI RẮN SINH HOẠT TRÊN ĐỊA BÀN THÀNH PHỐ HÀ NỘI Nguyễn Thị Lệ Hằng, Nguyễn Xuân Bắc, Lê Anh Cường	201
24	NHỮNG LOẠI HÌNH DI SẢN ĐỊA CHẤT KIỂU A (ĐỊA MẠO) ĐẶC TRƯNG TẠI THÀNH PHỐ LAI CHÂU VÀ VÙNG PHỤ CẬN, ĐỊNH HƯỚNG KHAI THÁC PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG GIÁ TRỊ DU LỊCH Trần Thị Hồng Minh, Lê Trung Kiên	208

25	XÂY DỰNG BẢN ĐỒ LỮ LỰT SỬ DỤNG ẢNH VỆ TINH SENTINEL-1 SAR TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU HẠ LƯU LƯU VỰC SÔNG CẢ	
	Nguyễn Tiến Quang	219
26	ỨNG DỤNG PHẦN MỀM LUPA TRONG ĐÁNH GIÁ TÍNH HỢP LÝ VỀ VỊ TRÍ KHÔNG GIAN ĐẤT Ở TẠI ĐÔ THỊ TRÊN ĐỊA BÀN HUYỆN ĐÔNG HƯNG, TỈNH THÁI BÌNH	
	Phạm Thị Thanh Thủy, Lê Thị Thu Hà, Vũ Ngọc Phan, Vũ Ngọc Phượng	224
27	XU HƯỚNG CHUYỂN ĐỔI SỐ TRONG CÁC CƠ SỞ GIÁO DỤC ĐẠI HỌC: ĐIỀU KIỆN ĐẢM BẢO THỰC HIỆN CHUYỂN ĐỔI SỐ THÀNH CÔNG	
	Hoàng Ngọc Khắc	237
28	NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG TỪ HOẠT ĐỘNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH TỚI MÔI TRƯỜNG TẠI VƯỜN QUỐC GIA CÚC PHƯƠNG THEO MÔ HÌNH DPSIR	
	Nguyễn Thị Linh Giang, Bùi Thị Thu Trang	241
29	KHẢO SÁT ĐỘ CHÍNH XÁC CỦA MÔ HÌNH QUASIGEOID GECO	
	Nguyễn Xuân Bắc, Trần Thị Ngoan, Vương Thị Hòe, Trần Mạnh Tiến	252
30	DỰ ĐOÁN ĐƯỜNG ĐI CỦA BẢO DƯỠNG TRÊN THUẬT TOÁN KALMAN	
	Phạm Thị Quỳnh Trang, Dương Thị Hằng, Đặng Thị Khánh Linh	260
31	ỨNG DỤNG NỀN TẢNG IOT TRONG THU NHẬN DỮ LIỆU QUAN TRẮC NGÀNH TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG	
	Nguyễn Huyền Quang, Trần Văn Trung	266
32	PHÁT HUY HIỆU QUẢ CỦA CHUYỂN ĐỔI SỐ ĐỐI VỚI LĨNH VỰC ĐÀO TẠO TẠI CÁC CƠ SỞ GIÁO DỤC ĐẠI HỌC TRONG BỐI CẢNH ĐẠI DỊCH COVID - 19	
	Đào Thị Phương Anh	279
33	XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐẤT ĐAI VÀ ĐỀ XUẤT MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU QUẢ KHAI THÁC VÀ QUẢN LÝ KHU VỰC HUYỆN ĐẠI TỪ, TỈNH THÁI NGUYÊN	
	Trần Hồng Hạnh, Nguyễn Minh Thuận	287
34	SO SÁNH ĐỘ CHÍNH XÁC DỊ THƯỜNG ĐỘ CAO MÔ HÌNH TRỌNG TRƯỜNG TRÁI ĐẤT SGG - UGM - 2 VÀ EGM 2008 KHU VỰC MIỀN BẮC VIỆT NAM	
	Bùi Thị Hồng Thắm, Trịnh Thị Hoài Thu, Ngô Thị Mến Thương, Dương Hoàng Hải	296
35	NGHIÊN CỨU ÁP DỤNG MÔ HÌNH HỌC MÁY PHỤC VỤ VẬN HÀNH HỆ THỐNG KIỂM SOÁT LỮ THỜI GIAN THỰC CHO KHU VỰC LỖI THÀNH PHỐ CẦN THƠ	
	Trương Văn Anh, Hoàng Thị Nguyệt Minh	308
36	SỐ HÓA - GIẢI PHÁP TRIỂN VỌNG QUẢN LÝ BỀN VỮNG NGUỒN NƯỚC SẠCH	
	Nguyễn Thị Lâm	319
37	XÁC ĐỊNH GIÁ TRỊ CÁC DỊCH VỤ HỆ SINH THÁI VÙNG TRIỀU XÃ THẠNH HẢI, HUYỆN THẠNH PHÚ, TỈNH BẾN TRE	
	Trần Quốc Cường	328
38	LỢI ÍCH CỦA KẾ TOÁN MÔI TRƯỜNG ĐỐI VỚI CÁC DOANH NGHIỆP TẠI VIỆT NAM	
	Mai Thị Tâm	337

39	CHUYỂN ĐỔI SỐ: CƠ HỘI VÀ THÁCH THỨC TRONG CÔNG TÁC ĐÀO TẠO CỦA CÁC TRƯỜNG ĐẠI HỌC Ở VIỆT NAM Lê Cảnh Tuân, Phí Trường Thành, Lê Trung Kiên, Nguyễn Thị Phương Thanh, Trần Xuân Trường, Nguyễn Chí Công	343
40	XÂY DỰNG MÔ HÌNH MRV VÀ BỘ TIÊU CHÍ ĐÁNH GIÁ MỨC ĐỘ CÔNG KHAI, MINH BẠCH CÁC HÀNH ĐỘNG GIẢM THIỂU PHÁT THẢI TRONG LĨNH VỰC QUẢN LÝ CHẤT THẢI Nguyễn Thị Lệ Hằng, Phạm Thị Thu Hương, Trần Thị Thu Trang	348
41	NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG QGIS TRONG QUẢN LÝ CHẤT THẢI NGUY HẠI TẠI TÂY NINH Phạm Đức Tiến, Trương Đức Cảnh	356

LỜI NÓI ĐẦU

Khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo và Cách mạng công nghiệp lần thứ tư đang diễn biến rất nhanh, đột phá, tác động sâu rộng và đa chiều trên phạm vi toàn cầu. Quan điểm phát triển của Đảng và Nhà nước ta là phát triển nhanh và bền vững dựa chủ yếu vào khoa học công nghệ, đổi mới sáng tạo và chuyển đổi số. Với mục tiêu là đổi mới mạnh mẽ cơ chế hoạt động nghiên cứu, quản lý khoa học, công nghệ, đổi mới sáng tạo, tạo thuận lợi cho nghiên cứu, chuyển giao phù hợp với cơ chế thị trường, nâng cao tính tự chủ của các trường đại học; tăng cường, liên kết giữa các cơ quan quản lý, các nhà tuyển dụng, các doanh nghiệp với các viện nghiên cứu, trường đại học; trong đó tập trung vào nâng cao chất lượng đào tạo, làm chủ và từng bước tham gia tạo ra công nghệ mới, chia sẻ hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ công tác đào tạo và quản lý; góp phần phát triển kinh tế - xã hội bền vững, thích ứng với biến đổi khí hậu.

Xuất phát từ mục tiêu trên, hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ và chia sẻ hệ thống cơ sở dữ liệu trong đào tạo, quản lý tài nguyên môi trường là những hoạt động trọng tâm hàng đầu của Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội; góp phần nâng cao chất lượng đào tạo, chất lượng nguồn nhân lực và tăng cường sự hợp tác, kết nối trong nghiên cứu khoa học với các đối tác trong và ngoài nước.

Trong khuôn khổ các hoạt động nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ năm 2021, Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội tổ chức hội thảo “Giải pháp kết nối và chia sẻ hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ công tác đào tạo, quản lý lĩnh vực tài nguyên môi trường”. Hội thảo là diễn đàn khoa học để các nhà khoa học chia sẻ kiến thức, kinh nghiệm, kết quả nghiên cứu khoa học, chuyển giao công nghệ, các giải pháp về hoàn thiện cơ chế chính sách; bổ sung và hoàn thiện các quy định kỹ thuật; thiết lập, vận hành hệ thống cơ sở dữ liệu ngành, liên ngành; xây dựng và phát triển các ứng dụng tri thức, hệ thống khai thác và quản lý thông minh; hợp tác quốc tế, đào tạo, chuyển giao công nghệ và truyền thông trong lĩnh vực tài nguyên và môi trường. Hội thảo tập trung vào các vấn đề chủ yếu sau đây:

- Xây dựng hệ thống cơ sở dữ liệu số ngành tài nguyên và môi trường phục vụ đào tạo và nghiên cứu khoa học;
- Các giải pháp tích hợp, bảo mật và khai thác hiệu quả cơ sở dữ liệu số trong quản trị tổ chức và nghiên cứu khoa học;
- Giải pháp số hóa dữ liệu thông minh trong quản lý lĩnh vực tài nguyên và môi trường và lĩnh vực đào tạo;
- Chuyển đổi số trong cơ sở giáo dục đại học, các tổ chức và doanh nghiệp;
- Trao đổi, chia sẻ việc khai thác và tạo lập cơ sở dữ liệu số phục vụ nghiên cứu khoa học và công nghệ lĩnh vực tài nguyên và môi trường.

Ban Tổ chức Hội thảo và Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội xin trân trọng cảm ơn Bộ Tài nguyên và Môi trường, các cơ quan quản lý, các viện nghiên cứu, các trường đại học; trân trọng cảm ơn sự tham gia chia sẻ ý tưởng và ý kiến của các chuyên gia, các nhà khoa học, các nhà quản lý, các cán bộ nghiên cứu và giảng dạy, các nghiên cứu sinh, học viên cao học

và sinh viên quan tâm đến các vấn đề của Hội thảo. Ban Tổ chức cũng kỳ vọng Hội thảo sẽ cung cấp và đóng góp được nhiều ý kiến về giải pháp kết nối và chia sẻ hệ thống cơ sở dữ liệu phục vụ công tác đào tạo, quản lý lĩnh vực tài nguyên, môi trường.

Trong quá trình biên tập, không thể tránh khỏi những sai sót, rất mong các nhà khoa học, các nhà chuyên môn, các nhà quản lý bằng tri thức và nhiệt huyết của mình đóng góp để làm sáng tỏ, làm sâu sắc thêm các vấn đề liên quan; góp phần nâng cao chất lượng đào tạo nguồn nhân lực của Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội; quản lý và sử dụng hợp lý tài nguyên môi trường nhằm tăng trưởng kinh tế, ổn định xã hội, đảm bảo trật tự an ninh, quốc phòng nói chung.

BAN TỔ CHỨC

PHÂN TÍCH NGUY CƠ XẢY RA TẠI BIẾN TRƯỢT LỞ TẠI KHU VỰC HUYỆN VỊ XUYÊN VÀ TP. HÀ GIANG, TỈNH HÀ GIANG SỬ DỤNG PHƯƠNG PHÁP HỆ SỐ TIN CẬY VÀ MÔ HÌNH THỐNG KÊ BAYES

Nguyễn Quốc Phi¹, Phí Trường Thành², Nguyễn Quang Minh¹

Vũ Mạnh Tường³, Trần Thị Thu⁴, Trần Tùng Lâm⁵

¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất

²Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

³Sở Tài nguyên và Môi trường Hải Dương

⁴Sở Tài nguyên và Môi trường Khánh Hòa

⁵Viện Vật lý Địa cầu, Viện Hàn lâm Khoa học Việt Nam

Tóm tắt

Việc áp dụng các phương pháp toán địa chất vào nghiên cứu tai biến trượt lở ngày càng được quan tâm do tính chất định lượng hóa các các thông số và kết quả tính toán. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp hệ số tin cậy (Certainty Factor - CF) và mô hình thống kê Bayes (WoE) để đánh giá mối quan hệ giữa khả năng xảy ra tai biến trượt lở với các yếu tố môi trường liên quan. Phân tích thực tế tại khu vực huyện Vị Xuyên và thành phố Hà Giang, tỉnh Hà Giang cho thấy mức độ chính xác của hai phương pháp đạt được lần lượt là 88 % và 82 %. Các kết quả đạt được cho thấy khả năng áp dụng hiệu quả các phương pháp toán định lượng trong đánh giá tai biến môi trường phục vụ công tác quản lý và phòng chống thiên tai tại các địa phương.

Từ khóa: Trượt lở; Hệ số tin cậy; Mô hình thống kê Bayes; Hà Giang.

Abstract

Landslide hazard assessment of Vi Xuyen district and Ha Giang city, Ha Giang province using certainty factor and Bayesian statistical models

The application of statistical methods to landslide hazard evaluation is increasingly interested due to the quantitative nature of parameters and calculation results. This study uses Certainty Factor (CF) and Bayesian statistical models to evaluate the relationship between landslides and related environmental factors. Landslide assessment at Vi Xuyen district and Ha Giang city of Ha Giang province shows that the accuracy of the two methods is 88 % and 82 %, respectively. The obtained results show the ability to effectively apply quantitative methods in environmental hazard assessment for disaster prevention and management at local scales.

Keywords: Landslide; Certainty Factor; Bayesian statistical models; Ha Giang.

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, việc phân vùng dự báo tai biến địa chất với sự trợ giúp của công nghệ thông tin đã trở nên dễ dàng hơn và đạt độ tin cậy cao bằng việc sử dụng khối lượng lớn các dữ liệu liên quan. Nội dung chính của việc phân vùng tai biến địa chất là việc khoanh định những khu vực có mức độ rủi ro theo mức độ, nguồn gốc và theo các cơ chế khác nhau. Việc phân vùng dự báo phải trên những thông tin cơ bản kết hợp với các vị trí xảy ra tai biến thu thập được trong lịch sử của vùng nghiên cứu.

Việc phân vùng tai biến địa chất đặc biệt áp dụng cho tai biến trượt lở dựa trên 3 tính chất cơ bản được Varnes (1984) đưa ra như sau:

1. Quá khứ và hiện tại là chìa khóa cho tương lai. Những điều kiện và quá trình trượt lở đã và đang xảy ra cũng sẽ diễn ra tương tự ở trong tương lai.

2. Những điều kiện cơ bản hình thành nên hiện tượng trượt lở là có thể xác định được.
3. Có thể đánh giá được mức độ của tai biến trượt lở.

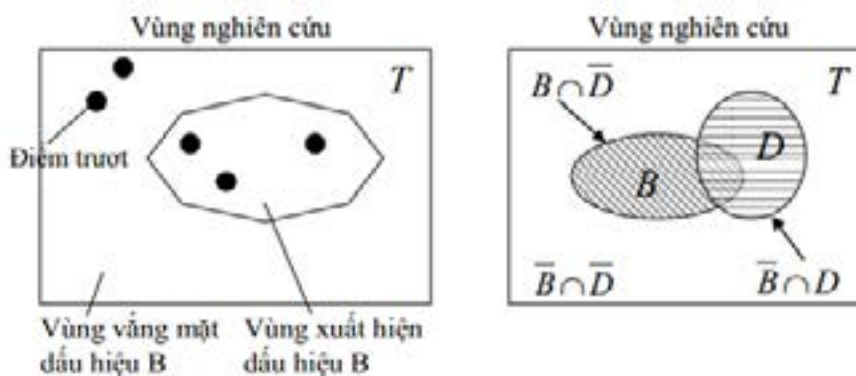
Các hệ phương pháp đánh giá và phân vùng tai biến cũng đã phát triển ngày càng phong phú, có thể kể đến như: Các phương pháp đo vẽ trực tiếp (đo vẽ địa mạo hoặc phân tích tài liệu viễn thám, ảnh hàng không), các phương pháp kinh nghiệm (dựa trên kiến thức chuyên gia), phương pháp chỉ số (phân tích Bayesian, phân tích cặp), các phương pháp toán thống kê (phương pháp xác suất, hồi quy đa biến, hồi quy logic, các phương pháp sử dụng trí tuệ nhân tạo như mạng nơron thần kinh, cây quyết định,...) và các phương pháp dựa trên các đặc tính địa kỹ thuật (mô hình SINMAP, cân bằng giới hạn, các phương pháp số, lý thuyết phân tích khối). Trong đó, mô hình hồi quy logic và mạng nơron thần kinh là hai phương pháp phổ biến nhất, nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu tai biến địa chất nói chung và phân tích tai biến trượt lở nói riêng (Dai & Lee, 2003; Chung et al., 1995; Lee et al., 2004; Lee, 2005).

Bài báo này nghiên cứu việc sử dụng phối hợp các phương pháp toán và viễn thám trên nền GIS nhằm phân tích và dự báo khả năng xảy ra tai biến trượt lở tại khu vực huyện Vị Xuyên và Tp. Hà Giang, tỉnh Hà Giang. Các phương pháp tính toán thống kê sẽ được sử dụng để đánh giá mối quan hệ giữa nguy cơ xảy ra tai biến với các thông số địa chất và môi trường liên quan.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Mô hình thống kê Bayes

Mô hình thống kê Bayes hay còn được gọi là mô hình trọng số bằng chứng (Weight of Evidence - WoE) tính toán các trọng số dựa trên giả thuyết thống kê xác suất của Bayes. Giả sử T là diện tích vùng nghiên cứu và vùng này được chia ra thành nhiều vùng diện tích nhỏ hoặc điểm ảnh có diện tích cố định (ô đơn vị). Tổng số đơn vị hoặc điểm ảnh trong vùng nghiên cứu sẽ là $N\{T\}$ và tương ứng các điểm trượt lở (D) trong vùng nghiên cứu cùng số lượng đơn vị, điểm ảnh tương ứng $N\{D\}$. Các biến nhị phân B, ví dụ như bản đồ địa chất, bản đồ địa mạo, bản đồ thảm thực vật,... ứng với các số lượng ô đơn vị hoặc điểm ảnh $N\{B\}$ (Nguyen & Hoang, 2004):



Hình 1: Mô hình biểu diễn xác suất xuất hiện điểm trượt lở theo mô hình Bayes

Như vậy xác suất xuất hiện các điểm trượt được tính theo công thức:

$$P\{D\} = \frac{N\{D\}}{N\{T\}} \quad (1)$$

- Xác suất xuất hiện dự báo B căn cứ vào điểm trượt đã biết được tính toán theo công thức:

$$P\{B/D\} = \frac{P\{B \cap D\}}{P\{D\}} \quad (2)$$

- Xác suất xuất hiện dấu hiệu dự báo B căn cứ vào diện tích không xuất hiện trượt lở được tính theo công thức:

$$P\{B/\bar{D}\} = \frac{P\{B \cap \bar{D}\}}{P\{\bar{D}\}} \quad (3)$$

- Xác suất không xuất hiện dấu hiệu dự báo B căn cứ vào những điểm trượt lở đã biết như sau:

$$P\{\bar{B}/D\} = \frac{P\{\bar{B} \cap D\}}{P\{D\}} \quad (4)$$

- Xác suất không xuất hiện dấu hiệu dự báo B căn cứ vào diện tích ngoài điểm trượt lở là:

$$P\{\bar{B}/\bar{D}\} = \frac{P\{\bar{B} \cap \bar{D}\}}{P\{\bar{D}\}} \quad (5)$$

Từ đó tỷ trọng thông tin dương W^+ được xác định theo công thức:

$$W^+ = \ln \frac{P\{B/D\}}{P\{B/\bar{D}\}} \quad (6)$$

Và tỷ trọng thông tin âm W^- xác định theo công thức:

$$W^- = \ln \frac{P\{\bar{B}/D\}}{P\{\bar{B}/\bar{D}\}} \quad (7)$$

Độ tương phản C giữa tỷ trọng thông tin dương W^+ và tỷ trọng thông tin âm W^- được xác định theo công thức:

$$C = W^+ - W^- \quad (8)$$

Trong nghiên cứu tai biến địa chất, độ tương phản C thường được sử dụng như là trọng số cho các đối tượng.

Xác suất tai biến được tính toán thông qua các thông số: Tỷ trọng thông tin dương W^+ , tỷ trọng thông tin âm W^- và độ tương phản (Contrast - C). Trong đó, độ tương phản thường được sử dụng làm trọng số cho các lớp thông tin và có giá trị biến đổi theo lý thuyết từ $-\infty$ đến $+\infty$, được tính theo từng bậc số liệu của các lớp thông tin. Các bậc có giá trị trọng số > 0 là các bậc tập trung nhiều vị trí tai biến địa chất trên một đơn vị diện tích và ngược lại, các bậc có giá trị trọng số < 0 là các bậc có ít điểm tai biến trên một đơn vị diện tích. Các giá trị trọng số này thể hiện mức độ quan trọng của từng bậc trong từng yếu tố (lớp thông tin).

2.2. Phương pháp hệ số tin cậy (Certainty Factor - CF)

Phương pháp hệ số tin cậy thuộc hệ các phương pháp phân tích chỉ số thống kê hiện đang được ứng dụng rất phổ biến cho nghiên cứu nguy cơ tai biến ở tỷ lệ trung bình như trong vùng nghiên cứu (1:25.000, 1:50.000). Hệ số tin cậy CF có dạng 1 hàm xác suất và được giới thiệu đầu tiên trong hệ chuyên gia về y khoa MYCIN (Shortliffe & Buchanan, 1975) để ước lượng khả năng chẩn đoán bệnh, tiên lượng nguy cơ nhiễm bệnh dựa trên các triệu chứng đã biết. Trong nghiên cứu tai biến địa chất, mô hình CF lần đầu tiên được sử dụng phân tích trượt lở trong các công trình của Chung & Fabbri (1993, 1999), Binaghi et al. (1998), Lan et al. (2004). Mô hình CF cho phép đánh giá mức độ tin cậy giữa khả năng xảy ra trượt lở và các yếu tố liên quan.

Hệ số CF có thể được mô tả dưới dạng sau:

$$CF_y = \begin{cases} \frac{f_y - f}{f_y(1-f)}; & \text{khi } f_y \geq f \\ \frac{f - f_y}{f(1-f_y)}; & \text{khi } f_y < f \end{cases} \quad (9)$$

trong đó: CF_y : Hệ số tin cậy thành phần I trong thông số j;

f_{ij} : Mật độ trượt lở trong thành phần I của thông số j.

f : Mật độ các trượt lở trên toàn bộ diện tích nghiên cứu

$$f_y = \frac{A_{ij}^*}{A_{ij}} \quad \text{và} \quad f = \frac{A^*}{A} \quad (10)$$

trong đó:

A_{ij}^* : Diện tích trượt lở trong thành phần I của thông số j;

A_{ij} : Diện tích của thành phần I trong thông số j;

A^* : Diện tích trượt lở trên toàn bộ khu vực nghiên cứu;

A : Tổng diện tích khu vực nghiên cứu.

CF là chỉ số mô tả mức độ tin cậy của chuyên gia về khả năng xảy ra của 1 hiện tượng. Tương tự như hệ số tương quan giữa các thông số, giá trị của CF biến đổi trong khoảng từ - 1 đến 1 (Nguyễn Quốc Phi, 2011; Nguyễn Quốc Phi và m.k., 2013). Trong đó, giá trị dương (> 0) chỉ mức độ tin cậy cao về mối liên hệ giữa hiện tượng trượt lở và các yếu tố liên quan, giá trị âm (< 0) phản ánh mức độ tin cậy thấp của mối quan hệ này. Do vậy, $CF_y = 1$ có nghĩa là khả năng xảy ra hiện tượng trượt lở dưới ảnh hưởng của yếu tố Y là chắc chắn, khi $CF_y = - 1$ thì khả năng xảy ra hiện tượng trượt lở dưới ảnh hưởng của yếu tố Y là không chắc chắn và khi $CF_y = 0$ thì mối quan hệ giữa trượt lở và yếu tố Y là chưa rõ ràng, không thể kết luận gì từ mối quan hệ này.

3. Xây dựng bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở tại khu vực huyện Vị Xuyên và Tp. Hà Giang

3.1. Cơ sở nguồn tài liệu

Dựa trên nguồn tài liệu thu thập được cơ sở dữ liệu phục vụ cho việc phân tích nguy cơ tai biến trượt lở trong khu vực nghiên cứu đã được xây dựng bao gồm:

- Thông tin về các vị trí xảy ra trượt lở được tổng hợp nguồn tài liệu khảo sát thực địa và từ các kết quả nghiên cứu đã có trong khu vực nghiên cứu kết hợp với kết quả phân tích ảnh viễn thám đa thời gian.

- Nền bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 đến 1:50.000 tại khu vực nghiên cứu do Tổng cục Địa chất và Khoáng sản phát hành.

- Các bản đồ địa hình UTM tỷ lệ 1:50.000, 1:10.000 khu vực nghiên cứu do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành và một số tài liệu đo vẽ chi tiết từ các dự án đã thực hiện thu thập được trong vùng nghiên cứu.

- Các số liệu đo mưa vệ tinh GSMaP của Cơ quan Nghiên cứu và Phát triển hàng không vũ trụ Nhật Bản (JAXA) và số liệu đo độ ẩm vệ tinh SMOPS (Soil Moisture Products) của Cơ quan Thông tin, Dữ liệu và Viễn thám môi trường Quốc gia của Mỹ (NESDIS).

- Ảnh vệ tinh Landsat 8 (OLI + TIRS) thu thập từ Cục Địa chất Mỹ (USGS) và ảnh Sentinel-2 A/B của Cơ quan Hàng không vũ trụ châu Âu (ESA).

3.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu hiện trạng tại biển và các yếu tố ảnh hưởng

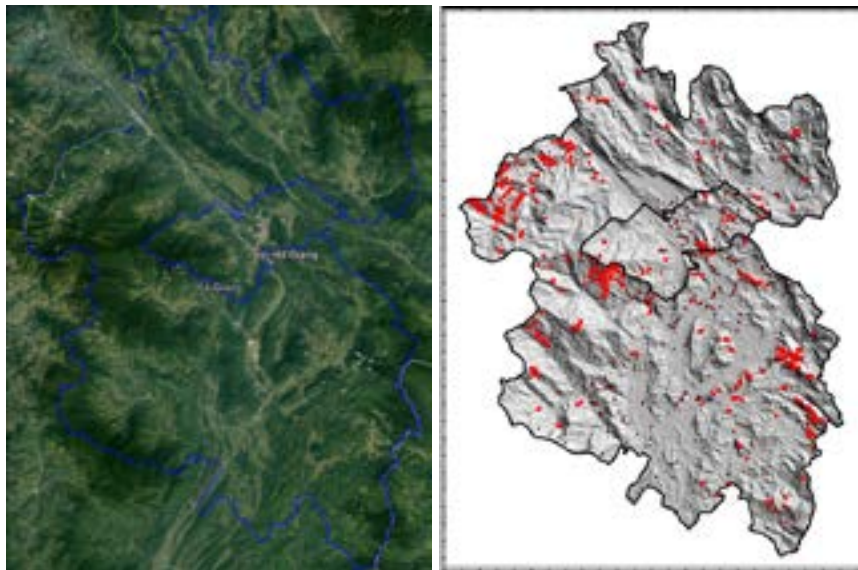
3.2.1. Vị trí các điểm trượt

Các vị trí trượt lở được thu thập từ các nghiên cứu có trước, đặc biệt là số liệu từ Đề án về phân vùng trượt lở của tỉnh Hà Giang do Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (2014) chủ trì. Phần lớn các khối trượt thu thập ngoài thực địa từ các dự án là các khối trượt nằm dọc theo các tuyến giao thông, liên quan chặt chẽ đến các hoạt động nhân sinh. Tổng số điểm trượt lở thu thập được từ các nghiên cứu trước trong diện tích nghiên cứu là 306 vị trí. Các khối trượt tự nhiên thường nằm sâu bên trong núi, không có phương tiện tiếp cận tốt, do vậy các vị trí khối trượt này được đối chiếu và khoanh bổ sung trên ảnh Google Earth qua các năm. Các khối trượt trên Google Earth được thể hiện trên các hình sau:



Hình 2: Các khối trượt trên ảnh Google Earth

Các điểm trượt lở quan sát được trên Google Earth chủ yếu là các khối trượt tự nhiên với quy mô lớn hơn rất nhiều các khối trượt phân bố dọc các tuyến đường giao thông, tuy nhiên phần lớn chúng phân bố sâu trong núi hoặc trên các sườn dốc cao, khó tiếp cận khi khảo sát thực địa. Bên cạnh đó, do đặc điểm thảm phủ thực vật của khu vực phát triển hết sức mạnh mẽ, nguồn tư liệu ảnh Google Earth cũng cho phép học viên quay lại các thời điểm trong quá khứ để xác định các vị trí điểm trượt đã bị che phủ hoặc xác định số lần tái hoạt động của một số điểm trượt. Do vậy, với đặc điểm miễn phí, ảnh có độ phân giải cao và khả năng khoanh định đa thời gian tại nhiều vị trí, đây là nguồn thông tin bổ sung hết sức quan trọng giúp cho việc chuẩn bị cơ sở dữ liệu các điểm trượt được đầy đủ và tin cậy hơn cho các phân tích thống kê sau này. Kết quả thống kê trên ảnh Google Earth cho phép học viên xác định được 669 vị trí điểm trượt, bổ sung vào CSDL vị trí các điểm trượt trong toàn vùng nghiên cứu là 975 điểm (Nguyễn Anh Đức, 2020). Các điểm trượt lở trong khu vực nghiên cứu có quy mô từ nhỏ (< 200 m³) đến rất lớn như khối trượt tại xã Thượng Sơn (~15.000 m³), Kim Linh (9.450 m³) và Thanh Thủy (9.360 m³), đều thuộc huyện Vị Xuyên.



a)

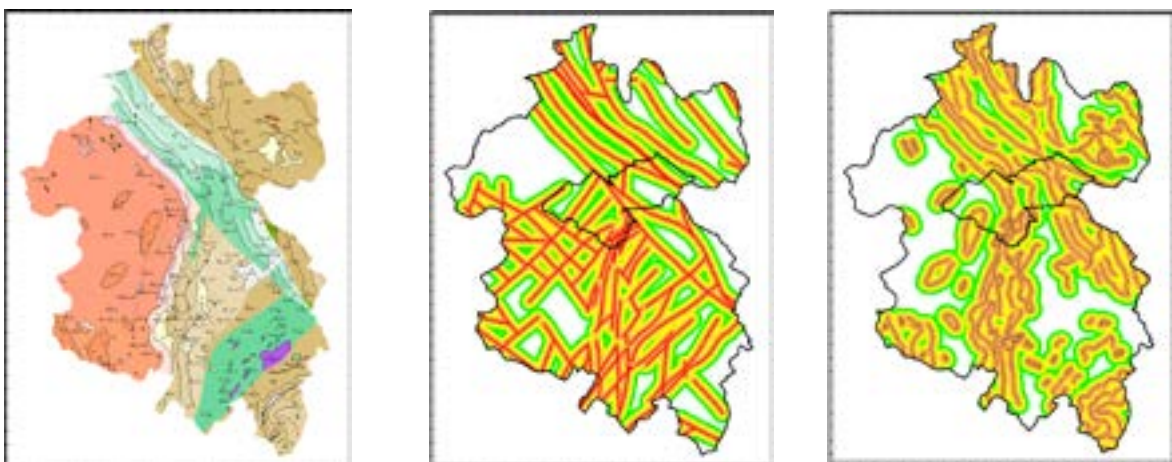
b)

Hình 3: Vị trí các điểm trượt lở được khoanh trên Google Earth (a) và kết quả tổng hợp 975 vị trí (b)

Sau khi có dữ liệu các điểm trượt, nguồn dữ liệu sẽ được chuyển đổi và đưa vào phần mềm *iGeoHazard* để phục vụ cho việc phân tích thống kê và đánh giá nguy cơ trượt lở.

3.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ xảy ra trượt lở

Dựa trên nguồn số liệu thu thập được bao gồm các bản đồ địa chất, địa hình, ảnh viễn thám đa thời gian và dữ liệu đo mưa vệ tinh, độ ẩm đất, các thành phần môi trường được phân tách thành 11 yếu tố ảnh hưởng liên quan đến các điều kiện địa chất nền, các điều kiện địa hình tự nhiên, điều kiện khí tượng - thủy văn và các điều kiện nhân sinh. Các lớp bản đồ thông tin đầu vào đều được đưa về kích thước dạng ô lưới raster 10 x 10 m với tổng số 16.403.896 pixel cho mỗi lớp thông tin, tương đương diện tích vùng nghiên cứu là khoảng 1.640,39 km². Lớp thông tin về hiện trạng trượt lở sử dụng đơn vị là diện tích khối trượt thay vì vị trí điểm để phản ánh tốt hơn quy mô của hiện tượng trượt lở tại vùng nghiên cứu. Tổng diện tích các vị trí trượt lở đưa vào phân tích là 4,98 km². Các yếu tố được trình bày như trong các hình sau:

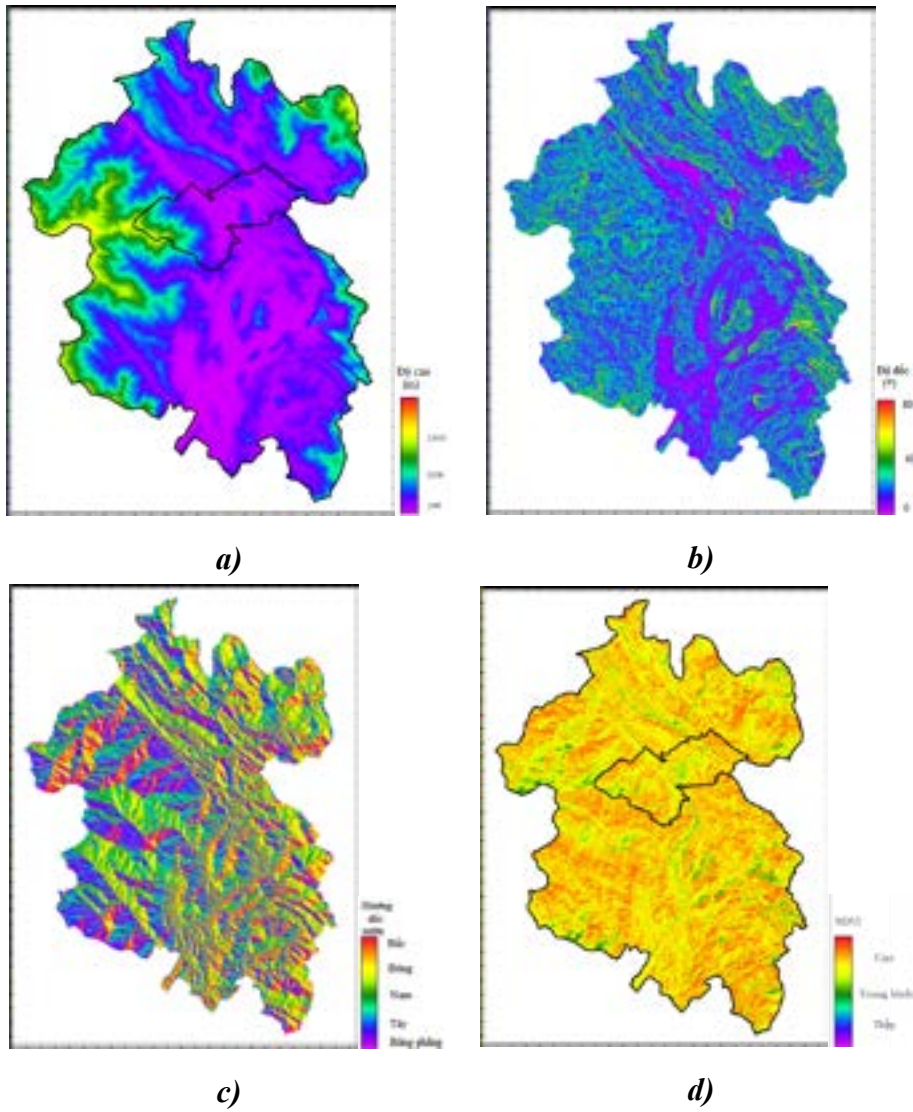


a)

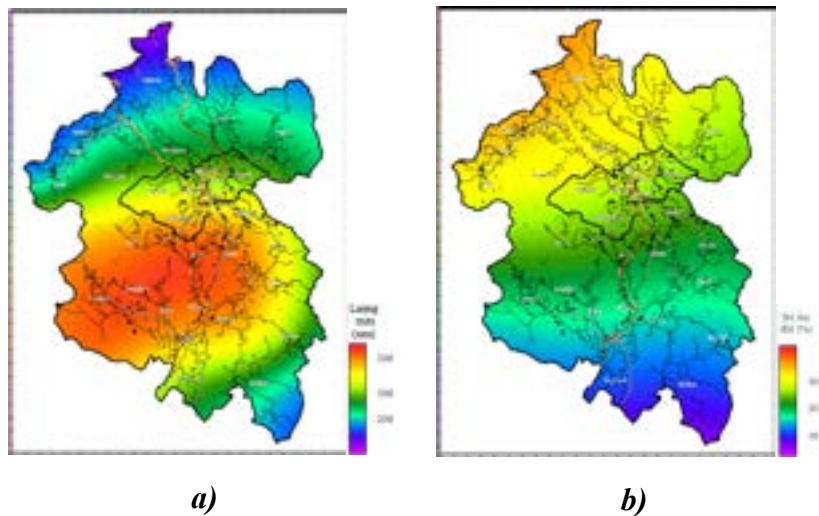
b)

c)

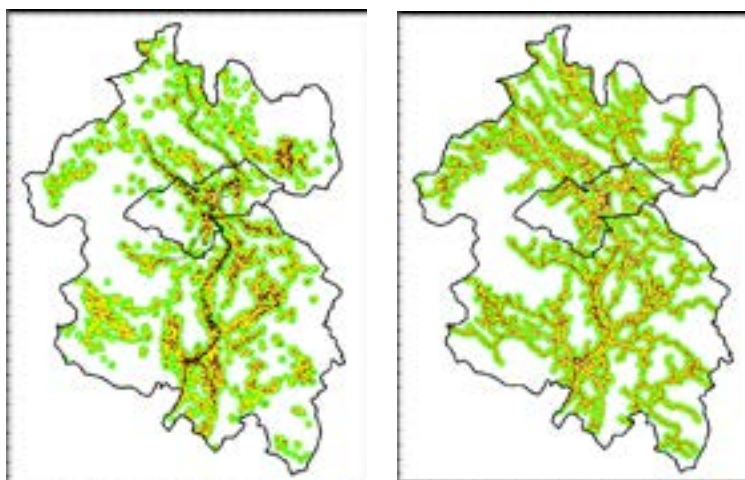
Hình 4: Các yếu tố liên quan đến điều kiện địa chất, a) Thành phần thạch học; b) Khoảng cách đến đứt gãy; c) Khoảng cách đến ranh giới địa chất



Hình 5: Các yếu tố liên quan đến điều kiện tự nhiên, a) Độ cao địa hình; b) Độ dốc; c) Hướng dốc địa hình; d) Chỉ số thực vật NDVI



**Hình 6: Các yếu tố liên quan đến khí tượng thủy văn
a) Phân bố lượng mưa; b) Độ ẩm đất**



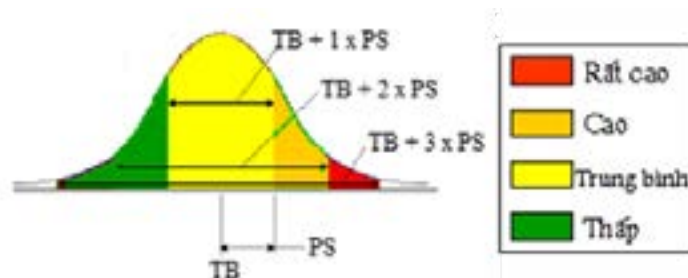
a)

b)

Hình 7: Các yếu tố liên quan đến các hoạt động của con người
a) Mật độ dân cư; b) Mạng lưới giao thông

3.3. Kết quả phân vùng dự báo trượt lở

Để phân vùng nguy cơ xảy ra tai biến trượt lở, dựa trên kết quả tính toán nguy cơ tai biến theo cả hai phương pháp, nguy cơ tai biến tại khu vực nghiên cứu được phân ra thành 4 cấp dựa theo mô hình phân phối chuẩn dựa trên kết quả tính toán giá trị trung bình (TB) và phương sai (PS) như mô tả trên Hình 8:



Hình 8: Mô hình phân phối chuẩn

Dựa trên số liệu tính toán thực tế, các sơ đồ phân vùng dự báo tai biến sau đó được phân ra thành các vùng như sau:

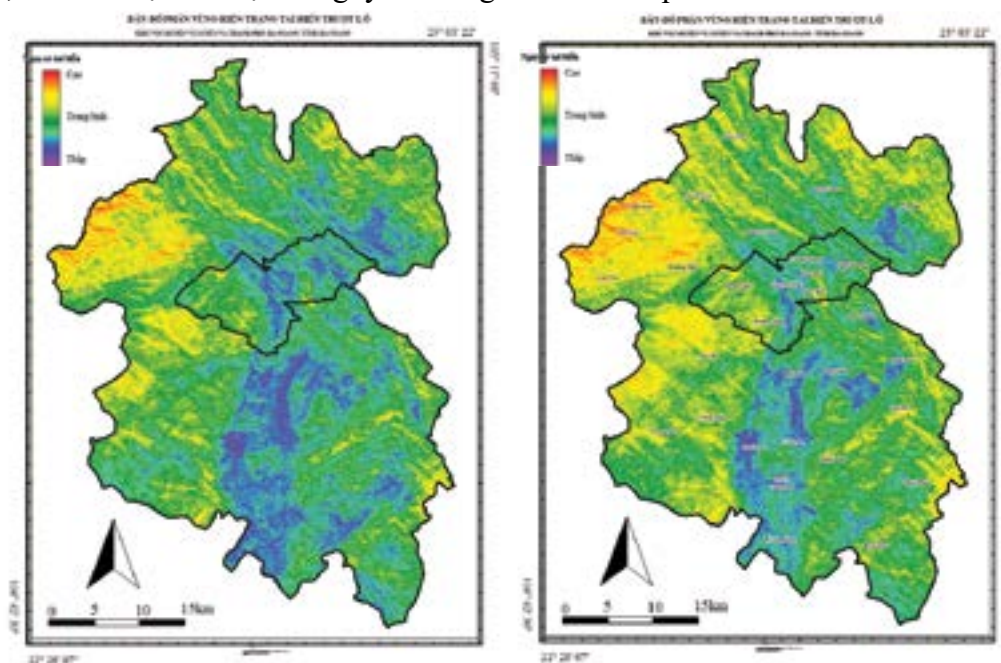
- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến thấp.
- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến trung bình.
- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến cao.
- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến rất cao.

Các ngưỡng số liệu cụ thể theo các phương pháp được tổng hợp như sau:

Bảng 1: Ngưỡng phân bố nguy cơ tai biến tại khu vực nghiên cứu

Phân bậc nguy cơ		Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao
Phương pháp	Hệ số tin cậy (CF)	< - 1,59	- 1,59 - 0,22	0,22 - 2,03	> 2,03
	Thống kê Bayes	< - 2,42	- 2,42 - 0,0	0,0 - 2,42	> 2,42
Màu		Xanh	Vàng	Cam	Đỏ

Sơ đồ dự báo nguy cơ xảy ra tai biến cho kết quả khá tương đồng nhau, diện tích có nguy cơ cao nhất tập trung tại các xã Lao Chải, Xin Chải, Thanh Đức, Phương Tiến, Cao Bồ thuộc huyện Vị Xuyên, các khu vực còn lại có nguy cơ trung bình đến thấp.



a)

b)

Hình 9: Sơ đồ dự báo nguy cơ tai biến theo mô hình thống kê Bayes (a) và phương pháp hệ số tin cậy (b)

Dựa trên các ngưỡng phân bậc nguy cơ xảy ra tai biến, kết quả phân bậc theo mô hình thống kê Bayes được phân cấp chi tiết theo Bảng 2.

Bảng 2. Bảng phân bậc nguy cơ tai biến theo phương pháp thống kê Bayes

Nguy cơ tai biến	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)	Diện tích trượt (pixel)	Tỷ lệ (%)
Thấp	468,90	28,58	916	7,36
Trung bình	622,11	37,92	2.271	18,25
Cao	436,20	26,59	4.748	38,15
Rất cao	113,18	6,90	4.510	36,24
Tổng	1.640	100	12.445	100

Kết quả phân bậc theo phương pháp thống kê Bayes cho thấy khu vực có nguy cơ tai biến cao đến rất cao chiếm khoảng 33 % diện tích vùng nghiên cứu song chiếm gần 75 % vị trí các điểm tai biến đã biết. Trong đó, riêng khu vực được đánh dấu có nguy cơ tai biến rất cao chỉ chiếm 6,9 % diện tích nhưng chiếm tới hơn 36,24 % các điểm trượt đã biết.

Tương tự, kết quả phân bậc theo phương pháp hệ số tin cậy cũng được thống kê theo Bảng 3.

Bảng 3. Bảng phân bậc nguy cơ tai biến theo phương pháp hệ số tin cậy CF

Nguy cơ tai biến	Diện tích (km ²)	Tỷ lệ (%)	Diện tích trượt (pixel)	Tỷ lệ (%)
Thấp	487,32	29,71	1.013	8,14
Trung bình	622,42	37,94	2.312	18,58
Cao	413,05	25,18	4.570	36,72
Rất cao	117,60	7,17	4.550	36,56
Tổng	1.640	100	12.445	100

Kết quả phân bậc theo phương pháp thống kê CF cho thấy khu vực có nguy cơ tai biến cao đến rất cao chiếm khoảng 32 % diện tích vùng nghiên cứu song chiếm gần 73 % vị trí các điểm tai biến đã biết. Trong đó, riêng khu vực được đánh dấu có nguy cơ tai biến rất cao chỉ chiếm 7,17 % diện tích nhưng chiếm tới hơn 36,56 % các điểm trượt đã biết, cho thấy khả năng dự báo khá chính xác của phương pháp.

Bảng 4. Kết quả phân tích mức độ tin cậy của các phương pháp

Phương pháp	Hệ số Kappa	Độ chính xác	Độ đúng	Hệ số F
Hệ số tin cậy CF	0,765	0,882	1,000	0,938
Thống kê Bayes	0,647	0,824	1,000	0,903

Các kết quả so sánh về mức độ tin cậy giữa các mô hình đều cho thấy mô hình hệ số tin cậy CF có chất lượng tốt hơn với hệ số Kappa là 0,765, độ chính xác tới 0,882 (~88 %). Mô hình thống kê Bayes có độ chính xác thấp hơn song cũng đều cho độ chính xác tương đối cao, cho thấy khả năng áp dụng hiệu quả các mô hình thống kê cho mục đích dự báo hiện tượng tai biến địa chất tại khu vực nghiên cứu.

4. Kết luận

Các biểu hiện tai biến địa chất trong khu vực nghiên cứu được ghi nhận chủ yếu gồm có: Trượt lở tự nhiên và dọc các tuyến đường giao thông chính, ngoài ra còn có hiện tượng sạt lở bờ sông và xói mòn khe rãnh. Trên bản đồ phân vùng nguy cơ xảy ra tai biến, các khu vực có nguy cơ cao nhất tập trung tại các xã Lao Chải, Xín Chải, Thanh Đức, Phương Tiến, Cao Bồ thuộc huyện Vị Xuyên. Quá trình đánh giá chi tiết đối với các lớp thông tin có thể thấy các yếu tố ảnh hưởng mạnh nhất đến độ tập trung các điểm trượt gồm: độ cao địa hình từ 500 - 1.500 m, độ dốc địa hình từ 30° trở lên, hướng dốc địa hình là hướng Nam, yếu tố thạch học - địa tầng là phức hệ Sông Chảy pha 1 và 3, độ ẩm đất từ 35,5 % trở lên.

Kết quả nghiên cứu dựa trên các phương pháp tính toán định lượng cho phép chỉ ra các vùng có khả năng xuất hiện các dạng tai biến trượt lở với các mức độ nguy cơ khác nhau trong khu vực nghiên cứu. Kết quả phân vùng được kiểm nghiệm sử dụng vị trí các điểm trượt lở thực tế trong diện tích nghiên cứu cho thấy kết quả phân vùng theo phương pháp hệ số tin cậy CF có độ chính xác cao hơn (88 %) so với mô hình thống kê Bayes (82 %). Kết quả phân bậc theo hệ số tin cậy cho thấy các khu vực có nguy cơ tai biến cao đến rất cao chỉ chiếm khoảng 32 % diện tích vùng nghiên cứu song đã bao trùm được trên 73 % các vị trí xảy ra tai biến đã biết. Trong đó, riêng khu vực được đánh dấu có nguy cơ rất cao tuy chỉ chiếm 7,17 % diện tích song vẫn xác định được tới hơn 36,56 % các vị trí xảy ra tai biến, cho thấy khả năng dự báo khá chính xác của phương pháp.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Binaghi E., Luzi L., Madella P., Pergalani F. and Rampini A., (1998). *Slope instability zonation: a comparison between certainty factor and fuzzy dempster - shafer approaches*. Natural Hazards 17, 77 - 97.
- [2]. Chung C. F. and Fabbri A. G., (1993). *The representation of geoscience information for data integration*. Nonrenewable Resources 2, 122 - 139.
- [3]. Chung C. F. and Fabbri A. G., (1999). *Probabilistic prediction models for landslide hazard mapping*. Photogrammetric Engineering & Remote Sensing 65, 1389 - 1399.
- [4]. Chung C. J., Fabbri A. and Van Westen C. J., (1995). *Multivariate regression analysis for landslide hazard zonation*. Geographical Information Systems in Assessing Natural Hazards. Kluwer Publications, Dordrecht, The Netherlands, 107 - 133.

- [5]. Dai F. C., Lee C. F., (2003). *A spatiotemporal probabilistic modelling of storm-induced shallow landsliding using aerial photographs and logistic regression*. Earth Surface Processes and Landforms 28, 527-545.
- [6]. Lan H. X., Zhou C. H., Wang L. J., Zhang H. Y. and Li R. H (2004). *Landslide hazard spatial analysis and prediction using GIS in the Xiaojiang watershed, Yunnan, China*. Engineering Geology 76, 109 - 128.
- [7]. Lee S., Ryu J. H., Min K. and Won J. N (2004). *Landslide susceptibility analysis using GIS and artificial neural network*. Earth Surface Processes and Landforms 28, 1361 - 1376.
- [8]. Lee S (2005). *Application and cross - validation of spatial logistic multiple regression for landslide susceptibility analysis*. Geosciences 9, 63 - 71.
- [9]. Nguyễn Anh Đức (2020). *Sử dụng mô hình toán thống kê để phân vùng tai biến trượt lở và đề xuất giải pháp giảm nhẹ rủi ro thiên tai tại khu vực huyện Vị Xuyên và thành phố Hà Giang, tỉnh Hà Giang*. Luận văn thạc sĩ, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- [10]. Nguyễn Quốc Phi (2011). *Áp dụng một số phương pháp toán nghiên cứu các yếu tố nguy cơ và phân tích tai biến trượt lở trên một số tuyến đường giao thông tỉnh Lào Cai*. Báo cáo đề tài nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
- [11]. Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Quang Luật, Nguyễn Kim Long, Đỗ Văn Nhuận (2013). *Xây dựng mô hình phân bố không gian đánh giá khả năng xảy ra lũ quét tại Quảng Ngãi*. Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Công nghệ Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội, 157 - 165.
- [12]. Quoc Phi Nguyen, Hoang Bac Bui (2004). *Landslide hazard mapping using Bayesian approach in GIS - Case study in Yangsan area, Korea*. GeoInformatics for Spatial - Infrastructure development in Earth & Allied sciences GIS - IDEAS 2004.
- [13]. Shortliffe E. H., Buchanan B. G (1975). *A mathematical model inexact reasoning in medicine*. Mathematical Bioscience 23, 351 - 379.
- [14]. Varnes D. J (1984). *International association of engineering geology commission on landslides and other mass movements on slopes*. Landslide hazard zonation: A review of principles and practice. UNESCO, Paris, 63 pp.
- [15]. Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (2014). *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 Hà Giang*. Đề án Điều tra, đánh giá và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá các vùng miền núi Việt Nam. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.

Chấp nhận đăng: 10/12/2021; Người phản biện: TS. Trần Thị Hồng Minh