

DỰ BÁO NGUY CƠ VÀ CƯỜNG ĐỘ PHÁT TRIỂN TRƯỢT LỞ KHU VỰC THỊ XÃ BẮC KẠN

PGS.TSKH Trần Mạnh Liễu, ThS. Nguyễn Quang Huy, KS. Nguyễn Thị Khang
ThS. Hoàng Đình Thiện, CN. Bùi Bảo Trung
Trung tâm nghiên cứu Đô thị - Đại học Quốc gia Hà Nội

Tóm tắt: Bài báo giới thiệu cơ sở phương pháp và quy trình áp dụng mô hình chỉ số thống kê tích hợp đa biến dự báo khả năng trượt lở trong môi trường ArcGIS cho khu vực thị xã Bắc Kạn, trong đó bản đồ dự báo nguy cơ trượt lở và phân vùng nguy cơ trượt lở được xây dựng trên cơ sở tích hợp có trọng số các yếu tố về điều kiện và nguyên nhân gây trượt từ các bản đồ: địa chất thạch học; địa mạo; vỏ phong hóa; địa chất công trình; phân bố lượng mưa; hiện trạng sử dụng đất; mật độ lineament; mật độ nứt nẻ; góc lệch thể nằm đá gốc và góc lệch các hệ thống nứt nẻ so với sườn dốc; mô hình số độ cao (DEM); độ dốc (SLOPE); hướng dốc (ASPECT); mật độ phân cắt ngang và phân cắt sâu; kiến tạo.

Bài báo cũng trình bày phương pháp dự báo định lượng cường độ phát triển trượt lở (thể tích khối trượt) trên cơ sở xác định định lượng tỷ trọng của các yếu tố gây trượt, xây dựng hàm hồi quy tính toán thể tích khối trượt và bản đồ dự báo quy mô thể tích khối trượt. Phương pháp được áp dụng cụ thể cho khu vực thị xã Bắc Kạn.

Các bản đồ dự báo nguy cơ trượt lở, phân vùng nguy cơ trượt lở và dự báo quy mô thể tích khối trượt là cơ sở cho việc tính toán và thành lập các bản đồ dự báo rủi ro về con người, về tài sản do trượt lở gây ra ở thị xã Bắc Kạn, cũng như định hướng các giải pháp kỹ thuật phòng tránh trượt lở và quy hoạch phát triển bền vững đô thị.

Abstract: This paper presents the basis of the method and procedure of application of multi-variable statistical index model in forecasting landslides probability in ArcGIS platform for Bac Kan town, in which landslide hazard forecast map and landslide hazard zonation map are built based on a weighted combination of conditional and cause factor maps: geological lithology, geomorphology, weathering coverage; engineering geology, rainfall, land use, map of lineament density, density of fractures, rock dip azimuth deviation and fracture system 1&2 dip azimuth deviation, DEM, slope, slope aspect, horizontal and vertical segmentation, tectogenesis.

The paper also presents quantitative prediction methods of landslide development magnitude (landslide volume) based on the quantification of the weight of landslide driving factors, establishing equation of regression for calculating the volume of landslide, and landslide volume prediction map. The method was applied to Bac Kan town.

Landslide hazard forecast map, landslide hazard zonation map and landslide volume prediction map is the basis for calculating and establishing human risk forecast map, property risk forecast map caused by landslide in Bac Kan town, also for orientating technical solutions to prevent landslide and sustainable urban development, urban planning.

1. Đặt vấn đề

Các quá trình tai biến địa chất (trong đó có trượt lở) phát sinh và phát triển dưới ảnh hưởng của nhiều yếu tố, có những yếu tố giữ vai trò rất quan trọng, có những yếu tố mà ảnh hưởng của chúng không nhận rõ được. Tất cả các yếu tố đó được gọi là các yếu tố hình thành và phát triển tai biến và chia thành hai nhóm: nhóm các yếu tố điều kiện và nhóm các yếu tố nguyên nhân của tai biến. Tổ hợp các yếu tố đó được xem xét, đánh giá từ góc độ phân tích hệ thống được gọi là "Hệ thống các yếu tố tai biến địa chất". Cách tiếp cận hệ thống cho phép phân tích, đánh giá vai trò của từng yếu tố cũng như dự báo tổng hợp (cả định tính và định lượng) khả năng phát sinh tai biến địa chất trên một vùng lãnh thổ.

Hiện nay có nhiều phương pháp nghiên cứu và đánh giá, dự báo trượt lở khác nhau được công bố, trong đó GIS (Hệ thống Thông tin Địa lý) là công cụ hữu hiệu để giải bài toán đó. Với các thể mạnh trong lưu trữ, chuyển đổi các dạng dữ liệu khác nhau, phân tích không gian và hiển thị bản đồ, GIS đã được ứng dụng rất nhiều để đánh giá và xây dựng các mô hình dự báo trượt lở.

Trong báo cáo này dự báo trượt lở theo mô hình chỉ số thống kê và mô hình tính thể tích khối trượt.

Mô hình chỉ số thống kê cho phép xác định giá trị trọng số của mỗi lớp trong từng thông số tác nhân gây trượt qua phép tính tỉ lệ giữa mật độ trượt lở của từng lớp với mật độ trượt lở trên toàn vùng. Tất cả các tác nhân như địa chất thạch học, địa mạo, sườn địa chất công trình (gồm sườn tự nhiên và sườn nhân tạo), kiến tạo, mật độ nứt nẻ, vỡ phong hóa, mật độ lineament, mật độ phân cắt ngang, phân cắt sâu, độ cao, độ dốc, hướng dốc địa hình, góc lệch đá, lượng mưa, hiện trạng sử dụng đất... đều được phân lớp theo các phương pháp khác nhau và tính mật độ trượt lở theo diện tích từng lớp. Phần mềm ArcGIS cho phép chồng các lớp theo công thức nhất định và xác định được nguy cơ trượt lở tại mỗi điểm trong toàn vùng nghiên cứu.

Thể tích khối trượt đặc trưng cho cường độ phát triển tại biến trượt lở. Trên cơ sở phân tích tỷ trọng các tham số tham gia gây trượt và mối quan hệ của chúng với thể tích các khối trượt đo vẽ được tại hiện trường, sử dụng phương trình hồi quy để dự báo thể tích trượt lở theo các tham số gây trượt trong phạm vi thị xã Bắc Kạn.

2. Mô hình chỉ số thống kê tích hợp đa biến dự báo nguy cơ trượt lở

2.1. Cơ sở phương pháp:

Mô hình phân tích chỉ số thống kê được sử dụng phổ biến là mô hình của tác giả Van Westen (1997) . Nguyên tắc của phương pháp phân tích thống kê là: Các tác nhân gây trượt chủ yếu trong quá khứ và hiện tại được thống kê lại nhằm dự báo sự xuất hiện trượt lở ở những khu vực có điều kiện tương tự.

Trong phương pháp chỉ số thống kê, giá trị trọng số cho một lớp thông số ảnh hưởng tới quá trình trượt lở đất được định nghĩa là logarit tự nhiên của mật độ trượt lở trong lớp trên mật độ trượt lở trong toàn bản đồ. Công thức này được Van Westen (1997) đưa ra như sau:

$$w_{ij} = \ln \left(\frac{\text{Densclass}}{\text{Densmap}} \right) = \ln \left(\frac{D_{ij}}{D} \right) = \ln \left(\frac{\frac{Npix(S_i)}{Npix(N_i)}}{\frac{\sum_{i=1}^n Npix(S_i)}{\sum_{i=1}^n Npix(N_i)}} \right) \quad (2-1)$$

Trong đó:

Wij: Trọng số của lớp i thuộc tác nhân gây trượt lở j

Dij: Mật độ trượt lở trong lớp i thuộc tác nhân gây trượt lở j.

D: Mật độ trượt lở trên toàn bộ bản đồ

Npix(Si): Số pixel (số ô hay diện tích) trượt lở trong lớp i thuộc tác nhân gây trượt lở j

Npix(Ni): Tổng số pixel (số ô hay diện tích) của lớp i thuộc tác nhân gây trượt lở j

$\sum Npix(Si)$: Tổng số pixel (số ô hay diện tích) trượt lở thuộc tác nhân gây trượt lở j

$\sum Npix(Ni)$: Tổng số pixel (số ô hay diện tích) của tác nhân gây trượt lở j

- Bản đồ giá trị nguy cơ trượt lở đất được tính toán trong hệ thống GIS cho một khu vực dựa trên công thức của Voogd (1983) sau đây:

$$LSI = \sum_{j=1}^n W_j w_{ij} \quad (2-2)$$

Trong đó:

LSI: Chỉ số nguy cơ xảy ra tại biến trượt lở đất

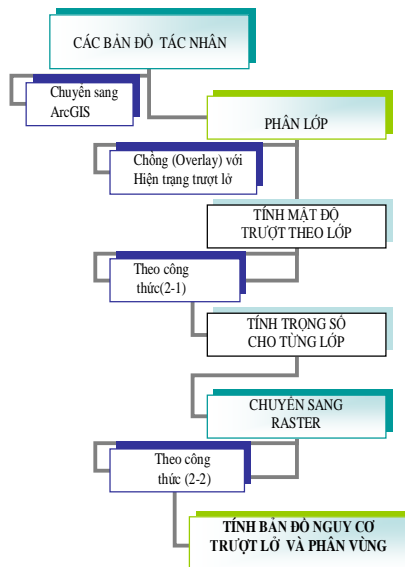
Wj: Trọng số của lớp i thuộc tác nhân gây trượt lở j.

Wj: Điểm số (theo phương pháp chuyên gia) của tác nhân gây trượt lở j

n: Số lượng tác nhân gây trượt lở của khu vực nghiên cứu

Trong báo cáo này, chúng tôi sử dụng phần mềm ArcGIS để tính các giá trị trọng số (W_{ij}) cho mỗi lớp của từng tác nhân gây trượt lở theo công thức (2-1). Điểm số (W_j) đánh giá theo phương pháp chuyên gia cho mỗi tác nhân gây trượt lở sẽ được gán từ 1-9 tùy thuộc mức độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở của từng tác nhân trong vùng nghiên cứu. Bản đồ nguy cơ trượt lở sẽ được tính bằng công thức (2-2) và phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở bằng phần mềm ArcGIS.

2.2. Quy trình áp dụng mô hình chỉ số thống kê dự báo khả năng trượt lở trong ArcGIS:



Hình 2.1. Quy trình áp dụng mô hình chỉ số thống kê xây dựng bản đồ nguy cơ trượt lở

Tất cả các bản đồ từ nhiều dạng (Mapinfo, Microstation, ảnh...) đều được chuẩn hóa lại về cùng lưới chiếu, quan hệ không gian cũng như khuôn dạng (ArcGIS) để tiến hành phân tích chồng chập với bản đồ hiện trạng trượt lở. Trên cơ sở đó, số điểm trượt lở được đếm một cách chuẩn xác cho tính toán mật độ và trọng số của từng lớp. Với những lợi thế trong tính toán và mức độ chi tiết đến từng pixel, toàn bộ bản đồ này một lần nữa được chuyển đổi từ mô hình Vector sang mô hình Raster, hiện thực hóa việc chồng chập các lớp theo công thức 2.2 để ra bản đồ dự báo nguy cơ trượt lở.

2.3. Các bản đồ tác nhân gây trượt lở thị xã Bắc Kạn

Các tác nhân ảnh hưởng đến trượt lở của thị xã Bắc Kạn được thể hiện dưới dạng bản đồ tỷ lệ 1:10.000 bao gồm:

+ Nhóm các bản đồ xây dựng trực tiếp: gồm các bản đồ hiện trạng trượt lở, hiện trạng nứt nẻ và các góc lệch đá, góc lệch nứt nẻ 1 & 2, địa hình, địa chất, địa mạo, địa chất công trình, vỏ phong hóa, hiện trạng sử dụng đất, lượng mưa.

(Bản đồ góc lệch đá thể hiện góc đo tại thực địa giữa phương vị đường hướng dốc của taluy với phương vị đường hướng dốc của mặt lớp đá. Tương tự góc lệch nứt nẻ 1 và 2 là góc lệch giữa phương vị đường hướng dốc của taluy với phương vị đường hướng dốc của mặt nứt nẻ 1 và mặt nứt nẻ 2)

+ Nhóm các bản đồ xây dựng gián tiếp: nội suy từ các điểm độ cao và đường đồng mức địa hình tạo ra Mô hình số độ cao (DEM) và các bản đồ thành phần như độ dốc, hướng phơi sườn, phân cắt sâu, phân cắt ngang và bản đồ Mật độ Lineament xây dựng từ DEM và ảnh Vệ tinh.

2.4. Xác định mật độ trượt lở và tỷ trọng tương ứng cho từng lớp của mỗi bản đồ tác nhân

Tất cả các bản đồ tác nhân đều được thể hiện trong phạm vi nghiên cứu với diện tích 1000x1400 ô lưới (pixels) của thị xã Bắc Kạn với kích thước ô lưới là 10x10m và đều được đưa về cùng hệ tọa độ quốc tế UTM (WGS 1984_ZONE 48N), trong phần mềm ArcGIS. Bản đồ hiện trạng trượt lở thể hiện 203 điểm trượt lở được chồng chập lên tất cả các bản đồ tác nhân đã được phân lớp để tính mật độ trượt lở và tỷ trọng tương ứng. Kết quả tính toán biểu diễn trên các bản đồ và bảng 2.1

2.5. Bản đồ phân vùng khả năng trượt lở thị xã Bắc Kạn:

Theo mô hình chỉ số thống kê nêu trên, khả năng trượt lở được tính bằng công thức 2-2. 17 bản đồ tác nhân đã được tính trọng số trượt lở theo từng lớp (Wij), mức độ ảnh hưởng của mỗi tác nhân gây đến tai biến trượt lở (Wj) xác định theo đánh giá chuyên gia và thể hiện ở bảng 2.1.

Bảng 2.1. Xác định nguy cơ trượt lở theo trọng số

	CÁC TÁC NHÂN	PHÂN LỚP	LỚP	SỐ ĐIỂM TRƯỢT LỞ	DIỆN TÍCH LỚP (km ²)	TRỌNG SỐ CỦA LỚP	ĐIỂM SỐ CỦA TÁC NHÂN
1	DEM_MÔ HÌNH SỐ ĐỘ CAO (m)						8
		90.08 - 124.65	1	17	2.94	-0.6980	
		124.65 - 150.36	2	76	7.37	-0.1195	
		150.36 - 176.95	3	124	7.28	0.3823	
		176.95 - 211.52	4	59	4.90	0.0355	
		211.52 - 317.01	5	0	1.26	-2.0000	
			SUM	276	23.75		
2	SLOPE_ ĐỘ DỐC SƯỜN (độ)						8
		0 - 5	1	40	5.85	-0.5300	
		5-15	2	58	4.92	0.0147	
		15-35	3	161	11.05	0.2266	
		35-45	4	13	1.45	-0.2590	
		>45	5	4	0.49	-0.3528	
			SUM	276	23.76		
3	ĐỊA CHẤT_THẠCH HỌC						7
		Đá gốc (Mia Lé)	1	0	2.63	-2.0000	
		Đá phiến sét đen, sét silic (Phú Ngũ giữa)	2	196	2.63	1.4401	
		Đá phiến sét, cát bột kết (Phú Ngũ dưới)	3	76	6.24	-0.3712	
		Cuội, sỏi, cát, sét (Đệ tứ)	4	2	4.02	-3.5691	
			SUM	274	15.52		
4	ĐỊA MẠO						5
		Bề mặt đá vôi	1	0	0.14	-2.0000	
		Bề mặt san bằng 260-290m	2	0	0.04	-2.0000	
		Bề mặt san bằng 190-230m	3	10	1.34	-0.4492	
		Bề mặt bóc mòn tổng hợp	4	260	16.69	0.2868	
		Bề mặt san bằng tích tụ	5	4	5.22	-2.7253	
			SUM	274	23.43		
5	LƯỢNG MƯA (mm/năm_trung bình 10 năm)						9
		1063.75 - 1075.49	1	16	5.10	-1.3162	
		1075.49 - 1085.99	2	144	10.55	0.1541	
		1085.99 - 1106.99	3	112	6.68	0.3598	

		1106.99 - 1142.82	4	2	1.09	-1.8526	
			SUM	274	23.42		
6	GÓC LỆCH ĐÁ (độ)						9
		4.815 - 84.29	1	104	3.91	0.5632	
		84.29 - 124.64	2	55	5.60	-0.4331	
		124.64 - 156.43	3	40	4.36	-0.5012	
		156.43 - 201.67	4	46	3.69	-0.1946	
		201.67 - 317.83	5	27	0.40	1.4945	
			SUM	272	17.96		
7	SƯỜN_ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH						9
		Sườn cắt xén		122	2.02	-0.1155	
		Sườn tự nhiên		160	21.64	-2.2158	
			SUM	282	23.66		
8	PHÂN CẮT SÂU (m)						5
		0 - 2	1	115	11.68	-0.1617	
		2 - 5	2	117	8.47	0.1769	
		5 - 9	3	39	3.13	0.0738	
		9 - 15	4	2	0.40	-0.8393	
		15 - 33	5	2	0.08	0.7701	
			SUM	275	23.76		
9	MẬT ĐỘ PHÂN CẮT NGANG (km/km²)						5
		0 - 1.26	1	31	6.87	-0.9564	
		1.26 - 2.9	2	84	7.06	0.0128	
		2.9 - 4.82	3	81	5.33	0.2583	
		4.82 - 7.61	4	32	2.50	0.0860	
		7.61 - 14.02	5	42	1.23	1.0658	
			SUM	270	22.99		
10	MẬT ĐỘ LINEAMENT (km/km²)						7
		0 - 4.49	1	127	9.44	0.1393	
		4.49 - 11.92	2	75	7.92	-0.2119	
		11.92 - 21.3	3	35	4.19	-0.3373	
		21.3 - 31.46	4	25	1.30	0.4965	
		31.46 - 50.02	5	12	0.56	0.6048	
			SUM	274	23.41		
11	MẬT ĐỘ NÚT NỀ (km/km²)						7
		0 - 0.03	1	103	9.93	-0.3751	
		0.03 - 0.06	2	99	4.67	0.3399	
		0.06 - 0.08	3	47	1.83	0.5305	
		0.08 - 0.11	4	9	0.53	0.1124	

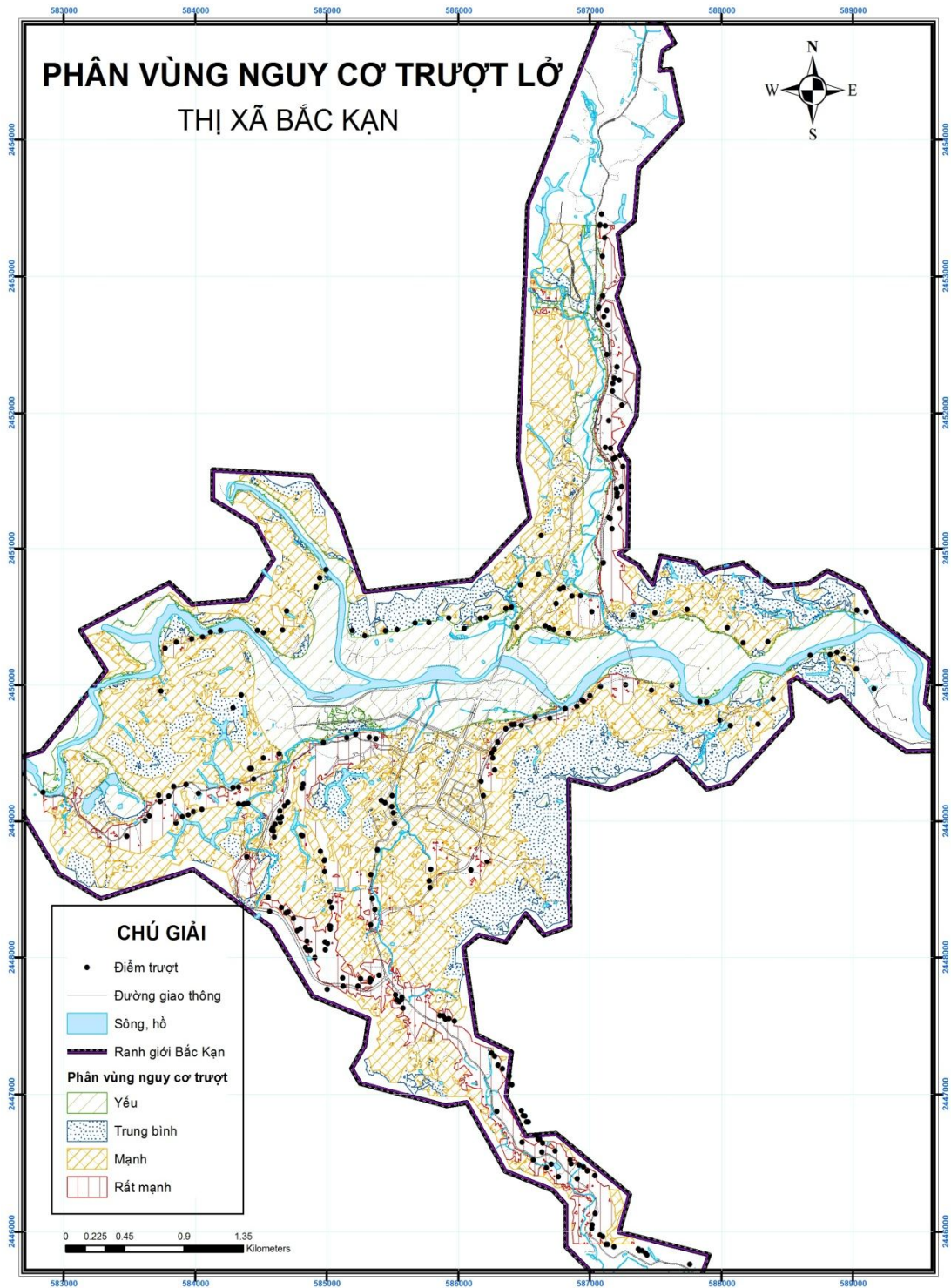
		0.11 - 0.14	5	6	0.53	-0.2826	
			SUM	264	17.50		
12	HƯỚNG PHỐI SƯỜN						5
		Phẳng (-1)	1	6	0.74	-0.3591	
		Bắc (0-22.5)	2	10	1.41	-0.4930	
		Đông bắc(22.5-67.5)	3	25	3.34	-0.4391	
		Đông (67.5-112.5)	4	22	2.88	-0.4187	
		Đông nam (112.5-157.5)	5	28	2.83	-0.1600	
		Nam (157.5-202.5)	6	26	2.70	-0.1871	
		Tây nam (202.5-247.5)	7	43	3.18	0.1523	
		Tây (247.5-292.5)	8	40	2.78	0.2145	
		Tây bắc (292.5-337.5)	9	57	2.61	0.6317	
		Bắc (337.5-360)	10	19	1.30	0.2301	
			SUM	276	23.77		
13	GÓC LỆCH NÚT NẸ 1 (độ)						9
		0.11 - 52.14	1	91	2.18	1.0040	
		52.14 - 89.66	2	69	4.90	-0.0825	
		89.66 - 124.75	3	47	5.69	-0.6172	
		124.75- 178.00	4	37	3.58	-0.3923	
		178.00 - 309.91	5	14	0.51	0.5816	
			SUM	258	16.86		
14	GÓC LỆCH NÚT NẸ 2 (độ)						9
		5.02 - 77.63	1	81	4.35	0.1995	
		77.63 - 111.52	2	67	5.62	-0.2471	
		111.52 - 145.41	3	48	4.32	-0.3174	
		145.41 - 193.82	4	36	2.02	0.1555	
		193.82 - 314.84	5	25	0.53	1.1248	
			SUM	257	16.85		
15	VỎ PHONG HÓA						7
		Đá gốc_Đá vôi	2	0	1.62	-2.0000	
		Đới bán phong hóa	3	131	7.43	0.3344	
		Đới sét (Litoma)	4	22	2.67	-0.4285	
		Đới tích tụ trầm tích	5	12	5.22	-1.7038	
		Đới tích tụ hỗn hợp	6	94	3.57	0.7343	
			SUM	259	20.51		
16	KIẾN TẠO (Ứng suất cắt)						7
		Mạnh	1	44	3.25	-0.9715	
		Trung bình	2	44	5.54	-1.5048	
		Yếu	3	201	14.07	-0.9177	

			SUM	289	22.86		
17	HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG ĐẤT						5
	DGT	Đất giao thông		32	0.9554	1.0299	
	DNL	Đất công trình năng lượng		0	0.0155	-2.0000	
	DRA	Đất bãi thải, xử lý chất thải		0	0.0242	-2.0000	
	DTT	Đất cơ sở thể dục - thể thao		0	0.0548	-2.0000	
	DVH	Đất cơ sở văn hóa		0	0.1627	-2.0000	
	DXH	Đất cơ sở dịch vụ về xã hội		0	0.1237	-2.0000	
	HNK	Đất trồng cây hàng năm khác		0	0.0307	-2.0000	
	LUN	Đất trồng lúa nương		1	0.0019	3.7845	
	NKH	Đất nông nghiệp khác		0	0.0055	-2.0000	
	NTD	Đất nghĩa trang, nghĩa địa		3	0.1785	0.3403	
	ODT	Đất ở tại đô thị		67	3.4593	0.4822	
	RST	Đất có rừng trồng sản xuất		25	5.1088	-0.8935	
			SUM	279	23.33		

Việc chồng nhiều lớp để tính toán ở dạng ảnh số (Raster) trong các phần mềm GIS sẽ nhanh và chính xác hơn rất nhiều so với tính toán ở dạng Vector. Bởi vậy tất cả 18 lớp bản đồ đã được chuyển sang dạng Raster và Bản đồ nguy cơ trượt lở được tính bằng công thức (2-2) ở dạng Raster với giá trị LSI biến đổi từ -122.768 đến 63.1042

Từ bản đồ nguy cơ trượt lở dạng Raster chuyển sang dạng Vector để tiến hành phân vùng. Hiện nay, có một số phương pháp được sử dụng để phân loại trong các phần mềm GIS, bao gồm: phân khoảng thủ công (manual), phân khoảng đều (Equal Interval) và không đều (quantile), phân khoảng theo phương pháp định lượng (Defined Interval), phân khoảng ngắt tự nhiên (Natural Break) hoặc phân khoảng theo độ lệch chuẩn (Standar Deviation).

Theo phương pháp phân khoảng ngắt tự nhiên (Natural Break), LSI phân thành 4 khoảng giá trị, tương ứng với 4 cấp nguy cơ trượt lở: Yếu (-122.8 ÷ -52.8); Trung bình (-52.8 ÷ -14.9); Mạnh (-14.9 ÷ 9.9); Rất mạnh (9.9 ÷ 63.1); (hình 2.1).



Hình 2.2. Bản đồ Phân vùng Nguy cơ Trượt lở thị xã Bắc Kạn

3. Dự báo cường độ phát triển trượt lở (thể tích khối trượt)

Dự báo thể tích khối trượt là cơ sở để tính toán khả năng thiệt hại và rủi ro do trượt lở gây ra cho các đối tượng dân cư và cơ sở hạ tầng đô thị dọc theo các taluy bị cắt xén.

3.1. Cơ sở phương pháp

Thể tích khối trượt được xác định bằng hàm hồi quy liên hệ giữa thể tích khối trượt với các yếu tố gây trượt chủ yếu:

Xác định các yếu tố gây trượt chủ yếu dựa trên việc xác định định lượng tỷ trọng tham gia gây trượt của chúng (8,11)

Phụ thuộc vào giá trị tỷ trọng của các yếu tố gây trượt, có thể chọn ra một số yếu tố quan trọng nhất để xây dựng hàm hồi quy liên hệ giữa thể tích khối trượt và các yếu tố quan trọng đó.

3.2. Kết quả đánh giá dự báo thể tích trượt lở thị xã Bắc Kạn

3.2.1. Xác định tỷ trọng các tham số phát triển tại biến trượt lở

Trên cơ sở thống kê thể tích của 105 khối trượt và các yếu tố gây trượt liên quan dọc theo các taluy bị cắt xén. Kết quả tính toán tỷ trọng tham gia của các yếu tố cho thấy, chiều cao mái dốc có tỷ trọng lớn nhất và chiếm ưu thế hoàn toàn $g_3 = 0.7384$, các yếu tố khác tham gia với vai trò không đáng kể: mật độ nứt nẻ đá gốc có tỷ trọng xếp thứ 2 $g_7 = 0.1101$; độ dốc: $g_1 = 0.0199$; chiều dày tầng phủ $g_2 = 0.0036$; thể nằm đá gốc $g_4 = 0.0428$; hệ thống nứt nẻ 1 $g_5 = 0.0016$; hệ thống nứt nẻ 2 $g_6 = 0.083$; mức độ phong hóa của đá gốc $g_8 = 0.0003$.

3.2.2. Xây dựng hàm hồi quy xác định thể tích khối trượt

Do chiều cao mái dốc có tỷ trọng lớn nhất và chiếm ưu thế hoàn toàn ($g_3 = 0.7384$) so với các yếu tố gây trượt khác nên có thể xây dựng mô hình gần đúng tính toán thể tích khối trượt (V) dựa vào chiều cao mái dốc (h) theo phương trình hồi quy tuyến tính.

$$V = 19.693 h - 12.581 \quad (3.1)$$

Phương trình này sẽ được sử dụng trong bước cuối cùng của quá trình lập bản đồ dự báo quy mô thể tích các khối trượt trong khu vực trung tâm thị xã Bắc Kạn.

3.2.3. Thành lập bản đồ dự báo quy mô thể tích khối trượt

Chiều cao mái dốc được xác định như sau:

- Sử dụng modul mở rộng archydro trong arcgis lập bản đồ dòng chảy tích lũy từ mô hình số độ cao DEM: Bản đồ dòng chảy tích lũy
- Sử dụng modul tích hợp sẵn trong ArcToolbox của ArcGIS lập bản đồ độ dốc theo phần trăm từ mô hình số độ cao DEM: Bản đồ độ dốc theo phần trăm
- Tính hệ số độ dốc và chiều dài sườn LS bằng phần mềm arcgis. Từ đó có thể tính được chiều dài sườn dốc L thông qua công thức của Morgan and Davidson, 1991 :

$$LS = \sqrt{\frac{l}{22}} (0.065 + 0.45s + 0.0065s^2)$$

Trong đó:

l : là chiều dài sườn dốc tính theo mét

s : là độ dốc sườn tính theo phần trăm

- Từ kết quả chiều dài sườn dốc (ở dạng bản đồ) dễ dàng tính được chiều cao mái dốc thông qua chiều dài sườn và góc dốc và biểu diễn dưới dạng bản đồ chiều cao mái dốc.

- Áp dụng công thức (3.1) tính thể tích khối trượt thông qua chiều cao mái dốc h. Kết quả cuối cùng được biểu diễn trên bản đồ dự báo quy mô thể tích khối trượt dao động trong khoảng từ $10m^3 - 9000m^3$ (hình 3.1).

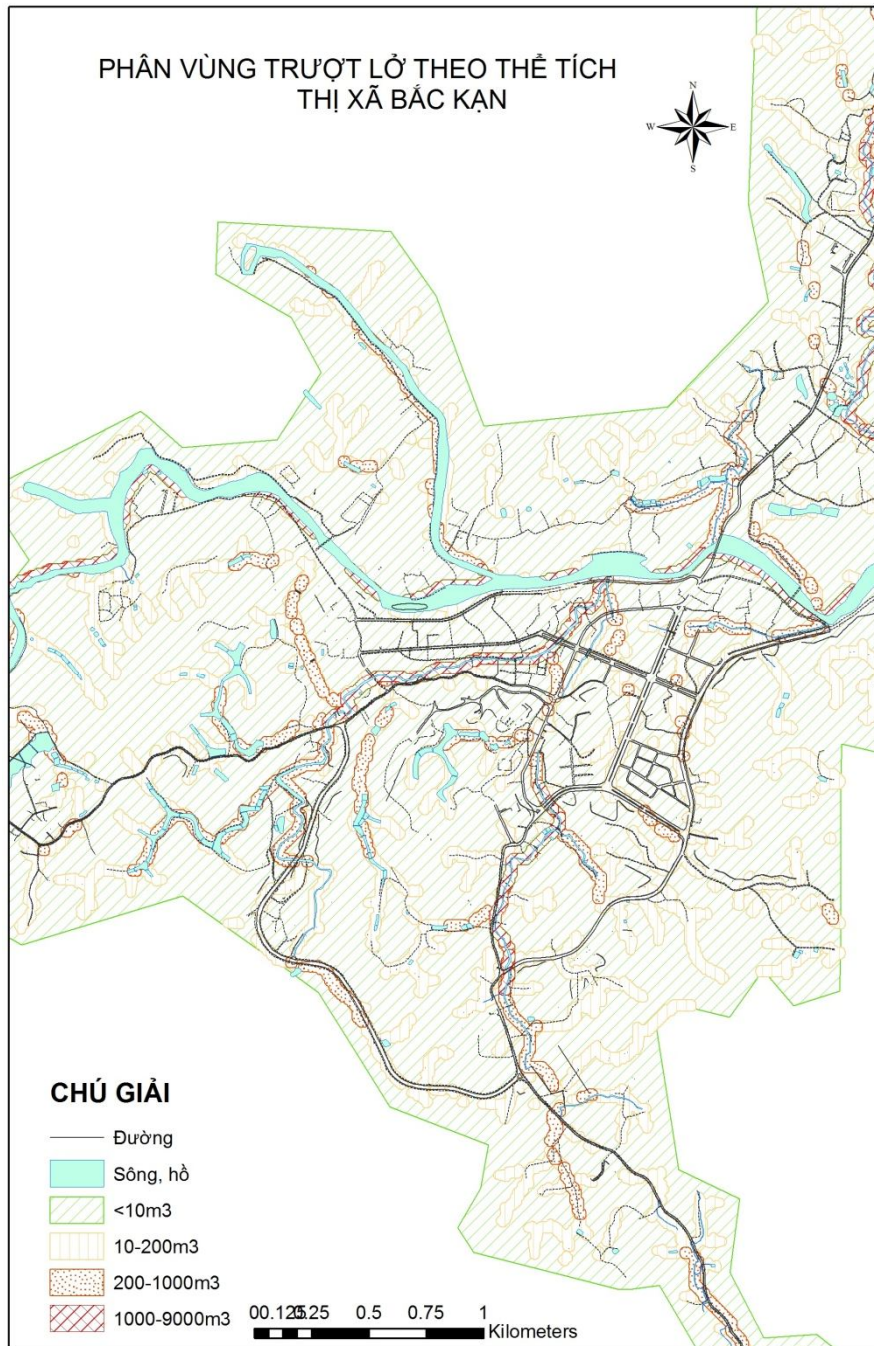
4. Kết luận và kiến nghị

- Phương pháp chỉ số thống kê tích hợp đa biến dự báo nguy cơ trượt lở cho phép tích hợp được nhiều yếu tố tác động, do đó làm tăng độ tin cậy của những kết quả dự báo, đặc biệt trong điều kiện có nhiều số liệu đo đạc, khảo sát từ hiện trường.

- Phương pháp chỉ số thống kê tích hợp đa biến cũng cho phép khoanh định các vùng dị thường gây trượt theo từng yếu tố và tổng thể các yếu tố tác động, làm cơ sở cho việc xác định các giải pháp cũng như kế hoạch phòng tránh và xây dựng hệ thống quan trắc tối ưu về trượt lở trong khu vực nghiên cứu.

- Phương pháp định lượng xác định vai trò (tỷ trọng) của các yếu tố gây trượt là phương pháp dự báo có độ tin cậy cao, cho phép lựa chọn đủ và đúng các yếu tố tác động trong đánh giá dự báo, phụ thuộc độ chính xác của dự báo đặt ra

- Các bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở dự báo theo mô hình chỉ số tổng kê tích hợp đa biến và phân vùng dự báo quy mô thể tích khối trượt thị xã Bắc Kạn là cơ sở cho những tính toán tiếp theo mức độ thiệt hại, rủi ro về kinh tế, xã hội và môi trường do trượt lở gây ra phục vụ cho quy hoạch phát triển đô thị bền vững, những quyết sách đầu tư cũng như các giải pháp phòng chống trượt lở thị xã Bắc Kạn .



Hình 3.1. Bản đồ dự báo quy mô thể tích các khối trượt

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Beven, K. J. and M. J. Kirkby, 1979. "A Physically Based Variable Contributing Area Model of Basin Hydrology," Hydrological Sciences Bulletin, 24(1): 43-69.
2. Hammond, C., D. Hall, S. Miller and P. Swetik, 1992. *Level I Stability Analysis (LISA) Documentation for Version 2.0*, "General Technical Report INT-285, USDA Forest Service Intermountain Research Station.

3. D. P. Kanungo, M. K. Arora, S. Sarkar and R. P. Gupta, 2009. *Landslide Susceptibility Zonation (LSZ) Mapping - A Review*. Journal of South Asia Disaster Studies., Vol. 2 No. 1 June 2009
4. Halvithana A. G. Jayathissa, 2010. *Combined statistical and dynamic modeling for real time forecasting of rain induced landslides in Matara district, Sri Lanka - a case study*.
5. H.X. Lana, C.H. Zhoua, L.J. Wangb, H.Y. Zhangc, R.H. Lic, 2004. *Landslide hazard spatial analysis and prediction using GIS in the Xiaojiang watershed, Yunnan, China*
6. Cees van Westen, 2009. *Use of GIS for landslide mapping*. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Enschede, The Netherlands. Long N.T., 2008. *Susceptibility mapping of the mountainous area in A Luoi district, Thua Thien Hue province, Vietnam*. Thesis of Doctor in Engineering, VUB – HYDROLOGIE, 2008.
7. R.T. Pack, D.G. Tarboton, C.N. Goodwin, Ajay Prasad, 2005. *A Stability index approach to terrain stability hazard mapping SINMAP User's manual*
8. Trần Mạnh Liễu, 2008, Tuyển tập báo cáo hội nghị Khoa học công nghệ trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội. *Một vài phương pháp đánh giá định tính và định lượng vai trò của các yếu tố hình thành và phát triển tai biến địa chất*.
9. Trần Mạnh Liễu, 2007. *Đặc điểm thông tin địa chất và khả năng sử dụng các mô hình xác suất trong nghiên cứu địa chất*. Tạp chí khoa học công nghệ xây dựng, số 2/2007.
10. Trần Mạnh Liễu, 2007. *Cơ sở tiếp cận hệ thống và đánh giá dự báo tổng hợp tai biến địa chất*. Tạp chí Địa kỹ thuật, số 2/2007.
11. Trần Mạnh Liễu, 2007. *Phương pháp phân vùng dự báo khả năng phát triển tai biến địa chất theo chỉ tiêu tích hợp các yếu tố phát triển tai biến*. Tạp chí xây dựng số 9/2007.