

APPLICATION OF WEIGHTED MODEL FOR ESTABLISHING LANDSLIDE ZONES MAP IN THAI NGUYEN PROVINCE

Tran Viet Khanh^{1*}, Nguyen Le Duy², Le Minh Hai³, Phuong Huu Khiem¹

¹Thai Nguyen University, ²TNU - University of Agriculture and Forestry

³Department of Education and Training of Thai Nguyen

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 02/3/2021 Revised: 29/4/2021 Published: 11/5/2021	Recently, the impacts of climate change have emerged in many types of dangerous natural disasters, causing serious harm to socio - economic development and human life. Thai Nguyen is a midland and mountainous province with quite high rainfall, so flash floods and landslides often occur. By actual survey, combined with satellite image interpretation, we have analyzed the impact factors, built component maps of the criteria affecting the phenomenon of landslides. Using weighted modeling method, we have established map of landslide zone for Thai Nguyen province. The construction of a map of landslide zones in Thai Nguyen province is very necessary, it is contributed to warn and minimize natural disasters. The map of landslide zone will be the basis for spatial planning, population distribution, infrastructure development and natural disaster prevention, making an important contribution to ensuring social - economic sustainable development in Thai Nguyen province in a sustainable manner.
KEYWORDS Weighted model Landslide Rainfall Map Thai Nguyen	

ỨNG DỤNG MÔ HÌNH TRỌNG SỐ THÀNH LẬP BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY CƠ SẠT, LỞ ĐẤT TỈNH THÁI NGUYÊN

Trần Việt Khanh^{1*}, Nguyễn Lê Duy², Lê Minh Hải³, Phương Hữu Khiêm¹

¹Đại học Thái Nguyên, ²Trường Đại học Nông Lâm – ĐH Thái Nguyên

³Sở Giáo dục và Đào tạo Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 02/3/2021 Ngày hoàn thiện: 29/4/2021 Ngày đăng: 11/5/2021	Gần đây, tác động của biến đổi khí hậu làm xuất hiện nhiều loại hình thiên tai nguy hiểm gây tác hại nghiêm trọng đến phát triển kinh tế - xã hội và đời sống con người. Thái Nguyên là tỉnh trung du, miền núi có lượng mưa khá lớn nên thường xuyên xảy ra lũ ống, lũ quét và sạt lở đất. Bằng khảo sát thực tế, kết hợp giải đoán ảnh vệ tinh, chúng tôi đã phân tích các yếu tố tác động, xây dựng các bản đồ thành phần cho các tiêu chí ảnh hưởng đến các hiện tượng này. Sử dụng phương pháp mô hình trọng số, chúng tôi đã thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ sạt, lở đất cho tỉnh Thái Nguyên. Đây là việc làm hết sức cần thiết, góp phần cảnh báo, giảm thiểu thiên tai tại Thái Nguyên. Bản đồ phân vùng nguy cơ sạt, lở đất sẽ là cơ sở cho quy hoạch không gian, phân bố dân cư, phát triển cơ sở hạ tầng và phòng tránh thiên tai, góp phần quan trọng bảo đảm phát triển kinh tế - xã hội tỉnh Thái Nguyên một cách bền vững.
TỪ KHÓA Mô hình trọng số Sạt Lở Lượng mưa Bản đồ Thái Nguyên	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4068>

* Corresponding author. Email: khanhtv@tnu.edu.vn

1. Giới thiệu

Thái Nguyên là tỉnh trung du, miền núi chịu ảnh hưởng của nhiều loại hình thiên tai do các nguyên nhân khác nhau gây nên như giá rét, tố lốc, áp thấp nhiệt đới, mưa lớn kéo dài, mưa đá và đặc biệt là lũ ống, lũ quét và sạt lở đất. Từ năm 2006 đến nay, Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản (Bộ TN&MT) đã triển khai đề án phân vùng cảnh báo nguy cơ sạt, lở đất các vùng miền núi Việt Nam. Các nhà khoa học của Viện đã ghi nhận có khoảng 10.266 điểm nguy cơ sạt lở đất; trong đó, 2.110 điểm nguy cơ khối lượng trượt lớn, rất lớn và đặc biệt lớn. Kết quả đã lập bản đồ hiện trạng lũ quét, sạt, lở đất, bản đồ cấu trúc địa chất và bản đồ phân bố mưa cho 10 tỉnh miền núi phía Bắc, bao gồm: Lào Cai, Yên Bái, Hà Giang, Tuyên Quang, Bắc Kạn, Lai Châu, Điện Biên, Sơn La, Thanh Hóa, Nghệ An. Tuy nhiên, việc nghiên cứu sạt, lở đất ở tỉnh Thái Nguyên vẫn còn khiêm tốn, mới chỉ dừng lại ở một số khóa luận tốt nghiệp đại học và luận văn thạc sĩ. Gần đây, do tác động của biến đổi khí hậu, làm xuất hiện nhiều thêm các trận sạt, lở trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên. Các trận sạt, lở đất thường kết hợp với lũ quét tạo nên các dòng bùn đá có sức tàn phá kinh hoàng đã xảy ra ở nhiều địa phương trên tỉnh Thái Nguyên như Định Hóa, Đại Từ, Phổ Yên, Phú Lương, Võ Nhai, Đồng Hỷ. Sạt, lở kết hợp lũ quét đã tác động lớn đến phát triển kinh tế xã hội và đời sống nhân dân trong tỉnh, làm thiệt hại tài sản và tính mạng người dân. Theo thống kê của ban chỉ đạo phòng chống thiên tai và cứu hộ, cứu nạn tỉnh Thái Nguyên, chỉ tính trong vòng 10 năm trở lại đây, hiện tượng sạt, lở đất đã làm chết 42 người, làm bị thương 54 người, thiệt hại vật chất ước tính trên 808 tỷ đồng [1]. Nói chung, trong tự nhiên mức độ ảnh hưởng của các yếu tố quyết định sạt, lở là không như nhau [2]. Do vậy, việc xây dựng bộ bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên là việc làm hết sức cần thiết, góp phần cảnh báo, giảm thiểu thiệt hại về người và tài sản khi xảy ra sạt lở đất.

Bài báo này trình bày kết quả xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất cho tỉnh Thái Nguyên. Phương pháp nghiên cứu được áp dụng là xây dựng một hệ thống các cặp ma trận so sánh giữa các yếu tố khác nhau cho lũ quét, sạt lở, phân bậc tầm quan trọng của các nhân tố gây ra lũ quét, sạt lở, mỗi nhân tố được so sánh với các nhân tố khác để xác định tầm quan trọng của chúng đối với lũ quét, sạt lở [3]. Các kết quả được đánh giá qua các tiêu chí phổ biến [4]-[7]. Kết quả nghiên cứu có thể dùng làm cơ sở để xây dựng quy hoạch các ngành kinh tế khác như quy hoạch đô thị, phân bố dân cư, quy hoạch cơ sở hạ tầng, phát triển giao thông góp phần quan trọng bảo đảm phát triển bền vững kinh tế - xã hội, bảo đảm quốc phòng, an ninh, trật tự an toàn xã hội của tỉnh một cách bền vững.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp khảo sát thực địa

Trong quá trình nghiên cứu, chúng tôi đã tiến hành 8 đợt khảo sát thực tế tại các địa phương trong tỉnh nơi xảy ra hiện tượng sạt, lở đất; trong đó, chúng tôi đặc biệt quan tâm điều tra, khảo sát, lấy mẫu thực tế tại các huyện miền núi như Đại Từ, Định Hóa, Phú Lương, Võ Nhai,... Từ đó xác định nguyên nhân và những yếu tố ảnh hưởng đến hiện tượng sạt, lở đất tại địa phương.

2.2. Phương pháp giải đoán ảnh viễn thám

Ngoài phương pháp truyền thống nêu trên, chúng tôi còn sử dụng phương pháp giải đoán ảnh vệ tinh (ảnh Landsat 8) và phần mềm ENVI 5.2 để phân tích giải đoán các nhân tố tác động đến sạt, lở đất; từ đó xác định các yếu tố ảnh hưởng để tìm ra nguyên nhân chủ yếu gây sạt lở đất.

2.3. Phương pháp phân cấp thứ bậc (Analytic Hierarchy Process - AHP)

Trên cơ sở nghiên cứu thực tế, căn cứ tài liệu thu thập được trong các cuộc khảo sát, điều tra thực tế về hiện trạng sạt lở cũng như các thông số của các nhân tố ảnh hưởng, chúng tôi lựa chọn phương pháp AHP để đánh giá, phân vùng nguy cơ sạt, lở đất cho tỉnh Thái Nguyên.

Phương pháp AHP là phương pháp phân tích thứ bậc, nhằm xử lý các vấn đề phức tạp, liên quan đến nhiều nhân tố ảnh hưởng với nhiều tiêu chuẩn khác nhau. Phương pháp này được Thomas L. Saaty phát triển vào những năm đầu thập niên 1980. AHP cho phép người ra quyết định tập hợp được những kiến thức của các chuyên gia về vấn đề nghiên cứu, kết hợp được các dữ liệu khách quan và chủ quan trong một khuôn khổ thứ bậc logic. Trước hết, AHP cung cấp cho người ra quyết định một cách tiếp cận trực quan theo sự phán đoán thông thường để đánh giá sự quan trọng của mỗi thành phần thông qua quá trình so sánh cặp. AHP kết hợp được cả hai mặt tư duy của con người cả về định tính và định lượng: định tính qua sự sắp xếp thứ bậc và định lượng qua kết quả bộ trọng số cho từng yếu tố thứ bậc.

Trong tự nhiên mức độ ảnh hưởng của các yếu tố quyết định sạt, lở không như nhau [2]. Sự khác nhau này được thể hiện qua xác định trọng số của từng yếu tố. Phương pháp phân tích thứ bậc (AHP) (hay còn gọi là phương pháp mô hình trọng số) là một phương pháp bán định lượng. Nội dung của phương pháp bao gồm việc xây dựng một hệ thống các cặp ma trận so sánh giữa các yếu tố khác nhau cho lũ quét, sạt lở. Cách tiếp cận này có thể được mô tả như là sự phân bậc tầm quan trọng của các nhân tố gây ra lũ quét, sạt lở, mỗi nhân tố được so sánh với các nhân tố khác để xác định tầm quan trọng của chúng đối với lũ quét, sạt lở [3].

Việc xác định trọng số các yếu tố thành phần ảnh hưởng đến sạt, lở sẽ xác định mức độ ảnh hưởng của các yếu tố thành phần, phục vụ cho việc tính toán xây dựng bản đồ nguy cơ sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên. Trong nghiên cứu này, các yếu tố thành phần phục vụ cho phân tích tính toán thành lập bản đồ nguy cơ sạt lở đất được chúng tôi xác định bao gồm: thạch học, đứt gãy, thổ nhưỡng, độ dốc, độ phân cắt sâu, lượng mưa, phân tầng độ cao và thảm thực vật.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Xác định vị trí sạt, lở đất và xây dựng các chỉ tiêu đánh giá

3.1.1. Xác định vị trí sạt, lở đất khu vực nghiên cứu

Vị trí các điểm sạt, lở được chúng tôi xác định thông qua các cuộc khảo sát thực địa. Vị trí, đặc điểm, quy mô và số lượng điểm sạt, lở được biểu diễn trên bản đồ tài liệu thực tế. Tuy nhiên, phương pháp này tốn nhiều thời gian và chi phí, đặc biệt ở những vùng núi cao, việc tiếp cận được là rất khó khăn, thậm chí là không thể tiếp cận được. Khắc phục nhược điểm của phương pháp trên, cùng với khảo sát thực địa, chúng tôi còn xác định các điểm sạt, lở nhờ sử dụng ảnh vệ tinh. Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng ảnh Landsat 8 và phần mềm ENVI 5.2 để giải đoán.

Kết quả điều tra khảo sát và giải đoán ảnh vệ tinh cho thấy, Thái Nguyên có khá nhiều điểm sạt lở với quy mô và đặc điểm khác nhau. Về thời gian, có một số điểm sạt lở mới xảy ra gần đây, nhưng cũng có những điểm sạt lở xảy ra trong quá khứ không thể xác định được thời điểm xảy ra. Qua thống kê cho thấy, có 127 điểm sạt, lở trong khu vực nghiên cứu, nhìn chung kết quả này đã phản ánh một cách chi tiết về hiện trạng sạt, lở ở đây. Các điểm sạt, lở xuất hiện ở nhiều địa phương trong tỉnh, trong đó thường tập trung ở vùng núi có độ dốc cao ở huyện Đại Từ, Định Hóa, Phú Lương và dọc theo các tuyến đường giao thông hoặc các khe rãnh, sông suối trong vùng.

3.1.2. Xây dựng các chỉ tiêu đánh giá và thang điểm chuẩn hóa

Sạt, lở xảy ra do tác động tổng hợp của nhiều yếu tố tự nhiên, tùy từng điều kiện cụ thể mà các yếu tố thể hiện vai trò khác nhau. Qua điều tra khảo sát và phân tích tài liệu, chúng tôi cho rằng các yếu tố gây sạt, lở trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên có thể bao gồm: thạch học, đứt gãy, thổ nhưỡng, độ dốc, độ phân cắt sâu, lượng mưa, phân tầng độ cao và thảm thực vật. Do đó, để đánh giá thông nhất cần phải chuẩn hóa các tiêu chí khác nhau theo những quy ước nhất định [5]. Thông thường việc chuẩn hóa thường được định lượng hóa thông qua hệ thống thang điểm gọi là thang điểm chuẩn hóa [5]. Hay nói cách khác, các chỉ tiêu đánh giá phải được chuẩn hóa theo một thang điểm chung để chúng có thể so sánh được với nhau. Quá trình này sẽ chia các lớp trong mỗi chỉ tiêu thành 4 cấp nhảy cảm đối với cường độ sạt, lở là: yếu, trung bình, mạnh và rất

manh [7]. Về nguyên tắc phân chia các cấp nhảy cảm đối với từng chỉ tiêu được thực hiện bằng cách tính mật độ điểm sạt, lở đã điều tra được trên từng hợp phần của từng chỉ tiêu, sau đó dựa trên kết quả tính toán mật độ này sẽ đánh giá định tính theo 4 cấp nhảy cảm. Thang điểm đánh giá chuẩn hóa được xác định có giá trị từ 1 đến 9 (trong nghiên cứu này chúng tôi lấy các giá trị 3,5,7,9, các giá trị 2.4.6.8 là các giá trị trung gian) tương ứng với các cấp nhảy cảm được thể hiện theo bảng 1.

Bảng 1. Thang điểm chuẩn hóa

Nhóm đối tượng	Mức độ nhảy cảm	Điểm đánh giá
Nhóm 1	Rất mạnh	9
Nhóm 2	Mạnh	7
Nhóm 3	Trung bình	5
Nhóm 4	Yếu	3

3.2. Thành lập bản đồ đánh giá ảnh hưởng của từng tiêu chí đến sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.2.1. Đánh giá ảnh hưởng của yếu tố thạch học với độ nhảy cảm sạt, lở đất

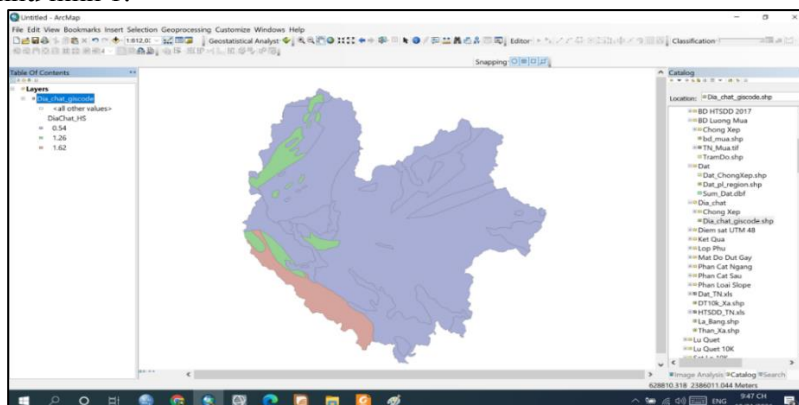
Trên cơ sở điều tra thực tế các đá trong vùng, sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi chia thành phần thạch học trong vùng thành 7 nhóm đá có đặc tính cơ lý khác nhau, bao gồm nhóm trầm tích Đệ Tứ bờ rời, nhóm phun trào riolit, nhóm đá vôi, nhóm đá magma xâm nhập axit, nhóm đá magma xâm nhập bazơ và nhóm trầm tích lục nguyên.

Dựa trên phân bố không gian các điểm sạt, lở, chúng tôi xác định được mật độ điểm sạt lở trên diện tích từng nhóm thạch học, từ đó xác định được độ nhảy cảm theo 4 cấp: rất mạnh, mạnh, trung bình và yếu như thể hiện trong bảng 2:

Bảng 2. Phân cấp nhảy cảm sạt, lở theo chỉ tiêu thạch học

Thạch học	Số điểm sạt lở	Diện tích (km ²)	Mật độ (điểm/km ²)	Tỷ lệ (%)	Độ nhảy cảm	Điểm Chuẩn hóa
Nhóm trầm tích Đệ Tứ	13	466350016	0,0278761	13,25290012	Yếu	3
Nhóm trầm tích phun trào	10	297320992	0,033633702	8,449390411	Yếu	3
Nhóm đá vôi	47	1996800000	0,023537699	56,7458992	Yếu	3
Nhóm xâm nhập axit	34	215568992	0,157721996	6,126130104	Rất Mạnh	9
Nhóm xâm nhập bazơ	7	299104992	0,023403199	8,500089645	Yếu	3
Nhóm đá biến chất	1	66527200	0,0150314	1,890599966	Yếu	3
Nhóm đá trầm tích lục nguyên	15	177174000	0,084662497	5,034999847	Mạnh	7

Trên cơ sở giá trị mức độ nhảy cảm và điểm chuẩn hóa xác định được ở bảng 1, sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của yếu tố thạch học đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên như hình 1.



Hình 1. Bản đồ ảnh hưởng của thạch học đến nhảy cảm sạt lở, đất

3.2.2. Đánh giá ảnh hưởng của đứt gãy với độ nhạy cảm sạt, lở đất

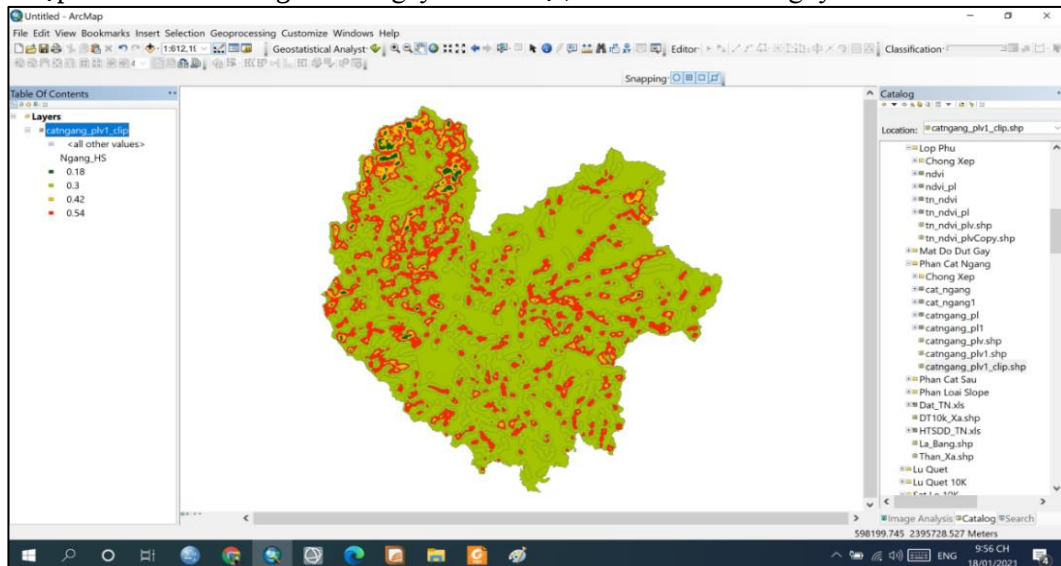
Trên cơ sở điều tra thực tế về phân bố các đứt gãy tỉnh Thái Nguyên, chúng tôi chia mật độ đứt gãy tỉnh Thái Nguyên thành 5 cấp độ: $<0.5 \text{ km/km}^2$; $0.5-1.5 \text{ km/km}^2$; $1.5-2.5 \text{ km/km}^2$; $2.5-3.5 \text{ km/km}^2$; $>3.5 \text{ km/km}^2$.

Sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi xác định được ảnh hưởng của đứt gãy đến độ nhạy cảm sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên theo bảng 3.

Bảng 3. Phân cấp nhạy cảm theo chỉ tiêu đứt gãy

Mật độ đứt gãy	Số điểm sạt lở	Diện tích (km^2)	Mật độ (điểm/km^2)	Tỷ lệ (%)	Độ nhạy cảm	Điểm Chuẩn hóa
$>3,5 \text{ km/km}^2$	0	23940600	0	0,679432988	Yếu	3
$2,5-3,5 \text{ km/km}^2$	6	141239008	0,042481199	4,008349895	Mạnh	7
$1,5-2,5 \text{ km/km}^2$	39	584286016	0,066748098	16,58200073	Rất Mạnh	9
$0,5-1,5 \text{ km/km}^2$	38	1285289984	0,029565301	36,47650146	Trung bình	5
$<0,5 \text{ km/km}^2$	44	1488860032	0,029552801	42,25379944	Trung bình	5

Trên cơ sở giá trị mức độ nhạy cảm xác định được, sử dụng phần mềm Arc.GIS chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của đứt gãy đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên như hình 2.



Hình 2. Bản đồ ảnh hưởng đứt gãy đối với sạt lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.2.3. Đánh giá ảnh hưởng của độ dốc đến độ nhạy cảm sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

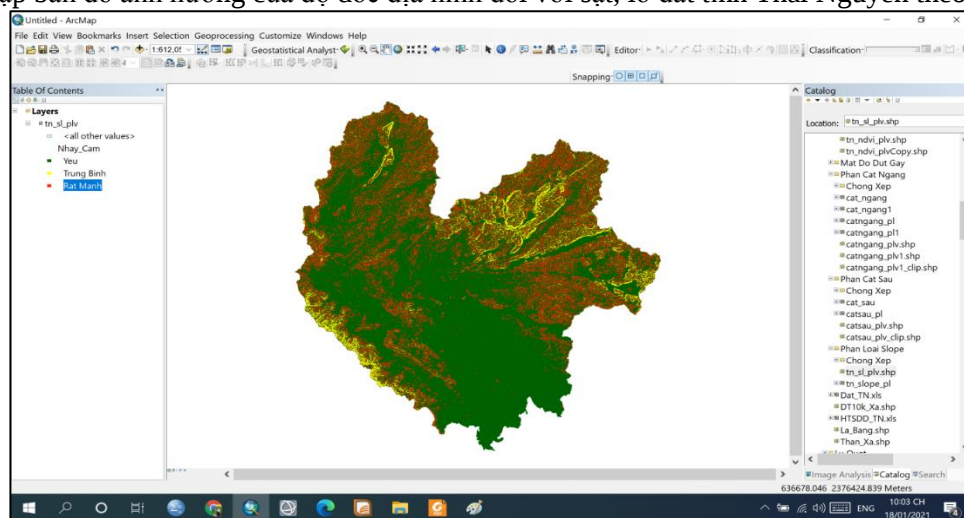
Trên cơ sở độ dốc địa hình thực tế, chúng tôi chia cấp độ dốc tỉnh Thái Nguyên thành 5 cấp độ: $<15^\circ$; $15-25^\circ$; $25-35^\circ$; $35-45^\circ$ và $>45^\circ$.

Sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi xác định được ảnh hưởng của độ dốc đến độ nhạy cảm sạt lở đất như bảng 4:

Bảng 4. Phân cấp nhạy cảm theo chỉ tiêu độ dốc

Độ dốc	Số điểm sạt lở	Diện tích (km^2)	Mật độ (điểm/km^2)	Tỷ lệ (%)	Độ nhạy cảm	Điểm Chuẩn hóa
<15	26	2274109952	0,011433	64,54669952	Yếu	3
$15-25$	87	723385024	0,120268002	20,53199959	Rất mạnh	9
$25-35$	7	366401984	0,019104701	10,39970016	Yếu	3
$35-45$	6	123396000	0,048623901	3,502379894	Trung bình	5
>45	1	35909300	0,027847899	1,019219995	Trung bình	5

Trên cơ sở giá trị mức độ nhạy cảm xác định được, sử dụng phần mềm Arc GIS, chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của độ dốc địa hình đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên theo hình 3:



Hình 3. Bản đồ ảnh hưởng của độ dốc đến sạt, lở đất

3.2.4. Đánh giá ảnh hưởng của phân cắt sâu đến nhạy cảm sạt lở đất tỉnh Thái Nguyên

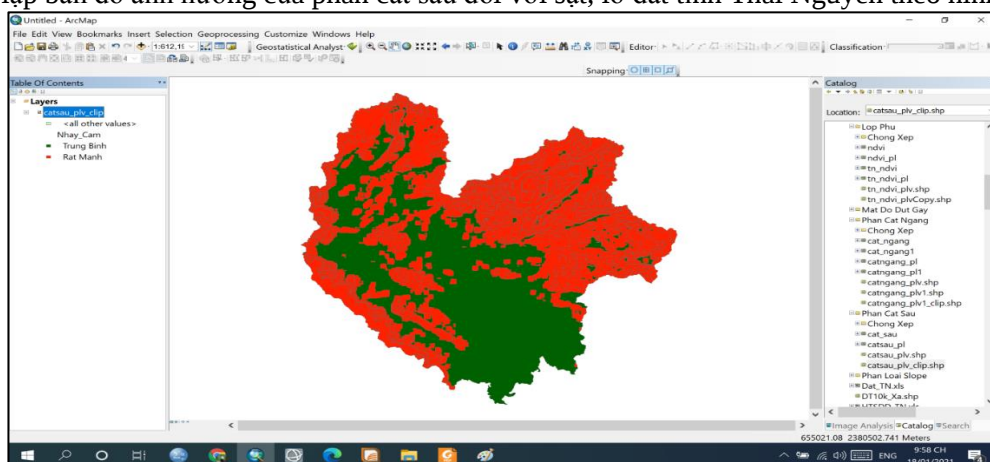
Trên cơ sở mức độ phân cắt sâu thực tế, chúng tôi chia cấp độ phân cắt sâu tỉnh Thái Nguyên thành 5 cấp độ: <100 m/km²; 100-200 m/km²; 200-300 m/km²; 300-400 m/km² và >400 m/km².

Sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi xác định được ảnh hưởng của độ dốc đến độ nhạy cảm sạt lở đất như bảng 5.

Bảng 5. Phân cấp nhạy cảm theo chỉ tiêu phân cắt sâu

Phân cắt sâu	Số điểm sạt lở	Diện tích (km ²)	Mật độ (điểm/km ²)	Tỷ lệ (%)	Độ nhạy cảm	Điểm Chuẩn hóa
200-300m/km ²	26	636868992	0,0408247	17,04910088	Rất mạnh	9
>400m/km ²	15	231852992	0,0646962	6,206739902	Rất mạnh	9
300-400m/km ²	15	309288992	0,048498299	8,279720306	Rất mạnh	9
100-200m/km ²	42	1004769984	0,0418006	26,89789963	Rất mạnh	9
<100m/km ²	29	1552720000	0,018676899	41,5666008	Trung bình	5

Trên cơ sở giá trị mức độ nhạy cảm xác định được, sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của phân cắt sâu đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên theo hình 4.



Hình 4. Bản đồ ảnh hưởng của phân cắt sâu đối với sạt lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.2.5. Đánh giá ảnh hưởng của độ cao địa hình đến nhạy cảm sạt lở đất tỉnh Thái Nguyên

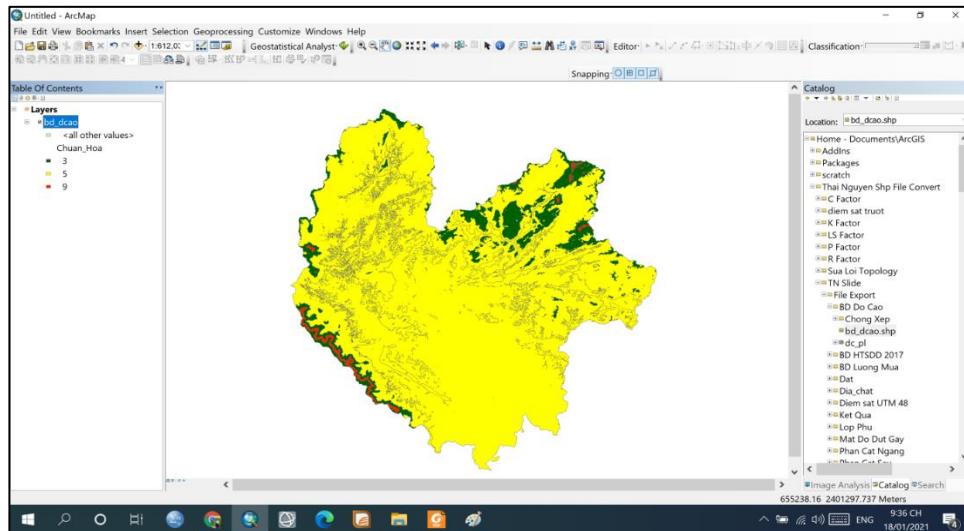
Độ cao địa hình tỉnh Thái Nguyên được phân thành 5 bậc: <100 m; 100-400 m; 400-700 m; 700-1000 m và >1000 m.

Sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi xác định được ảnh hưởng của độ cao địa hình đến độ nhạy cảm sạt lở đất như bảng 6:

Bảng 6. Phân cấp nhạy cảm theo chỉ tiêu độ cao

Độ cao	Số điểm sạt lở	Diện tích (km ²)	Mật độ (điểm/km ²)	Tỷ lệ (%)	Độ nhạy cảm	Điểm Chuẩn hóa
>1000	0	13877300	0	0	Yếu	3
700-1000	3	28256500	0,106169999	0,801980019	Rất mạnh	9
400-700	6	268470016	0,022348899	7,619750023	Yếu	3
100-400	62	1562680064	0,0396754	44,35219955	Trung bình	5
<100	56	1650060032	0,033938199	46,8321991	Trung bình	5

Trên cơ sở giá trị mức độ nhạy cảm và điểm chuẩn hóa xác định được, sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của độ cao địa hình đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên như hình 5.



Hình 5. Bản đồ ảnh hưởng của độ cao địa hình với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.2.6. Đánh giá ảnh hưởng của thổ nhưỡng đến nhạy cảm sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

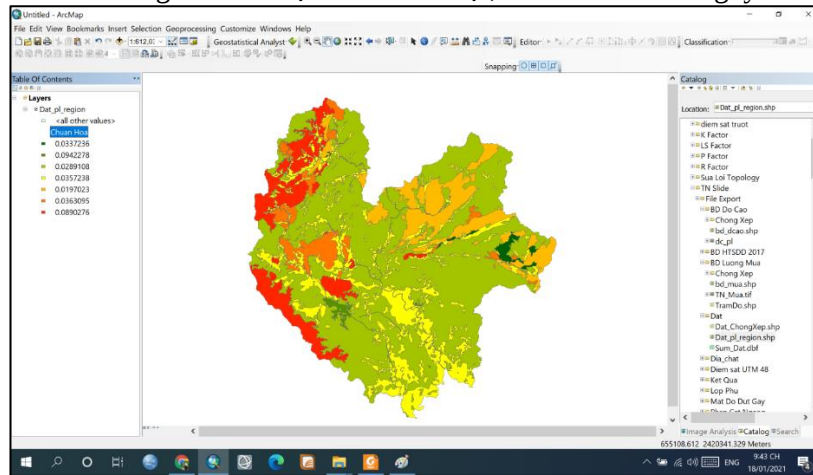
Trên cơ sở phân tích đặc tính cơ lý của các loại đất tỉnh Thái Nguyên, chúng tôi chia thổ nhưỡng ở đây thành các nhóm sau: Đất hình thành trên đá vôi; đất trên các đá cát, bột kết; đất trên đá magma axit; đá vôi; đất trên đá magma bazơ, trung tính.

Sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi xác định được ảnh hưởng của các loại đất đến độ nhạy cảm sạt, lở đất Thái Nguyên như bảng 7.

Bảng 7. Phân cấp nhạy cảm theo chỉ tiêu thổ nhưỡng

Nhóm đất	Số điểm sạt lở	Diện tích (km ²)	Mật độ (điểm/km ²)	Tỷ lệ (%)	Độ nhạy cảm	Điểm Chuẩn hóa
Đất trên đá vôi	1	29652800	0,0337236	0,841543019	Trung bình	5
Đất phù sa	21	587843008	0,035723802	16,68289948	Trung bình	5
Đất trên đá cát, bột kết	58	200617070	0,028910801	56,93479919	Trung bình	5
Đất trên magma axit	30	336974016	0,089027599	9,563280106	Rất mạnh	9
Đá vôi	7	355288000	0,0197023	10,08300018	Trung bình	5
Đất trên bazơ, trung tính	6	165246000	0,036309499	4,689660072	Trung bình	5

Trên cơ sở giá trị mức độ nhạy cảm xác định được, sử dụng phần mềm Arc GIS, chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của các loại đất đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên theo hình 6.



Hình 6. Bản đồ ảnh hưởng của các loại đất đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.2.7. Đánh giá ảnh hưởng của lớp phủ thực vật đến nhạy cảm sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

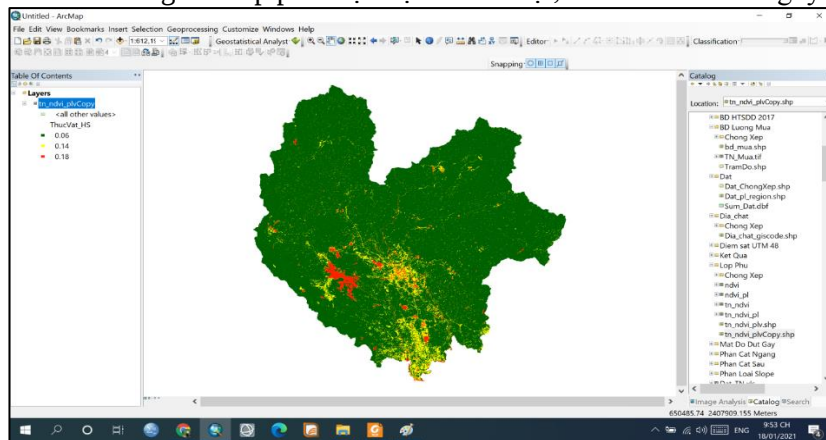
Trên cơ sở phân tích chỉ số thực vật (NDVI) bằng giải đoán ảnh vệ tinh Landsat 8 nhờ sử dụng phần mềm ENVI 5.2, chúng tôi xác định được chỉ số thực vật tỉnh Thái Nguyên gồm 5 cấp độ như sau: >0.45 ; $0.35-0.45$; $0.25-0.35$; $0.15-0.25$ và <0.15 .

Sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi xác định được ảnh hưởng của lớp phủ thực vật đến độ nhạy cảm sạt lở, đất Thái Nguyên như bảng 8.

Bảng 8. Phân cấp nhạy cảm theo chỉ tiêu thực vật

Chỉ số thực vật	Số điểm sạt lở	Diện tích (km ²)	Mật độ (điểm/km ²)	Tỷ lệ (%)	Độ nhạy cảm	Điểm Chuẩn hóa
$>0,45$	10	748297024	0,0133637	21,23810005	Yếu	3
$0,35-0,45$	32	1812320000	0,0176569	51,43719864	Yếu	3
$0,25-0,35$	35	677715968	0,051644102	19,23489952	Yếu	3
$0,15-0,25$	32	213908000	0,149597004	6,071129799	Mạnh	7
$<0,15$	18	71122600	0,253084004	2,018599987	Rất mạnh	9

Trên cơ sở giá trị mức độ nhạy cảm xác định được, sử dụng phần mềm Arc GIS, chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của lớp phủ thực vật đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên như hình 7.



Hình 7. Bản đồ ảnh hưởng của lớp phủ thực vật đối với sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.2.8. Đánh giá ảnh hưởng của lượng mưa đến nhảy cảm sắt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

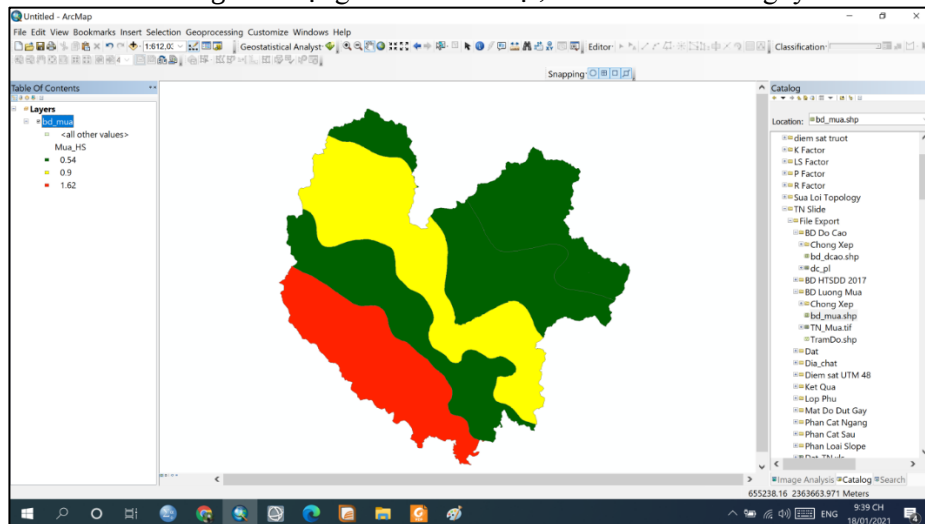
Thái Nguyên là tỉnh có lượng mưa tương đối cao, lượng mưa phụ thuộc vào đặc điểm địa hình địa phương và thay đổi theo mùa trong năm. Trên cơ sở số liệu mưa quan trắc nhiều năm, chúng tôi phân lượng mưa tỉnh Thái Nguyên ra 5 cấp độ sau: <1400 mm; 1400-1500 mm; 1500-1600 mm; 1600-1700 mm; >1700mm.

Sử dụng phần mềm Arc GIS, chúng tôi xác định được ảnh hưởng của lượng mưa đến độ nhạy cảm sắt, lở đất Thái Nguyên như bảng 9:

Bảng 9. Phân cấp nhảy cảm theo chỉ tiêu lượng mưa

Lượng mưa	Số điểm sắt lở	Diện tích (km ²)	Mật độ (điểm/km ²)	Tỷ lệ (%)	Độ nhạy cảm	Điểm Chuẩn hóa
<1400	2	526059008	0,00380185	14,92940044	Yếu	3
1400-1500	11	666641984	0,0165006	18,91909981	Yếu	3
1500-1600	31	995971968	0,0311254	28,26539993	Trung Bình	5
1600-1700	13	640355008	0,0203012	18,17309952	Yếu	3
>1700	70	694620992	0,100774	19,71310043	Rất Mạnh	9

Trên cơ sở giá trị mức độ nhạy cảm xác định được, sử dụng phần mềm Arc.GIS, chúng tôi thành lập bản đồ ảnh hưởng của lượng mưa đối với sắt, lở đất tỉnh Thái Nguyên như hình 8:



Hình 8. Bản đồ ảnh hưởng của lượng mưa đối với sắt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.3. Xác định trọng số và thành lập bản đồ sắt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

3.3.1. Xác định trọng số của các yếu tố ảnh hưởng

Trong nghiên cứu này chúng tôi sử dụng phương pháp mô hình trọng số (phân tích thứ bậc AHP của Saaty - Saaty's Analytical Hierarchy Process). Để phân cấp, Saaty (1970) đã phát triển một loại ma trận đặc biệt gọi là ma trận so sánh cặp. Ma trận đặc biệt này được sử dụng để liên kết 2 tiêu chuẩn đánh giá theo một thứ tự của thang phân loại. Đây là ma trận nghịch đảo, nếu tiêu chí i so sánh với tiêu chí j có giá trị là a_{ij} thì tiêu chí j so sánh với tiêu chí i sẽ có giá trị nghịch đảo là $1/a_{ij}$. Đường chéo ma trận thể hiện giá trị so sánh 2 tiêu chí là ngang nhau và có giá trị bằng 1. Theo đó, chúng tôi xây dựng ma trận so sánh mức độ quan trọng của các chỉ tiêu ảnh hưởng đến sắt, lở đất tỉnh Thái Nguyên như bảng 10:

Tính toán trọng số được thực hiện bằng cách chia từng giá trị trong mỗi ô của ma trận cho tổng số giá trị trong cột đó, kết quả sẽ cho một ma trận mới (bảng 11) với các giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 1. Giá trị trung bình trên mỗi dòng của ma trận mới là trọng số của chỉ tiêu nằm trên dòng đó.

Bảng 10. Ma trận so sánh cặp

Lớp Thành phần	Mức độ quan trọng							
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)
Độ dốc (a)	1	3	3	5	5	6	7	8
Lượng mưa trung bình (b)	1/3	1	1	3	3	4	5	6
Thạch học (c)	1/3	1	1	3	3	4	5	6
Thổ nhưỡng (d)	1/5	1/3	1/3	1	1	2	3	4
Phân cắt sâu (e)	1/5	1/3	1/3	1	1	2	3	4
Đứt gãy (f)	1/6	1/4	1/4	1/2	1/2	1	2	3
Phân tầng độ cao (g)	1/7	1/5	1/5	1/3	1/3	1/2	1	2
Lớp phủ thực vật (h)	1/8	1/6	1/6	1/4	1/4	1/3	1/2	1
Tổng	2,495	6,276	6,276	14,08	14,08	19,83	26,50	34,0

Bảng 11. Ma trận tính trọng số các chỉ tiêu đánh giá

Lớp Thành phần	Mức độ quan trọng								Trọng số
	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	
Độ dốc (a)	0,40	0,47	0,47	0,35	0,35	0,30	0,26	0,23	0,34
Lượng mưa trung bình(b)	0,13	0,16	0,16	0,21	0,21	0,20	0,19	0,17	0,18
Thạch học (c)	0,13	0,16	0,16	0,21	0,21	0,20	0,19	0,17	0,18
Thổ nhưỡng (d)	0,08	0,05	0,05	0,07	0,07	0,10	0,11	0,12	0,08
Phân cắt sâu (e)	0,08	0,05	0,05	0,07	0,07	0,10	0,11	0,12	0,08
Đứt gãy (f)	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,07	0,09	0,06
Phân tầng độ cao (g)	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,04	0,06	0,04
Lớp phủ thực vật (h)	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Tổng	1	1	1	1	1	1	1	1	

3.3.2. Thành lập bản đồ nguy cơ sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên

Để thành lập bản đồ nguy cơ sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên, trước hết chúng tôi tiến hành tính toán chỉ số nguy cơ sạt, lở (Landslide Susceptibility Index - LSI). Chỉ số LSI được xác định là tổng các giá trị của các nhân tố ảnh hưởng của bản đồ thành phần trọng số tương ứng đã xác định ở trên. Công thức xác định cụ thể như sau: $LSI = \sum_{i,j=1}^n W_j X_{ij}$

Thay giá trị trọng số đã xác định ở bảng 11, ta có:

*Chỉ số nguy cơ (LSI) = ([độ dốc * 0,34] + ([Lượng mưa * 0,18] + ([Thạch học] * 0,18) + ([Thổ nhưỡng] * 0,08) + ([Phân cắt sâu] * 0,08) + ([Đứt gãy] * 0,06) + ([Phân tầng độ cao] * 0,04) + ([Thực vật] * 0,03).*

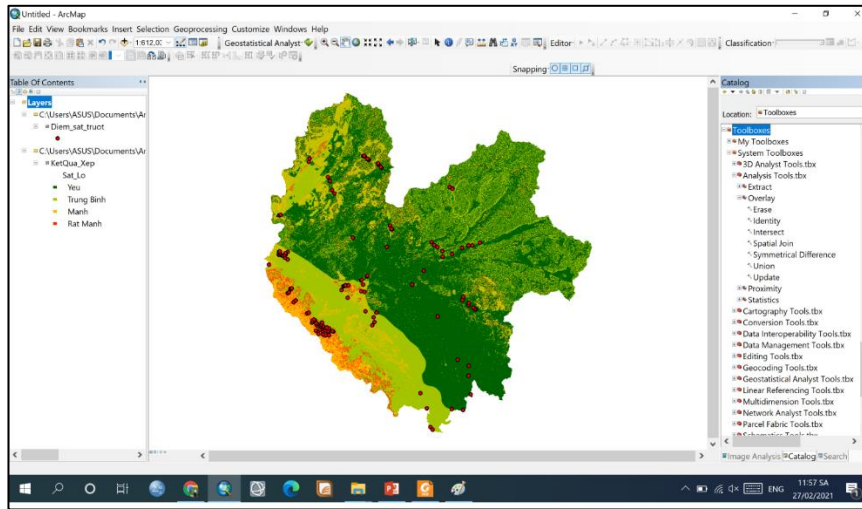
Từ kết quả các bản đồ thành phần (bản đồ từ hình 1 đến hình 8) của các yếu tố ảnh hưởng đến sạt, lở đất trình bày ở trên, chúng tôi sử dụng phần mềm Arc.GIS tiến hành thành lập bản đồ nguy cơ sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên. Kết quả thành lập được bản đồ phân vùng nguy cơ sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên như hình 9.

3.3.3. Đánh giá tổng hợp và phân loại

Sau khi chuẩn hóa, tính trọng số cho tất cả các chỉ tiêu, các lớp thông tin được raster hóa[4] với kích thước pixel 30x30m và tính toán theo mô hình toán tổng quát đã trình bày ở trên. Kết quả quá trình này cho các file dữ liệu dạng raster với kích thước toàn bộ khu vực nghiên cứu là 2403 hàng và 2354 cột. Chuỗi giá trị chỉ số nguy cơ sạt, lở đất LSI trong toàn tỉnh biến thiên từ 3.29 đến 8.61.

Trên bản đồ phân vùng sạt, lở đất, các mức nguy cơ được phân thành 4 cấp với giá trị LSI như sau:

- Nguy cơ sạt, lở yếu (LSI < 4,62),
- Nguy cơ sạt, lở trung bình (LSI từ 4,62 đến 5,95),
- Nguy cơ sạt, lở mạnh (LSI từ 5,95 đến 7,28),
- Nguy cơ sạt, lở rất mạnh (LSI từ 7,28 đến 8,61).



Hình 9. Bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất tỉnh Thái Nguyên

Sau khi phân loại, bản đồ nguy cơ sạt, lở khu tỉnh Thái Nguyên được kiểm chứng bằng các vị trí sạt, lở đã được xác định từ những nghiên cứu thực địa và các kết quả thu thập được qua nhiều nghiên cứu khác nhau. Kết quả kiểm chứng cho thấy trong số 127 điểm sạt, lở đã điều tra có 38 điểm sạt, lở xuất hiện trong vùng nhạy cảm yếu; 44 điểm sạt, lở xuất hiện trong vùng nhạy cảm trung bình; 34 điểm sạt, lở trong vùng nhạy cảm mạnh và 11 điểm sạt, lở trong vùng nhạy cảm rất mạnh.

4. Kết luận

Phân vùng nguy cơ sạt, lở đất là một công việc phức tạp và vẫn còn khá mới mẻ. Hiện nay vẫn chưa có phương pháp phân vùng thống nhất. Mặc dù có nhiều phương pháp đánh giá nguy cơ tại biến sạt, lở đất nhưng để phân vùng nguy cơ tại biến sạt, lở đất, điều quan trọng nhất phải xét đến tất cả các yếu tố có liên quan đến sạt, lở đất đã được đề cập trong mô hình đánh giá ở trên. Kết quả đánh giá tổng hợp là cơ sở để phân vùng.

Bản đồ phân vùng nguy cơ sạt, lở là kết quả của quá trình đánh giá tổng hợp dựa trên nhiều thuộc tính của nhiều chỉ tiêu khác nhau. Bản đồ thể hiện các vùng có nguy cơ sạt, lở gồm 4 cấp khác nhau. Bản đồ phân vùng nguy cơ sạt, lở đất tỉnh Thái Nguyên cho thấy các vùng có mức nguy cơ sạt, lở mạnh đến rất mạnh tập trung ở khu vực dọc các đới đứt gãy sườn đông Tam Đảo, đứt gãy sông Công với đặc điểm nổi trội là các điều kiện địa chất, địa hình, thổ nhưỡng rất thuận lợi cho phát sinh sạt, lở. Những khu vực này phân bố rộng rãi đất đá bị phong hóa mạnh, gắn kết yếu hoặc bị vỡ nhàu, dập vỡ mạnh do kiến tạo với sườn có độ dốc từ 15° đến 35° . Khu vực sườn đông Tam Đảo nằm trong vùng có nguy cơ sạt, lở mạnh, do vậy, khi nghiên cứu và đánh giá tại biến sạt, lở cần chú trọng các biện pháp phòng tránh và giảm thiểu thiệt hại. Các khu vực có nguy cơ sạt, lở yếu là khu vực núi đá vôi và khu vực có độ phân cắt sâu thấp. Mặc dù các khu vực đá vôi có đặc trưng độ dốc lớn, nhưng đá vôi lại có độ gắn kết tốt, liên khối do đó nguy cơ sạt, lở giảm đi đáng kể. Các khu vực khác có nguy cơ ở mức trung bình hầu hết nằm ở những vùng đất đá trầm tích lục nguyên, trần tích biến chất và chiếm một diện tích tương đối lớn của vùng nghiên cứu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] Office of Rescue and disaster prevention of Thai Nguyen, *Statistics report of natural disasters in Thai Nguyen Province*, 2019.
- [2] D. A. Le, "Some problems of researching slides and forecasting them," Collection of scientific reports at the 3rd National Conference on Geoscience, 2008.
- [3] D. A. Le, "A method of studying rain thresholds to warn of landslides," (in Vietnamese), *Journal of Earth Sciences*, vol. 32, no. 2, pp. 97-105, 2010.

- [4] T. D. Nguyen, T. A. Tran, and Saro Lee, "Applying GIS technology to make landslide sensitive maps of the Northwestern border provinces of Vietnam," (in Vietnamese), *Journal of Earth Sciences*. vol. 30, no. 1, pp. 12-20, 2008.
- [5] T. T. H. Le, "Study on pilot theoretical model forecasting areas at risk of landslides in Vietnamese conditions," Collection of scientific reports, 5th National Geoscience Conference, 2010.
- [6] T. H. Tran, *Initial research results on some typical dangerous geological hazards in the Northwest - Vietnam*, Hanoi National University Publisher (in Vietnamese), 2002, pp. 146-154.
- [7] T. A. Tran and T. D. Nguyen, "Sensitivity study and zoning risk of landslide in Son La hydropower reservoir area according to Saaty hierarchical analysis method," (in Vietnamese), *Journal of Earth Sciences*, vol. 34, no. 3, pp. 9-12, 2012.