

# PHÂN VÙNG DỰ BÁO CƯỜNG ĐỘ HOẠT ĐỘNG TRƯỢT, LỞ ĐẤT ĐÁ TRÊN SƯỜN DỐC VÙNG ĐỒI NÚI QUẢNG TRỊ - THỪA THIÊN HUẾ BẰNG PHƯƠNG PHÁP MÔ HÌNH TOÁN - BẢN ĐỒ VỚI SỰ TRỢ GIÚP CỦA CÔNG NGHỆ GIS

ThS. Nguyễn Thị Thanh Nhân, TS. Đỗ Quang Thiên, GS.TSHH. Nguyễn Thanh - Đại học Khoa học, Đại học Huế.

PGS.TS. Tạ Đức Thịnh - Vụ Khoa học Công nghệ, Bộ Giáo dục Đào tạo

**B**ằng phương pháp mô hình toán - bản đồ với sự trợ giúp của công nghệ GIS hoàn toàn có thể đánh giá, dự báo nguy cơ trượt lở đất đá, trên cơ sở đó xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ trượt lở đất đá. Vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế là nơi có mật độ trượt lở xảy ra khá mạnh và dày đặc, đa phần tập trung dọc theo tuyến đường Hồ Chí Minh. Trượt lở tập trung lớn nhất ở các xã Hướng Lập, Hướng Việt, Hướng Phùng, Hướng Linh, Dakrong, Tà Long, Húc Nghi, Hồng Thủy, A Roàng với mật độ từ 15 - 25 khối trượt/100 km<sup>2</sup> gây ảnh hưởng lớn đến giao thông và vấn đề an sinh, xã hội. Do vậy, mục đích của bài báo là xây dựng bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá ở vùng lãnh thổ đang xét, nhằm cung cấp cơ sở khoa học cho công tác quy hoạch, sử dụng, khai thác hợp lý và phát triển bền vững lãnh thổ.

## 1. Khái quát và đề xuất phương pháp dự báo trượt lở đất đá đối với vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế

Trước đây, để nghiên cứu các quá trình dịch chuyển trọng lực trên sườn dốc, người ta thường sử dụng hệ phương pháp nghiên cứu truyền thống như: phương pháp phân tích lịch sử tự nhiên, phương pháp đồng dạng địa chất công trình, phương pháp mô hình hóa, ... Từ giữa thế kỷ 20 cho đến ngày nay, việc đánh giá mức độ nhạy cảm (tổn thương) và dự báo khả năng phát sinh tai biến trượt lở đất đá trên sườn dốc có sự phát triển mạnh mẽ và đa dạng. Tuy phương pháp tiếp cận trong đánh giá, dự báo trượt lở đất đá ít nhiều có sự khác nhau, nhưng vẫn có thể ghép gộp thành 5 nhóm phương pháp đánh giá, phân vùng mức độ nhạy cảm sau đây [2,3,5]:

- Phương pháp phân tích bản đồ địa mạo (Verstappen H.T. 1983, Cardinali M. 2002,...);

- Phương pháp viễn thám - GIS (Guzzetti F. 1999 - 2006, Moreiras S.M. 2005, Wieczorek G.F. 1984,...);

- Phương pháp phát hiện hay heuristic (Anbalagan R. 1992, Nagarazia R., 2000, Pachauri A.K. 1998, Saaty T.L. 1972 - 2000, Saha A.K. 2002,...);

- Phương pháp thống kê xác suất (Carrara A. 1983, Lee S. 2006, Van Westen C.J. 1997,...);

- Phương pháp quyết định hay Deterministic (Dietric W.E. 1995, Montgomery D.R. 1994, Pack R.T. 2005,...).

Ở Việt Nam, công tác đánh giá, dự báo mức độ nhạy cảm (tổn thương) hay đánh giá cường độ hoạt động địa động lực trượt lở đất đá trong vài thập kỷ trở lại đây đã được "nhập nội" và áp dụng ngày càng sâu rộng hơn như: phương pháp tư liệu viễn thám, phương pháp GIS, đặc biệt là phương pháp phân tích đa chỉ tiêu (Trần Thanh Hà 2007, Trần Mạnh Liễu 2008, Nguyễn Thanh Sơn 1996). Trên nền tảng của phương pháp tiếp cận đa chỉ tiêu, một số tác giả đã sử dụng các phương pháp ma trận định lượng (Nguyễn Đức Lý 2010, Nguyễn Thị Thanh Nhân 2008), phương pháp phân tích quy trình thứ bậc Saaty T.L. (Trần Anh Tuấn 2005, Nguyễn Quốc Thành 2006, Trần Thanh Hà 2007, Nguyễn Thị Thanh Nhân 2008); phương pháp Sinmap (Hoàng Anh Tuấn 2008, Lê Công Tuấn & nnk 2008,...); phương pháp xác suất thống kê với sự trợ giúp GIS (Nguyễn Quốc Thành 2006, Tạ Đức Thịnh 2010, Phạm Văn Hùng 2011) để đánh giá và dự báo quá trình địa chất động lực này [1,2,3,5].

Có thể nói, việc đề xuất các phương pháp dự báo mới đưa vào thử nghiệm ở nước ta trong thời gian qua khá phong phú và hiện đại. Xét về bản chất, những phương pháp đó đều xuất phát từ phương pháp phân tích đa chỉ tiêu các nguyên nhân, điều kiện phát sinh - phát triển với cách tiếp cận, giải quyết bài toán khác nhau. Tuy nhiên, khả năng áp dụng, mức độ tin cậy các kết quả dự báo của từng phương pháp hoàn toàn không giống nhau do có sự khác biệt về bản chất, cơ chế các tai biến trên sườn dốc, cũng như việc lựa chọn

Người đọc phản biện: TS. Nguyễn Kiên Dũng

yếu tố và thang bậc đánh giá, dự báo mức độ nhạy cảm của chúng.

Trên cơ sở tính đặc thù về điều kiện tự nhiên và nhân tạo, cũng như những yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến các tai biến sườn dốc vùng nghiên cứu, chúng tôi đề xuất vận dụng phương pháp mô hình toán - bản đồ với sự trợ giúp của công nghệ GIS để lập bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá cho vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế. Nội dung chi tiết của phương pháp và kết quả nghiên cứu sẽ được trình bày dưới đây.

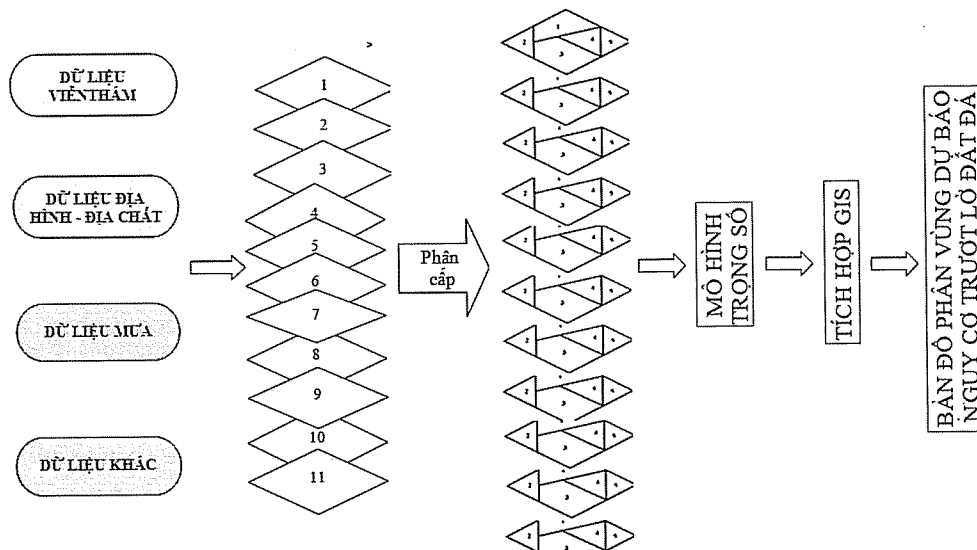
**2. Xây dựng bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá trên sườn dốc, mái dốc vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế**

Bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá được xây dựng trên cơ sở lựa chọn các yếu tố như: các nguyên nhân hoặc điều kiện ảnh hưởng trực tiếp đến quá trình trượt lở đất đá, đồng thời xác định tầm quan trọng, mức độ ảnh hưởng (vai trò) của từng yếu tố

trong hệ thống các yếu tố tác động đối với quá trình trượt lở đất đá bằng cách cho điểm và tính trọng số, hiển thị kết quả theo quy mô và cường độ tác động (Hình 1).

**a. Xây dựng hệ thống chỉ tiêu đánh giá quá trình trượt lở đất đá vùng đồi núi**

Việc xác định các yếu tố tác động phải có căn cứ khoa học, các yếu tố đưa vào tuyển chọn phải mang tính đại diện cao và quan trọng đối với quá trình trượt lở đất đá. Thực tiễn nghiên cứu trượt lở đất đá cho thấy, số lượng các yếu tố hình thành trượt lở đất đá thường được chọn từ 10 đến 20, phổ biến nhất là 13 - 16. Tuy vậy, trên cơ sở xem xét mối tương tác giữa các quyền trong địa hệ nghiên cứu, chúng tôi chọn 11 yếu tố đặc trưng cho sự hình thành tai biến trượt lở ở vùng đồi núi như bảng 1 [1,2,3,4]. Bên cạnh đó, chúng tôi sử dụng phương pháp chuyên gia cùng với kết quả thí nghiệm, quan trắc thực tế và phỏng vấn cộng đồng để đánh giá mức độ tin cậy của phương pháp.



Hình 1. Sơ đồ tích hợp trọng số vào GIS để xây dựng bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt

**Bảng 1. Các yếu tố tác động chính trong môi trường tự nhiên - kỹ thuật vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế**

1 - Lượng mưa trung bình năm (A)	6 - Độ phong phú nước (G)
2 - Hoạt động kinh tế - công trình (B)	7 - Độ dốc mái dốc, sườn núi đồi (H)
3 - Đặc điểm thạch học và cấu trúc của đất đá (C)	8 - Phân cắt sâu của địa hình (I)
4 - Mật độ phá hủy kiến tạo, chấn đoạn (D)	9 - Lớp phủ thực vật (K)
5 - Bề dày, độ bền kháng cắt đất đá phong hóa mạnh và hoàn toàn (E)	10 - Vận động tân kiến tạo (L)
	11 - Phân cắt ngang của địa hình (M)

## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

Cường độ tác động của các yếu tố hình thành nên quá trình trượt lở đất đá ở lãnh thổ nghiên cứu được đánh giá theo 5 cấp mức độ nhạy cảm: rất yếu, yếu, trung bình, mạnh, rất mạnh). Trên cơ sở đó, chúng tôi tiến hành xây dựng 11 bản đồ thành phần (yếu tố tác động) và sử dụng công nghệ GIS chồng ghép các bản đồ nêu trên để thành lập bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên, tỷ lệ 1:50.000. Dưới đây sẽ đi sâu vào phân tích các yếu tố được chọn lựa để xây dựng 11 bản đồ thành phần:

**1. Lượng mưa năm:** Lượng mưa năm là yếu tố

quan trọng nhất trong 11 yếu tố đã đề cập ở trên. Đây là yếu tố có ảnh hưởng trực tiếp đến hoạt động trượt lở đất đá vùng đồi núi và thường liên quan với bão, áp thấp nhiệt đới cũng như gió mùa Đông Bắc nên được chọn hệ số tầm quan trọng cao nhất ( $I_A = 9$ ). Trên cơ sở các số liệu thu thập được, chúng tôi tiến hành xây dựng bản đồ thành phần phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá theo lượng mưa trung bình năm và phân thành 5 cấp tác động đến tai biến trượt lở đất đá lãnh thổ nghiên cứu. Kết quả phân cấp và đánh giá yếu tố lượng mưa trung bình năm được thể hiện chi tiết ở bảng 2.

**Bảng 2. Bảng phân cấp và đánh giá yếu tố lượng mưa trung bình năm**

Yếu tố ảnh hưởng	Kỹ hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích ( $km^2$ )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Lượng mưa trung bình năm $R, mm/năm$	A	$R < 2200 mm/năm$	Rất yếu	43	1079.59	13.81	0.0398	1	0.2141	0.2141
		$R = 2200 - 2600 mm/năm$	Yếu	125	2204.57	28.21	0.0567	3		0.6423
		$R = 2600 - 3000 mm/năm$	Trung bình	45	1962.20	25.11	0.0229	5		1.0705
		$R = 3000 - 3400 mm/năm$	Mạnh	27	1274.33	16.30	0.0212	7		1.4987
		$R > 3400 mm/năm$	Rất mạnh	180	1294.99	16.57	0.1390	9		1.9269

### 2. Hoạt động kinh tế công trình:

Các hoạt động kinh tế - công trình trên sườn dốc, mái dốc có tác động trực tiếp và làm phức tạp hóa thêm quá trình trượt lở đất đá. Hoạt động này diễn ra khá đa dạng, phổ biến và bao trùm trên khắp các sườn dốc, mái dốc, cho nên chọn hệ số tầm quan trọng cao ( $I_B = 9$ ). Để sắp xếp các hoạt động kinh tế - công trình một cách có hệ thống, tránh trùng lặp và thuận lợi cho

việc định cấp cường độ tác động và xây dựng bản đồ phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá theo mức độ tác động của hoạt động kinh tế - công trình, chúng tôi đã gộp lại một số yếu tố kỹ thuật có tác động tương tự, đồng thời chỉ chọn lọc những hoạt động mang nét đặc trưng, nổi bật và có ảnh hưởng mạnh đến quá trình đang xét. Kết quả phân cấp và đánh giá chi tiết yếu tố hoạt động kinh tế - công trình được phân tích và thể hiện chi tiết ở bảng 3.

**Bảng 3. Bảng phân cấp và đánh giá của yếu tố hoạt động kinh tế - công trình**

Yếu tố ảnh hưởng	Kỹ hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích ( $km^2$ )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Hoạt động kinh tế - công trình	B	Lành thổ (rừng) nguyên sinh	Rất yếu	0	83.97	1.07	0.0000	1	0.2141	0.2141
		Khu vực ít bị tác động kinh tế, hoặc canh tác khoa học	Yếu	35	3805.78	48.69	0.0339	3		0.6423
		Khu vực canh tác bừa bãi, chặt phá đốt rừng phổ biến	Trung bình	67	2843.16	36.38	0.0236	5		1.0705
		Lành thổ khai thác khoáng sản, xây dựng công trình dân dụng, đường dây cao thế	Mạnh	313	1032.69	13.21	0.0822	7		1.4987
		Lành thổ xây dựng các tuyến đường giao thông, các hệ thống thủy điện - thủy lợi	Rất mạnh	5	50.08	0.64	0.0998	9		1.9269

### 3. Đặc điểm thạch học và cấu trúc của đất đá:

Đặc điểm thạch học và cấu trúc của đất đá được quyết định bởi nguồn gốc, điều kiện thành tạo, mức độ thành đá và quá trình biến đổi biểu sinh,... Đây là

những yếu tố có vai trò quan trọng, quyết định độ ổn định của môi trường địa chất dưới tác động của mưa và các nguyên nhân khác nên chúng tôi chọn hệ số tầm quan trọng ( $I_C = 7$ ). Trên cơ sở bản đồ địa chất

khu vực, quan trắc thực tế, kết quả nghiên cứu bản thân và tham khảo các chuyên gia, chúng tôi đã phân tích đánh giá và định bậc cường độ tác động của yếu tố này trên bảng 4.

**Bảng 4. Bảng phân cấp và đánh giá của yếu tố đặc điểm thạch học và cấu trúc của đất đá**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích ( $km^2$ )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm đánh giá	Trọng số	Điểm tính $W_j X_{ij}$
Đặc điểm thạch học và cấu trúc của đất đá	C	Đá cấu tạo khối, phân lớp rất dày > 1.0m	Rất yếu	33	918.35	11.75	0.0359	1	0.0892	0.0892
		Đá phân lớp với bề dày lớp 1.0 - 0.2m	Yếu	85	673.35	8.62	0.1262	3		0.2676
		Đá phân lớp mỏng, phân phiến (0.2 - 0.01m)	Trung bình	178	1908.85	24.42	0.0932	5		0.4460
		Đá phân phiến (phiến mỏng < 0.01m)	Mạnh	117	3374.36	43.17	0.0347	7		0.6244
		Đất mềm rời	Rất mạnh	7	940.77	12.04	0.0074	9		0.8028

**4 Mật độ phá hủy kiến tạo, chấn đoạn:**

Yếu tố này thể hiện dạng phá hủy kèm theo sự dịch chuyển của các phần bị đứt tách ra của thể địa chất. Do lãnh thổ nghiên cứu có địa hình phân cắt sâu mạnh với hệ thống các đứt gãy lớn đang hoạt động nên yếu tố mật độ phá hủy kiến tạo, chấn đoạn ảnh hưởng khá rõ rệt đến quá trình trượt đất đá. Do đó, chúng tôi chọn hệ số tầm quan trọng (ID = 7). Trên

cơ sở bản đồ địa chất, bản đồ đứt gãy kiến tạo của khu vực, tài liệu hiện trạng các điểm trượt lở vùng nghiên cứu và tham khảo ý kiến của các chuyên gia đầu ngành, chúng tôi đã tiến hành phân cấp, đánh giá, xây dựng bản đồ phân vùng cường độ tác động và mức độ ảnh hưởng của yếu tố này đến tai biến trượt lở đất đá với nội dung trình bày trên bảng 5.

**Bảng 5. Bảng phân cấp và đánh giá của yếu tố mật độ phá hủy kiến tạo, chấn đoạn**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích ( $km^2$ )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_j X_{ij}$
Mật độ phá hủy kiến tạo, chấn đoạn $D_i, km^2/km^2$	D	$D_i < 0.15 km^2/km^2$	Rất yếu	253	6116.18	78.26	0.0414	1	0.0892	0.0892
		$D_i = 0.15 - 0.30 km^2/km^2$	Yếu	15	147.12	1.88	0.1020	3		0.2676
		$D_i = 0.31 - 0.45 km^2/km^2$	Trung bình	8	176.08	2.25	0.0454	5		0.4460
		$D_i = 0.46 - 0.60 km^2/km^2$	Mạnh	4	164.14	2.10	0.0244	7		0.6244
		$D_i > 0.60 km^2/km^2$	Rất mạnh	140	1212.16	15.51	0.1155	9		0.8028

**Bảng 6. Bảng phân cấp và đánh giá của yếu tố bề dày và độ bền kháng cắt đất đá phong hóa mạnh đến hoàn toàn**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích ( $km^2$ )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_j X_{ij}$
Bề dày, độ bền kháng cắt đất đá phong hóa mạnh và hoàn toàn	E	Đá phong hóa mạnh và hoàn toàn dày < 5m có giá trị phổ biến của $\phi = 35 - 27^\circ, C = 1.5 - 0.25 kG/cm^2$	Rất yếu	6	117.09	1.50	0.0512	1	0.0892	0.0892
		Đá phong hóa mạnh và hoàn toàn dày 5m - 15m, giá trị phổ biến của $\phi = 34 - 26^\circ, C = 1.0 - 0.23 kG/cm^2$	Yếu	124	1442.40	18.46	0.0860	3		0.2676
		Đá phong hóa mạnh dày 15.1 - 25m, $\phi = 32 - 23^\circ, C = 0.75 - 0.21 kG/cm^2$	Trung bình	107	4149.14	53.09	0.0258	5		0.4460
		Đá phong hóa mạnh đến hoàn toàn dày 25.1 - 35m, $\phi = 30 - 24^\circ, C = 0.50 - 0.19 kG/cm^2$	Mạnh	176	1165.27	14.91	0.1510	7		0.6244
		Đá phong hóa mạnh và hoàn toàn dày > 35m, $\phi = 27 - 18^\circ, C = 0.25 - 0.17 kG/cm^2$	Rất mạnh	7	941.78	12.05	0.0074	9		0.8028

**5. Bề dày và độ bền kháng cắt của đất đá phong hóa mạnh đến hoàn toàn:**

Thực tế cho thấy trượt lở đất đá thường xảy ra ở

những khu vực có bề dày vỏ phong hoá tương đối dày (>25 m) thuộc các thành tạo, Bến Giằng - Quế Sơn, Long Đại, A Lin, Tân Lâm, A Vương và các đới phá hủy

## NGHIÊN CỨU & TRAO ĐỔI

kiến tạo dọc theo các đứt gãy. Vùng đồi núi Trĩ Thiên trượt lở thường xuất hiện ở đới phong hóa mạnh đến hoàn toàn với bề dày 25,1 - 35 m, góc nội ma sát  $\varphi = 30 - 240$ , lực dính kết  $C = 0,50 - 0,19 \text{ kg/cm}^2$ . Đây là những yếu tố môi trường có vai trò quan trọng, quyết định độ ổn định của MTĐC nên chúng tôi chọn hệ số tầm quan trọng  $I_E = 7$ . Dựa vào thành phần thạch học, tuổi, nguồn gốc của các hệ tầng, phức hệ để thành lập bản đồ phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá tỷ lệ 1/50.0000 theo bề dày, độ bền kháng cắt đất đá phong hóa mạnh đến hoàn toàn. Việc định cấp và đánh giá chi tiết yếu tố này được trình bày ở bảng 6.

### 6. Độ phong phú nước:

Độ phong phú nước là khả năng chứa nước của

đất đá, với nguồn cấp chủ yếu là nước mưa, nước mặt và nước dưới đất. Tác động của nước dưới đất được xem như là nguyên nhân trực tiếp gây ra tai biến trượt lở đất đá, nhất là đất đá phong hóa ở các đới tàn sườn tích edQ, đới phong hóa hoàn toàn IA1 và đới phong hóa mạnh IA2, nên chúng tôi chọn hệ số tầm quan trọng  $I_G = 7$ . Trên cơ sở xác định lưu lượng (Q) bơm hút nước thí nghiệm ở các lỗ khoan, quan trắc vết lộ nước dưới đất,... trong các thành tạo ĐCTV, kết hợp với mật độ xuất hiện các điểm trượt lở trên các thành tạo địa chất, chúng tôi tiến hành thành lập bản đồ phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá theo yếu tố đang xét với 5 cấp độ từ rất yếu đến rất mạnh như trên bảng 7.

**Bảng 7. Bảng phân cấp và đánh giá yếu tố độ phong phú nước**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích ( $\text{km}^2$ )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Độ phong phú nước	G	Thành tạo đá sét, đá cứng chặt sít, đất mềm rời mùa khô với $Q < 0.01 - 0.11 \text{ l/s}$	Rất yếu	0	645.13	8.25	0.0000	1	0.0892	0.0892
		Trầm tích lục nguyên, lục nguyên phun trào có $Q = 0.11 - 0.25 \text{ l/s}$	Yếu	183	1990.12	25.46	0.2837	3		0.2676
		Thành tạo biến chất, trầm tích lục nguyên, xâm nhập với $Q = 0.26 - 0.40 \text{ l/s}$	Trung bình	95	4147.57	53.07	0.0477	5		0.4460
		Lục nguyên thô, phun trào bazan, lục nguyên - cacbonat với $Q = 0.41 - 0.60 \text{ l/s}$	Mạnh	131	1032.86	13.22	0.0316	7		0.6244
		Đất đá nứt nẻ mạnh, đá vôi Karst bóa với $Q > 0.60 \text{ l/s}$	Rất mạnh	11	645.13	8.25	0.0107	9		0.8028

### 7. Độ dốc:

Độ dốc địa hình là một trong những tác nhân chủ yếu phá vỡ sự cân bằng của khối đất đá cấu tạo nên sườn dốc. Ở những nơi độ cao của sườn dốc càng lớn thì càng dễ phát sinh quá trình dịch chuyển đất đá trên sườn dốc. Hầu hết các điểm dịch chuyển đất đá xảy ra nhiều ở những khu vực có độ cao 500 m - 800 m và lớn hơn 800 m với góc dốc từ  $26^\circ$  đến  $45^\circ$ , và lớn hơn  $45^\circ$ . Đây là yếu tố có vai trò quan trọng, ảnh hưởng đến độ ổn định của sườn dốc, mái dốc dưới tác động của mưa nên tác giả chọn hệ số tầm quan trọng

( $I_H = 7$ ).

Dựa vào bản đồ mô hình số độ cao tỷ lệ 1:200.000, với modul Slope của phần mềm ARC/INFO, chúng tôi đã phân tích và thành lập bản đồ độ dốc. Trên cơ sở tài liệu này kết hợp với số lượng xuất hiện các điểm trượt trong nghiên cứu hiện trạng trượt lở vùng đồi núi Quảng Trĩ - Thừa Thiên Huế, tiến hành xây dựng bản đồ phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá theo độ dốc theo 5 cấp độ ảnh hưởng từ rất yếu đến rất mạnh như trình bày ở bảng 8.

**Bảng 8. Bảng phân cấp và đánh giá yếu tố độ dốc**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích ( $\text{km}^2$ )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Độ dốc mái dốc, sườn núi đồi $\beta$ , độ	H	$\beta < 15^\circ$	Rất yếu	124	4220.19	54.00	0.0294	1	0.0892	0.0892
		$\beta = 15 - 25^\circ$	Yếu	98	1640.35	20.99	0.0597	3		0.2676
		$\beta = 26 - 35^\circ$	Trung bình	126	1335.97	17.09	0.0943	5		0.4460
		$\beta = 36 - 45^\circ$	Mạnh	64	572.99	7.33	0.1117	7		0.6244
		$\beta > 45^\circ$	Rất mạnh	8	46.18	0.59	0.1732	9		0.8028

**8. Mật độ phân cắt sâu:**

Yếu tố này phản ảnh năng lượng địa hình và có vai trò nhất định trong quá trình phát sinh trượt lở đất đá, nên chọn hệ số tầm quan trọng ( $II = 5$ ). Vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế có mật độ phân cắt sâu mạnh, phổ biến khoảng từ 301 - 500 m/km<sup>2</sup> cho đến

501 - 700 m/km<sup>2</sup>. Khi tính toán trên GIS chỉ tiêu này được xác định bằng việc tính độ chênh cao tại mỗi ô lưới dựa vào mô hình số độ cao. Kết quả phân tích, đánh giá cũng như phân cấp yếu tố này được thể hiện trên bảng 9.

**Bảng 9. Bảng phân cấp và đánh giá yếu tố mật độ phân cắt sâu**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Phân cắt sâu của địa hình $E_d, m/km^2$	I	$E_d < 100 m/km^2$	Rất yếu	21	2216.12	28.35	0.0095	1	0.0359	0.0359
		$E_d = 100 - 300 m/km^2$	Yếu	195	3645.19	46.64	0.0535	3		0.1077
		$E_d = 301 - 500 m/km^2$	Trung bình	172	1730.21	22.14	0.0994	5		0.1795
		$E_d = 501 - 700 m/km^2$	Mạnh	32	224.16	2.87	0.1428	7		0.2513
		$E_d > 700 m/km^2$	Rất mạnh	0	0.00	0.00	0.0000	9		0.3231

**9. Lớp phủ thực vật:**

Vùng nghiên cứu, hoạt động trượt lở đất đá tập trung chủ yếu ở các xã Hướng Phùng, Húc Nghi, Tà Rụt, A Roàng, ... Lớp phủ thực vật chủ yếu là cây thân bụi, cỏ tranh, ... với độ tán che 30 - 10% và những khu

đất trồng cây công nghiệp, nông nghiệp. Đây là yếu tố có vai trò nhất định trong quá trình phát sinh trượt lở đất đá nên tác giả chọn hệ số tầm quan trọng ( $IK = 5$ ). Nội dung chi tiết để xây dựng bản đồ phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá theo lớp phủ thực vật được trình bày trên bảng 10.

**Bảng 10. Bảng phân cấp và đánh giá yếu tố lớp phủ thực vật**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Lớp phủ thực vật % tán che	K	Thực vật rừng dày, tán che > 50%	Rất yếu	294	3592.90	45.97	0.0818	1	0.0359	0.0359
		Thực vật hỗn giao, tán che 50 - 30%	Yếu	116	3540.60	45.30	0.0328	3		0.1077
		Cây thân bụi, cỏ tranh, tán che 30 - 10%	Trung bình	7	463.08	5.93	0.0151	5		0.1795
		Đất trồng cây công nghiệp, cây nông nghiệp	Mạnh	1	119.23	1.53	0.0084	7		0.2513
		Đất trồng, đồi trọc.	Rất mạnh	2	99.87	1.28	0.0200	9		0.3231

**10. Vận động tân kiến tạo:**

Do quá trình nâng hạ kiến tạo làm thay đổi các đặc trưng hình học (độ cao, độ dốc), phá hủy trạng thái cân bằng ứng suất trọng lực, gây mất ổn định sườn dốc nên yếu tố này tạo là điều kiện thuận lợi cho quá

trình trượt lở đất đá. Vì vậy, chúng tôi chọn hệ số tầm quan trọng ( $II = 5$ ). Dựa vào đặc điểm phân bậc địa hình, chúng tôi đã phân cấp và xây dựng bản đồ phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá theo đặc điểm vận động tân kiến tạo với 5 cấp độ ảnh hưởng từ rất yếu đến rất mạnh (Bảng 11).

**Bảng 11. Bảng phân cấp và đánh giá yếu tố vận động tân kiến tạo**

Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Vận động tân kiến tạo Tốc độ $V_{tr}, mm/năm$	L	$V_{tr} < 0.10 mm/năm$	Rất yếu	5	1762.20	22.55	0.0028	1	0.0359	0.0359
		$V_{tr} = 0.11 - 0.20 mm/năm$	Yếu	103	3311.28	42.37	0.0311	3		0.1077
		$V_{tr} = 0.21 - 0.30 mm/năm$	Trung bình	299	2520.50	32.25	0.1186	5		0.1795
		$V_{tr} = 0.31 - 0.40 mm/năm$	Mạnh	13	221.70	2.84	0.0586	7		0.2513
		$V_{tr} > 0.40 mm/năm$	Rất mạnh	0	0.00	0.00	0.0028	9		0.3231

**11. Mật độ phân cắt ngang:**

Mật độ phân cắt ngang địa hình là yếu tố phản ảnh tính không liên tục trong đất đá. Yếu tố này ảnh hưởng không đáng kể đến quá trình dịch trượt lở đất đá ở vùng nghiên cứu nên tác giả chọn hệ số tầm quan

trọng (IM = 3). Trên cơ sở bản đồ mạng lưới sông suối, kết hợp với mật độ xuất hiện các điểm trượt, chúng tôi tiến hành xây dựng bản đồ phân vùng dự báo cường độ trượt lở đất đá theo mật độ phân cắt ngang với 5 cấp độ ảnh hưởng từ rất yếu đến rất mạnh (Bảng 12).

**Bảng 12. Bảng Bảng phân cấp và đánh giá của yếu tố phân cắt ngang địa hình**

Yếu tố ảnh hưởng	Kỳ hiệu	Cấp nguy cơ tác động (mức độ ảnh hưởng) $M_{ij}$	Cấp độ ảnh hưởng đến tai biến trượt lở	Số điểm trượt lở	Diện tích (km <sup>2</sup> )	Diện tích (%)	Mật độ	Điểm số	Trọng số	Điểm tính $W_i X_{ij}$
Phân cắt ngang của địa hình $E_i$ km <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	M	$E_1 < 0.5$ km <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Rất yếu	197	4820.12	61.67	0.0409	1	0.0184	0.0184
		$E_2 = 0.5 - 1.0$ km <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Yếu	63	1050.11	13.44	0.0600	3		0.0552
		$E_3 = 1.1 - 1.5$ km <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Trung bình	138	1460.04	18.68	0.0945	5		0.0920
		$E_4 = 1.6 - 2.0$ km <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Mạnh	17	330.26	4.23	0.0515	7		0.1288
		$E_5 > 2.0$ km <sup>3</sup> /km <sup>2</sup>	Rất mạnh	5	155.15	1.99	0.0322	9		0.1656

**b. Thành lập bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế, tỷ lệ 1:50.000**

Bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế được xây dựng dựa trên sự hiểu biết về các chuyển động phức tạp trên sườn dốc (mái dốc) và các yếu tố gây ra quá trình trượt lở đã được lựa chọn và phân tích ở trên, từ đó thành lập bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá thành phần hay yếu tố. Việc khoanh định các khu vực chưa bị tác động của quá trình trượt lở đất đá dựa trên giả thiết quá trình trượt lở trong tương lai sẽ diễn ra trong cùng một điều kiện với các điểm trượt lở đất đá quan sát đã xảy ra trước đó. Xuất phát từ xác suất xảy ra hiện tượng trượt lở, sự tương đồng của các yếu tố tác động để vạch ra ranh giới các vùng có nguy cơ trượt lở [1,3]. Do đó, việc định lượng cấp độ nguy cơ trượt lở đất đá là kết quả của sự tích hợp các yếu tố tác động phát sinh trượt lở đất đá theo công thức (1):

$$S = \sum_{i=1}^n Q_i \cdot P_i \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

Trong đó:

LSI (Landslide Susceptibility Index): chỉ số nhạy cảm trượt lở;

$X_{ij}$ : là giá trị cường độ tác động của lớp thứ j trong yếu tố gây trượt i;

$W_i$ : trọng số gán cho lớp thành phần i;

n: số lượng các lớp thành phần lựa chọn cho quá

trình phân tích ( $n = 1, 2, 3, \dots, 11$ );

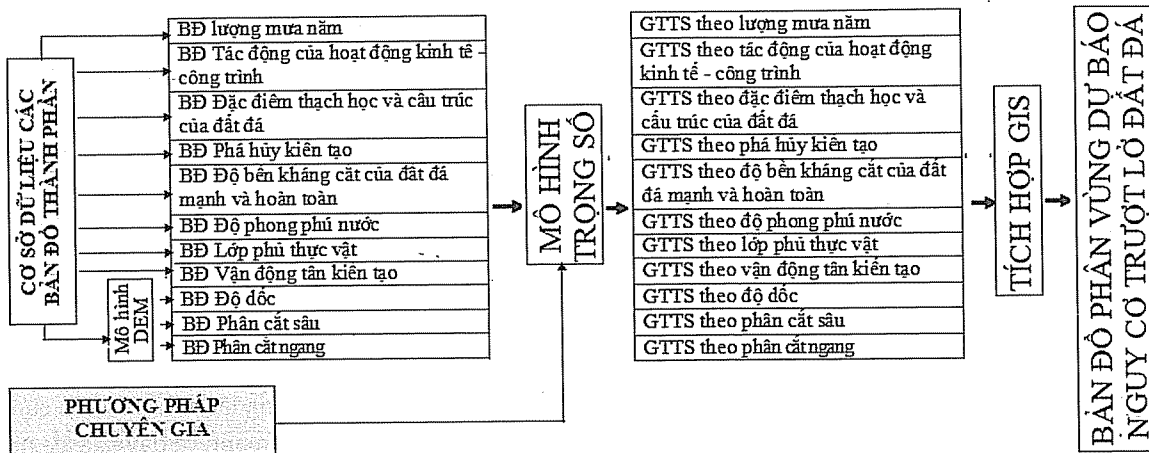
m: mức độ phân cấp trong mỗi lớp thành phần ( $m = 1, 2, 3, 4, 5$ ).

Bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá nghiên cứu được xây dựng theo nguyên tắc chồng xếp tích hợp các bản đồ thành phần có trọng số, với sự trợ giúp của công nghệ GIS mà phần mềm sử dụng chủ yếu là ArcGIS 10.0. Trên cơ sở tích hợp 11 bản đồ thành phần (11 yếu tố đã được lựa chọn) theo biểu thức (2):

$$LSI = 0.2141 * a + 0.2141 * b + 0.0892 * c + 0.0892 * d + 0.0892 * e + 0.0892 * g + 0.0892 * h + 0.0359 * i + 0.0359 * k + 0.0359 * l + 0.0184 * m \quad (2)$$

Với a, b, c, d, ..., m là các bản đồ thành phần (yếu tố tác động)

Quá trình đánh giá các yếu tố thành phần và tính điểm số, trọng số các lớp thông tin đã được mã hóa thành dạng số và chồng ghép theo công thức 1. Kết quả xử lý tích hợp sẽ hiển thị bản đồ giá trị số với mỗi pixel ứng với một giá trị LSI. Các giá trị LSI được tính cho mỗi lớp thành phần (yếu tố tác động) trong vùng nghiên cứu. Sau khi tính được giá trị LSI của mỗi cấp cho tất cả các lớp, tiếp tục chồng xếp từng cặp lại với nhau theo quy tắc tích hợp được minh họa trên hình 2. Từ đó, tiến hành xây dựng bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Trị Thiên theo các cấp giá trị LSI được phân chia trên bản đồ giá trị số.

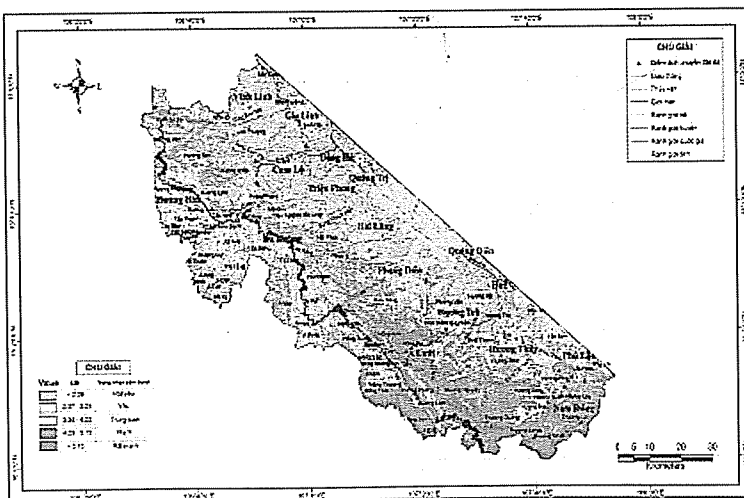


**Hình 2. Sơ đồ khối thành lập bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế (BD: bản đồ; GTTS: giá trị trọng số)**

Kết quả tính toán từ mô hình toán - bản đồ sẽ cung cấp một file dữ liệu kết quả với giá trị LSI trong vùng nghiên cứu thay đổi từ 1,41 đến 6,04. Từ các chỉ số LSI theo phương pháp ngắt tự động, kết hợp với tài liệu khảo sát hiện trạng cho phép lựa chọn và phân thành 5 cấp nguy cơ xảy ra trượt lở (rất yếu, yếu, trung bình, mạnh và rất mạnh). Nội dung chi tiết của kết quả nghiên cứu được trình bày trên bảng 13 và hình 3.

**Bảng 13. Phân cấp nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Trị - Thiên theo chỉ số LSI**

Chỉ số mức độ nhạy cảm trượt LSI	Diện tích	Diện tích	Điểm số	Cấp độ nguy cơ trượt	Màu thể hiện trên bản đồ
	(ha)	(%)			
< 2,36	1849.62	23,67	1	Rất yếu	Xanh thẫm
2,37 - 3,29	2361.24	30,21	3	Yếu	Xanh ngọc
3,30 - 4,22	848.52	10,86	5	Trung bình	Vàng
4,23 - 5,15	2506.87	32,07	7	Mạnh	Da cam
> 5,15	249.43	3,19	9	Rất mạnh	Đỏ



**Hình 3. Bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế**



### 3. Kết luận

1) Để đánh giá, dự báo mức độ nhạy cảm (tổn thương) hoặc cường độ hoạt động trượt lở đất đá vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế, có thể sử dụng phương pháp mô hình toán - bản đồ với sự trợ giúp của công nghệ GIS để thành lập bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá.

2) Bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở đất đá vùng đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế được xây dựng theo nguyên tắc chồng xếp tích hợp 11 bản đồ thành phần với trọng số khác nhau đã thể hiện rõ các vùng đã và có thể xảy ra trượt lở đất đá theo 5 cấp (rất yếu, yếu, trung bình, mạnh và rất mạnh). Cụ thể:

- Vùng có nguy cơ trượt lở mạnh và rất mạnh phân bố chủ yếu ở vùng đồi núi phía tây, dọc theo tuyến đường Hồ Chí Minh qua các huyện Hướng Hóa, Dakrong, A Lưới và các vùng đồi núi khác thuộc các huyện Phong Điền, Nam Đông, Phú Lộc;

- Vùng có nguy cơ trượt lở trung bình phân bố chủ yếu ở một số xã thuộc các huyện Hướng Hóa, Dakrong, Phong Điền, Hương Thủy, A Lưới và huyện Phú Lộc;

- Vùng có nguy cơ trượt lở yếu và rất yếu phân bố ở các xã ven vùng đồi núi và đồng bằng ven biển.

3) Kết quả nghiên cứu cho thấy trên lãnh thổ đồi núi Quảng Trị - Thừa Thiên Huế nguy cơ trượt lở đất đá ở cấp độ mạnh chiếm ưu thế (chiếm 32.07%); vùng có nguy cơ trượt lở trung bình chiếm 10.86%; vùng có nguy cơ trượt lở yếu và rất yếu chiếm 53.88% diện tích lãnh thổ nghiên cứu. Nhận định này khá phù hợp với tài liệu hiện trạng trượt lở trong nhiều năm qua mà chúng tôi đã thu thập được và kiểm chứng qua các lộ trình khảo sát. Đúng là vùng lãnh thổ nghiên cứu có mật độ trượt lở xảy ra khá mạnh và dày đặc, đa phần tập trung ở phía tây vùng đồi núi nơi có tuyến đường Hồ Chí Minh đi qua, với mật độ trung bình 10 - 15 khối trượt/100 km<sup>2</sup>. Mật độ trượt lở tập trung lớn nhất ở các xã Hướng Lập, Hướng Việt, Hướng Phùng, Hướng Linh, Dakrong, Tà Long, Húc Nghi, Hồng Thủy, A Roàng với mật độ trượt lở từ 15 - 25 khối trượt/100 km<sup>2</sup>. Ở các xã A Ngo, Tà Rụt, Hồng Vân, Hồng Trung, Bắc Sơn, Sơn Thủy, Hồng Hạ, Hương Phong, Thượng Quảng, Thượng Nhật, Thượng Lộ, Hương Phú, nhánh Đông đường Hồ Chí Minh, Quốc Lộ 9, 49, 1A,... mật độ các điểm trượt lở thấp hơn nhiều, khoảng từ 5 - 10 khối trượt/100 km<sup>2</sup>.

### Tài liệu tham khảo

1. Phạm Văn Hùng (2011), *Đánh giá hiện trạng và phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất tỉnh Quảng Nam, Tạp chí các khoa học về trái đất, Số 33 (3ĐB), tr. 518 – 525, Hà Nội, 11/2011.*
2. Nguyễn Thị Thanh Nhàn, Nguyễn Thanh, Tạ Đức Thịnh (2011), *Thiết lập và đánh giá cường độ hoạt động trượt đất đá vùng đồi núi Tây Thừa Thiên Huế bằng phương pháp tiếp cận đa chỉ tiêu. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất số 35, tr.24 – 31, Hà Nội, 7/2011.*
3. Nguyễn Quốc Thành (2006), *Nghiên cứu xây dựng các bản đồ tai biến môi trường trượt đất lãnh thổ Việt Nam, Báo cáo tổng kết đề tài, Mã số KC - 08 - 01, Hà Nội, 2006.*
4. V.D Lomtadze (1982), *"Địa chất công trình - Địa chất động lực công trình", NXB ĐH & THCN, Hà Nội.*
5. Saaty T.L (2000), *Fundamentals of the Analytic Hierarchy Process, RWS Publications, 4922 Ellsworth Avenue, Pittsburgh, PA 15413.*