

# KẾT QUẢ ĐÁNH GIÁ VÀ PHÂN VÙNG NGUY CƠ SẠT LỞ ĐẤT ĐÁ Ở CÁC KHU VỰC SƯỜN NÚI TỈNH KHÁNH HÒA BẰNG PHƯƠNG PHÁP AL.HOMOUD - MASANAT VÀ PHẦN MỀM GEOSLOPE

Võ Anh Kiệt<sup>1</sup>, Bùi Văn Chanh<sup>1</sup>, Nguyễn Ton<sup>2</sup>, Bùi Thanh Nam<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ

<sup>2</sup>Liên đoàn Quy hoạch và Điều tra tài nguyên nước Miền Trung

## Tóm tắt

*Đánh giá và phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá để có biện pháp phòng tránh thiên tai và phục vụ quy hoạch phát triển địa phương là rất cần thiết và cấp bách hiện nay, nhất là ở những khu vực đồi núi ở tỉnh Khánh Hòa, đặc biệt là thành phố Nha Trang. Dựa trên các kết quả thu thập, điều tra khảo sát thực địa, tiến hành đánh giá mức độ nhạy cảm bằng phương pháp Al. Homoud và Y. Masanat (đánh giá các yếu tố thạch học, góc dốc, thể tích của đá, lượng mưa, góc nghiêng của sườn dốc, độ cao của sườn dốc, ...). Từ kết quả đánh giá mức độ nhạy cảm của đất đá, kết hợp sử dụng các phần mềm chuyên môn (MapInfor, Arc GIS,...) tiến hành nội suy phân vùng nguy cơ sạt trượt lở đất đá, đồng thời sử dụng phần mềm Geo Slope để kiểm chứng mức độ ổn định của sườn dốc tại các vị trí đặc trưng đã cho kết quả rất đáng tin cậy.*

**Từ khóa:** Sạt lở; Lượng mưa; Sườn dốc; Tỉnh Khánh Hòa.

## Abstract

### ***Results of assessment and zoning potential risk of landslide along mountainsides of Khanh Hoa province using Al. Homoud - Masanat method and GeoSlope program***

*Assessment and zoning potential risk of landslide in order to provide solutions for preventing natural disasters and support local development planning is crucial nowadays, particularly in the mountainous areas of Khanh Hoa province in general and Nha Trang city in particular. Based on the relevant data from previous studies along with the results of the field investigations, the potential risk of landslide was assessed using the Al. Homoud and Y. Manasat's methods which take into account of consideration the factors of soil types and geological structure, rainfall, slope and the relative height of the mountains. The results of this assessment from particular points were interpolated for mapping the potential risk of landslides in the mountainous areas using GIS tools (Mapinfor, ArcGIS,...). Also, the Geo Slope program was used for quantifying the stability of hill-slope at various locations with reliable results observed.*

**Keywords:** Landslide; Rainfall; Slope; Khanh Hoa province.

## 1. Đặt vấn đề

Sạt lở đất đá là hiện tượng các khối đất, đá đổ, rơi theo phương thẳng đứng, không theo mặt trượt nhất định, tích đọng tại chỗ hoặc bị cuốn trôi bởi dòng nước.

Hiện tượng sạt lở đất có thể là hậu quả của sự xuất hiện các chấn động địa chất tự nhiên, do hiện tượng phong hóa hoặc do sự thay đổi độ ẩm trong đất, hoặc do sự dịch chuyển kết cấu bảo vệ phần chân

## Nghiên cứu

của mái dốc, do xây dựng công trình trên sườn dốc hoặc do hiện tượng phong hóa bề mặt sườn dốc và do các tác động của con người làm thay đổi,... Ngoài ra, hiện tượng sạt lở đất đá còn do những chấn động tự nhiên làm mất sự liên kết của đất, đá trên sườn đồi và núi ở vùng có địa hình dốc lớn, địa chất yếu có độ rỗng lớn, vùng đất pha cát đá và vùng rừng thưa, rừng bị chặt phá nhiều, địa hình đồi núi cao, dốc lớn,...

Trong những năm gần đây tình trạng sạt lở đất đá xảy ra nghiêm trọng trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa, gây hậu quả nặng nề về kinh tế, xã hội, tính mạng con người. Với địa hình chủ yếu là đồi núi, địa hình dốc, thảm phủ thực vật thưa, kết cấu đất đá rời rạc nên có nguy cơ cao xảy ra sạt lở đất, đá. Điển hình như trận mưa lớn tháng 12 năm 2016, đã làm sạt, trượt lở núi tại xã Phước Đồng - thành phố Nha Trang làm 02 người chết, 05 người bị thương và 02 người mất tích. Đợt mưa lớn do ảnh hưởng của bão số 8 năm 2018, trên địa bàn thành phố Nha Trang đã xảy ra trận mưa với cường độ lớn lịch sử, mưa lớn tập trung trong thời gian ngắn đã gây sạt lở nghiêm trọng cho các phường Vĩnh Trường, Vĩnh Thọ, Vĩnh Hòa và xã Phước Đồng,... Hậu quả đã làm cho 20 người thiệt mạng, 25 người bị thương, ảnh hưởng đến cuộc sống của 481 hộ và 1.896 người.

Nguyên nhân gây sạt lở đất đá ở Khánh Hòa chủ yếu do hoạt động nhân sinh, con người chặt phá rừng, khai phá lấy đất canh tác trên các sườn núi làm mất lớp thảm thực vật bảo vệ trên bề mặt hoặc bạt taluy làm đường, nổ mìn

phá đá, khai thác đá xây dựng,... làm cho đất đá ở đây bị mất cân bằng trọng lực dẫn đến hiện tượng sạt lở đất đá. Ngoài ra, nguyên nhân ngoại sinh như mưa lớn kéo dài là nguyên nhân kích hoạt gây bùng nổ sạt lở trong một thời gian ngắn. Các nguyên nhân liên quan đến môi trường địa chất là các nguyên nhân tiềm ẩn, chứa đựng những nguy cơ cao dẫn đến sạt lở đất đá khi bị con người tác động vào và chịu ảnh hưởng trực tiếp của yếu tố kích hoạt.

Việc đánh giá và phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá tỉnh Khánh Hòa, với phạm vi nghiên cứu là toàn phần diện tích tự nhiên tỉnh Khánh Hòa, đối tượng là các khu vực đồi núi, sườn dốc trong phần đất liền. Mục đích chính là thể hiện được các vùng có nguy cơ sạt lở đất, đá theo các cấp độ, từ đó đề xuất các giải pháp giảm thiểu các nguy cơ sạt lở đất đá, ổn định đời sống nhân dân, quy hoạch và phát triển KT - XH của tỉnh Khánh Hòa trước mắt và lâu dài.

Trong nghiên cứu đã thực hiện một số dạng công tác như thu thập dữ liệu, tiến hành điều tra, khảo sát bổ sung số liệu, dữ liệu địa chất, khoan, đào hố khảo sát, lấy và phân tích mẫu cơ lý đất,... Dựa trên các kết quả thu thập, điều tra khảo sát đã tiến hành đánh giá mức độ nhạy cảm theo phương pháp Al. Homoud và Y. Masanat dựa trên các yếu tố (thành phần thạch học của đất đá; góc dốc của đá trầm tích; thể nằm của đá magma; lượng mưa trung bình năm (mm/năm); góc nghiêng của sườn dốc; độ cao của sườn dốc). Tại các khu vực đỉnh sườn dốc, khu vực núi cao địa hình hiểm trở,

từ các tài liệu thu thập tiến hành đánh giá mức độ nhạy cảm dựa trên các yếu tố địa chất, địa hình, lượng mưa trung bình năm,... Từ kết quả đánh giá mức độ nhạy cảm đất đá, nhóm tác giả sử dụng các phần mềm chuyên môn (MapInfor, Arc GIS) tiến hành nội suy phân vùng nguy cơ và lập bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá. Ngoài ra, để tăng thêm mức độ tin cậy của công tác phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá, nhóm tác giả đã sử dụng phần mềm Geo Slope để kiểm chứng mức độ ổn định của sườn dốc tại các vị trí đặc trưng trên phạm vi tỉnh Khánh Hòa. Bước đầu đã thành lập được bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá tỉnh Khánh Hòa tỷ lệ 1/50.000 chi tiết theo các cấp độ từ thấp đến rất cao, với kết quả bước đầu có đầy đủ cơ sở khoa học và đạt độ tin cậy cao.

## 2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Dữ liệu thu thập

- Thu thập số liệu khí tượng, thủy văn, đo mưa trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa và các tỉnh lân cận.

- Thu thập tài liệu điều tra đánh giá địa chất, địa chất công trình trên phạm vi tỉnh Khánh Hòa.

- Thu thập xử lý dữ liệu ảnh viễn thám (vệ tinh, ra đa thời tiết), số liệu mô hình thời tiết của các đợt mưa lớn gây sạt lở đất đá.

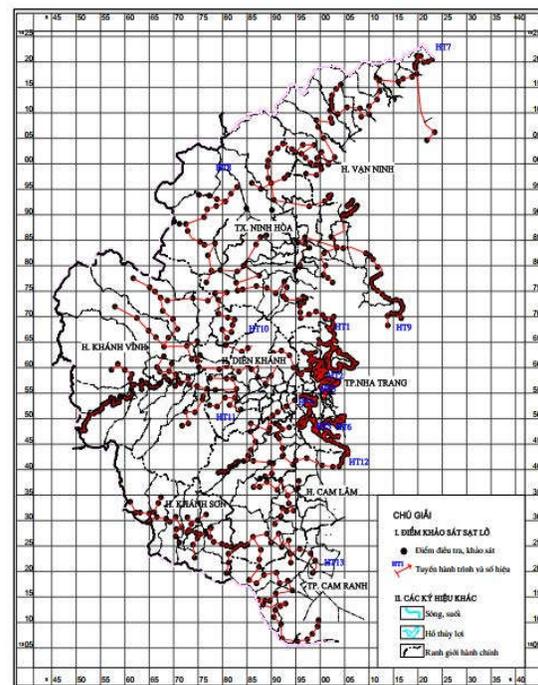
- Thu thập số liệu, dữ liệu, tài liệu thiệt hại do sạt lở đất, đá trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa trong những năm gần đây.

- Thu thập bản đồ địa hình, địa chất, thổ nhưỡng, thảm phủ thực vật, sử dụng đất trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa tỷ lệ 1/50.000; bản đồ địa hình tỷ lệ 1/10.000 và bản đồ mô hình số độ cao độ phân giải  $30 \times 30$  m (DEM 30).

- Thu thập hiện trạng và quy hoạch phát triển kinh tế - xã hội, dân cư, cơ sở hạ tầng ảnh hưởng đến sạt lở trên địa bàn tỉnh Khánh Hòa.

### 2.2. Điều tra, khảo sát thực địa

Công tác điều tra khảo sát đã tiến hành trên 13 tuyến, với tổng số điểm điều tra là 970 điểm. Dọn vết lộ phục vụ điều tra khảo sát là 97 vị trí, đào hố khảo sát là 9 hố, khoan địa chất công trình là 9 lỗ khoan, lấy mẫu đất 32 vị trí với 32 mẫu nguyên dạng và 7 mẫu không nguyên dạng.



**Hình 1: Sơ đồ kết quả công tác điều tra, khảo sát**



**Hình 2: Vị trí sạt lở khu vực Đèo Cả - Vạn Ninh**



**Hình 3: Vị trí sạt lở ở núi Hòn Sạn - Nha Trang**

### **2.3. Phương pháp nghiên cứu**

Cơ sở để phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá là dựa trên các tài liệu điều tra, khảo sát và các tài liệu thu thập đã được tổng hợp. Tuy nhiên, nếu chỉ dựa trên cơ sở hiện trạng sạt lở đất, đá thì kết quả phân vùng dự báo sẽ không vượt được ra khỏi phạm vi hiện trạng về nguy cơ sạt lở đất đá, không ngoại suy được ra các khu vực khác chưa xảy ra sạt lở nhưng có nguy cơ xảy ra sạt lở đất, đá. Vì vậy phải phân tích các yếu tố góp phần gây ra sạt lở đất đá bằng cách định tính hoặc định lượng. Tuân tự theo các bước để phân vùng dự báo như sau:

- Dựa vào kết quả nghiên cứu, quan sát, mô tả đo đạc các yếu tố định lượng tại các vị trí đã điều tra, khảo sát.

- Phân tích các yếu tố tự nhiên của vùng (địa hình, địa mạo, khí tượng, thủy văn, thạch học, kiến tạo,...) ảnh hưởng trực tiếp đến việc tác động gây ra hiện tượng sạt lở đất đá.

- Dựa trên bản đồ địa chất, trong đó thể hiện các yếu tố địa chất, kiến tạo, chồng chập các lớp thông tin để xác định các khu vực có khả năng sạt lở cao do phá hủy kiến tạo.

*a. Đánh giá mức độ ổn định sườn dốc theo Al. Homoud và Y. Masanat*

Phương pháp đánh giá ổn định sườn dốc Al. Homoud và Y. Masanat là một hệ thống phân loại định lượng các thông số địa chất, địa kỹ thuật,... có ảnh hưởng đến

mức độ ổn định bờ dốc. Phương pháp này có đề cập đến các thông số chính được xem là có ảnh hưởng đến mức độ ổn định của bờ dốc như:

+ Thành hệ (thành phần thạch học của đất đá);

+ Góc dốc của đá trầm tích;  
+ Thế nằm của đá magma;  
+ Lượng mưa trung bình năm (mm/năm);

+ Góc nghiêng của sườn dốc;  
+ Độ cao của sườn dốc.

**Bảng 1. Tiêu chuẩn phân loại đánh giá mức độ ổn định của sườn dốc (theo Al.Homoud - Masanat)**

TT	Yếu tố ảnh hưởng	Ký hiệu	Mức tính điểm đánh giá các yếu tố ảnh hưởng theo từng cấp độ				
			1	2	3	4	5
1	Thạch học	TH	XN	TT - BC	PT	ed	ap
			20	18	16	7	3
2	Góc cắm đá trầm tích	$\gamma$	30 - 70°	30 - 70°	>70°	Không uốn nếp	Không uốn nếp
			15	15	7	3	3
3	Thế nằm đá magma	$\beta$	15	15	15	15	15
4	Lượng mưa trung bình (mm/năm)	X	<1000	<1000	1000 - 2000	>2000	>2000
			7	6	5	4	4
5	Góc nghiêng mái dốc (°)	$\alpha$	<7	7 - 15	>15 - 30	>30 - 60	>60
			20	16	13	9	4
6	Độ cao mái dốc (m)	$\Delta H$	<5	5 - 11	>11 - 19	>19 - 26	>26
			23	16	13	9	4

Sử dụng hệ thống phân loại trên, đối chiếu với đặc điểm khu vực, đánh giá phân loại độ ổn định mái dốc thành 5 cấp độ nhạy cảm khác nhau cụ thể như sau:

Độ ổn định mái dốc:

$$I = TH + \gamma + \beta + X + \alpha + \Delta H$$

Trong đó:

I: Độ ổn định mái dốc; TH: Thành phần thạch học của đất đá;  $\gamma$ : Góc cắm của đá trầm tích;  $\beta$ : Thế nằm của đá magma; X: Lượng mưa trung bình năm;  $\alpha$ : Góc nghiêng của mái dốc;  $\Delta H$ : Độ cao của mái dốc.

Theo đó, phân loại mức độ ổn định của mái dốc theo 5 cấp như sau (thang điểm 100):

- I : > 85: Không nhạy cảm (nguy cơ rất thấp);

- I : > 65 ÷ 85: Rất kém nhạy cảm (nguy cơ thấp);

- I : > 55 ÷ 65: Ít nhạy cảm (nguy cơ trung bình);

- I : > 30 ÷ 55: Nhạy cảm (nguy cơ cao);

- I ≤ 30: Rất nhạy cảm (nguy cơ rất cao).

**Bảng 2. Thang phân cấp mức độ ổn định của sườn dốc**

Thang phân cấp 'độ nhạy cảm trượt lở đất, đá'						
<b>Độ ổn định mái dốc:</b> $I = TH + \gamma + \beta + X + \alpha + \Delta H$	I	>85	>65 - 85	>55 - 65	>30 - 55	≤30
	Độ nhạy cảm	Không nhạy cảm	Rất kém nhạy cảm	Kém (ít nhạy cảm)	Nhạy cảm	Rất nhạy cảm

## Nghiên cứu

b. *Đánh giá mức độ ổn định của mái dốc trên phần mềm Geo Slope*

Bộ phần mềm GeoSlope (Canada): Được nhiều nước trên thế giới đánh giá là bộ chương trình mạnh nhất, được dùng phổ biến nhất hiện nay, bao gồm các mô đun: SLOPE/W (phân tích ổn định mái dốc), SEEP/W (phân tích dòng thấm trong đất), SIGMA/W (phân tích ứng suất - biến dạng công trình đất), QUAKE/W (phân tích động đất), CTRAN/W (phân tích vận chuyển chất ô nhiễm trong nước ngầm), TEMP/W (phân tích nhiệt), VADOSE/W (phân tích mưa, bốc hơi mặt đất), AIR/W (phân tích tương tác nước - khí).

*Phần mềm được thực hiện gồm các bước chính sau:*

- *Bước 1:* Vẽ mặt cắt theo cao độ địa hình và chiều dày phân bố của các lớp vật liệu tính toán tương ứng bằng phần mềm Autocad 2018.

- *Bước 2:* Nhập dữ liệu từ Autocad sang GeoSlope và cài đặt phương pháp Bishop trong GeoSlope.

- *Bước 3:* Nhập các thông số đầu vào cho các lớp như dung trọng tự nhiên, hệ số góc ma sát trong, lực dính kết.

- *Bước 4:* Sử dụng thanh công cụ Draw entry and exit slip surface trong hộp thoại Define analysis để vẽ điểm đầu và đường cuối trong mặt cắt.

- *Bước 5:* Sử dụng thanh công cụ Draw slip surface radius để vẽ mặt tiếp xúc giữa 2 lớp vật liệu cần mô phỏng.

- *Bước 6:* Chạy phần mềm, hiệu chỉnh và xuất kết quả.

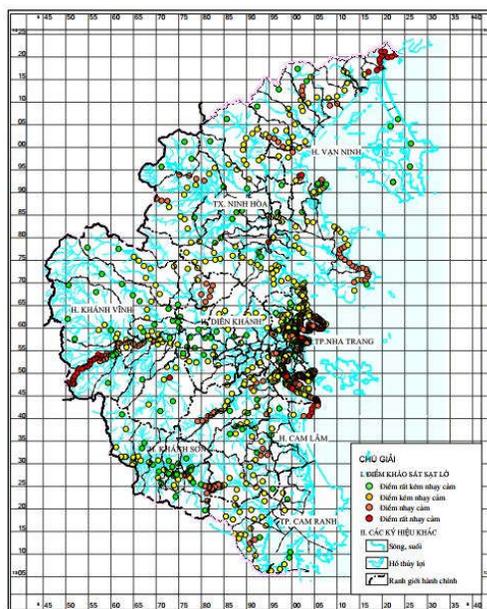
### **3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận**

**3.1. Kết quả đánh giá mức độ nhạy cảm theo phương pháp Al. Homoud và Y. Masanat.**

Trên phạm vi tỉnh Khánh Hòa, đánh giá xác định độ ổn định mái dốc:  $(I = TH + \gamma + \beta + X + \alpha + \Delta H)$  dao động từ 19 đến 81 điểm, tương đương với 4 mức độ từ rất kém nhạy cảm đến rất nhạy cảm (từ nguy cơ thấp đến nguy cơ rất cao) cụ thể như sau:

- Vị trí đánh giá rất kém nhạy cảm (có nguy cơ sạt lở thấp), phân bố ở các khu vực lộ đá gốc, và khu vực núi sót có địa hình tương đối thấp.

- Vị trí đánh giá kém nhạy cảm (có nguy cơ sạt lở trung bình), phân bố ở các khu vực phân bố các đá phun trào (Knt) và đá xâm nhập ( $G/K_2cn$ ), có lớp vỏ phong hóa mỏng, góc dốc của sườn núi thường nhỏ hơn  $30^\circ$ .



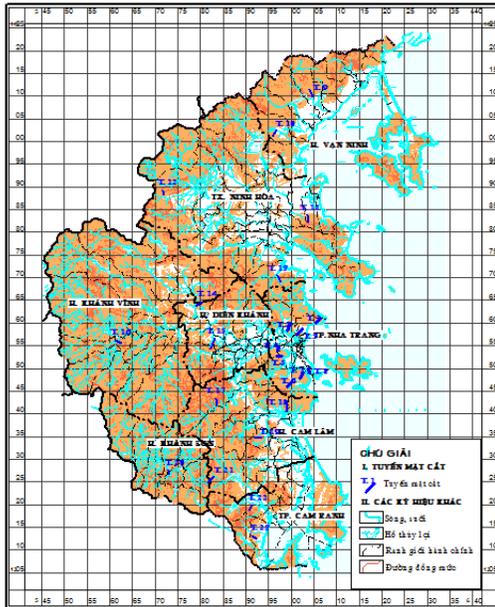
**Hình 4: Sơ đồ đánh giá mức độ nhạy cảm các điểm khảo sát**

- Vị trí đánh giá nhạy cảm (có nguy cơ sạt lở cao), phân bố ở các khu vực sườn núi có góc dốc thường trong khoảng  $30^\circ \div 60^\circ$ , lớp phủ đới phong hóa tương đối dày từ  $(5,0 \div 10 \text{ m})$ , khả năng gắn kết yếu.

- Vị trí đánh giá rất nhạy cảm (có nguy cơ sạt lở rất cao), phân bố ở các khu vực sườn núi có góc dốc thường lớn hơn  $60^\circ$ , lớp phủ đới phong hóa dày  $(> 10 \text{ m})$ , khả năng gắn kết rời rạc.

**3.2. Kết quả kiểm chứng ổn định sườn dốc trên phần mềm GeoSlope**

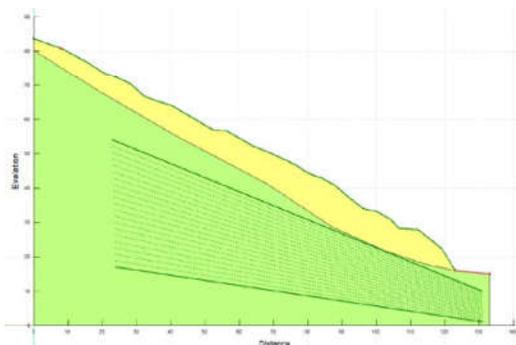
Trên phạm vi tỉnh Khánh Hòa đã xây dựng 23 tuyến mặt cắt cấu trúc địa chất để kiểm chứng mức độ ổn định của sườn dốc trên phần mềm GeoSlope.



**Hình 5: Sơ đồ tuyến mặt cắt đánh giá ổn định sườn dốc**

Theo tiêu chuẩn 22-TCN262-2000, khi áp dụng phương pháp kinh nghiệm kiểm toán ổn định theo các cách phân mảnh cổ điển với mặt trượt tròn, hệ số ổn định nhỏ nhất  $K_{min} = 1,2$ . Khi áp dụng phương pháp Bishop để nghiệm toán ổn định thì hệ số ổn định lấy theo phương

Dưới đây điển hình là tư liệu mặt cắt số 1, khu vực núi Bãi Tiên, thuộc phường Vĩnh Hòa.

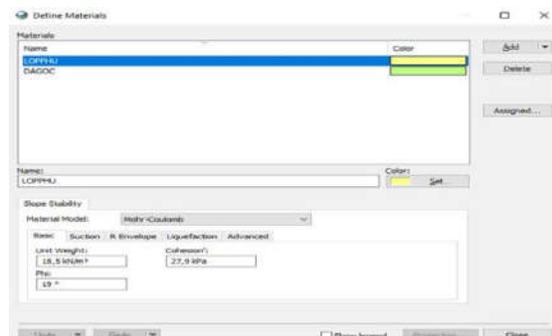


**Sơ đồ cấu trúc mặt cắt 01**

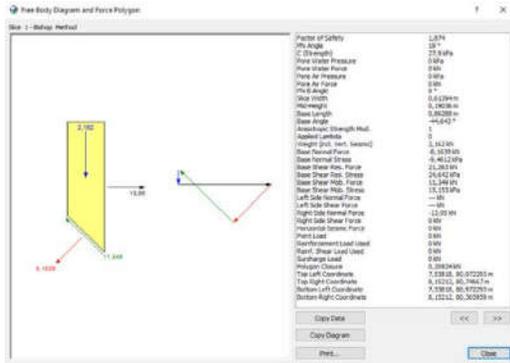
pháp này là  $K_{min} = 1,4$ . Kết quả được đánh giá độ ổn định sườn dốc bằng phần mềm GeoSlope chi tiết cho 23 mặt cắt tại các sườn núi tỉnh Khánh Hòa.

**Bảng 3. Đặc tính cơ lý đặc trưng của đất đá tại các mặt cắt**

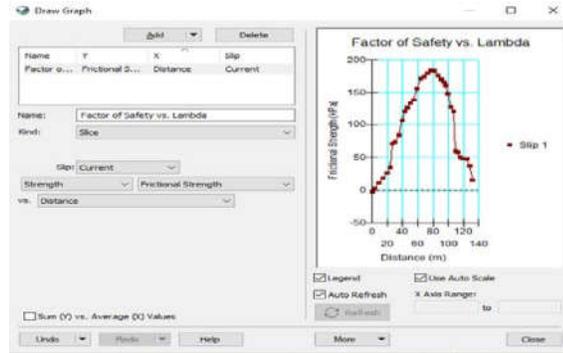
Mặt cắt	Dung trọng ướt ( $\gamma_u$ ) ( $g/cm^3$ ) (lớp 1/ lớp 2)	Lực dính (C) ( $daN/cm^2$ ) (lớp 1/ lớp 2)	Góc ma sát trong ( $\phi$ ) (độ) (lớp 1/ lớp 2)
1	1,785 / 2,62	0,279 / 237	19 / 30
2	1,74 / 2,61	0,253 / 206	20 / 31
3	1,75 / 2,61	0,129 / 206	22 / 31
4	1,79 / 2,62	0,258 / 237	19 / 30
5	1,82 / 2,62	0,274 / 237	19 / 30
6	1,84 / 2,61	0,233 / 206	17 / 31
7	1,90 / 2,62	0,171 / 237	23 / 30
8	1,77 / 2,62	0,269 / 237	19 / 30
9	1,82 / 2,62	0,274 / 237	19 / 30
10	1,88 / 2,61	0,258 / 337	19 / 34
11	1,85 / 2,68	0,264 / 107	20 / 36
12	1,90 / 2,71	0,160 / 196	23 / 37
13	1,82 / 2,71	0,310 / 196	19 / 37
14	1,86 / 2,69	0,243 / 89	19 / 34
15	1,98 / 2,71	0,227 / 196	22 / 37
16	1,84 / 2,69	0,295 / 89	19 / 34
17	1,96 / 2,61	0,186 / 206	23 / 31
18	1,89 / 2,74	0,134 / 166	24 / 37
19	1,87 / 2,61	0,140 / 206	24 / 31
20	1,85 / 2,69	0,238 / 89	20 / 34
21	1,86 / 2,71	0,207 / 196	20 / 36
22	1,85 / 2,62	0,269 / 237	20 / 30
23	1,88 / 2,74	0,243 / 166	21 / 37



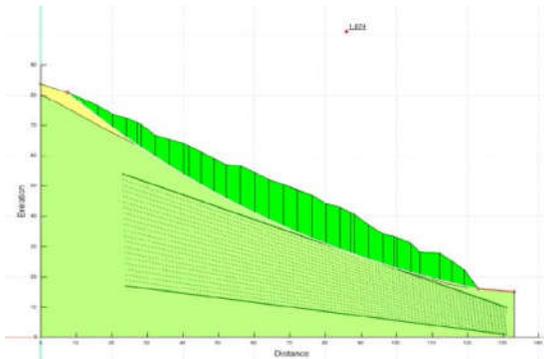
**Thông số đầu vào mô hình GeoSlope**



**Lực tác động từ các phía**



**Khả năng chống cắt theo khoảng cách**



**Hình 6: Kết quả tính toán hệ số ổn định cho mặt cắt 1, khu vực núi Bãi Tiên, thuộc phường Vĩnh Hòa, thành phố Nha Trang**

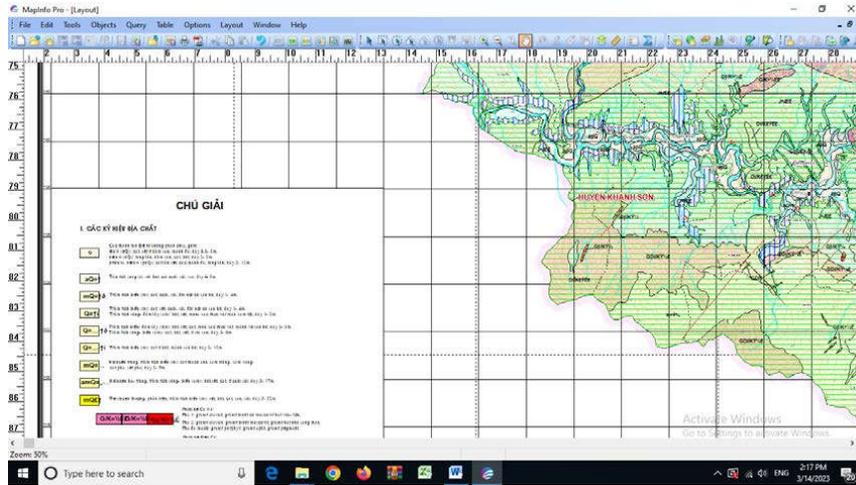
**3.3. Kết quả phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá tỉnh Khánh Hòa theo dữ liệu địa chất**

Từ kết quả đánh giá độ nhạy cảm theo phương pháp AI. Homoud và Y. Masanat, kết hợp bản đồ địa chất, chong chap các lớp thông tin để xác định các khu

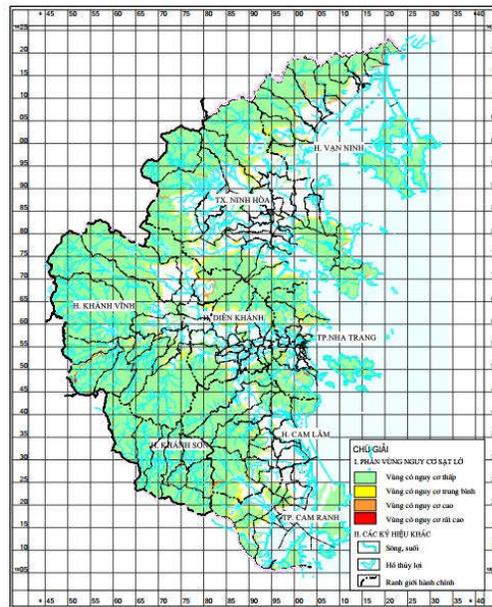
vực có khả năng sạt lở cao do phá hủy kiến tạo, tiến hành phân vùng nguy cơ sạt lở đất đá trên phạm vi tỉnh Khánh Hòa (phạm vi các khu vực đồi núi, sườn dốc 3.179,85 km<sup>2</sup>) và được kiểm chứng ổn định sườn dốc trên 23 mặt cắt bằng phần mềm GeoSlope.

**Bảng 4. Tổng hợp diện tích nguy cơ sạt lở theo đơn vị hành chính tỉnh Khánh Hòa**

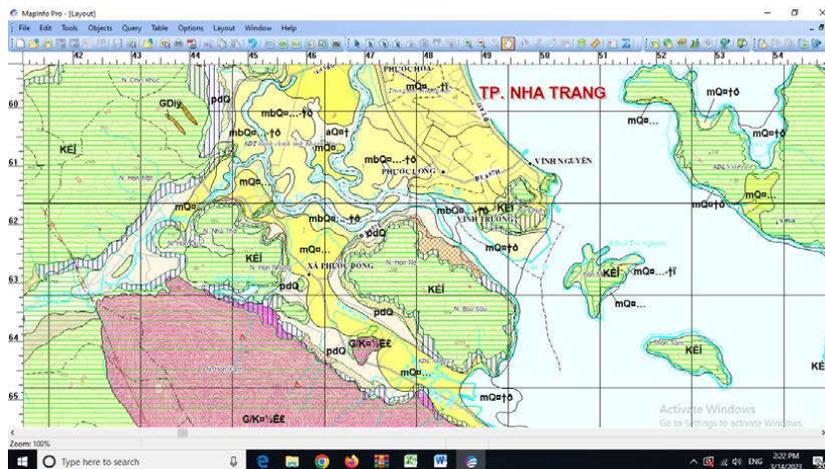
TT	Đơn vị hành chính	Diện tích vùng nguy cơ sạt lở (km <sup>2</sup> )				
		Thấp	Trung bình	Cao	Rất cao	Tổng
1	TP. Nha Trang	156,384	23,56	4,41	1,37	185,714
2	H. Vạn Ninh	338,53	24,33	3,48	1,69	368,03
3	TX. Ninh Hòa	570,78	70,29	5,97	0	647,04
4	H. Diên Khánh	128,45	25,05	0,83	0	154,33
5	H. Khánh Vĩnh	953,39	45,78	5,97	2,71	1007,85
6	H. Khánh Sơn	304,5	13,28	1,13	0,55	319,46
7	H. Cam Lâm	354,75	28,46	4,82	1,24	389,27
8	TP. Cam Ranh	85,69	21,97	0,5	0	108,16
<b>Tổng</b>		<b>2.892,47</b>	<b>252,72</b>	<b>27,11</b>	<b>7,56</b>	<b>3.179,85</b>



**Hình 7: Trích bản đồ địa chất tỉnh Khánh Hòa**



**Hình 8: Bản đồ phân cấp vùng nguy cơ sạt lở tỉnh Khánh Hòa theo dữ liệu địa chất**



**Hình 9: Trích bản đồ phân vùng nguy cơ sạt lở tỉnh Khánh Hòa theo dữ liệu địa chất (minh họa chi tiết)**

#### 4. Kết luận

Từ các số liệu thu thập, điều tra và các dạng công tác đo đạc ngoài thực địa; sử dụng các phương pháp đánh giá mức độ nhạy cảm theo Al. Homoud và Y. Masanat, sử dụng phần mềm GeoSlope để kiểm chứng mức độ ổn định của sườn dốc,... tiến hành nội suy phân vùng nguy cơ sạt lở đất, đá (khu vực đồi núi, sườn dốc) theo 4 nguy cơ: Nguy cơ thấp, nguy cơ trung bình, nguy cơ cao và nguy cơ rất cao.

Trên cơ sở phân vùng nguy cơ, các cấp chính quyền và nhân dân cần có các giải pháp cụ thể nhằm giảm thiểu thiệt hại do sạt lở đất đá gây ra, cũng như sử dụng đất có hiệu quả, phục vụ quy hoạch và phát triển KT - XH ở tỉnh Khánh Hòa. Đối với các khu vực có tiềm năng phát triển KT - XH nhưng có nhạy cảm về nguy cơ sạt lở đất đá rất cao và cao, chủ đầu tư cần có các giải pháp thi công phù hợp để phát triển bền vững và phải được cơ quan chuyên môn thẩm định, phê duyệt (đầu tư có điều kiện).

Kết quả phân vùng nguy cơ sạt lở đất, đá tỉnh Khánh Hòa như trình bày ở trên, là đầu vào để tiến tới xây dựng bản đồ nguy cơ sạt lở đất đá do mưa lớn tỉnh Khánh Hòa ứng với các cấp độ rủi ro thiên tai (theo Điều 44, 46 Quyết định số 18/2021/QĐ-TTg ngày 22/4/2021 của Thủ tướng

Chính phủ quy định về dự báo, cảnh báo, truyền tin thiên tai và cấp độ rủi ro thiên tai), sẽ được thực hiện trong nghiên cứu tiếp theo.

**Lời cảm ơn:** Bài báo xin chân thành cảm ơn sự hỗ trợ từ Đề tài “*Phân vùng nguy cơ và lập bản đồ cảnh báo sạt lở đất, đá do mưa ở tỉnh Khánh Hòa*”. Mã số: ĐT-2021-1710-ĐL.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Nguyễn Đức Thái (2003). *Các dạng tai biến địa chất ven đường bờ biển Khánh Hòa*. Tạp chí Khoa học Công nghệ và Môi trường Khánh Hòa, số 6 - 2003. Nha Trang.

[2]. Đỗ Kim Hoan và nnk (2007). *Báo cáo điều tra tai biến địa chất ven biển Nam Trung Bộ (từ Khánh Hòa đến Bình Thuận)*. Lưu trữ Liên đoàn địa chất thủy văn - Địa chất công trình miền Trung. Nha Trang.

[3]. Ngô Tuấn Tú và nnk (1996). *Báo cáo điều tra địa chất đô thị thành phố Nha Trang*. Lưu trữ Liên đoàn địa chất thủy văn - Địa chất công trình miền Trung. Nha Trang.

[4]. Đài Khí tượng Thủy văn khu vực Nam Trung Bộ (2020). *Đặc điểm khí hậu và thủy văn tỉnh Khánh Hòa*.

[5]. Vũ Ngọc Trân và nnk (2000). *Báo cáo tổng kết dự án điều tra, thành lập loạt bản đồ địa chất môi trường tỉnh Khánh Hòa, tỷ lệ 1/100.000*. Lưu trữ tại Sở Khoa học và Công nghệ tỉnh Khánh Hòa.

BBT nhận bài: 24/02/2023; Phản biện xong: 13/3/2023; Chấp nhận đăng: 28/3/2023