

XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÂN VÙNG NGUY CƠ SẠT TRƯỢT ĐẤT KHU VỰC A LIN - RÀO TRẮNG, THỪA THIÊN HUẾ BẰNG MÔ HÌNH SINMAP

Nguyễn Thị Thủy*, Trần Hữu Tuyên, Hoàng Ngô Tự Do, Hoàng Hoa Thám

Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

*Email: ntthuykh@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 02/5/2024; ngày hoàn thành phản biện: 12/5/2024; ngày duyệt đăng: 10/6/2024

TÓM TẮT

Nằm ở phía Tây Bắc tỉnh Thừa Thiên Huế, khu vực A Lin – Rào Trăng đã xảy ra thảm họa sạt lở đất với 276 khối trượt trong đợt mưa bão 10/2023. Bài viết giới thiệu việc xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ sạt trượt đất khu vực A Lin – Rào Trăng bằng mô hình SINMAP, nhằm đánh giá khu vực nhạy cảm có khả năng và/hoặc dễ bị sạt trượt đất đá. SINMAP thực hiện tính toán dựa trên chỉ số ổn định mái dốc, thông số đầu vào gồm: địa hình, mưa, thảm thực vật, và tính chất cơ lý đất... Kết quả cho thấy ở khu vực A Lin – Rào Trăng, vùng có nguy cơ sạt trượt rất cao chiếm 54,9 km² (16,3% diện tích), vùng nguy cơ cao 134,8 km², vùng nguy cơ trung bình 88,5 km² (26,3 %), còn lại là vùng nguy cơ thấp và rất thấp 58,2 km². Vùng có nguy cơ cao và rất cao nằm trên các khe rãnh tụ thủy, có độ dốc dốc lớn hơn 30° trên vỏ phong hóa của các đá phức hệ Bến Giằng – Quế Sơn, Hải Vân và Đại Lộc.

Từ khóa: A Lin – Rào Trăng, phân vùng nguy cơ, sạt trượt đất, SINMAP.

1. MỞ ĐẦU

Để đạt được hiệu quả trong công tác phòng chống nguy cơ sạt lở đất, một trong những giải pháp hữu hiệu là thành lập và sử dụng các bản đồ phân vùng nguy cơ. Phương pháp tương đối phổ biến trong xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ sạt trượt mái dốc là sử dụng trực tiếp lý thuyết ổn định mái dốc trong môi trường GIS, chẳng hạn mô hình SHALSTAB. Ở Việt Nam, mô hình SINMAP đã được áp dụng cho lưu vực sông Kỳ Cùng, Lạng Sơn [7], tuyến đường Hồ Chí Minh đoạn qua Thừa Thiên Huế [6]. Ưu điểm của mô hình này là việc sử dụng trực tiếp lý thuyết ổn định mái dốc rất thông dụng trong việc tính toán ổn định đối với những mái dốc cụ thể và ở phạm vi không gian lớn. Các yếu tố quyết định trực tiếp đến ổn định mái dốc đều được tích hợp vào mô hình: độ dốc địa hình, hướng sườn, sức kháng trượt đất đá, bề dày, lượng mưa. Theo nhận định của tác giả, đây là những yếu tố chính gây sạt trượt đất khu vực A Lin – Rào Trăng. Mặc dù có những sai

số nhất định do cách tiếp cận không chắc chắn liên quan đến một số các thông số ước tính khi sử dụng mô hình SINMAP; trong nghiên cứu này, các sai số này đã được loại trừ trong quá trình hiệu chỉnh mô hình bằng cách so sánh với hiện trạng sạt lở đất khu vực với 276 khối trượt.

2. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

2.1. Cơ sở lý thuyết mô hình SinMap

Mô hình SINMAP (Stability INdex MAPping – lập bản đồ chỉ số ổn định của sườn dốc) đã được sử dụng thành công trong việc đánh giá phân vùng độ ổn định sườn dốc trong nhiều đề án nghiên cứu trượt lở ở Mỹ và Canada [4, 5]. Về mặt lý thuyết, độ ổn định mái dốc được đánh giá bằng tỷ số giữa các lực giữ ổn định và các lực gây trượt. Tuy nhiên, cách tính toán này cho đánh giá ổn định sườn dốc trên một vùng rộng lớn là không khả thi. Trên cơ sở ứng dụng các kết quả nghiên cứu nói trên, các tác giả của mô hình SINMAP đã biến đổi phương trình lý thuyết trên có tính đến tính không bất định của các thông số và đã đưa ra công thức sau để đánh giá độ ổn định sườn dốc:

$$SI = FS = \frac{C + \cos \theta \left[1 - \min \left(\frac{R}{T} \frac{a}{\sin \theta}, 1 \right) r \right] \tan \phi}{\sin \theta} \quad (1)$$

Trong đó: SI là chỉ số ổn định sườn dốc; C là tổng hợp các lực dính kết của đất và đới rễ cây tương ứng với chiều dày thẳng góc với lớp đất (Chỉ số lực dính); θ là góc nghiêng sườn dốc; R là lượng bổ cập nước ngầm hiệu dụng tính trên một đơn vị diện tích bề mặt; T là hệ số truyền dẫn nước của đất; $r = \rho_w / \rho_s$ là tỷ số giữa tỷ trọng nước và đất; ϕ là góc ma sát trong của đất; a là diện tích thu gom nước đơn vị tính trên một đơn vị chiều dài đường bình độ.

Cơ sở lý thuyết và các phương trình, công thức dẫn giải được chứng minh và trình bày cụ thể trong hướng dẫn sử dụng của mô hình [8].

Các ưu điểm của mô hình SINMAP

Cơ sở lý thuyết của mô hình SINMAP phù hợp với loại hình sạt lở đất do mưa. Các nghiên cứu của Dietrich (1986), Montgomery và Dietrich (1989), Carrera (1991), Pack (1995)... đã chứng minh rằng trượt lở xảy ra chủ yếu do các yếu tố độ dốc địa hình quá lớn, sự hội tụ của các dòng nước ngầm gần mặt đất, sự tăng độ bão hòa của đất dẫn đến giảm áp lực lỗ rỗng và giảm lực kháng cắt của đất [1-3, 5]. Montgomery và Dietrich (1989) còn chỉ ra rằng phần lớn các trượt lở đều bắt nguồn từ những sườn dốc có bề mặt lõm hội tụ ở chân dốc [3].

Ưu điểm của mô hình SINMAP là việc tích hợp toàn diện vào phần mềm GIS

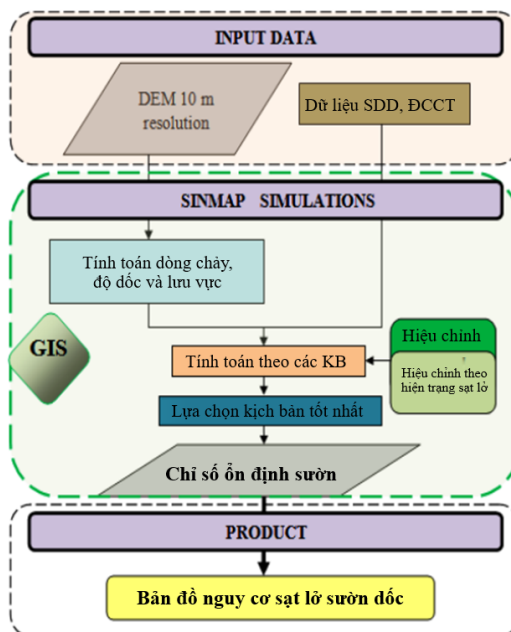
ARGIS được sử dụng rất rộng rãi ở trong nước và trên thế giới. Chính nhờ việc tích hợp này nên một số thông số của phương trình (1) được hoàn toàn tính toán một cách tự động. Hơn nữa, SINMAP là cho phép phân tích và đánh giá trượt lở vùng nghiên cứu theo phương pháp phân nhóm vùng hiệu chỉnh. Ngoài ra, SINMAP cho phép cân chỉnh mô hình dựa trên các kết quả quan trắc thực tế các điểm trượt lở và hiệu chỉnh các giá trị của các thông số đặc trưng cho từng loại đất/vỏ phong hóa mà trên đó các điểm trượt lở xảy ra. Phép cân chỉnh này giúp cho người sử dụng SINMAP đối sánh được với kết quả điều tra thực địa (ví dụ một điểm trượt lở xảy ra sau một trận mưa lớn thì nó phải nằm trong đới bão hòa), và như vậy đánh giá được kết quả tính toán của mô hình.

Các hạn chế của mô hình SINMAP

Một phần sai số xuất phát từ phương trình (1) do loại bỏ các thông số ở phương trình. Để hạn chế sai số, SINMAP chỉ nên áp dụng với các nghiên cứu của các vùng chi tiết, tỷ lệ của bản đồ địa hình càng lớn càng tốt (ít ra là từ 1: 25.000). SINMAP chỉ áp dụng cho các loại hình trượt nông, trượt theo cơ chế lan truyền trên các sườn phải tồn tại tại vỏ phong hóa hoàn toàn. Tại khu vực A Lin – Rào Trăng với nguồn dữ liệu cung cấp cho mô hình SINMAP khá chi tiết ở tỷ lệ 1:10.000 nên các sai số sẽ được hạn chế.

2.2. Các nguồn dữ liệu sử dụng và các bước thực hiện

Hình 1 thể hiện các bước thực hiện khi áp dụng mô hình SINMAP trong thành lập bản đồ phân vùng nguy cơ ổn định sườn dốc khu vực A Lin – Rào Trăng.



Hình 1. Sơ đồ các bước thực hiện trong mô hình SINMAP cho khu vực A Lin – Rào Trăng.

Việc tính toán được thực hiện trong chương trình SINMAP 2.0 trong môi trường ArcGIS 9.3.1. Chỉ số được sử dụng trong lập bản đồ phân vùng nguy cơ dựa trên chỉ số

ổn định (SI) của mô hình SINMAP theo tương quan: Nguy cơ rất thấp - ổn định, nguy cơ thấp trung bình - ổn định rất cao, nguy cơ thấp trung bình - ổn định cao, nguy cơ cao: ổn định trung bình, nguy cơ rất cao: ổn định thấp và không ổn định.

Tất cả các nguồn dữ liệu được sử dụng và thông tin không gian trên khu vực A Lin – Rào Trăng được thu thập bằng nhiều phương pháp phân tích dữ liệu và số hóa khác nhau và được tích hợp trong cơ sở dữ liệu GIS hệ tọa độ VN2000, kinh tuyến trực 107, múi chiếu 3 độ.

Số liệu địa hình và hiện trạng sạt trượt đất đá

Nghiên cứu đã sử dụng mô hình độ cao kỹ thuật số (DEM) có độ phân giải 10 m, được cung cấp bởi cơ sở dữ liệu HueGIS để thu được thông tin đầu vào cần thiết cho mô hình: độ dốc, hướng dòng chảy cho từng lưu vực cụ thể. Mô hình DEM được bổ sung và cập nhật bằng dữ liệu Radar từ nguồn ảnh vệ tinh Sentinel 2 vào thời điểm tháng 07 năm 2020, trước khi xảy ra sạt lở.

Hiện trạng sạt trượt đất ở khu vực A Lin – Rào Trăng với 276 khối trượt sử dụng trong hiệu chỉnh mô hình SINMAP.

Số liệu địa chất và tính chất cơ lý đất đá

Số liệu địa chất và tính chất cơ lý các lớp đất đá của các loại vỏ phong hóa được sử dụng từ kết quả khảo sát đề tài, các công trình thủy điện trên khu vực (Bảng 1)... Bề dày trung bình của vỏ phong hóa được chọn 6,0 m.

Bảng 1. Tính chất cơ lý của một số thành tạo đất đá chính trên khu vực

Loại đất đá	Độ ẩm tự nhiên W%	Dung trọng (g/cm ³)		Tỷ trọng (g/cm ³) Δ	Hệ số rỗng tự nhiên ε ₀	Độ sệt B	Trạng thái tự nhiên			Trạng thái bão hòa		
		Tự nhiên γ _w	Khô γ _c				Lực dính C Kg/cm ²	Góc ma sát φ _o	Modul tổng biến dạng E _o	Lực dính C Kg/cm ²	Góc ma sát φ _o	Modul tổng biến dạng E _o
Sét pha aQ	21,7	1,89	1,55	2,7	0,737	0,17	0,173	14	60	-	-	-
Sét pha edQ trên trầm tích	14,9	1,5	1,3	2,8	1,1	-1,1	0,234	20	85	0,18	17	65
Sét pha edQ trên magma	15,5	1,4	1,2	2,7	1,2	-1,0	0,251	21	80	0,20	18	60
Sét trên trầm tích eQ đá trầm tích	17,0	1,5	1,3	2,8	1,2	-0,8	0,269	24	130	0,23	22	110
Sét eQ trên magma Hải Vân	12,3	1,4	1,3	2,7	1,1	-1,3	0,301	27	110	0,25	24	90
Sét eQ trên magma Quế Sơn	13,7	1,4	1,3	2,7	1,3	-1,1	0,215	25	95	0,18	21	82
Sét eQ trên magma Đại Lộc	16,5	1,5	1,4	2,7	1,2	-0,9	0,258	26	105	0,21	23	91

Dữ liệu mưa và thảm thực vật

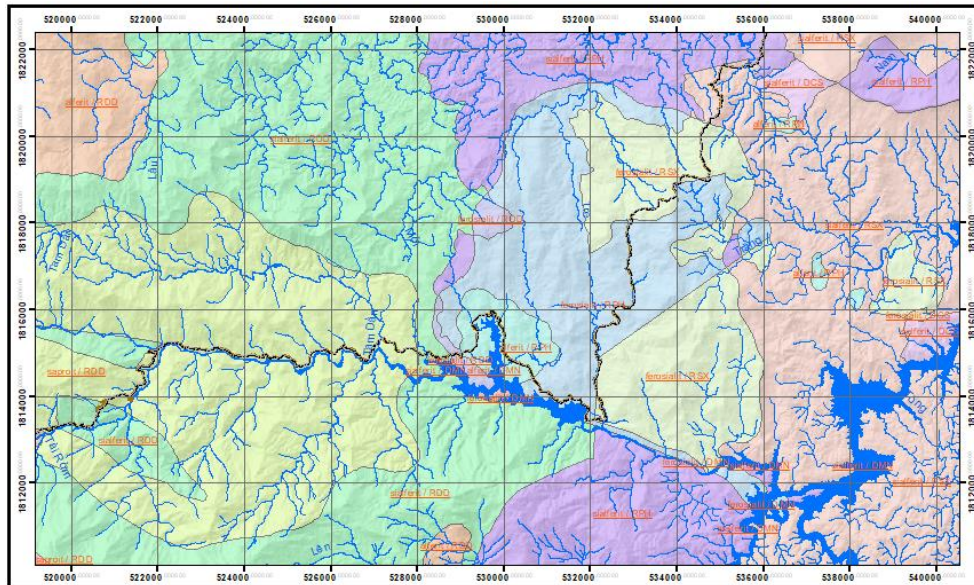
Lượng mưa được sử dụng là lượng mưa trung bình ngày của đợt mưa 7 ngày ở tần suất 1% tương đương 2.030 mm. Thảm thực vật được xác định gián tiếp qua bản đồ hiện trạng sử dụng đất khu vực.

Phân vùng các vùng hiệu chỉnh

Có tất cả 16 vùng hiệu chỉnh được xác lập dựa trên tổ hợp của hai yếu tố là vỏ phong hóa và loại hình sử dụng đất (Hình 2). Các khoảng giá trị của các vùng hiệu chỉnh sử dụng làm số liệu ban đầu cho mô hình SINMAP liệt kê ở Bảng 1. Việc gán định các thông số trong phương trình (1) được tính toán cụ thể đối với từng vùng hiệu chỉnh trên cơ sở của các kết quả phân tích màu đất/ vỏ phong hóa. Với cách tính toán như vậy, kết quả các giá trị của các thông số trong phương trình (1) tại vùng nghiên cứu được thể hiện trong Bảng 2, Hình 2.

Bảng 2. Bảng giá trị T/R, C và ϕ ở khu vực A Lin – Rào Trăng.

Vỏ phong hóa	Sử dụng đất	Dung trọng TN rho _s kg·m ⁻³	Chỉ số lực dính		Góc ma sát trong		Độ dẫn thủy lực		Hệ số truyền dẫn thủy lực		Lượng bổ cập hiệu dụng		T/R	
			Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất	Thấp nhất	Cao nhất
			C		phi		H		T		R			
			Pa	Pa	deg	deg	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·h ⁻¹	m ² ·h ⁻¹	m ² ·h ⁻¹	m ³ ·h ⁻¹	m ³ ·h ⁻¹	m	m
Sialferit	RDD	1610	30	35	30	35	0.083	0.417	0.523	5.985	0.028	0.04	18.7	149.6
Sialferit	RPH	1650	20	25	30	35	0.051	0.395	0.495	6.085	0.032	0.04	15.5	152.1
Sialferit	RSX	1670	19	26	30	35	0.092	0.381	0.508	5.885	0.032	0.04	15.9	147.1
Sialferit	DCS	1710	20	25	30	35	0.088	0.373	0.681	6.085	0.036	0.04	18.9	152.1
Sialferit	DMN	1650	18	22	18	22	0.124	0.422	0.512	6.165	0.028	0.04	18.3	154.1
Saproit	DCS	1520	18	22	21	26	0.211	0.678	0.412	4.465	0.036	0.04	11.4	111.6
Saproit	RDD	1610	28	35	18	25	0.132	0.589	0.414	4.806	0.028	0.04	14.8	120.2
Alferit	RDD	1450	17	26	19	26	0.093	0.833	0.417	4.193	0.028	0.04	14.9	104.8
Alferit	RPH	1430	16	28	20	24	0.086	0.794	0.393	4.686	0.032	0.04	12.3	117.2
Saproit	RSX	1490	17	22	20	27	0.134	0.912	0.421	4.365	0.032	0.04	13.2	109.1
Alferit	DCS	1550	18	21	21	27	0.121	0.651	0.407	4.156	0.036	0.04	11.3	103.9
Ferosialit	RDD	1590	15	22	17	28	0.091	0.912	0.492	5.462	0.028	0.04	17.6	136.6
Ferosialit	RPH	1510	15	15	18	23	0.078	0.885	0.519	5.485	0.032	0.04	16.2	137.1
Ferosialit	RSX	1520	15	22	20	27	0.067	0.792	0.534	5.496	0.032	0.04	16.7	137.4
Ferosialit	DCS	1520	15	22	21	26	0.083	0.833	0.454	5.651	0.036	0.04	12.6	141.3
Ferosialit	DGT	1500	15	22	20	28	0.072	0.659	0.621	5.523	0.051	0.04	12.2	138.1

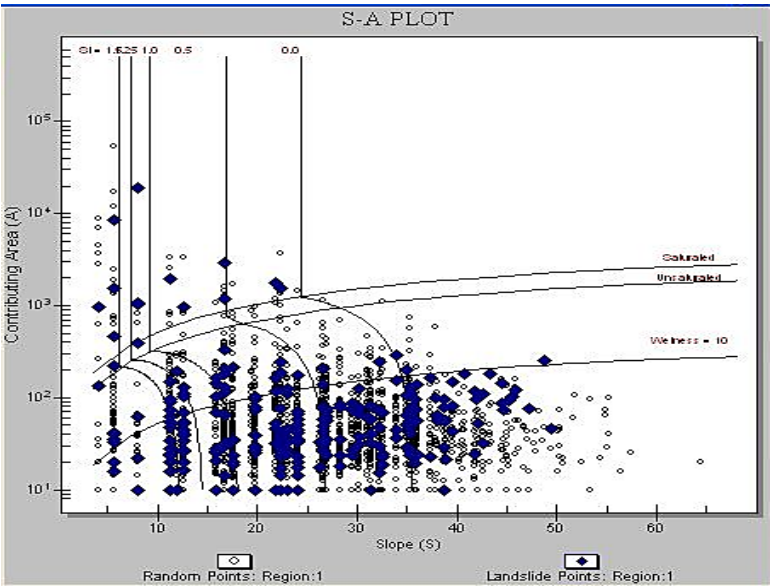


Hình 2. Sơ đồ các vùng hiệu chỉnh khu vực A Lin – Rào Trăng.

Hiệu chỉnh mô hình

Để tối đa hóa chất lượng phân tích và độ tin cậy, việc hiệu chuẩn được thực hiện để đảm bảo rằng kết quả được mô hình hóa phù hợp nhất với điều kiện thực tế. Khái niệm hiệu chuẩn là dựa trên sự so sánh giữa các kết quả mô hình và hiện trạng thực tế, cụ thể là so sánh giữa chỉ số ổn định mái dốc và các khối trượt lở đã xảy ra.

Quá trình hiệu chuẩn trong SINMAP liên quan đến việc điều chỉnh dữ liệu đầu vào sao cho tỷ lệ giữa điểm sạt trượt so với trên các vùng chỉ số ổn định mái dốc thấp là cao nhất. Trong các dữ liệu đầu vào thì lượng mưa và góc ma sát trong được xem là không đổi. Thông số T/R và chỉ số lực dính được sử dụng để hiệu chuẩn. Việc hiệu chỉnh mô hình thực hiện khá dễ dàng, hiệu quả trong cửa sổ SA Plot (Hình 3).



Hình 3. Biểu đồ SA khu vực A Lin – Rào Trăng.

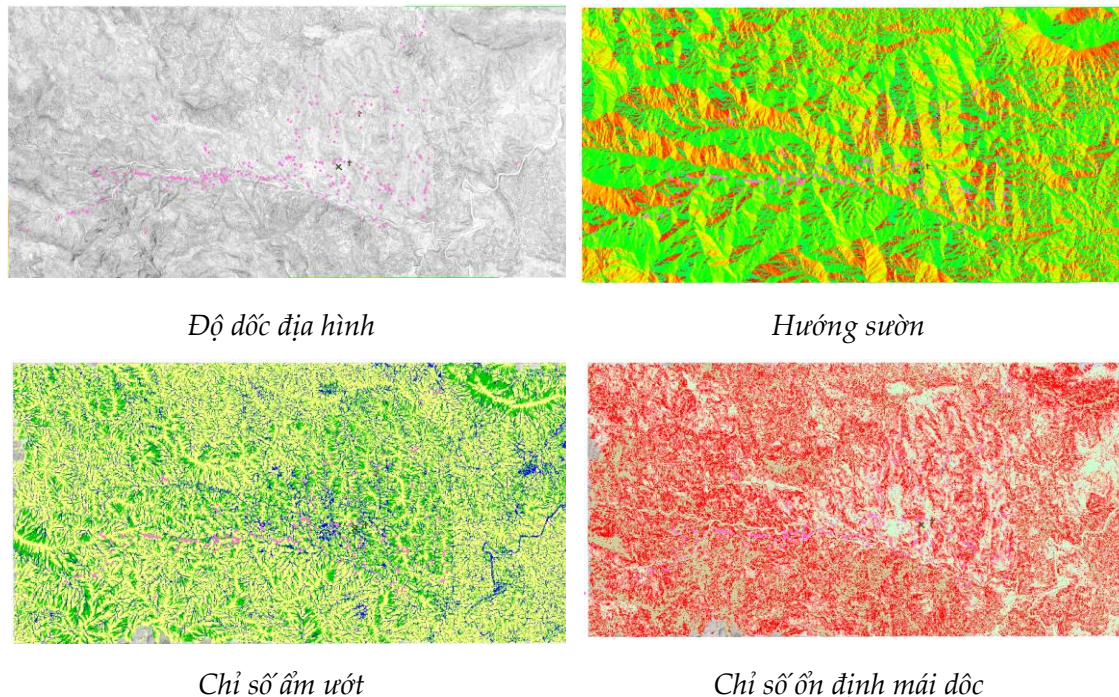
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ THẢO LUẬN

Kết quả tính toán từ mô hình SINMAP sau hiệu chỉnh đối với các thông số đầu vào gồm độ dốc địa hình, hướng sườn, chỉ số ẩm ướt và chỉ số ổn định mái dốc, được thể hiện ở bảng 3 và hình 4.

Bảng 3. Thống kê hiện trạng và kết quả phân vùng nguy cơ sạt trượt đất

Diện tích cấp nguy cơ (km ²)	Diện tích (km ²)	Số điểm sạt lở	Mật độ sạt trượt (đ/km ²)	Tỷ lệ diện tích %
Rất thấp	25.8	2	0.08	7.7
Thấp	32.4	7	0.22	9.6
Trung bình	88.5	63	0.71	26.3
Cao	134.8	125	0.92	40.1
Rất cao	54.9	79	1.44	16.3

Từ bảng 3 cho thấy có sự phù hợp giữa bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở, mật độ sạt trượt đất với hiện trạng sạt lở, mật độ sạt trượt giữa các cấp có sự cách biệt rõ ràng. Điều đó chứng tỏ phương pháp phân vùng nguy cơ sạt trượt đất theo mô hình SINMAP khách quan, đạt độ chính xác cần thiết, sử dụng được trong đánh giá, phân vùng nguy cơ sạt trượt của khu vực.



Hình 4. Các kết quả tính toán từ mô hình SINMAP cho khu vực A Lin – Rào Trăng.

Kết quả tính toán từ mô hình SINMAP đối với các thông số (Hình 4) cho thấy, độ dốc địa hình thay đổi từ 3° đến trên 60° độ, tập trung từ 30° đến 45° . Hướng phơi sườn theo hai hướng chính á vĩ tuyến ở phía Tây, Tây Nam và á kinh tuyến ở phần trung tâm. Chỉ số ổn định mái dốc cho thấy phần lớn khu vực có độ ổn định thấp hoặc không ổn định. Về chỉ số ẩm ướt, khu vực có chỉ số ẩm ướt trong đợt mưa tháng 10/2020 nằm phần trung thấp, các khe rãnh, lớn nhất ở trung tâm. Trên bản đồ có thể thấy khá rõ sự phù hợp của hiện trạng sạt lở đất theo chỉ số này.

Bản đồ nguy cơ sạt trượt đất từng khu vực nghiên cứu tỷ lệ 1:10.000 thể hiện ở 5 cấp nguy cơ khác nhau (Hình 5, 6).

Bậc nguy cơ	Mức độ nguy cơ trượt lở đất đá	Chỉ thị màu trên bản đồ phân vùng cảnh báo nguy cơ trượt lở đất đá
<i>I</i>	<i>Rất thấp</i>	Green
<i>II</i>	<i>Thấp</i>	Light Green
<i>III</i>	<i>Trung bình</i>	Yellow
<i>IV</i>	<i>Cao</i>	Orange
<i>V</i>	<i>Rất cao</i>	Red

Hình 5. Thang màu chỉ mức nguy cơ trên bản đồ phân vùng.

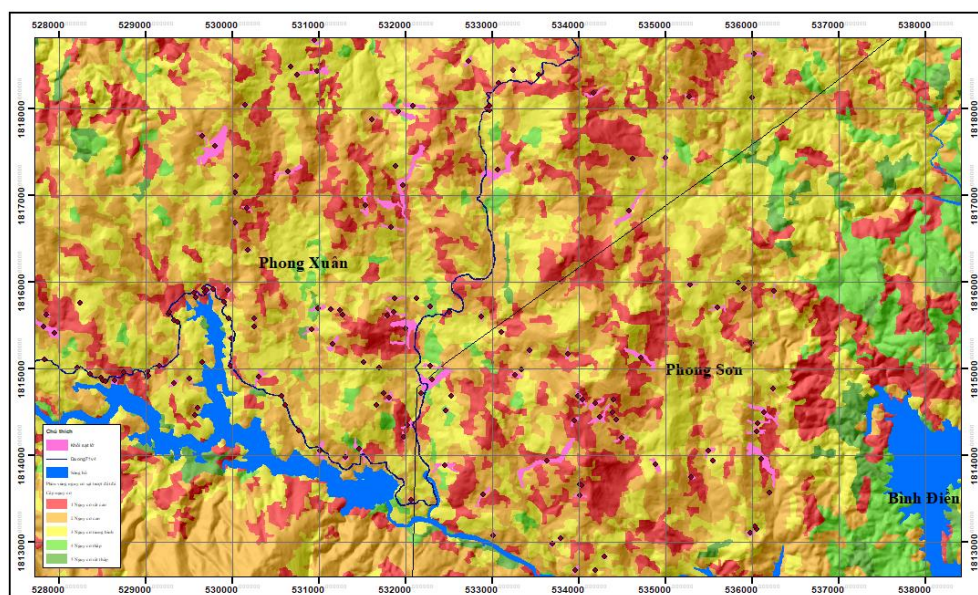
Vùng có nguy cơ sạt trượt rất cao có diện tích khá lớn: 54,9 km², chiếm 16,3% diện tích của khu vực; phân bố rải rác trên sườn núi dọc theo các rãnh tụ ở phía Tây, Tây Nam và trung tâm khu vực. Trên vùng có nguy cơ cao phân bố 79 khối trượt, đạt mật độ 1,44 khối/ km².

Vùng có nguy cơ sạt trượt cao có diện tích khá lớn: 134,8 km², chiếm 40,1% diện tích của khu vực; phân bố chủ yếu ở phía Nam và Tây Nam dọc theo thung lũng Rào Trăng, nơi địa hình có núi cao trung bình xâm thực bóc mòn. Trên vùng có nguy cơ cao phân bố 125 khối trượt, đạt mật độ 0,92 khối/ km².

Vùng có nguy cơ sạt trượt đất trung bình chiếm diện tích 88,5 km², khoảng 26,3% diện tích; thường nằm phần rìa khu vực cao, rất cao, tập trung ở một phần khu vực đồi thấp vùng Đông Bắc và Đông Nam khu vực nghiên cứu.

Vùng có nguy cơ sạt trượt đất thấp có diện tích 32,4 km², chiếm 9,6% diện tích phân bố ở vùng đồi thấp vùng Đông Bắc và Đông Nam (các xã Phong Mỹ, Phong Sơn). Trong khu vực này, có 07 khối trượt đạt mật độ 0,22 khối/ khối/ km².

Vùng có nguy cơ sạt trượt đất rất thấp có diện tích 25,8 km², chiếm 7,7% diện tích phân bố ở vùng đồi thấp vùng Đông Bắc và Đông Nam (xã Phong Mỹ, Phong Sơn). Trong khu vực này, có 02 khối trượt đạt mật độ 0,08 khối/ km².



Hình 6. Bản đồ phân vùng nguy cơ sạt trượt đất khu vực A Lin – Rào Trăng.

4. KẾT LUẬN

Dựa trên lý thuyết ổn định mái dốc, phương pháp SINMAP được thực hiện trên nền GIS đã chứng tỏ được sự thành công trong việc xây dựng bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá ở tỷ lệ lớn 1: 10.000 đối với khu vực A Lin – Rào Trăng. Với các thông số được sử dụng như độ dốc, thảm thực vật và lượng mưa; được hiệu chỉnh bằng hiện trạng của 276 khối sạt lở đã xảy ra trong đợt mưa lũ tháng 10/2020, bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá được thành lập theo SINMAP đã đáp ứng mức độ chi tiết, cụ thể

và có độ chính xác cần thiết.

Từ bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá cho thấy khu vực A Lin – Rào Trăng là vùng không ổn định đối với hiện tượng sạt lở đất đá. Diện tích các vùng có nguy cơ cao và rất cao chiếm đến 56,3% diện tích khu vực, trong khi vùng nguy cơ và rất thấp chỉ chiếm 17,3%.

5. LỜI CẢM ƠN

Bài báo được hoàn thành trong khuôn khổ đề tài Khoa học và Công nghệ cấp tỉnh Thừa Thiên Huế, mã số: TTH.2021-KC.19, được ngân sách nhà nước tỉnh Thừa Thiên Huế đầu tư.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Carrera A.M., Cardinali M., Detti R., Guzzetti F., Pasqui V. and Richenback P. (1991). GIS techniques and statistical models in evaluating landslides harzard. *Earth Surface Processes and Landforms*, 16: 427 – 445.
- [2]. Dietrich W.E., Wilson C.J. and Reneau S.L. (1986). *Hollows, colluvium, and landslides in soil-mantled landscapes*. Chapter 17 in *Hillslope Processes*, 361 – 388.
- [3]. Montgomery D., Dietrich W. (1989). Source areas, drainage density and channel Initiation. *Water Resources Research*, 25 (8): 1907 – 1918.
- [4]. Pack R. T., Tarboton D. G., Goodwin C. N. (1998). The SINMAP Approach to Terrain Stability Mapping. *The 8th Congress of the International Association of Engineering Geology, Vancouver, British Columbia, Canada*, 21 – 25.
- [5]. Pack R.T. (1995). Statistically – based terrain stability mapping methodology for the Kamloops Forest Region, Brsitish Columbia. *Proceedings of the 48th Canadian Geotechnical Conference, Canadian Geotechnical Society, Vancouver B.C.*
- [6]. Nguyễn Hoàng Sơn (2012). *Nghiên cứu cảnh báo nguy cơ xảy ra trượt lở và lũ quét dọc hành lang đường Hồ Chí Minh đoạn qua lãnh thổ Thừa Thiên Huế và đề xuất các giải pháp phòng tránh, giảm thiểu thiệt hại*. Đề tài KHCN cấp Bộ, mã số B2010 - DHH03 - 69.
- [7]. Lê Cảnh Tuân, Nguyễn Linh Ngọc, Đặng Văn Bào, Nguyễn Xuân Nam (2008). Bản chất của mô hình Sinmap và yêu cầu khi áp dụng vào thực tế (Lấy ví dụ ở thung lũng sông Kỳ Cùng - Lạng Sơn). *Tạp chí Các Khoa học Trái đất*, 30 (1).
- [8]. <http://www.engineering.usu.edu/dtarb/>

ESTABLISHING A MAP OF LANDSLIDE-RISK ZONE FOR A LIN - RAO TRANG AREA, THUA THIEN HUE PROVINCE USING SINMAP MODEL

Nguyen Thi Thuy*, Tran Huu Tuyen, Hoang Ngo Tu Do, Hoang Hoa Tham

University of Sciences, Hue University

*Email: ntthuykh@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

Situated in the northwest of Thua Thien Hue Province, the A Lin - Rao Trang area experienced severe landslides with 276 sliding blocks due to heavy rain in October 2020. This article aims to map a landslide risk zone for the area using the SINMAP model. The objective is to evaluate areas that are likely and susceptible to landslides. The SINMAP performs calculations based on the slope stability index by considering input parameters such as terrain features, precipitation patterns, vegetation cover and the soil layers' physical and mechanical properties. Research findings indicate that a significant area of the A Lin - Rao Trang displays signs of instability. The area classified as very high risk of landslides has an area of 54.9 km², accounting for 16.3% of the area; the high-risk area is enormous, measuring 134.8 km² (40.1%) of the total area; the moderate risk area occupies 88.5 km² (26.3 %), the rest is a low risk, covering an area of 58.2 km² (17.3 %). The high and very high-risk areas are distributed along floodplains characterized by slopes exceeding 300 and are commonly found on weathering crusts developed on granites from the Ben Giang - Que Son, Hai Van, and Dai Loc intrusive complexes.

Keywords: A Lin – Rao Trang, risk zonation, landslides, SINMAP.



Nguyễn Thị Thủy sinh ngày 20/10/1982 tại Thanh Hóa. Năm 2004, bà tốt nghiệp cử nhân Địa chất tại trường ĐH Khoa học, ĐH Huế. Năm 2008, bà nhận bằng thạc sĩ Địa chất tại trường ĐH Khoa học, ĐH Huế. Năm 2013, bà nhận bằng tiến sĩ chuyên ngành Địa hóa tại trường Đại học Shizuoka (Nhật Bản). Hiện nay, bà công tác tại Khoa Địa lý - Địa chất, trường ĐH Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa chất, địa hóa, thạch luận, khoáng sản.



Trần Hữu Tuyên sinh ngày 06/01/1968 tại Quảng Trị. Năm 1989, ông tốt nghiệp cử nhân ĐCCT tại trường Đại học Khoa học Huế. Năm 2003, ông nhận bằng Tiến sĩ Địa chất tại trường Đại học Mỏ - Địa chất. Hiện nay, ông công tác tại Khoa Địa lý - Địa chất, trường Đại học Khoa học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa động lực và tai biến thiên nhiên.



Hoàng Ngô Tự Do sinh ngày 21/07/1976 tại Thừa Thiên Huế. Năm 1999, ông tốt nghiệp ngành Kỹ thuật địa chất tại trường ĐH Bách Khoa TP. Hồ Chí Minh. Năm 2004, ông nhận bằng thạc sĩ Địa chất tại trường ĐH Khoa học, ĐH Huế. Năm 2016, nhận bằng tiến sĩ Địa chất tại trường ĐH Mỏ - Địa chất Hà Nội. Hiện nay, ông công tác tại Khoa Địa lý - Địa chất, trường ĐH Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa mạo, Địa chất thủy văn



Hoàng Hoa Thám sinh ngày 06/10/1977 tại Quảng Trị. Năm 2001, ông tốt nghiệp cử nhân Địa chất tại trường ĐH Khoa học, ĐH Huế. Năm 2004, ông nhận bằng thạc sĩ Địa chất tại trường ĐH Khoa học, ĐH Huế. Hiện nay, ông công tác tại Khoa Địa lý - Địa chất, trường ĐH Khoa học, ĐH Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Địa chất, khoáng sản.