

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ TRƯỢT ĐẤT KHU VỰC THỪA THIÊN - HUẾ

MAI THÀNH TÂN, NGUYỄN VĂN TẠO

Email: maithanhtan@igs.vn.ac.vn

Viện Địa chất, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

Ngày nhận bài: 5 - 4 - 2013

1. Mở đầu

Trượt đất là dạng tai biến tương đối phổ biến ở Việt Nam, đặc biệt là ở khu vực miền Trung nơi có cấu trúc địa chất phức tạp, địa hình phân dị mạnh, mưa bão nhiều. Nghiên cứu trượt đất tại khu vực này đã được đề cập trong nhiều đề tài như: “Đánh giá tai biến địa chất ở các tỉnh ven biển Miền Trung từ Quảng Bình đến Phú Yên - hiện trạng, nguyên nhân, dự báo và đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu hậu quả” do Trần Tân Văn chủ nhiệm (2002); “Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng tai biến tự nhiên lãnh thổ Việt Nam” do Nguyễn Trọng Yên làm chủ nhiệm (2006); “Điều tra đánh giá ảnh hưởng của các sự cố môi trường địa chất đối với một số công trình kinh tế xã hội trọng điểm” do Trần Trọng Huệ chủ nhiệm (2006); “Nghiên cứu tai biến địa chất vùng Thừa Thiên - Huế bằng tích hợp phương pháp viễn thám” do Trần Trọng Huệ chủ nhiệm (2007),... Trong đó có khá nhiều nghiên cứu theo hướng ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS. Công cụ GIS ở đây được sử dụng để đánh giá quan hệ giữa các nhân tố gây trượt đất với hiện tượng trượt đất bằng cách xây dựng bản đồ nhân tố trượt đất trong đó có phân loại nhân tố này theo các lớp khác nhau phù hợp với mức độ ảnh hưởng của nó đối với trượt đất. Các bản đồ nhân tố gây trượt đất được tích hợp có trọng số với nhau để đưa ra bản đồ về độ nhạy cảm trượt đất hay nguy cơ trượt đất. Các nghiên cứu trước đây (Phạm Văn Hùng và Nguyễn Xuân Huyền, 2010; Phạm Văn Hùng, 2011) xác định trọng số các nhân tố gây trượt đất thường dựa vào chủ ý của các chuyên gia trong việc đánh giá cho điểm các nhân tố gây trượt đất và sau đó sử dụng phương pháp phân tích cấp bậc do Saaty (1994) đưa ra để

xây dựng ma trận so sánh các cặp nhân tố và tính trọng số. Trong bài viết này việc cho điểm các lớp trong từng nhân tố gây trượt đất và xác định trọng số của từng nhân tố này trong tổng thể tập hợp chung được xác định dựa trên cơ sở phân tích thống kê các điểm trượt đất tại một vùng mẫu chia khóa để từ đó suy giải cho toàn bộ khu vực rộng lớn hơn. Cách làm như vậy ít nhiều cũng mang tính khách quan hơn. Thừa Thiên Huế là tỉnh được chọn để đánh giá trong nghiên cứu này.

2. Đặc điểm khu vực nghiên cứu

Thừa Thiên - Huế là một tỉnh nằm ở duyên hải miền Trung Việt Nam với diện tích khoảng trên 5.000 km², dân số trên 1 triệu người. Đây là một trong những trung tâm văn hoá, du lịch, trung tâm giáo dục đào tạo, y tế lớn của cả nước và là cực phát triển kinh tế quan trọng của vùng kinh tế trọng điểm miền Trung.

Khu vực có chế độ khí hậu nhiệt đới gió mùa nóng ẩm, mưa nhiều với tổng lượng đo tại các trạm dao động trong khoảng 2000 mm/năm - 3600 mm/năm. Lượng mưa lớn song phân bố không đều mà tập trung tới 70 - 80% tổng lượng vào mùa mưa. Hàng năm khu vực chịu ảnh hưởng của 2 - 3 trận bão, đáng chú ý là có tới 80% số trận bão đã xảy ra ở đây rơi vào thời kỳ đỉnh điểm của mùa mưa tháng VIII, IX và X. Bão với gió to, mưa lớn, nước dâng gây lũ quét, trượt đất ở vùng núi và ngập lụt ở đồng bằng ven biển. Các sông ở Thừa Thiên - Huế phần lớn đổ vào hệ đầm phá Tam Giang - Cầu Hai tạo nên một lưu vực chiếm đại bộ phận diện tích tỉnh. Lượng dòng chảy cao vào tháng IX - XII, tương đối trùng với thời kỳ mưa bão. Lưu lượng nước thời kỳ này chiếm tới 60 -

70% tổng lượng nước cả năm, gây ra nhiều lũ lụt cho khu vực.

Địa hình hiện tại lãnh thổ Thừa Thiên - Huế được xem như là tận cùng phía nam của dãy núi trung bình Trường Sơn Bắc, phát triển theo hướng tây bắc - đông nam chuyển sang á vĩ tuyến. Đặc trưng chung của dãy Trường Sơn Bắc là sườn phía tây thoải, thấp dần về phía sông Mê Kông, còn sườn phía đông khá dốc, bị chia cắt mạnh thành các dãy núi trung bình, núi thấp, đồi gò và tiếp nối là đồng bằng duyên hải, đầm phá, cồn đụn cát chắn bờ và Biển Đông. Về mặt địa chất, khu vực có các đá trầm tích, biến chất, xâm nhập và bờ rời thuộc 19 phân vị địa tầng và phức hệ xâm nhập có tuổi từ Neoproterozoic đến Đệ tứ. Về mặt kiến tạo, khu vực nghiên cứu nằm trên hai đới kiến tạo ngăn cách nhau bởi đứt gãy Đắc Rông - A Lưới: đới Long Đại chiếm phần lớn diện tích Thừa Thiên - Huế, nằm ở phía đông bắc đứt gãy; và đới A Vương - Se Kông thuộc miền uốn nếp Việt Lào nằm ở phía tây nam đứt gãy. Các đứt gãy trong khu vực, theo đặc điểm, tính chất và vai trò của chúng có thể chia thành ba cấp: I - đứt gãy sâu lớn đóng vai trò phân chia các đới kiến trúc; II - đứt gãy quan trọng đóng vai trò phân chia các phụ đới, các khối, hay những đứt gãy gây dịch chuyển, biến vị đất đá; và III - đứt gãy chủ yếu đóng vai trò làm phức tạp hóa cấu trúc nội bộ của phụ đới hoặc khối.

Thừa Thiên - Huế là khu vực bị tàn phá mạnh mẽ của con người trong chiến tranh chống Mỹ, do bom đạn cày xới, đặc biệt là chất độc hóa học phá hủy hàng loạt các cánh rừng mà cho đến nay nhiều nơi vẫn chưa thể nào phục hồi được. Sau chiến tranh, khu vực tiếp tục bị tác động do sức ép của dân số và phát triển: rừng đã bị tàn phá thêm bởi làn sóng người di dân đến lập nghiệp, khai thác khoáng sản, xây dựng các cơ sở hạ tầng, đường xá, thủy điện,... Tác động của con người cũng là một nguyên nhân góp phần gia tăng cường độ hoạt động của trượt đất.

Theo kết quả nghiên cứu của đề tài “Nghiên cứu xây dựng bản đồ phân vùng tai biến tự nhiên lãnh thổ Việt Nam” do Nguyễn Trọng Yên làm chủ nhiệm (2006), về nguy cơ trượt đất, Thừa Thiên - Huế cũng như toàn bộ dải Bắc Trung bộ là nơi có tiềm năng cao thứ hai sau khu vực Tây Bắc. Khảo sát thực địa kết hợp với phân tích tài liệu thu thập cho phép xác định được 164 điểm trượt đất trên địa bàn tỉnh Thừa Thiên - Huế (*hình 1*). Hoạt động trượt đất ở đây phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: khí hậu (mưa), độ che phủ thực vật, sử dụng

đất, độ dốc địa hình, đặc điểm đất đá (thạch học, độ nứt nẻ, thể nằm), đứt gãy, tác động của con người.

3. Phương pháp phân tích nguy cơ trượt đất bằng GIS

Đánh giá trượt đất cho khu vực Thừa Thiên - Huế được dựa trên cơ sở bản đồ về mức độ nhạy cảm trượt đất. Lập bản đồ này được tiến hành theo giả thiết là các vụ trượt trong tương lai sẽ xảy ra trong các điều kiện giống như loại đã quan sát được trong quá khứ [3]. Mức độ nhạy cảm trượt đất được đánh giá định lượng thông qua tích hợp mức độ nhạy cảm của các nhân tố thành phần theo công thức sau:

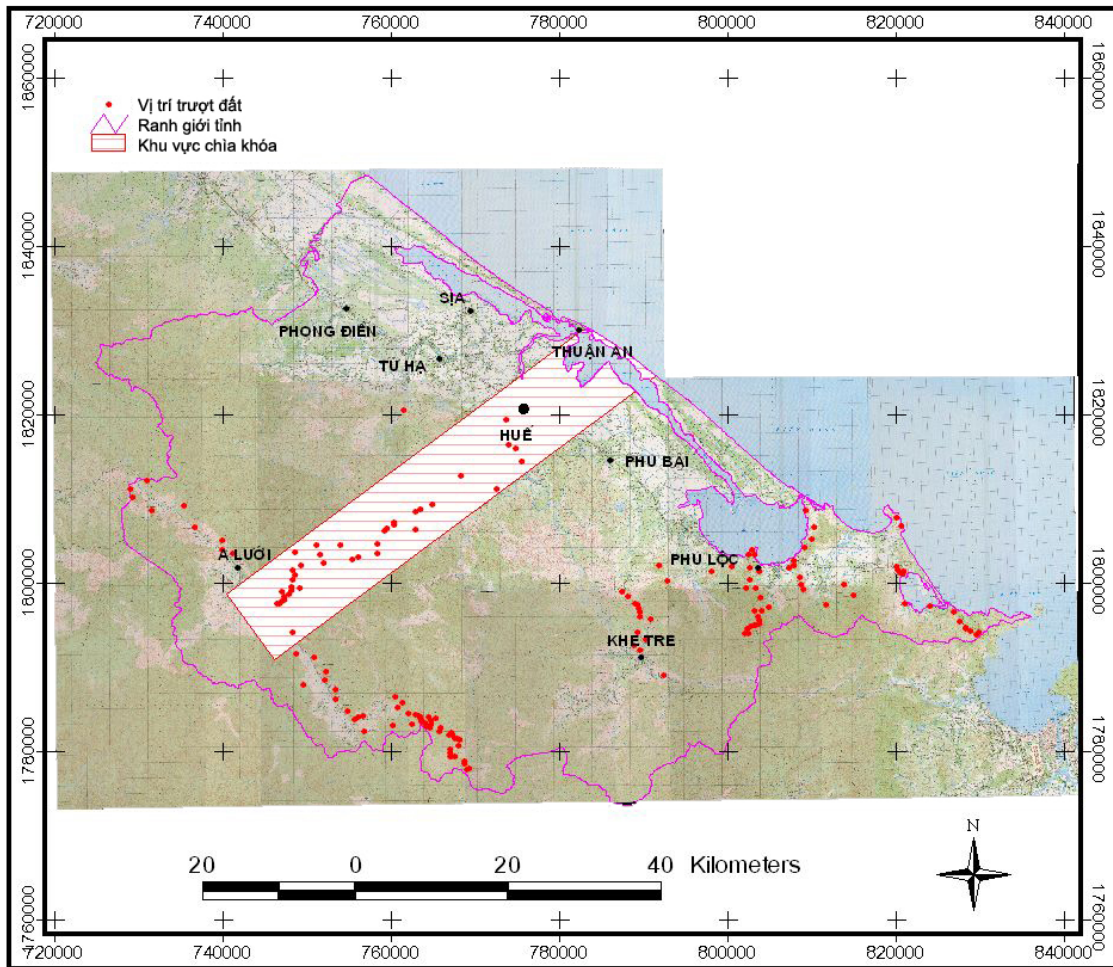
$$H = \sum_{j=1}^n W_j X_{ij} \quad (1)$$

Trong đó: H-chỉ số độ nhạy cảm; X_{ij} -Điểm của lớp i của trong nhân tố j; W_j -Trọng số nhân tố j.

Thực chất đây là công việc chồng chập các bản đồ nhân tố không chế với các trọng số nhất định cho mỗi nhân tố bằng công cụ GIS. Như vậy, vấn đề đặt ra là phải chọn ra các nhân tố không chế, phân chia lớp trong các bản đồ nhân tố không chế và xác định trọng số của chúng.

Theo Schuster [8], có thể chọn ra trong số ít nhất là 20 nhân tố để nghiên cứu trượt đất tùy theo quy mô mức độ công trình. Từ kết quả khảo sát thực địa và tham khảo các tài liệu khác, 7 nhân tố chính được chọn ra để đánh giá xây dựng bản đồ nhạy cảm trượt đất: độ dốc địa hình, lượng mưa trung bình năm, sử dụng đất, vò phong hóa, thạch học, đứt gãy, khoảng cách tới đường. Các nhân tố này được thể hiện dưới dạng bản đồ thành phần dạng raster với kích cỡ pixel 30 m × 30 m.

Xác định cho điểm các lớp trong bản đồ các nhân tố và trọng số của các nhân tố được dựa trên nghiên cứu trượt đất chi tiết tại một khu vực chia khóa tiêu biểu đặc trưng cho lãnh thổ. Vùng chia khóa được chọn ở đây là một dải có diện tích 606,36 km² (không bao gồm phần mặt nước) nằm giữa tỉnh, kéo dài theo hướng tây nam - đông bắc, chủ yếu dọc quốc lộ QL49 với kích cỡ chiều rộng 10 - 11 km, chiều dài 60 km (*hình 1*). Nghiên cứu đã xác định được 38 điểm trượt đất trong vùng chia khóa.



Hình 1. Vị trí các điểm trượt đất và vùng chia khóa

Điểm của mỗi lớp trong các bản đồ nhân tố được cho trong khoảng 1 đến 9 trên cơ sở chuẩn hóa mật độ trượt đất theo công thức:

$$X_i = 1 + \frac{M_i - \text{Min}(M)}{\text{Max}(M) - \text{Min}(M)} * 8 \quad (2)$$

Trong đó:

X_i : Điểm đánh giá cho lớp i của một nhân tố không chế;

M_i : Mật độ trượt đất của lớp i ;

$\text{Min}(M)$: Giá trị mật độ trượt đất nhỏ nhất trong khu vực;

$\text{Max}(M)$: Giá trị mật độ trượt đất lớn nhất trong khu vực;

Các điểm đánh giá được làm tròn đến hàng đơn vị.

Đánh giá vai trò của nhân tố này hơn nhân tố khác trong quá trình gây trượt đất được thể hiện bằng trọng số. Trọng số nhân tố được xác định, với giả thiết số lượng trượt đất có thể gây ra trên toàn lãnh thổ và mật độ trượt đất của từng lớp trong từng nhân tố là tương tự như kết quả đã tính toán trong vùng chia khóa, theo công thức:

$$W_j = \frac{N_j}{\sum_1^n N_j} \quad (3)$$

Trong đó : W_j - hệ số của nhân tố j ; N_j - Số lượng trượt đất có thể gây ra bởi nhân tố j

3. Đánh giá quan hệ của các nhân tố gây trượt đất với trượt đất

Quan hệ đơn lẻ của từng nhân tố gây trượt đất

đối với trượt đất được đánh giá thông qua quan hệ giữa số lượng trượt đất trên bản đồ nhân tố đã được phân thành các lớp khác nhau trong vùng chia khóa (bảng 1).

3.1. Quan hệ giữa độ dốc địa hình với trượt đất

Bản đồ độ dốc địa hình được nội suy từ bản đồ DEM, xây dựng trên cơ sở bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 xuất bản năm 2001. Bản đồ này chia thành 5 lớp: 0° - 2,5°; 2,5° - 15°; 15° - 30°; 30° -

45° và >45° dựa theo tiêu chuẩn của [1]. Kết quả phân tích tại vùng chia khóa cho thấy số lượng trượt đất nhiều nhất ở cấp độ dốc 15° - 30°, kế đó là cấp độ dốc 30° - 45° (bảng 1). Tuy nhiên, dựa theo chỉ tiêu mật độ trượt đất, lớp độ dốc 30° - 45° có giá trị cao nhất. Như vậy hoạt động trượt đất phát triển mạnh ở cấp độ dốc này. Đánh giá cho điểm các lớp độ dốc theo thang điểm 1 - 9 dựa theo mật độ trượt đất phản ánh hoạt động trượt đất có sự tăng lên theo độ dốc 0 - 45° và sau đó lại giảm đi.

Bảng 1. Thống kê trượt đất và cho điểm các lớp trong các nhân tố gây trượt đất trong vùng chia khóa

Nhân tố	#	Lớp	Diện tích (pixel)	Số điểm trượt	Mật độ trượt (điểm/pixel)	Điểm số
Độ dốc địa hình	1	< 2,5°	343851	2	0,58165.10 ⁻⁵	1
	2	2,5° - 15°	82294	3	3,64547.10 ⁻⁵	2
	3	15° - 30°	172121	18	10,45776.10 ⁻⁵	5
	4	30° - 45°	69853	14	20,04209.10 ⁻⁵	9
	5	> 45°	5612	1	17,81896.10 ⁻⁵	8
Lượng mưa	1	< 3000 mm	349709	7	2,00166.10 ⁻⁵	1
	2	> 3000 mm	324022	31	9,56725.10 ⁻⁵	9
Sử dụng đất	1	Rừng	155256	7	4,50868.10 ⁻⁵	5
	2	Trảng cỏ cây bụi đồng bằng	22233	0	0	1
	3	Rừng thưa, cây bụi miền đồi núi	287663	27	9,38598.10 ⁻⁵	9
	4	Khu dân cư	64141	3	4,67720.10 ⁻⁵	5
	5	Đất nông nghiệp	131762	1	0,75894.10 ⁻⁵	2
	6	Mặt nước	12676	0	0	-
Vỏ phong hóa	1	Ferralite	10193	1	9,81065.10 ⁻⁵	9
	2	Ferrosialite	259583	22	8,47513.10 ⁻⁵	8
	3	Sialferrite	210285	15	7,13318.10 ⁻⁵	7
	4	Saprolite	0	0	-	1
	5	Đá gốc và trầm tích Đệ tứ	193670	0	0	1
Thạch học	1	Trầm tích bờ rời Đệ tứ	193670	0	0	1
	2	Đá trầm tích lục nguyên giàu aluminosilicat	40740	1	2,45459.10 ⁻⁵	2
	3	Đá trầm tích lục nguyên giàu thạch anh	20232	3	14,82800.10 ⁻⁵	8
	4	Đá xâm nhập mafic, siêu mafic	0	0	-	1
	5	Đá xâm nhập axit, trung tính	173497	12	6,91655.10 ⁻⁵	4
	6	Đá biến chất giàu aluminosilicat	77970	13	16,67308.10 ⁻⁵	9
	7	Đá biến chất giàu thạch anh	167622	9	5,36922.10 ⁻⁵	4
Ảnh hưởng đứt gãy	1	Ảnh hưởng mạnh	63287	8	12,64080.10 ⁻⁵	9
	2	Ảnh hưởng yếu	63290	6	9,48017.10 ⁻⁵	6
	3	Không ảnh hưởng	547154	24	4,38633.10 ⁻⁵	1
Khoảng cách tới đường	1	< 100 m	34715	17	49,00000.10 ⁻⁵	9
	2	100 m - 200 m	32561	6	18,40000.10 ⁻⁵	4
	3	> 200 m	606455	15	2,47000.10 ⁻⁵	1

3.2. Quan hệ giữa lượng mưa và trượt đất

Mưa đóng vai trò lớn đối với quá trình trượt đất. Thực tế cho thấy những vùng có lượng mưa lớn cũng là những vùng hay xảy ra trượt đất và trượt đất xuất hiện với tần suất cao vào mùa mưa. Để đánh giá quan hệ giữa lượng mưa trung bình năm với trượt đất, bản đồ lượng mưa trung bình năm cho toàn khu vực Thừa Thiên - Huế đã được thành lập trên cơ sở số liệu quan trắc của 13 trạm đo mưa

trong và lân cận khu vực. Bản đồ mưa được chia thành 2 lớp: dưới 3000 mm/năm và trên 3000 mm/năm. Quan hệ giữa các điểm trượt đất với lượng mưa cho thấy, mật độ trượt đất tăng lên cùng với lượng mưa. Dựa trên cơ sở mật độ trượt đất, điểm đánh giá 1 và 9 cho các lớp tương ứng là dưới 3000 mm/năm và trên 3000 mm/năm (bảng 1).

3.3. Quan hệ giữa sử dụng đất và trượt đất

Để đánh giá vai trò của việc sử dụng đất đối với

hoạt động trượt đất trong khu vực, bản đồ sử dụng đất được xây dựng trên cơ sở bản đồ sử dụng đất của tỉnh và tư liệu viễn thám. Các loại hình sử dụng đất được nhóm lại thành 6 lớp chính: rừng; trảng cỏ cây bụi vùng đồng bằng; rừng thưa, cây bụi miền đồi núi; khu dân cư; và mặt nước (không tính phần diện tích đầm phá Tam Giang). Nghiên cứu trượt đất trong vùng chia khóa cho thấy đất rừng thưa, cây bụi miền đồi núi là nơi hay xảy ra trượt đất nhất (27 điểm trượt), mật độ trượt đất cũng là lớn nhất do lớp phủ thực vật ở đây rất thưa thớt, thậm chí có những chỗ là đất trống trọc. Ở khu vực rừng phát triển, khu dân cư khả năng trượt đất thuộc diện trung bình. Ở khu vực cỏ và cây bụi vùng đồng bằng không thấy có biểu hiện của trượt đất vì vật chất nền ở đây là cát, quá trình địa mạo ở đây chủ yếu là cát bay, cát nhảy. Cho điểm theo công thức (2): Khu vực có mật độ trượt đất cao nhất được cho 9 điểm, khu có mật độ trượt đất thấp nhất được cho là 1 điểm. Mặt nước dĩ nhiên là không bao giờ xảy ra hiện tượng trượt đất nên không xét ở đây (*bảng 1*).

3.4. Quan hệ giữa vỏ phong hóa và trượt đất

Vỏ phong hóa trong khu vực được thành lập thể hiện 5 lớp: feralit; ferosialit; sialferit; saprolit; đá gốc và trầm tích Đệ tứ. Trong vùng chia khóa, trượt đất quan sát thấy nhiều nhất ở lớp vỏ phong hóa ferosialit, tiếp đó là ở vỏ phong hóa sialferit. Tuy nhiên xét về mật độ trượt đất, vỏ phong hóa ferralite có giá trị cao nhất. Dựa vào mật độ trượt đất có thể thấy khả năng trượt đất tăng lên theo chiều tăng dần của mức độ phong hóa: sialferit → ferosialit → feralit. Cho điểm các lớp trong nhân tố vỏ phong hóa bằng cách chuẩn hóa mật độ trượt đất của các lớp theo thang điểm 1 đến 9 có làm tròn đến hàng đơn vị. Đáng chú ý, lớp vỏ phong hóa saprolit, chiếm khoảng 3% diện tích toàn tỉnh, không có mặt trong khu vực chia khóa, và trên thực tế trượt đất khó có thể xảy ra ở đây, được gán giá trị điểm thấp nhất « điểm 1 » (*bảng 1*).

3.5. Quan hệ giữa thạch học và trượt đất

Theo tài liệu địa chất, ở Thừa Thiên - Huế có mặt đất đá thuộc 19 phân vị địa tầng và phức hệ xâm nhập có tuổi từ Proterozoi đến Đệ tứ. Dựa theo tính chất thạch học, theo kết quả nghiên cứu của đề tài “Đánh giá tai biến địa chất ở các tỉnh ven biển miền Trung từ Quảng Bình đến Phú Yên - hiện trạng, nguyên nhân, dự báo và đề xuất biện pháp phòng tránh, giảm thiểu hậu quả” do Trần Văn chủ nhiệm (2002), chúng có thể chia thành 7 lớp đất đá: 1- trầm tích bờ rời Đệ tứ; 2- đá trầm tích lục nguyên giàu alumosilicat và trầm tích lục nguyên núi lửa; 3- đá trầm tích lục nguyên giàu

thạch anh; 4- đá magma xâm nhập mafic và siêu mafic; 5- đá xâm nhập magma axit và trung tính; 6- đá biến chất giàu alumosilicat; và 7- đá biến chất giàu thạch anh. Nghiên cứu khu vực chia khóa cho thấy trượt đất xảy ra nhiều ở các lớp đá biến chất và xâm nhập axit - trung tính, đặc biệt là ở lớp đá biến chất giàu alumosilicat, trong khi đó ở lớp trầm tích bờ rời Đệ tứ thì hiện tượng này chưa quan sát thấy (*bảng 1*). Đánh giá cho điểm theo công thức (2) có được lớp đá biến chất giàu alumosilicat có điểm cao nhất (điểm 9), lớp trầm tích bờ rời Đệ tứ có điểm thấp nhất (điểm 1). Lớp đá xâm nhập mafic và siêu mafic, chiếm tỷ lệ rất nhỏ trên toàn tỉnh (0,48%) lại không có mặt ở khu vực chia khóa, được gán điểm có giá trị nhỏ nhất (1 điểm).

3.6. Quan hệ giữa hoạt động đứt gãy và trượt đất

Ở khu vực Thừa Thiên - Huế, các đứt gãy có vai trò quan trọng đối với trượt đất là các đứt gãy cấp I, II và III có đới phá hủy có chiều rộng tương ứng 2 - 3km, 1 - 2km và vài trăm mét. Dựa vào các thông tin này có thể chia Thừa Thiên - Huế thành những lớp như sau:

(i) Khu vực ảnh hưởng mạnh được xác định theo các đường khoảng cách đến đứt gãy là 0,75 km, 0,5 km và 0,25 km đối với các đứt gãy cấp I, II và III tương ứng.

(ii) Khu vực ảnh hưởng yếu nằm trong khoảng có khoảng cách cách đứt gãy từ 0,75 km đến 1,5 km đối với đứt gãy cấp I; từ 0,5 km đến 1 km đối với đứt gãy cấp II và từ 0,25 km đến 0,5 km đối với đứt gãy cấp III.

(iii) Khu vực không bị ảnh hưởng là phần diện tích còn lại

Kết quả phân tích trong khu vực vùng chia khóa cho thấy mật độ trượt đất có giá trị rất cao ở khu vực có ảnh hưởng mạnh của đứt gãy và có giá trị thấp ở khu vực không bị ảnh hưởng (*bảng 1*). Như vậy giữa đứt gãy và trượt đất có mối quan hệ khá chặt chẽ. Chuẩn hóa mật độ trượt đất theo thang điểm 1 đến 9, các đới ảnh hưởng mạnh, ảnh hưởng yếu và không ảnh hưởng có điểm lần lượt là: 9, 6 và 1.

3.7. Quan hệ giữa đường giao thông và trượt đất

Qua điều tra khảo sát cho thấy, phần lớn các điểm trượt đất đều phân bố gần đường. Quá trình xây dựng đường làm mất ổn định sườn gây trượt đất. Các đường dễ xảy ra trượt đất thường là các tuyến quốc lộ và tỉnh lộ, nơi đường đủ rộng để xe cơ giới có thể qua lại. Sử dụng yếu tố khoảng cách tới các đường giao thông trong đánh giá trượt đất

đã được nhiều tác giả nghiên cứu [2, 6, 9]. Ở Việt Nam, theo kết quả nghiên cứu của đề tài "Nghiên cứu đất sạt trên đường Hồ Chí Minh và đề xuất giải pháp xử lý" do Nguyễn Hữu Trí chủ nhiệm (2003), ảnh hưởng của tuyến đường tới trượt đất có thể đạt tới khoảng cách 70 - 100 m. Do vậy, ở khu vực Thừa Thiên - Huế, giá trị 100 m được xem là giới hạn của khu vực ảnh hưởng mạnh của đường, và giá trị gấp đôi (200 m) được xem là giới hạn khu vực ảnh hưởng yếu, và cách đường ngoài 200 m được xem là khu vực không bị ảnh hưởng. Nghiên cứu vùng chia khóa cho thấy có mối liên quan chặt chẽ giữa trượt đất và các tuyến đường chính, càng gần đường, mật độ trượt đất càng cao, điểm số xác định càng lớn (bảng 1).

3.8. Trọng số của các nhân tố tham gia gây trượt đất

Các nhân tố như độ dốc địa hình, lượng mưa, sử dụng đất, vỏ phong hóa, thạch học, đứt gãy, khoảng cách tới đường giao thông đã đề cập ở trên không đóng vai trò như nhau trong quá trình gây trượt đất. Vai trò ảnh hưởng mạnh yếu của chúng có thể thể hiện bằng các trọng số. Ở khu vực Thừa Thiên - Huế, trọng số của nhân tố được xác định dựa trên cơ sở số lượng trượt đất có thể gây ra trên toàn tỉnh với giả thiết rằng mật độ trượt đất của từng lớp trong từng nhân tố là tương tự như kết quả đã tính toán trong vùng chia khóa (bảng 2). Từ số lượng trượt đất có thể gây ra bởi từng nhân tố, có thể tính trọng số của nhân tố theo công thức (3).

Bảng 2. Số lượng trượt đất có thể xảy ra trên toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế theo các nhân tố

Nhân tố	Lớp	Diện tích (pixel)	Mật độ trượt (điểm/pixel)	Số lượng trượt đất có thể
Độ dốc địa hình	< 2,5°	2216558	$0,58165 \cdot 10^{-5}$	13
	2,5° - 15°	449016	$3,64547 \cdot 10^{-5}$	16
	15° - 30°	1518269	$10,45776 \cdot 10^{-5}$	159
	30° - 45°	912128	$20,04209 \cdot 10^{-5}$	183
	> 45°	93851	$17,81896 \cdot 10^{-5}$	17
	Tổng	5189822		387
Lượng mưa	< 3000 mm	1899401	$2,00166 \cdot 10^{-5}$	38
	> 3000 mm	3290421	$9,56725 \cdot 10^{-5}$	315
	Tổng	5189822		353
Sử dụng đất	Rừng	1675811	$4,50868 \cdot 10^{-5}$	76
	Trảng cỏ cây bụi đồng bằng	350644	0	0
	Rừng thưa, cây bụi miền đồi núi	2135818	$9,38598 \cdot 10^{-5}$	200
	Khu dân cư	224953	$4,67720 \cdot 10^{-5}$	11
	Đất nông nghiệp	734345	$0,75894 \cdot 10^{-5}$	6
	Mặt nước	68251	0	0
	Tổng	5189822		292
Vỏ phong hóa	Ferralite	143905	$9,81065 \cdot 10^{-5}$	14
	Ferrosialite	2154804	$8,47513 \cdot 10^{-5}$	183
	Sialferrite	1449946	$7,13318 \cdot 10^{-5}$	103
	Saprolite	139705	0	0
	Đá gốc và trầm tích Đệ tứ	1301462	0	0
	Tổng	5189822		300
	Trầm tích bờ rời Đệ tứ	1281074	0	0
Thạch học	Đá trầm tích lục nguyên giàu alumosilicat	392719	$2,45459 \cdot 10^{-5}$	10
	Đá trầm tích lục nguyên giàu thạch anh	282727	$14,82800 \cdot 10^{-5}$	42
	Đá xâm nhập mafic, siêu mafic	24712	0	0
	Đá xâm nhập axit, trung tính	1142921	$6,91655 \cdot 10^{-5}$	79
	Đá biến chất giàu alumosilicat	739485	$16,67308 \cdot 10^{-5}$	123
	Đá biến chất giàu thạch anh	1326184	$5,36922 \cdot 10^{-5}$	71
	Tổng	5189822		325
Ảnh hưởng đứt gãy	Ảnh hưởng mạnh	578724	$12,64080 \cdot 10^{-5}$	73
	Ảnh hưởng yếu	550037	$9,48017 \cdot 10^{-5}$	52
	Không ảnh hưởng	4061061	$4,38633 \cdot 10^{-5}$	178
	Tổng	5189822		303
Độ gần đường	< 100 m	117520	$49,00000 \cdot 10^{-5}$	58
	100 m - 200 m	110557	$18,40000 \cdot 10^{-5}$	20
	> 200 m	4961745	$2,47000 \cdot 10^{-5}$	123
	Tổng	5189822		200

Ghi chú: số lượng trượt đất được làm tròn đến hàng đơn vị; mật độ trượt đất là giá trị được xác định tại vùng chia khóa.

Kết quả cho thấy vai trò của các nhân tố đối với trượt đất theo thứ tự tăng dần như sau: khoảng cách tới đường; sử dụng đất; vỏ phong hóa; ảnh hưởng của đứt gãy; thạch học; lượng mưa; và độ dốc địa hình (bảng 3).

Bảng 3. Xác định trọng số cho các nhân tố gây ra trượt đất

Nhân tố	Số lượng trượt đất	Trọng số
Độ gần đường	200	0,09
Sử dụng đất	292	0,14
Vỏ phong hóa	300	0,14
Ảnh hưởng của đứt gãy	303	0,14
Thạch học	325	0,15
Lượng mưa	353	0,16
Độ dốc	387	0,18
Tổng	2160	1,00

4. Đánh giá nguy cơ trượt đất

Đánh giá nguy cơ trượt đất cho khu vực dựa trên cơ sở chỉ số nhạy cảm trượt đất xác định theo công thức (1) với 7 nhân tố (độ gần đường, sử dụng đất, vỏ phong hóa, ảnh hưởng của đứt gãy, thạch học, lượng mưa và độ dốc địa hình) có trọng số nhân tố (bảng 3) và điểm các lớp trong mỗi nhân tố (bảng 1) đã biết ở trên. Thực chất đây là công việc tạo bản đồ nhạy cảm trượt đất từ tích hợp 7 bản đồ nhân tố không chế với các trọng số công cụ GIS như sau:

$$[\text{Trượt đất}] = 0,09 [\text{Độ gần đường}] + 0,14 [\text{Sử dụng đất}] + 0,14 [\text{Vỏ phong hóa}] + 0,14 [\text{Ảnh hưởng đứt gãy}] + 0,15 [\text{Thạch học}] + 0,16 [\text{Lượng mưa}] + 0,18 [\text{Độ dốc}]$$

Các bản đồ thành phần được chia thành pixel có cùng kích cỡ (30 m x 30 m) nhận giá trị trong khoảng 1 - 9 là điểm số đã gán cho các lớp trên bản đồ. Do vậy bản đồ sản phẩm tích hợp cũng được thể hiện dưới pixel cùng kích cỡ và nhận giá trị trong khoảng từ 1 đến 9. Thống kê bản đồ tích hợp này như sau :

Tổng số pixel : 5.121.571

Giá trị thấp nhất : 1

Giá trị cao nhất : 9

Tổng giá trị : 22.418.014

Giá trị trung bình : 4,38

Độ lệch chuẩn : 1,84

Bản đồ nhạy cảm trượt đất được xây dựng khá phù hợp với hiện trạng trượt đất trên toàn tỉnh, dựa

trên thống kê các điểm trượt đất xác định trong vùng chia khóa và các điểm trượt đất xác định và thu thập ngoài vùng chia khóa. Phân bố trượt đất còn chưa đều do không có điều kiện điều tra đầy đủ, song có thể thấy một xu thế rõ ràng là chỉ số nhạy cảm trượt đất càng cao thì mật độ trượt đất càng cao (bảng 4). Xu thế này cho thấy mô hình đưa ra để đánh giá trượt đất là chấp nhận được.

Bảng 4. Quan hệ giữa độ nhạy cảm trượt đất, trượt đất và mật độ trượt đất trên toàn tỉnh Thừa Thiên - Huế

Chỉ số nhạy cảm trượt đất	Diện tích (pixel)	Số lượng trượt đất	Mật độ trượt (điểm/pixel)	Mật độ trượt (điểm/1000 km ²)
1	628146	0	0	0
2	448813	1	0,22281.10 ⁻⁵	2
3	337063	2	0,59336.10 ⁻⁵	7
4	765516	15	1,95946.10 ⁻⁵	22
5	1267128	46	3,63026.10 ⁻⁵	40
6	1282940	54	4,20908.10 ⁻⁵	47
7	350075	31	8,85525.10 ⁻⁵	98
8	41826	14	33,47200.10 ⁻⁵	372
9	64	1	1562,50000.10 ⁻⁵	17361

Ghi chú : 1 pixel = 30 m x 30 m = 900 m² = 9.10⁻⁴ km²

Thành lập bản đồ nguy cơ trượt đất được dựa trên cơ sở bản đồ nhạy cảm trượt đất. Mức độ trượt đất hay nguy cơ trượt đất tăng dần theo chỉ số trượt đất, nghĩa là nguy cơ trượt đất càng cao khi chỉ số trượt đất càng cao và ngược lại. Thông thường đánh giá một nguy cơ đó được phân làm 3 mức (cao, trung bình và thấp) hoặc chi tiết hơn là 5 mức (rất cao, cao, trung bình, thấp và rất thấp). Đánh giá với 5 mức được áp dụng ở đây đối với nguy cơ trượt đất là hợp lý, đủ chi tiết phản ánh bức tranh chung về trượt đất trong khu vực. Vấn đề là chọn ngưỡng để phân biệt các mức độ nguy cơ trượt đất.

Phân chia dữ liệu thường có nhiều cách chia, trong đó có 3 phương pháp đáng chú ý là: chia theo khoảng đều nhau; chia ngắt dữ liệu tự nhiên; chia theo độ lệch chuẩn. Khi đánh giá các cách phân chia dữ liệu như trên trong đánh giá trượt đất [1, 2] cho rằng cách phân chia theo độ lệch chuẩn là phù hợp nhất. Cách chia này thể hiện sự đối giá trị thuộc tính đối tượng từ giá trị trung bình. Các ngưỡng phân chia được tạo ra với khoảng giá trị đều theo tỷ lệ với độ lệch chuẩn - thường là các khoảng bằng 1,½, ⅓, hay ¼ độ lệch chuẩn. Trong trường hợp bước nhảy là 1 độ lệch chuẩn thì các ngưỡng giá trị phân chia thường là: giá trị trung

$\text{binh} \pm (0,5 + k) \times \text{độ lệch chuẩn}$, với $k = 0, 1, 2, \dots$
 Theo cách chia này đối với các dữ liệu thống kê từ bản đồ nhạy cảm trượt đất, các ngưỡng giá trị xác định cho 5 mức như sau: rất thấp (1 - 1,62), thấp (1,62 - 3,46), trung bình (3,46 - 5,30), cao (5,30 - 7,13), rất cao (7,13 - 9,00). Do chỉ số nhạy cảm có giá trị nguyên, bản đồ nguy cơ trượt đất của khu vực được chia thành 5 cấp như sau (hình 2):

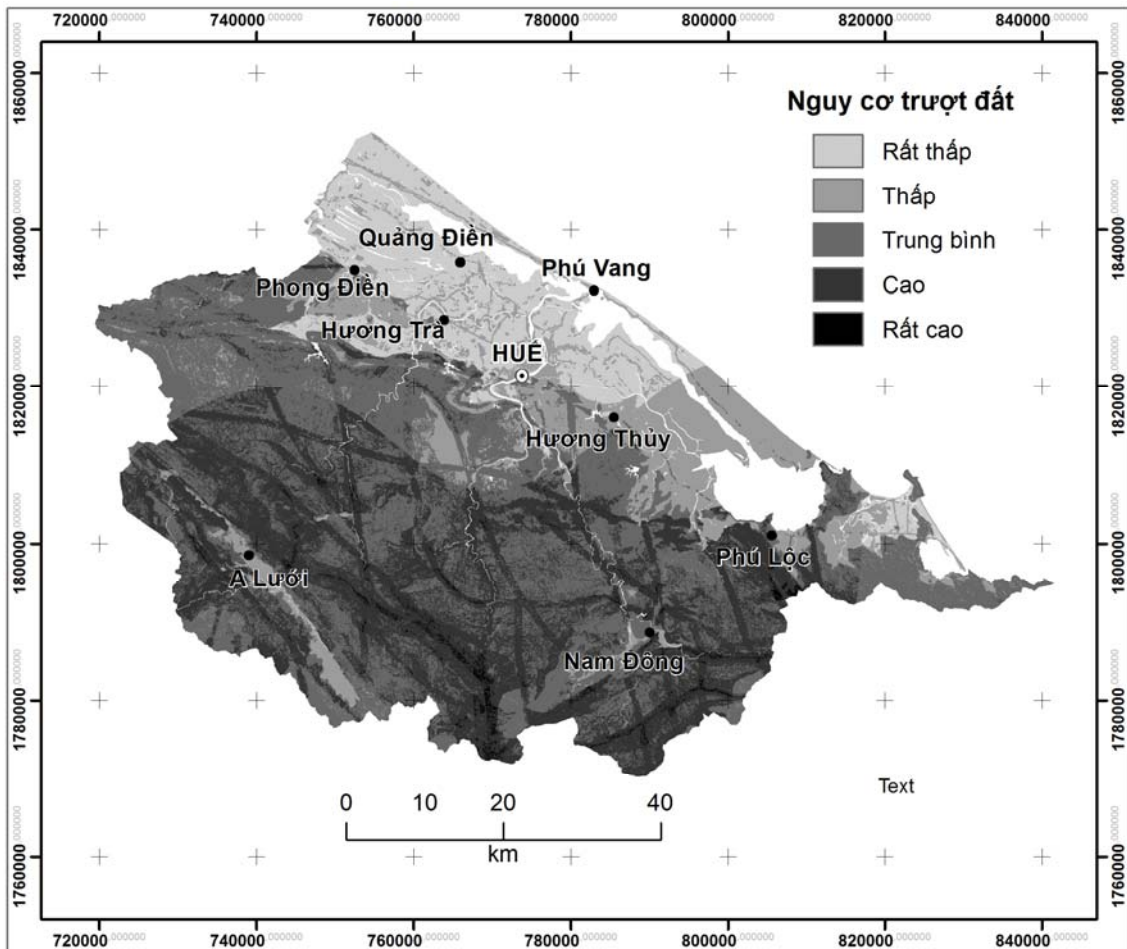
- Vùng nguy cơ trượt đất rất thấp : chỉ số nhạy cảm là 1;

- Vùng nguy cơ trượt đất thấp : chỉ số nhạy cảm từ 2 đến 3;

- Vùng nguy cơ trượt đất trung bình : chỉ số nhạy cảm từ 4 đến 5;

- Vùng nguy cơ trượt đất cao : chỉ số nhạy cảm từ 6 đến 7;

- Vùng nguy cơ trượt đất rất cao : chỉ số nhạy cảm từ 8 đến 9.



Hình 2. Bản đồ nguy cơ trượt đất tỉnh Thừa Thiên Huế

Theo cách phân loại này, khu vực có nguy cơ trượt đất rất thấp chủ yếu ở đồng bằng ven biển phần đông bắc Thừa Thiên - Huế, thuộc các huyện Quảng Điền, Phú Vang, Phong Điền và Hương Trà. Khu vực này chiếm khoảng 12,26% diện tích tỉnh được đặc trưng bởi địa hình bằng phẳng, cấu tạo bởi trầm tích bờ rời, được sử dụng phục vụ

nông nghiệp, khu đô thị hoặc là trồng cây bụi trên đất cát.

Khu vực có nguy cơ trượt đất thấp chiếm 15,34% diện tích Thừa Thiên - Huế, phân bố rộng rãi ở đồng bằng ven biển phía phần đông nam tỉnh này thuộc các huyện Hương Thủy, Phú Lộc, phân bố hạn chế dọc theo các thung lũng sông miền núi,

trong đó lớn nhất là thung lũng A Lưới. Cũng như khu vực có nguy cơ trượt đất rất thấp, khu vực này được đặc trưng bởi địa hình bằng phẳng, cấu tạo trầm tích bờ rời, được sử dụng phục vụ nông nghiệp, khu đô thị hoặc là trồng cây bụi trên đất cát. Điểm khác biệt rõ nhất là ở đây có lượng mưa lớn hơn.

Khu vực có nguy cơ trượt đất trung bình có diện tích lớn nhất, chiếm 39,69% diện tích lãnh thổ nghiên cứu. Khu vực này phân bố chủ yếu ở vùng núi với độ dốc sườn trên 15°, đá gốc với nhiều loại vỏ phong hóa, thảm thực vật chủ yếu là rừng hoặc trồng cây bụi.

Ở Thừa Thiên - Huế, khu vực có nguy cơ trượt đất cao chiếm 31,89% diện tích tỉnh, lớn thứ hai, chỉ sau khu vực có nguy cơ trượt đất trung bình. Diện phân bố của nó chủ yếu ở phía tây và nam tỉnh với các đặc trưng sườn dốc, lớp phủ thực vật là rừng hoặc trồng cây bụi, lượng mưa phong phú. Đáng chú ý ở nhiều nơi, khu này có diện phân bố dạng tuyến thể hiện sự ảnh hưởng mạnh mẽ của đứt gãy.

Khu vực có nguy cơ trượt đất rất cao có tỷ lệ rất ít trong vùng nghiên cứu, chỉ chiếm 0,82% tổng diện tích. Khu vực có nguy cơ trượt đất rất cao này thường nằm trong khu vực có nguy cơ trượt đất cao ở phía đông huyện A Lưới, phía nam huyện Nam Đông và Phú Lộc. Diện phân bố của nó cũng thường có dạng kéo dài dọc theo các đới đứt gãy. Như vậy, hoạt động đứt gãy có vai trò đáng kể ở khu vực này.

Đánh giá chung, phần lớn diện tích tỉnh Thừa Thiên - Huế có nguy cơ trượt đất ở mức trung bình và cao. Phần diện tích có nguy cơ trượt đất cao và rất cao chiếm tới gần 1/3 diện tích tỉnh, rơi chủ yếu vào khu vực vùng núi thuộc các huyện A Lưới, Nam Đông và Phú Lộc. Đây cũng là một trở ngại lớn đối với phát triển khu vực tây và nam của tỉnh là những nơi vẫn còn nghèo không chỉ ở mức độ tỉnh mà ở mức độ quốc gia.

5. Kết luận

Trượt đất ở Thừa Thiên - Huế phụ thuộc vào nhiều yếu tố như: độ dốc địa hình, lượng mưa, sử dụng đất, phong hóa, thạch học, đứt gãy và khoảng cách tới đường giao thông. Các nhân tố này được tích hợp để xây dựng bản đồ nhạy cảm trượt đất với sự trợ giúp của của các phần mềm GIS. Xác định trọng số cho các lớp trong nhân tố và các nhân

tổ thông qua nghiên cứu khu vực chia khóa. Kết quả nghiên cứu cho thấy :

- Nguy cơ trượt đất cao ở sườn dốc trên 30°, đặc biệt là ở lớp từ 30° đến 45°;

- Mật độ trượt đất tăng lên cùng với lượng mưa;

- Trượt đất thường xảy ra nơi trồng cây bụi miền núi do lớp phủ thực vật thưa thớt trong khi ở trồng cây bụi đồng bằng không quan sát thấy hiện tượng này.

- Nguy cơ trượt đất tăng theo mức độ phong hóa : Sialferit → Ferrosialit → Feralit.

- Trượt đất xảy ra nhiều trong lớp đá biến chất giàu alumosilicat ; chưa quan sát thấy trượt đất ở lớp trầm tích bờ rời.

- Trượt đất có liên quan khá chặt chẽ với đứt gãy. Mật độ trượt đất cao ở khu vực có ảnh hưởng của đứt gãy và thấp ở khu vực không có ảnh hưởng của đứt gãy.

- Trượt đất cũng có mối liên quan đến các hệ thống giao thông. Càng gần đường, mật độ trượt đất càng cao.

- Ảnh hưởng của 7 nhân tố không chế trượt đất theo thứ tự tăng dần là : khoảng cách tới đường, sử dụng đất, vỏ phong hóa, đứt gãy, thạch học, lượng mưa, độ dốc địa hình.

- Bản đồ độ nhạy cảm trượt đất được đánh giá bằng cách tích hợp 7 bản đồ nhân tố thành phần với các hệ số tỷ lệ khác nhau. Xu thế tăng của chỉ số nhạy cảm theo mật độ trượt đất cho thấy mô hình tích hợp này có thể chấp nhận được.

- Phần lớn diện tích Thừa Thiên - Huế có nguy cơ trượt đất trung bình và cao, phân bố ở miền đồi núi phía tây của tỉnh. Khu vực nguy cơ trượt đất rất thấp và thấp nằm ở đồng bằng ven biển và trong các trũng ở thung lũng lớn. Khu vực nguy cơ trượt đất cao và rất cao có diện phân bố theo dạng tuyến thể hiện ảnh hưởng mạnh của các đứt gãy.

- Nguy cơ trượt đất cao và rất cao là một trong những trở ngại lớn đối với phát triển khu vực miền núi phía tây và nam Thừa Thiên - Huế, nơi mà điều kiện kinh tế vẫn còn khó khăn.

Bài báo được hoàn thành với sự hỗ trợ của Đề tài cấp Viện Hàn lâm Khoa học Công nghệ Việt Nam VAST 01.09/11-12.

TÀI LIỆU DẪN

- [1] *Ayalew L., Yamagishi H. and Ugawa N.*, 2004: Landslide susceptibility mapping using GIS in Tsugawa area of Agano River, Niigata Prefecture, Japan. *Landslides*, 1, 73-81.
- [2] *Ayalew L., and Yamagishi H.*, 2005: The application of GIS-based logistic regression for landslide susceptibility mapping in the Kakuda - Yahiko Mountains, Central Japan. *Geomorphology* 65. 15-31.
- [3] *Guzzetti F., Carrara A., Cardinali M. and Reichenbach P.*, 1999: Landslide hazard evaluation: a review of current techniques and their application in a multi-scale study, Central Italy. *Geomorphology* 31, 181-216.
- [4] *Phạm Văn Hùng, Nguyễn Xuân Huyền*, 2010: Đánh giá hiện trạng và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất thành phố Đà Nẵng. *Tạp chí Các KH về TĐ*, T.32, (2), 106-113
- [5] *Phạm Văn Hùng*, 2011: Đánh giá hiện trạng và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất tỉnh Quảng Nam. *Tạp chí Các KH về TĐ*, T.33, 3ĐB, 518-525.
- [6] *Pachauri AK, Gupta PV, Chander R*, 1998: Landslide zoning in a part of the Garhwal Himalayas. *Environ. Geol.* 36 (3-4), 325-334.
- [7] *Saaty Thomas*, 1994: Fundamental of decision making and priority theory with analytic hierarchy process. Pittsburgh: RWS publication, 527p.
- [8] *Schuster R.L.*, 1996: Socioeconomic significance of landslides. In *Landslides: investigation and mitigation*, ed. A.K. Turner, R.L. Schuster, p. 12-35. Washington: National Academy Press.
- [9] *Shaban A., Khawlie M., Bou Kheir R., Abdallah C.*, 2001: Assessment of road instability along a typical mountainous road using GIS and aerial photos, Lebanon, Eastern Mediterranean. *Bulletin of Engineering Geology and Environment* 60, 93-101.

SUMMARY

Studying landslides in Thua Thien - Hue province

Studying landslide hazards in Thua Thien - Hue is based on the relationship between landslide and its controlling factors (topographical slope, rainfall, landuse, weathering crust, lithological properties, fault and road proximity), evaluated in a key areas. This relationship is quantified by weighting the classes in each factor and weighting each factor in a set of landslide-controlling factors. This is the bases for landslide susceptibility mapping given by integrating the weighted factor maps. The class is weighted by its landslide density, normalized on a 1-to-9 scale. The factor weighting is determined based on the landslide quantity, which would be engendered in a whole province with considering the landslide density in each class as that obtained from the key area. The calculated results show that, influences of landslide-controlling factors in Thua Thien - Hue may increase in following order: road proximity, landuse, weathering, fault, lithology, rainfall, and slope. The areas of very low, low, medium, high and very high landslide hazards account respectively 12,36%, 15,34%, 39,69%, 31,89% and 0,82% of province. The high and very hazards are distributed in linear form, suggesting a strong influence of faults in these areas.