

Sử dụng kết hợp phương pháp giá trị thông tin và phân tích thứ bậc thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất tỉnh Bắc Kạn

Nguyễn Đình Tài*, Nguyễn Ngọc Thạch

Khoa Địa lý, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, ĐHQGHN, 334 Nguyễn Trãi, Hà Nội, Việt Nam

Nhận ngày 16 tháng 10 năm 2015

Chỉnh sửa ngày 30 tháng 10 năm 2015; Chấp nhận đăng ngày 20 tháng 11 năm 2015

Tóm tắt: Trong bài báo này, chúng tôi đề cập đến việc sử dụng kết hợp phương pháp giá trị thông tin và phương pháp phân tích thứ bậc cho mục đích thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất tỉnh Bắc Kạn. Theo đó, bản đồ hiện trạng trượt lở được thành lập dựa trên các kỹ thuật giải đoán ảnh lập thể (ảnh vệ tinh độ phân giải cao và siêu cao chồng phủ lên mô hình số độ cao) kết hợp với điều tra thực địa. Nguy cơ trượt lở được tính thông qua phân tích mối tương quan giữa hiện trạng trượt lở tại khu vực nghiên cứu với các nhân tố ảnh hưởng đến sự phát sinh tai biến trượt lở cũng như phân tích mức độ quan trọng giữa các nhân tố gây trượt lở với nhau. Bản đồ nguy cơ trượt lở được kiểm chứng bằng phương pháp diện tích dưới đường cong cho giá trị AUC = 0,78.

Keywords: Landslide, information value, AHP.

1. Mở đầu

Tỉnh Bắc Kạn nằm trong vùng Đông Bắc với địa hình phần lớn là núi cao. Hàng năm, tai biến trượt lở thường xuyên xảy ra gây thiệt hại về người và tài sản. Để giảm thiểu những tác động này, cần có những đánh giá khoa học về sự cố trượt lở đất xảy ra trên địa bàn tỉnh. Có nhiều phương pháp đánh giá tai biến trượt lở đã được giới thiệu trong những năm qua như: phân tích phân cấp (AHP), phân tích thống kê đơn biến (giá trị thông tin, trọng số bằng chứng), phân tích thống kê đa biến (hồi quy logistic) [1, 2]. Hầu hết các phương pháp này đều dựa trên việc áp dụng tư liệu viễn thám và hệ thống tin địa lý nhằm mục đích thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở và phân tích tương quan giữa hiện trạng

tai biến trượt lở ở khu vực nghiên cứu với các nhân tố ảnh hưởng, cũng như phân tích mức độ quan trọng của các nhân tố ảnh hưởng tới sự phát sinh tai biến trượt lở. Để có được bản đồ hiện trạng trượt lở đất, chúng tôi đã sử dụng tư liệu viễn thám độ phân giải cao và siêu cao chồng phủ lên mô hình số độ cao (DEM) cho công tác giải đoán trượt lở, kết hợp với dữ liệu khảo sát thực địa. Dựa trên việc kết hợp phương pháp giá trị thông tin cho đánh giá tương quan giữa các nhân tố gây trượt với hiện trạng tai biến trượt lở và phương pháp AHP để đánh giá trọng số giữa các nhân tố, bản đồ nguy cơ trượt lở khu vực nghiên cứu được thành lập với 5 mức nguy cơ: rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao. Trong đó, các yếu tố được lựa chọn gồm: độ dốc, lượng mưa trung bình năm, địa mạo, lớp phủ thực vật, thạch học, độ lệch hướng cắm của đá với địa hình, vỏ phong hóa, mật độ

* Tác giả liên hệ. ĐT: 84-974738386.
Email: ndtai@iop.vast.ac.vn

lineament, mật độ chia chất ngang, mật độ chia cắt sâu, khoảng cách tới đường giao thông. Độ chính xác mô hình dự đoán này cũng được kiểm chứng bằng phương pháp diện tích dưới đường cong (AUC).

2. Phương pháp

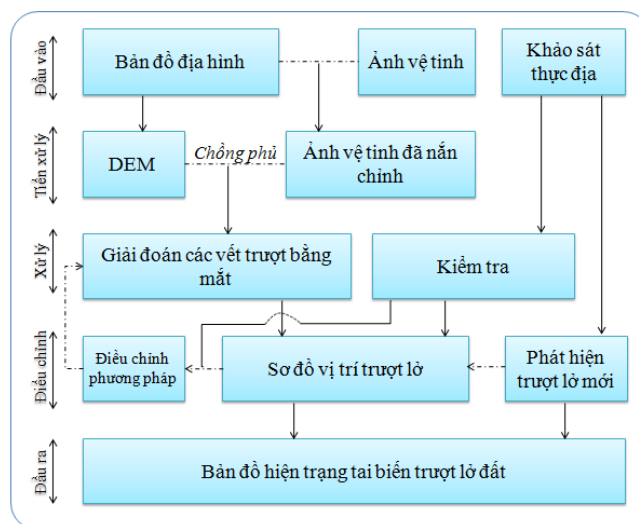
Hiện trạng trượt lở

Bản đồ hiện trạng trượt lở cho khu vực nghiên cứu được thành lập theo bằng cách kết hợp giải đoán ảnh vệ tinh và khảo sát thực địa (Hình 1). Vị trí trượt lở đất được giải đoán bằng mắt từ các ảnh lập thể (chồng phủ ảnh vệ tinh lên mô hình số độ cao) dựa trên các dấu hiệu:

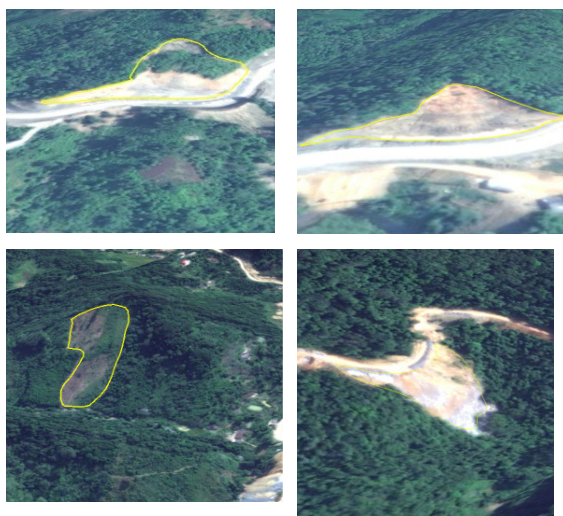
tone ảnh (giá trị độ xám của các vết trượt mới rất khác với các đối tượng xung quanh); đặc điểm của khối trượt (có dạng hình quạt mở rộng về phía chân sườn); sự phân bố trong không gian (nằm trên các sườn dốc và thường xuất hiện cạnh đường giao thông); đặc điểm lớp phủ (không có hoặc rất ít thực vật trên các khối trượt so với đối tượng xung quanh), vách trượt lộ bởi vết gặm mòn màu trắng, nhìn lập thể thấy địa hình bị lõm xuống đôi chút...(Hình 2). Ngoài ra, ba đợt khảo sát thực địa vào tháng 5/2010, tháng 6/2011, tháng 6/2012, được sử dụng nhằm kiểm chứng và bổ sung các vết trượt mới. Những vị trí nghi ngờ được xác định trên ảnh vệ tinh được xem xét trực tiếp ngoài thực địa nhằm điều chỉnh tối ưu các dấu hiệu phát hiện trượt lở.

Bảng 1. Tư liệu ảnh vệ tinh sử dụng trong nghiên cứu

Ảnh	Sensor	Độ phân giải	Ngày chụp	Nguồn
GeoEye-1	Pancromatic	0,5 m	19/04/2009	Google Earth
GeoEye-1	Pancromatic	0,5 m	10/11/2010	Google Earth
GeoEye-1	Pancromatic	0,5 m	30/08/2011	Google Earth
GeoEye-1	Multi-color	2 m	18/10/2011	Google Earth
SPOT 4	Multi-color	10 m	11/2008	Cục Viễn thám
SPOT 5	Multi-color	2,5m	10/03/2011	Cục Viễn thám



Hình 1. Quy trình thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở.



Hình 2. Vị trí vết trượt trên ảnh lập thể.

Bản đồ phân bố trượt lở cho thấy trượt lở xuất hiện ở nhiều khu vực khác nhau, trong đó tập trung nhiều ở dọc theo các tuyến đường giao thông chính (Quốc lộ 3, các tỉnh lộ 258, 254, 279) và ở các huyện Pắc Nặm, Ngân Sơn, Ba Bể (Hình 3).

Các yếu tố gây trượt

Theo Schuster năm 1996, có ít nhất khoảng 20 yếu tố ảnh hưởng tới sự phát sinh tai biến trượt lở và các nhà nghiên cứu có thể chọn các thông số cần thiết mà họ cần cho các nghiên cứu của mình tùy theo qui mô, diện tích khu vực [3]. Mặt khác, Ayalew năm 2004 đã nhận xét là độ chính xác của bản đồ nguy cơ tăng lên khi tất cả các thông số khống chế sự kiện được sử dụng trong quá trình phân tích [4]. Trong nghiên cứu này, 11 thông số đã được lựa chọn cho mô hình đánh giá nguy cơ trượt lở đất gồm: 1) độ dốc địa hình; 2) lượng mưa trung bình năm; 3) Buffer giao thông; 4) Kiểu vỏ phong hóa; 5) Lớp phủ thực vật; 6) Đơn vị địa mạo; 7) Độ lệch hướng cắm đá với hướng dốc địa hình; 8) Kiểu thạch học; 9) Mật độ lineament; 10) Chia cắt sâu; 11) Chia cắt ngang.

Bảng 2. Các lớp thông tin dùng đánh giá nguy cơ trượt lở đất

TT	Các yếu tố lựa chọn	Dữ liệu gốc	Tỷ lệ
1	Độ dốc địa hình	Bản đồ địa hình	1: 50.000
2	Lượng mưa trung bình năm	Số liệu các trạm đo mưa	1: 50.000
3	Buffer giao thông	Bản đồ địa hình	1: 50.000
4	Kiểu vỏ phong hóa	Bản đồ vỏ phong hóa	1: 100.000
5	Lớp phủ thực vật	Bản đồ rừng, ảnh vệ tinh SPOT	1: 50.000, 10mx10m
6	Đơn vị địa mạo	Bản đồ địa mạo	1: 100.000
7	Độ lệch hướng cắm của đá với hướng địa hình	Bản đồ địa chất & khoáng sản kết hợp với bản đồ địa hình	1: 50.000
8	Kiểu thạch học	Bản đồ địa chất và khoáng sản	1: 200.000
9	Mật độ lineament	Ảnh vệ tinh kết hợp DEM	1: 50.000
10	Chia cắt sâu	Bản đồ địa hình	1: 50.000
11	Chia cắt ngang	Bản đồ địa hình	1: 50.000

Phương pháp giá trị thông tin

Phương pháp giá trị thông tin thuộc nhóm các phương pháp phân tích thống kê đơn biến (BSA-bivariate Statistical Analysis) được đề xuất bởi Yin và Yan năm 1988, nhằm mục đích phân tích tương quan giữa hiện trạng trượt lở ở khu vực nghiên cứu với các nhân tố ảnh hưởng [5]. Theo đó, trọng số của các lớp được tính dựa trên công thức sau:

$$W_i = \ln \frac{\frac{S_i}{N_i}}{\frac{S}{N}}$$

Trong đó: S_i = Số lượng pixel trượt lở có trong lớp i , N_i = số pixel của lớp i , S = tổng số pixel trượt lở trên toàn vùng, N = tổng số pixel của khu vực nghiên cứu.

Giá trị W_i chỉ ra tầm quan trọng của từng loại yếu tố trong sự kiểm soát trượt lở. Chỉ số W_i càng cao thì mức độ thuận lợi đối với sự phát sinh tai biến trượt lở càng lớn. Nếu W_i mang giá trị dương, biểu thị cho sự xuất hiện của trượt lở đất trên yếu tố này là thuận lợi. Nếu W_i mang giá trị âm, thì yếu tố đó cản trở sự xuất hiện của trượt lở đất [6]. Trong trường hợp trượt lở không xuất hiện trong một lớp nào của một bản đồ yếu tố gây trượt, giá trị W_i sẽ được gán giá trị = 0.

Bảng 3. Giá trị W_i của các lớp trong các yếu tố gây trượt lở đất

Lớp	Tên lớp	W_i	Diện tích (%)	Diện tích trượt lở (%)
Độ dốc (°)				
1	0 – 8°	-0,1370	15,07	13,14
2	8 – 15°	0,1926	10,45	12,67
3	15 – 25°	0,1352	30,73	35,18
4	25 – 35°	-0,0578	30,11	28,42
5	> 35°	-0,2531	13,64	10,59
Lượng mưa trung bình năm (mm/năm)				
1	1600	-1,2908	4,29	1,18
2	1700	0,3361	16,22	22,7
3	1800	0,0415	53,82	56,1
4	1900	0,2000	13,96	17,05
5	2000	-1,3753	11,71	2,96
Buffer giao thông (m)				
1	< 50	-0,3170	2,65	1,93
2	50 – 100	-0,1769	2,59	2,17
3	> 100	0,0120	94,76	95,9
Kiểu vỏ phong hóa				
1	Sialit	0	0,18	0
2	Sialit kiềm	0	0,06	0
3	Sialit – Ferrosialit	-0,3533	22,58	15,86
4	SiFerit – Ferrosialit	0,0436	37,23	38,89
5	Sialit – Ferrosialit – Sialit kiềm	0,5924	4,07	7,36
6	Sialit - Ferrosialit - Sialit	0,3127	12,45	17,02
7	Ferrosialit	-0,5412	10,48	6,1
8	Alferit-Sialit	0,7653	6,28	13,5
9	Alferit - Sialit kiềm	-1,4310	4,35	1,04
10	Alferit	-2,3470	2,3	0,22

Lớp phủ thực vật				
1	Rừng trung bình	0,1065	30,71	34,16
2	Rừng thưa	-0,3499	17,07	12,03
3	Cây bụi rải rác	0,0952	40,03	44,03
4	Đất trống	0	0,61	0
5	Đất nông nghiệp	-0,0940	8,36	7,61
6	Khu dân cư	-0,3567	3,1	2,17
7	Mặt nước	0	0,12	0
Đơn vị địa mạo				
1	Sườn kiến tạo đồ lờ >45° tuổi Đệ tứ không phân chia	-0,2384	0,99	0,78
2	Sườn bóc mòn kiến trúc dốc 20-30° tuổi Đệ tứ không phân chia	-0,2312	1,55	1,23
3	Bề mặt san bằng bóc mòn không hoàn toàn cao 1200-1400m tuổi Miocen giữa	0,9333	1,05	2,67
4	Bề mặt san bằng bóc mòn không hoàn toàn cao 800-1000m tuổi Miocen muộn	0,5717	4,33	7,67
5	Bề mặt pediment thung lũng cao 400-600m tuổi Pliocen sớm	0,2054	4,21	5,17
6	Bề mặt pediment thung lũng cao 200-400m tuổi Pliocen muộn	-1,3157	0,82	0,22
7	Sườn bóc mòn tổng hợp tuổi Đệ tứ không phân chia	0,0811	27,24	29,54
8	Sườn trọng lực tuổi Đệ tứ không phân chia	0,8368	11,17	25,79
9	Sườn xâm thực tuổi Đệ tứ không phân chia	-0,2556	6,74	5,22
10	Sườn xâm thực-rửa trôi bề mặt tuổi Đệ tứ không phân chia	-1,2615	11,51	3,26
11	Sườn và bề mặt rửa trôi	-0,5278	3,95	2,33
12	Tập hợp các bề mặt vòm, đỉnh karst cao 600-800m	-1,0938	6,18	2,07
13	Vách và sườn hoà tan, rửa lữa, đồ lờ karst	-0,9975	4,23	1,56
14	Cánh đồng karst tích tụ các sản phẩm aluvi-proluvi-deluvi	-0,9520	1,14	0,44
15	Phễu karst	0,8416	0,25	0,58
16	Khe rãnh và đáy trũng xâm thực sông suối lộ đá gốc	0,1641	8,97	10,57
17	Lòng sông và bãi bồi không phân chia	-2,0523	3,27	0,42
18	Thềm tích tụ sông bậc I	-1,0986	0,33	0,11
19	Thềm xâm thực-tích tụ bậc II	0	0,44	0
20	Bề mặt đáy trũng giữa núi tích tụ hỗn hợp song-lũ tích-sườn tích	0	1,02	0
21	Bề mặt tích tụ hỗn hợp sông-lũ	0	0,11	0
22	Bề mặt tích tụ sườn tích-lũ tích	-0,2744	0,5	0,38
Độ lệch hướng cảm đá với địa hình				
1	0° – 36°	0,0899	25,52	27,92
2	36° – 72°	0,0580	21,28	22,55
3	72° – 108°	-0,0486	17,48	16,65
4	108° – 144°	-0,2966	13,21	9,82
5	144° – 180°	-0,5143	9,7	5,8
Kiểu thạch học				
1	Trầm tích bờ rời đệ tứ	-1,5188	1,37	0,3
2	Đá trầm tích lục nguyên giàu alumosilicat	0,0994	33,31	36,79
3	Đá lục nguyên giàu thạch anh	0,0077	11,63	11,72
4	Đá xâm nhập mafic và siêu mafic	-0,1453	5,84	5,05
5	Đá xâm nhập axit-trung tính	0,7589	5,15	11
6	Đá biến chất giàu alumosilicat	-0,3014	40,16	29,71
7	Đá biến chất giàu thạch anh	0,7519	2,56	5,43

Mật độ lineament (km/km ²)				
1	< 0,5	0,0319	31,16	32,17
2	0,5 – 1	0,0312	20,84	21,5
3	1 – 1,5	0,0118	24,47	24,76
4	1,5 – 2	-0,1306	12,33	10,82
5	> 2	-0,0410	11,2	10,75
Chia cắt sâu (m/km ²)				
1	< 100	-1,9001	4,48	0,67
2	100 – 200	-0,9922	25,57	9,48
3	200 – 300	-0,0373	33,04	31,83
4	300 – 400	0,4789	22,40	36,16
5	> 400	0,4098	14,51	21,86
Chia cắt ngang (km/km ²)				
1	0 – 0,5	0,1306	46,43	52,91
2	0,5 – 1,5	-0,0393	34,75	33,41
3	1,5 – 2,5	-0,2469	15,95	12,46
4	2,5 – 3	-0,6543	2,02	1,05
5	> 3	-1,6818	0,86	0,16

Phương pháp phân tích thứ bậc

AHP là phương pháp lựa chọn các phương án thỏa mãn các tiêu chí cho trước, dựa vào so sánh tầm quan trọng giữa các cặp yếu tố [7]. Trong nghiên cứu trượt lở, phương pháp này được coi là phương pháp định tính nhưng đã loại bỏ tính chủ quan của việc gán trọng số cho các yếu tố dựa vào chuyên gia. Các yếu tố gây trượt ảnh hưởng đến quá trình trượt lở ở những mức độ khác nhau, nói cách khác, trọng số của

mỗi yếu tố là khác nhau trong mô hình đánh giá nguy cơ trượt lở, phụ thuộc vào mức độ quan trọng trong ảnh hưởng tới sự phát sinh trượt lở. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phương pháp AHP để tính trọng số cho các yếu tố. Để tính toán ma trận các yếu tố, chúng tôi sử dụng phần mềm ExpertChoice, vector Eigen tính được của ma trận chính là trọng số của mỗi yếu tố.

Bảng 4. Ma trận so sánh các yếu tố

Các nhân tố gây trượt	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	Eigen-values
[1] Độ dốc	1	3	2	3	4	5	6	7	6	8	9	0,261
[2] Lượng mưa TB năm		1	2	2	3	3	4	7	6	8	9	0,184
[3] Bufer giao thông			1	2	2	3	4	4	5	6	7	0,142
[4] Kiểu vỏ phong hóa				1	2	3	4	5	4	6	7	0,121
[5] Lớp phủ thực vật					1	2	3	3	4	6	7	0,089
[6] Đơn vị địa mạo						1	2	3	2	5	5	0,060
[7] Độ lệch hướng cắm							1	2	2	3	4	0,044
[8] Thạch học								1	2	3	4	0,035
[9] Mật độ Lineament									1	2	3	0,032
[10] Chia cắt sâu										1	2	0,018
[11] Chia cắt ngang											1	0,014

Nguy cơ trượt lở đất

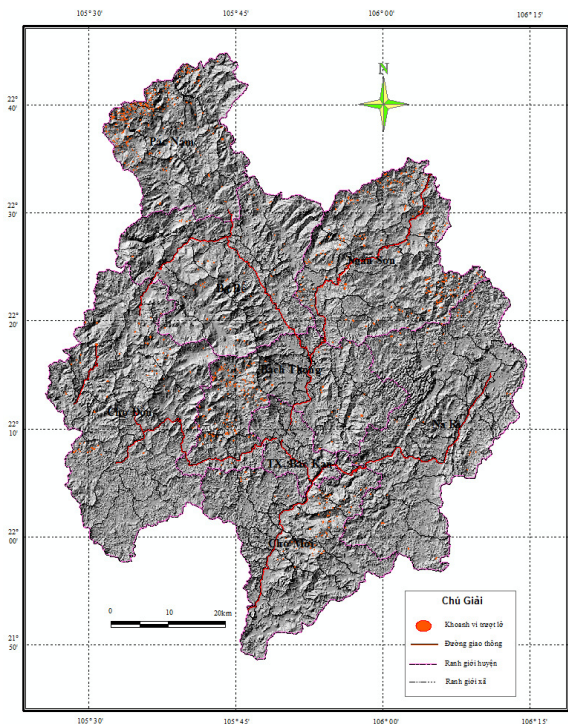
Chỉ số nguy cơ trượt lở đất là một tập hợp liên tục các giá trị nhạy cảm mang tính định lượng. Chỉ số này được tính bằng:

$$LSI=0.261*[1] + 0.181*[2] + 0.142*[3] + 0.121*[4] + 0.089*[5] + 0.060*[6] + 0.044*[7] + 0.035*[8]+0.032*[9]+0.018*[10]+ 0.014*[11]$$

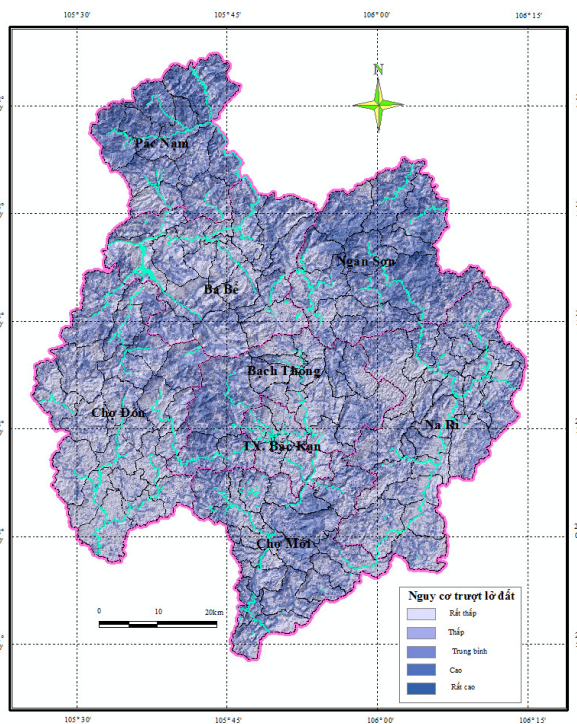
Kết quả tính toán cho thấy giá trị LSI biến thiên từ -0,61 đến 0,23. Giá trị LSI càng cao, nguy cơ trượt lở càng lớn. Bản đồ nguy cơ trượt lở được thực hiện bằng cách gộp một nhóm các giá trị LSI vào một mức nguy cơ. Trong nghiên cứu này, chúng tôi chia LSI thành 5 mức: rất thấp, thấp, trung bình, cao, rất cao.

Bảng 5. Thống kê các vùng nguy cơ trượt lở

Vùng nguy cơ	Chỉ số LSI	Diện tích		Diện tích trượt lở		Xác suất xảy ra TL (%)
		(km ²)	(%)	(m ²)	(%)	
Rất thấp	-0,61 ÷ -0,45	478,72	9,94	114,85	1,18	2,36
Thấp	-0,45 ÷ -0,32	1079,12	22,4	960,75	9,87	8,74
Trung bình	-0,32 ÷ -0,22	1597,85	33,16	2846,86	29,25	17,5
Cao	-0,22 ÷ -0,16	1155,96	24	3475,41	38,48	31,83
Rất cao	-0,16 ÷ 0,23	506,23	10,5	2040,47	20,96	39,57



Hình 3. Bản đồ hiện trạng trượt lở tỉnh Bắc Kạn.



Hình 4. Bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở tỉnh Bắc Kạn.

3. Kết quả

Để hiểu được các yếu tố ảnh hưởng tới sự phát sinh tai biến trượt lở, giá trị trọng số của mỗi yếu tố gây trượt được tính toán bằng phương pháp giá trị thông tin (Bảng 3). Độ dốc từ 8° - 25° thuận lợi cho khả năng xảy ra trượt lở (W_i dương) chiếm tới 41,18% diện tích khu vực nghiên cứu. Các sườn dốc $> 25^{\circ}$ mặc dù có 39,01% diện tích trượt lở xuất hiện trong loại địa hình này, nhưng chỉ số W_i (âm) chỉ ra rằng đây là địa hình không thực sự thuận lợi cho quá trình trượt lở. Nhìn chung không có mối tương quan nào giữa độ dốc và sự phát sinh tai biến trượt lở. Đối với độ lệch giữa hướng cắm của đá với hướng đồ của địa hình, mức độ thuận lợi để xảy ra trượt lở tại các khu vực có hướng cắm của đá gần trùng với hướng đồ địa hình ($W_i = 0,0899$ tại 0° - 36°). Khi độ lệch này tăng lên thì giá trị trọng số giảm đi đến cực tiểu (-0,5143) tại khu vực có độ lệch 144° - 180° . Trong số các kiểu thảm thực vật, hầu hết các vụ trượt lở đất 44,03% xảy ra ở kiểu cây bụi rải rác. Ngoài ra trượt lở đất còn có mối tương quan khá lớn đối với yếu tố chia cắt ngang, trọng số lớn nhất (0,1306) tại các khu vực có độ chia cắt ngang 0 – 0,5 km/km² và giảm dần khi độ chia cắt

ngang càng lớn. Đối với yếu tố độ phân cắt sâu địa hình, giá trị W_i (dương) tại các khu vực có độ chia cắt sâu lớn ($> 300\text{m}/\text{km}^2$).

Nguy cơ trượt lở đất được phân thành 5 cấp (hình 4, bảng 5), theo đó bản đồ nguy cơ trượt lở đất dự đoán khả năng xảy ra trượt lở đất trong tương lai với với xác suất 39,57% rơi vào vùng có nguy cơ rất cao, 31,83% nằm trong vùng có nguy cơ cao, chỉ có 2,36% khả năng nằm trong vùng có nguy cơ rất thấp.

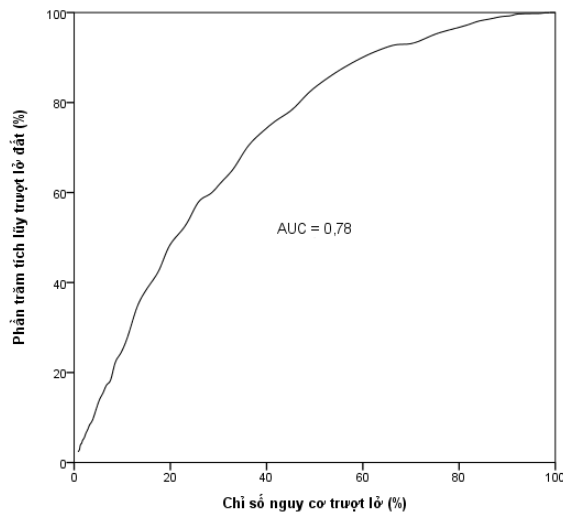
Vùng có nguy cơ trượt lở cao và rất cao chiếm tới 34,5% diện tích toàn khu vực, trong đó nhóm nguy cơ rất cao và rất cao lần lượt là 10,5% và 24%. Hai nhóm nguy cơ này cũng chiếm phần lớn diện tích một số huyện như Pắc Nặm (56,29%), Ngân Sơn (45%), Ba Bể (39,86%). Trong tổng số 506,23 km² diện tích khu vực nghiên cứu có nguy cơ trượt lở rất cao, thì tập trung chủ yếu tại các huyện Ba Bể (20,2%), Ngân Sơn 18,47%, Pắc Nặm (16,26%). Nhìn chung, nguy cơ trượt lở đất phản ánh phần nào thực trạng trượt lở đất diễn ra. Thể hiện qua bản đồ hiện trạng và bản đồ nguy cơ trượt lở tập chung chủ yếu tại phần phía Bắc của tỉnh.

Bảng 6. Thống kê nguy cơ trượt lở theo huyện

Huyện \ Nguy cơ TL	Rất thấp		Thấp		Trung bình		Cao		Rất cao	
	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)	(km ²)	(%)
Ba Bể	63,44	9,39	144,93	21,45	197,91	29,3	167,01	24,72	102,25	15,14
Bạch Thông	59,31	10,89	135,93	24,97	158,5	29,11	121,96	22,4	68,76	12,63
Chợ Mới	27,81	4,64	160,92	26,83	203,29	33,9	143,1	23,86	64,61	10,77
Chợ Đồn	178,96	19,79	267,65	29,59	245,33	27,12	156,76	17,33	55,78	6,17
Na Rì	120,95	14,27	185,18	21,85	327,59	38,65	177,99	21	35,82	4,23
Ngân Sơn	12,46	1,94	92,43	14,43	247,51	38,63	194,82	30,41	93,51	14,59
Pắc Nặm	1,8	0,38	29,9	6,38	173,16	36,94	181,54	38,73	82,32	17,56
TX. Bắc Kạn	14	10,24	62,17	45,49	44,54	32,59	12,76	9,34	3,18	2,33

Kiểm chứng

Để kiểm chứng mô hình dự đoán nguy cơ trượt lở, đường cong tỉ lệ dự đoán được vẽ bằng các giá trị phần trăm tích lũy diện tích trượt lở và phần trăm tích lũy diện tích LSI.



Hình 5. Đánh giá AUC của bản đồ nguy cơ trượt lở.

Đây là phương pháp phổ biến nhất trong đánh giá tai biến trượt lở đất [8]. Các giá trị này tính toán bằng công cụ phân tích không gian và thống kê trong phần mềm ArcGIS 10.0. Diện tích tính được dưới đường cong tỉ lệ dự đoán (AUC=0,78) chính là độ chính xác của mô hình dự đoán. Ngoài ra, mô hình dự đoán còn được kiểm chứng dựa trên giá trị xác suất xảy ra trượt lở. Giá trị này được tính bằng tỉ lệ của hiện trạng trượt lở với nguy cơ trượt lở (Bảng 5). Xác suất lớn nhất (39,57%) nằm trong vùng có nguy cơ rất cao, nhỏ nhất (2,36%) nằm trong vùng nguy cơ trượt lở rất thấp. Một mô hình dự đoán được cho là có độ chính xác cao, thì xác suất xảy ra trượt lở luôn giảm dần từ vùng có nguy cơ trượt lở cao đến các vùng nguy cơ trượt lở thấp [9].

4. Thảo luận

Sử dụng kỹ thuật giải đoán bằng ảnh lập thể dựa trên việc chồng phủ ảnh vệ tinh độ phân giải cao và siêu cao với mô hình số độ cao có thể nhanh chóng thành lập bản đồ hiện trạng trượt lở đất cho khu vực nghiên cứu có quy mô rộng lớn.

Hiện trạng trượt lở đất phản ánh nguy cơ trượt lở đất trong tương lai, nơi nào xảy ra nhiều trượt lở thì nơi đó nguy cơ trượt lở sẽ cao hơn các khu vực khác. Đối với phương pháp thành lập bản đồ nguy cơ trượt lở đất dựa vào việc phân tích mối tương quan giữa hiện trạng trượt lở với các nhân tố ảnh hưởng tới quá trình trượt lở thì hiện trạng trượt lở là yếu tố đầu vào không thể thiếu cho các phép phân tích. Người thành lập bản đồ nguy cơ cũng có thể định hình một phần nào đó nguy cơ trượt lở cho khu vực nghiên cứu dựa vào bản đồ hiện trạng.

Thực tế vùng có nguy cơ trượt lở “rất thấp” thường được cho là vùng an toàn, tuy vậy cũng không loại trừ khả năng xảy ra trượt lở trong vùng này.

Sử dụng phương pháp kết hợp AHP và BSA đã đánh giá đầy đủ nhất mối tương quan giữa tai biến trượt lở đất ở khu vực nghiên cứu với các nhân tố ảnh hưởng và mức độ quan trọng của từng nhân tố ảnh hưởng tới sự phát sinh tai biến trượt lở.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này đã được thực hiện như một phần của dự án hợp tác quốc tế giữa Việt Nam - Ấn Độ về "Tăng cường năng lực nghiên cứu đào tạo về viễn thám và hệ thống tin địa lý trong việc nghiên cứu, quản lý tai biến lũ lụt, lũ quét và trượt lở đất, nghiên cứu điển hình tại Vĩnh Phúc và Bắc Kạn".

Tài liệu tham khảo

- [1] Yalcin, A., 2008. GIS-based landslide susceptibility mapping using analytical hierarchy process and bivariate statistics in Ardesen (Turkey): Comparisons of results and confirmations. *Catena* 72, 1-12.
- [2] Yilmaz, I., 2009; Landslide susceptibility mapping using frequency ratio, logistic regression, artificial neural networks and their comparison: A case study from Kat landslides (Tokat-Turkey). *Computers & Geosciences* 35 (2009) 1125-1138.
- [3] Schuster, R.L., 1996. Socioeconomic significance of landslides. In: Turner, A.K., Schuster, R.L. (eds.) *Landslides, Investigation and Mitigation*. Transportation Research Board Special Report 247. National Academy Press, WA, 12-35.
- [4] Ayalew, L., Yamagishi, H. and Ugawa, N., 2004. Landslide susceptibility mapping using GISbased weighted linear combination, the case in Tsugawa area of Agano River, Niigata Prefecture, Japan. *Landslides*, 1:1 73-81.
- [5] Yin, K. L. and Yan, T. Z., 1988. Statistical prediction models for slope instability of metamorphosed rocks. In Bonnard, C. (Ed.), *Land-slides, Proceedings of the Fifth International Symposium on Landslides*, 2, Balkema, Rotterdam, 1269-1272, 1988.
- [6] Van Westen, C.J., Rengers, N. and Soeters, R., 2003. Use of geomorphological information in indirect landslide susceptibility assessment. *Natural Hazards*, 30: 399-419.
- [7] Saaty, T.L., 1980. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill, New York.
- [8] Begueria, S. 2006. Validation and evaluation of predictive models in hazard assessment and risk management. *Natural Hazards*, 37, 315-329.
- [9] Chauhan, S., Sharma, M., Arora, M.K. and Gupta, N.K., 2010. Landslide Susceptibility Zonation through rating derived from Artificial Neural Network. *International Jour. Appld. Earth Observation and Geoinformation*, v.12, pp.340-350.

Using the Combination of Analytic Hierachy Process and Bivariate Statistical for Landslide Susceptibility Map in Bắc Kạn

Nguyễn Đình Tài, Nguyễn Ngọc Thạch

Faculty of Geography, VNU University of Science, 334 Nguyễn Trãi, Hanoi, Vietnam

Abstract: Bắc Kạn is a province located in the northeast, Vietnam, where landslides occur frequently and seriously affect human life and the natural environment. To reduce these effects, there should be scientific assessment of region landslide risk. In particular, the establishment of landslide hazard maps have proven to be an effective approach. In this paper, we used analytic hierachy process and bivariate statistical analysis method for landslide susceptibility mapping. In the first stage, a landslide inventory map was prepared using high resolution satellite images (GeoEye-1, SPOT-5) and field survey. In the second stage, causative factor such as slope, weathering, land cover, geomorphology, geology, river density, precipitation, vertical density divided... were used as thematic layers in the analysis. The final map were divided into 5 zones: very low, low, moderate, high, and very high susceptibility for landsliding, according to the map, over 30% of the study area was identified as very high and high-susceptibility and concentrated in the north of study area.

Từ khóa: Trượt lở đất, giá trị thông tin, phân tích cấp bậc.

