

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT  
KHOA TRẮC ĐỊA - BẢN ĐỒ VÀ QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI

# HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC

Công nghệ Địa không gian  
trong Khoa học Trái đất và Môi trường

National conference on Geospatial technology  
in Earth science and Environment

**NCGEE 2021**



NXB TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM

<p>ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ ĐỊA TIN HỌC NGHIÊN CỨU TÁC ĐỘNG CỦA HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC THAN ĐẾN LỚP PHỦ BỀ MẶT KHU VỰC THÀNH PHỐ CẨM PHẢ, TỈNH QUẢNG NINH</p> <p>Lê Thị Thu Hà, Nguyễn Văn Trung, Phan Văn Khoái, Nguyễn Giang Thọ, Nguyễn Ngọc Khoa, Nguyễn Đăng Phương, Võ Thị Tuyết, Nguyễn Hữu Trung</p>	319
<p>NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG THÀNH LẬP BẢN ĐỒ TỶ LỆ LỚN TỪ ẢNH CHỤP BẰNG THIẾT BỊ BAY KHÔNG NGƯỜI LÁI (UAV) CÓ XÁC ĐỊNH TỌA ĐỘ TÂM ẢNH</p> <p>Phạm Xuân Hoàn, Lê Thị Kim Dung</p>	333
<p><b>TIỂU BAN 3: QUẢN LÝ ĐỊA KHÔNG GIAN THÔNG MINH</b></p>	343
<p>CÔNG TÁC ĐÀO TẠO NGUỒN NHÂN LỰC VỚI SỰ PHÁT TRIỂN NGÀNH ĐO ĐẠC VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM</p> <p>Hoàng Ngọc Lâm</p>	345
<p>ỨNG DỤNG GIS THÀNH LẬP BẢN ĐỒ NGẬP LỤT THỰC TẾ CHO THÀNH PHỐ ĐỒNG HỚI, HUYỆN QUẢNG NINH VÀ LỆ THỦY TỈNH QUẢNG BÌNH TRONG ĐỢT LŨ LỊCH SỬ THÁNG 10/2020</p> <p>Lại Tuấn Anh, Trần Thanh Tùng, Lê Hải Trung, Nguyễn Quang Lương</p>	349
<p>CÔNG TÁC QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI NHỮNG YÊU CẦU TRONG THỜI KỲ CÔNG NGHIỆP HÓA, HIỆN ĐẠI HÓA ĐẤT NƯỚC</p> <p>Nguyễn Thị Dung, Trần Xuân Miến, Phạm Thị Kim Thoa</p>	359
<p>NGHIÊN CỨU KHẢ NĂNG XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN GIS TRONG QUẢN LÝ NGẬP LỤT, TRƯỜNG HỢP NGHIÊN CỨU CHO KHU VỰC LỖI THÀNH PHỐ CẦN THƠ</p> <p>Trương Xuân Quang, Dương Anh Quân, Trương Vân Anh, Nguyễn Ngọc Hoan, Đỗ Đức Vinh, Phạm Thị Thanh Thủy, Đỗ Thị Thu Nga, Đặng Thị Khánh Linh, Trần Thị Hương</p>	371
<p>XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU MÔI TRƯỜNG TRÊN NỀN WEBGIS: ỨNG DỤNG TẠI TỈNH BÀ RỊA - VŨNG TÀU</p> <p>Trần Thanh Hà, Trần Thị Ngọc, Đoàn Thị Nam Phương, Đặng Xuân Trường, Hoàng Văn Thái, Trần Thị Chiến, Đinh Duy Kháng, Huỳnh Quốc Hùng</p>	379
<p>ỨNG DỤNG GIS ĐỂ XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU DU LỊCH VÀ QUẢNG BÁ DU LỊCH ĐÔ THỊ DI SẢN THÀNH PHỐ HUẾ</p> <p>Nguyễn Bích Ngọc, Trần Thị Phượng, Nguyễn Hoàng Khánh Linh</p>	387
<p>XÁC ĐỊNH NHIỆT ĐỘ BỀ MẶT ĐẤT ĐÔ THỊ VÀ MỐI TƯƠNG QUAN CỦA NÓ VỚI CÁC CHỈ SỐ BỀ MẶT XÂY DỰNG (NDBI) VÀ CHỈ SỐ THỰC VẬT (NDVI) TRÊN CƠ SỞ SỬ DỤNG VỆ TINH LANDSAT 8 TẠI TỈNH HÀ NAM GIAI ĐOẠN 2017-2020</p> <p>Lê Văn Ninh, Nguyễn Văn Thái, Nguyễn Thành Đô, Nguyễn Văn Dũng, Phạm Văn Giang, Nguyễn Thanh Hùng, Lại Tuấn Hiệp, Nguyễn Quốc Khuê, Hà Văn Thạch, Đỗ Đình Thắng, Nguyễn Văn Thanh, Bùi Thị Huyền Trang, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Sơn, Trần Thanh Hà</p>	393



<p>ỨNG DỤNG MÔ HÌNH ĐỊA CƠ NGHIÊN CỨU QUY LUẬT DỊCH CHUYỂN BIẾN DẠNG ĐỊA TẦNG ĐẤT ĐÁ VÀ BỀ MẶT ĐẤT DO ẢNH HƯỞNG KHAI THÁC LÒ CHỢ VĨA V7 MỎ THAN NAM MẪU QUẢNG NINH</p> <p>Phạm Văn Chung, Vương Trọng Kha, Nguyễn Việt Hùng, Nguyễn Tiến Dũng, Huỳnh Trung Hiếu, Ngô Thành Trung, Đặng Anh Tuấn</p>	399
<p>LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY ASSESSMENT USING FREQUENCY RATIO: A CASE STUDY IN SON LA PROVINCE</p> <p>Lai Tuan Anh, Quang Thanh Bui</p>	409
<p>NATURAL DISASTER RISK EXPOSURE MAPPING BY USING GIS - A CASE STUDY IN THE CORE CITY OF CAN THO</p> <p>Tran Thi Mai Anh, Duong Anh Quan, Le Thi Nga, Nguyen Thanh Binh, Truong Xuan Quang, Truong Van Anh, Pham Van Hiep, Vu Thuy Duong, Hoang Van Huong</p>	423
<p>ỨNG DỤNG VIỄN THÁM PHÁT HIỆN VÀ PHÂN TÍCH THAY ĐỔI DIỆN TÍCH SỬ DỤNG ĐẤT/LỚP PHỦ ĐẤT TỈNH HÀ NAM GIAI ĐOẠN 2000-2020</p> <p>Nguyễn Văn Thái, Lê Văn Ninh, Nguyễn Thành Đô, Nguyễn Văn Dũng, Phạm Văn Giang, Nguyễn Thanh Hùng, Lại Tuấn Hiệp, Nguyễn Quốc Khuê, Hà Văn Thạch, Đỗ Đình Thắng, Nguyễn Văn Thanh, Bùi Thị Huyền Trang, Nguyễn Anh Tuấn, Phạm Văn Sơn, Trần Thanh Hà</p>	431
<p>XU THẾ PHÂN BỐ NHIỆT ĐỘ NƯỚC BIỂN TẦNG MẶT VÙNG BIỂN ĐÔNG TỪ DỮ LIỆU VIỄN THÁM</p> <p>Nguyễn Ngọc Tuấn, Đỗ Phương Thảo, Ninh Thị Kim Anh, Trần Thị Hương</p>	437
<p>NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG TỔNG HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA KỸ THUẬT TRONG ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ SẠT LỎ KHU VỰC NÚI VƯỜN GIÃ, XÃ TRƯỜNG YÊN, HUYỆN HOA LƯ, TỈNH NINH BÌNH</p> <p>Lê Văn Cảnh, Cao Xuân Cường, Kiều Duy Thông, Phan Văn Bình, Nguyễn Quốc Long</p>	447
<p>TIỀM NĂNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN DU LỊCH SINH THÁI TÂM LINH GIAI ĐOẠN 2020-2030 TẠI HUYỆN GIA BÌNH, TỈNH BẮC NINH</p> <p>Trần Xuân Miên, Nguyễn Thị Huyền Trang, Đặng Thị Hoàng Nga</p>	457
<p>ỨNG DỤNG VIỄN THÁM VÀ GIS TRONG XÂY DỰNG CÁC BẢN ĐỒ THÀNH PHẦN HỖ TRỢ XÁC ĐỊNH NGUY CƠ BỆNH SỐT RÉT</p> <p>Nguyễn Danh Đức, Lương Trung Hậu, Phạm Văn Hiệp</p>	467
<p>XÂY DỰNG CƠ SỞ DỮ LIỆU ĐỊA CHÍNH PHỤC VỤ CÔNG TÁC QUẢN LÝ ĐẤT ĐAI TRÊN ĐỊA BÀN XÃ NGA MỸ HUYỆN PHÚ BÌNH (THÁI NGUYÊN)</p> <p>Đỗ Thị Phương Thảo, Hoàng Xuân Nghiêm, Lương Trung Hậu, Nguyễn Trung Thành</p>	477
<p>XÂY DỰNG QUY TRÌNH TỰ ĐỘNG THÀNH LẬP MÔ HÌNH 3D TỪ DỮ LIỆU CỦA HỆ THỐNG CHỤP ẢNH &amp; QUÉT LIDAR HÀNG KHÔNG</p> <p>Lê Đình Hiển, Bùi Ngọc Quý, Hoàng Thị Vân, Nguyễn Minh Hoàng, Phạm Như Hách</p>	487
<p>THE GROUND BEHAVIOR MAP FOR CONSTRUCTION: A CASE STUDY IN THUA THIEN HUE PROVINCE, VIETNAM</p> <p>Do Quang Thien, Nguyen Quang Tuan, Do Thi Viet Huong, Tran Thanh Nhan, Nhan Nguyen Thi Thanh, Hoang Ngo Tu Do, Bui Thi Thu</p>	497



# ỨNG DỤNG TỔNG HỢP CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐỊA KỸ THUẬT TRONG ĐÁNH GIÁ NGUY CƠ SẠT LỖ NÚI ĐÁ VÔI

Lê Văn Cảnh, Cao Xuân Cường,  
Kiều Duy Thông, Phan Văn Bình, Nguyễn Quốc Long

*Trường đại học Mở - Địa chất*

*Tác giả liên hệ: levancanh@humg.edu.vn*

**Tóm tắt:** Núi đá vôi thường bị phong hóa, tạo thành các khối nên có thể tiềm ẩn nguy cơ gây mất an toàn cho các hộ dân sinh sống sát dưới chân núi và vùng lân cận. Do tính chất cơ lý đất đá phức tạp, địa hình hiểm trở, sườn núi có độ dốc lớn, thậm chí dốc đứng và có hàm ếch, nên việc xác định nguyên nhân, đánh giá nguy cơ sạt lở của núi đá vôi rất khó khăn, cần phải kết hợp nhiều ngành kỹ thuật để xử lý. Nghiên cứu này đã sử dụng tổ hợp các phương pháp địa kỹ thuật thuộc lĩnh vực kỹ thuật Trắc địa, Địa chất và Địa vật lý để xác định nguy cơ sạt lở cho Núi Vườn Già thuộc xã Trường Yên, huyện Hoa Lư, tỉnh Ninh Bình. Công nghệ bay không người lái, máy toàn đạc điện tử và GNSS/RTK được ứng dụng kết hợp để xây dựng mô hình DSM, DEM và thành lập bản đồ hiện trạng tỷ lệ 1:500; ứng dụng kỹ thuật đo địa chấn khúc xạ để xác định mặt trượt; dùng kỹ thuật địa chất để xác định các nguyên nhân và đánh giá nguy cơ sạt lở. Kết quả đã xác định được nguyên nhân gây ra hiện tượng sạt lở, khối lượng đất đá có nguy cơ sạt lở và khoanh vùng ảnh hưởng do sạt lở đất đá gây ra tại khu vực Núi Vườn Già. Kết quả của nghiên cứu này đã được chính quyền địa phương sử dụng làm cơ sở để di dời ngay lập tức các hộ dân bị ảnh hưởng và lập phương án xử lý khi sạt lở xảy ra.

**Từ khóa:** Núi Vườn Già, Sạt lở, Địa kỹ thuật, DSM

## 1. Mở đầu

Sạt lở đất đá là một thảm họa xảy ra phổ biến tại các khu vực vùng núi, đá rơi thường là ngẫu nhiên, sức tàn phá lớn và quỹ đạo di chuyển khó có thể xác định được chính xác [1]. Thảm họa do sạt lở đất đá gây ra là rất nghiêm trọng, tổn thất to lớn về tài sản và thậm chí là cả về con người. Các yếu tố gây ra dịch chuyển biến dạng bao gồm tính chất cơ lý đất đá; các tác động ngoại lực bên ngoài và sự phong hóa đất đá theo thời gian [2]. Thông thường đất đá sạt lở luôn có biểu hiện đặc trưng là xảy ra trong một gian dài biến dạng, tốc độ của quá trình dinh chuyển và biến dạng có thể xác định bằng các số liệu quan trắc đa thời gian [3]. Tuy nhiên, với núi đá vôi, địa hình có độ dốc lớn, tính chất cơ lý đá và điều kiện địa chất phức tạp, dẫn tới sự dịch chuyển đất đá thường đột ngột, khó có thể xác định được bằng phương pháp quan trắc thông thường.

Việc nghiên cứu về nguyên nhân, tính chất, mô phỏng hướng đá rơi và dự báo vùng ảnh hưởng do sạt lở đất đá gây ra đã được thực hiện bởi nhiều nhà khoa học với các nhiều cách tiếp cận khác nhau như: nghiên cứu theo hướng lý thuyết [4]; phân tích thống kê các số liệu thí nghiệm [5]; điều tra và khảo sát thực địa [6], ứng dụng công nghệ hiện đại sử dụng mạng neuron nhân tạo và



thuật toán tối ưu để lập mô hình dự báo khả năng và xác định vùng ảnh hưởng của đá rơi [1]. Các nghiên cứu trên đều cho thấy nguồn dữ liệu nghiên cứu phong phú, thu thập từ nhiều phương pháp khác nhau, đặc điểm dịch chuyển và sạt trượt đất đã không giống nhau cho cùng đối tượng.

Núi Vườn Già thuộc huyện Hoa Lư, tỉnh Ninh Bình là núi đá vôi địa hình có cấu trúc phức tạp, đá phong hóa tạo thành nhiều kẽ nứt, hang Krast. Khu vực sườn đông của núi Vườn Già xuất hiện hiện tượng trượt lở đất đá tạo thành hàm ếch có nguy cơ sạt lở, ảnh hưởng tới cuộc sống của nhiều hộ dân dưới chân núi. Việc nghiên cứu đánh giá, dự báo và khoanh vùng có nguy cơ ảnh hưởng do sạt lở đá trên núi gây ra là thực sự cần thiết và cấp bách. Tuy nhiên, Núi vườn già thuộc vùng lõi bảo vệ di tích Cố đô Hoa Lư, nên cần đưa ra biện pháp kỹ thuật hợp lý để không ảnh hưởng tới cảnh quan môi trường khu di tích.

## 2. Khu vực nghiên cứu

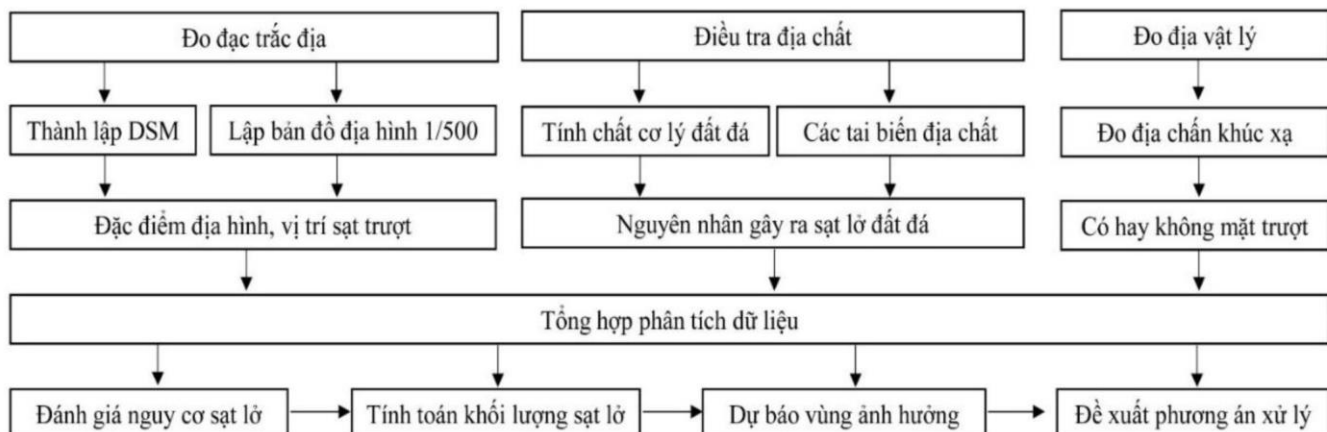


Hình 1. Khu vực nghiên cứu Núi Vườn Già, xã Trường Yên, Hoa Lư, Ninh Bình

Núi Vườn Già có diện tích khoảng 1ha, địa hình núi đá vôi có độ dốc lớn, chênh cao lớn nhất khoảng 40m, đất đá có cấu tạo phân lớp, có nhiều khe nứt, đứt gãy và các hang Karst. Địa hình có cây cối che phủ, dưới chân núi có nhiều hộ dân sinh sống (hình 1). Sườn đông của Núi xuất hiện khu vực có nguy cơ sạt lở xuống nhà dân.

## 3. Phương pháp nghiên cứu

Các phương pháp địa kỹ thuật đã được sử dụng trong xác định nguy cơ sạt trượt của Núi Vườn Già bao gồm: Kỹ thuật trắc địa, Kỹ thuật địa chất và kỹ thuật địa vật lý. Chi tiết áp dụng của từng phương pháp tuân theo qui trình trong hình 2.



Hình 2. Qui trình xác định nguy cơ sạt lở tại Núi Vườn Già



## 4. Thực nghiệm

### 4.1 Thành lập mô hình DSM và bản đồ địa hình

Sử dụng thiết bị bay không người lái UAV inspire 2 (camera 24MPX) thu nhận ảnh khu vực nghiên cứu, với phương pháp bay chụp theo dạng mắt lưới (dải hai chiều vuông góc), chiều cao bay chụp 80m, độ phủ trùm ảnh dọc và ngang 85% độ phân giải ảnh mặt đất đạt 2cm. Để nắn ảnh và kiểm tra độ chính xác mô hình 16 điểm khống chế ảnh mặt đất (GCP) được thành lập trên khu vực đo vẽ. Kết quả xử lý ảnh và đánh giá độ chính xác mô hình DSM, điểm kiểm tra có sai số lớn nhất tọa mặt bằng và độ cao là 2.5 cm và 5.2 cm. Đạt độ chính xác phục vụ thành lập bản đồ tỷ lệ 1/500. Mô hình DSM được thành lập thể hiện trên hình 3.



*Hình 3. Mô hình DSM khu vực Núi Vườn Già*

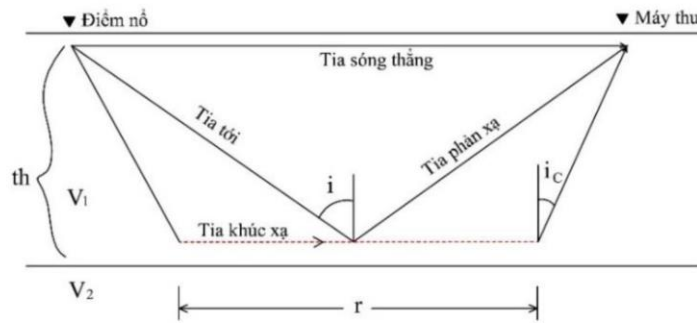
Do địa hình núi hiểm trở, cây cối che phủ nhiều, mặc dù dữ liệu UAV đã bay với độ phủ trùm lớn (85%), dải bay được thiết kế dạng lưới (hai chiều bay vuông góc) nhưng vẫn tồn tại các vị trí không xác định được chính xác địa vật và độ cao bề mặt địa hình. Do vậy, máy toàn đạc điện tử và máy đo GNSS/RTK đã được sử dụng kết hợp để đo bổ sung độ cao địa hình và các địa vật, khu vực núi bị che khuất. Kết quả kết hợp dữ liệu từ UAV, Toàn đạc điện tử và GNSS/RTK đã cho phép thành lập được bản đồ địa hình tỷ lệ 1/500, khoảng cao đều 0.5m, đảm bảo độ chính xác theo tiêu chuẩn hiện hành [7].

### 4.2 Xác định mặt trượt bằng phương pháp địa chấn khúc xạ

Sóng địa chấn lan truyền trong lòng đất gặp các bề mặt ranh giới giữa các lớp sẽ phản xạ, khúc xạ và quay trở lại mặt đất (hình 4). Tia sóng đi vào môi trường có vận tốc sóng  $V_1$ , khi gặp mặt ranh giới phân chia hai môi trường có sự khác biệt về vận tốc sóng âm học, thì một phần sóng sẽ phản xạ lại và một phần sẽ truyền qua mặt ranh giới và đi vào môi trường thứ 2. Trong trường hợp vận tốc sóng của lớp thứ 2 lớn hơn lớp thứ nhất, góc tới  $i$  (Hình 4) đạt góc tới hạn, sóng sẽ trượt dọc mặt ranh giới và tạo thành các sóng khúc xạ quay trở về mặt đất. Đây là cơ sở để sử dụng phương pháp địa chấn khúc xạ xác định các mặt ranh giới giữa phần trên (đá phong hóa) có vận tốc sóng thấp và phần dưới (đá gốc) có vận tốc sóng cao hơn. Phương pháp địa chấn khúc xạ đã được ứng dụng rất phổ biến ở Việt Nam và trên thế giới [9, 10]. Kết quả



đo địa chấn khúc xạ xác định các mặt trượt cho kết quả tương đồng với kết quả tính toán từ dữ liệu khoan địa chất [11].

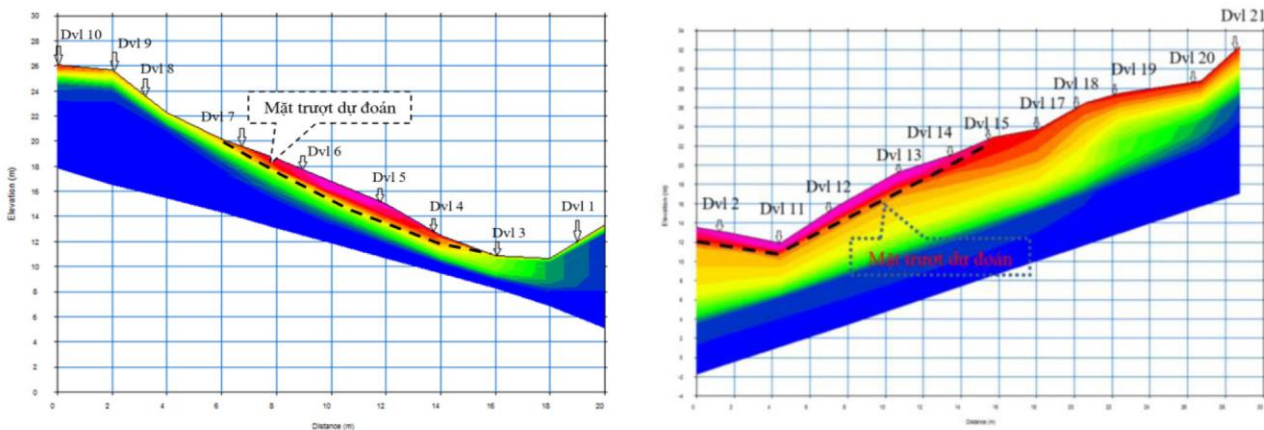


Hình 4. Nguyên lý đo địa chấn khúc xạ [8]

Áp dụng nguyên lý trên, 02 tuyến đo địa chấn khúc xạ T<sub>1</sub> và T<sub>2</sub> với tổng số 20 điểm nổ (điểm gắn cảm biến sóng địa chấn) đã được bố trí để xác định mặt trượt tại sườn Đông, Núi Vườn Già (hình 5)



Hình 5. Vị trí tuyến đo địa chấn xác định mặt trượt tại Núi Vườn Già



Hình 6. Mặt cắt sóng địa chấn khúc xạ xác định mặt trượt a. Tuyến đo T<sub>1</sub>, b. Tuyến đo T<sub>2</sub>

Kết quả phân tích cho thấy có thể chia cấu trúc đá vôi dọc theo tuyến đo thành 2 phần: Phần trên từ bề mặt đến độ sâu khoảng 2m đến 3m là lớp vận tốc thấp hơn đại diện cho đá vôi nứt nẻ, một số chỗ có hốc, đập vỡ, có khe nứt. Phần bên dưới là đá vôi có vận tốc truyền sóng cao dạng khối rắn chắc. Tại vị trí điểm đo DVL3 đến DVL7 trên tuyến T<sub>1</sub> và DCL2, DVL11-đến DVL15 xuất hiện cấu trúc đới có vận tốc thấp liên quan tới mặt trượt dưới khối đất đá (hình 6)

### 4.3 Xác định nguyên nhân trượt lở





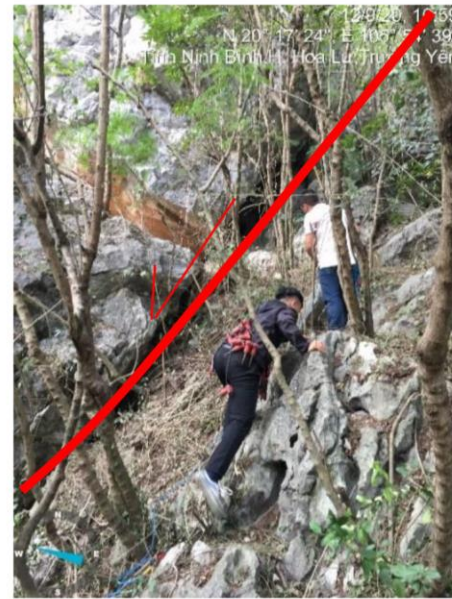
**a. Đứt gãy thuận tại**



**b. Vị trí xuất hiện mặt trượt**



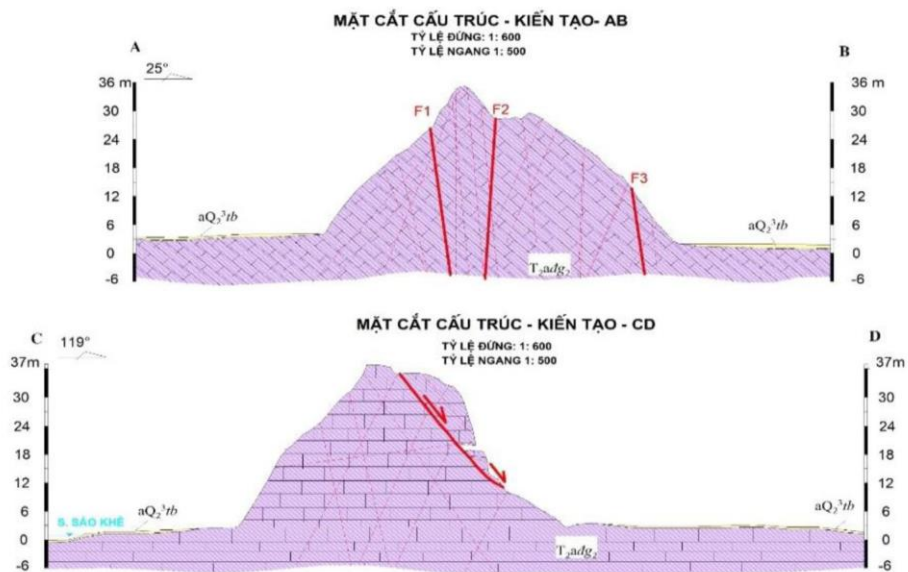
**c. Đứt gãy thuận F1 tại vị trí VG021**



**d. Đứt gãy thuận F2 tại vị trí sát VG027**

**Hình 7. Vết lộ mặt trượt và các đứt gãy tại khu vực có nguy cơ sạt lở cao tại Núi Vườn Già**

Tổng hợp các dữ liệu thăm dò, địa chất cho thấy nguyên nhân chính dẫn đến sự trượt lở đất đá tại Núi Vườn Già là do có các đứt gãy, tạo thành mặt trượt, thể hiện trên sơ đồ cấu trúc triển tạo hình 8.



**Hình 8. Mặt cắt cấu trúc địa chất AB và CD**

Sự dịch chuyển của khối đá không chỉ phụ thuộc vào các yếu tố như góc dốc địa hình lớn

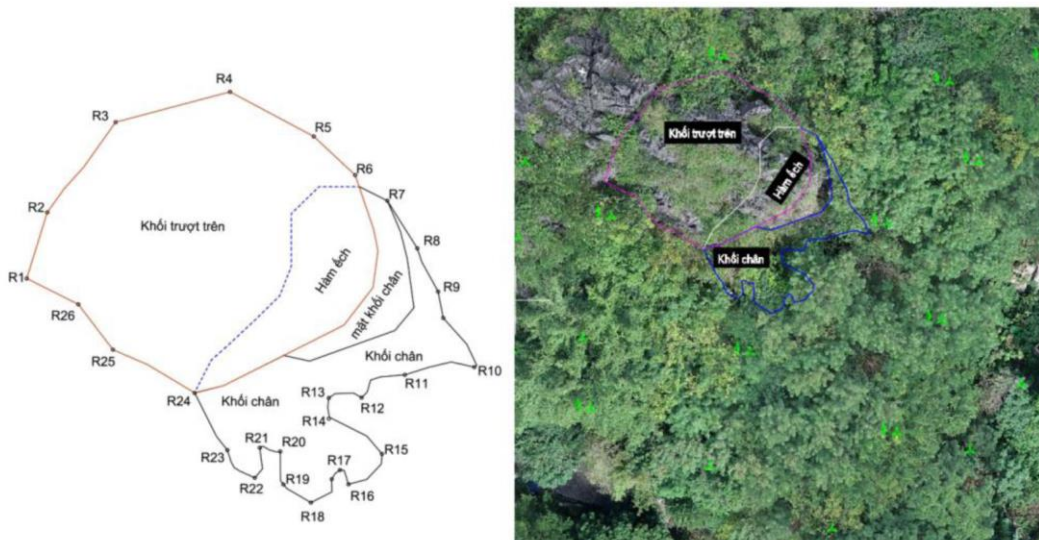


và các yếu tố ngoại sinh (lớp phủ thực vật, mùn và lớp vỏ phong hóa) mà yếu tố quyết định tới trượt lở đó chính là các đứt gãy và khe nứt trong đá, chính các yếu tố này làm cho đá bị đập vỡ mất tính đồng nhất, khi được tổng hợp đủ các yếu tố đó sẽ dẫn tới bị trượt lở.

Các đứt gãy và khe nứt được xác định trong quá trình khảo sát thực địa tại Núi Vườn Già, sử dụng các phương pháp đo thể tích của mặt trượt khe nứt và đứt gãy đã xác định được các đứt gãy chính là F1, F2, F3 chủ yếu theo phương Tây Bắc- Đông Nam, kết quả trên hình 7.

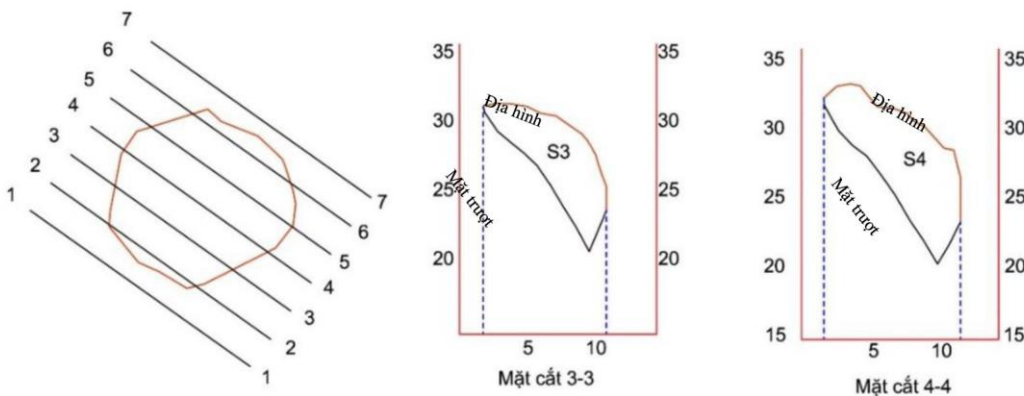
#### 4.4 Tính khối lượng đất đá có nguy cơ trượt lở

Dữ liệu tính khối lượng bao gồm 3 yếu tố: Ranh giới tính, giới hạn trên bởi bề mặt địa hình thực, giới hạn dưới mặt trượt. Ranh giới tính khối lượng được lấy chính là ranh giới khối trượt, xác định từ sơ đồ cấu trúc địa chất, các vết lộ đứt gãy và được đo tọa độ bằng máy toàn đạc điện tử (các điểm đo như hình 9). Ranh giới trên là bề mặt địa hình lấy từ bản đồ 1/500 đã thành lập, ranh giới dưới là mặt trượt đã xác định được từ kết quả đo địa chấn khúc xạ.



Hình 8. Ranh giới khối đất đá có nguy cơ sạt lở tại sườn đông Núi Vườn Già

Khối lượng đất đá có nguy cơ sạt lở được tính toán theo phương pháp mặt cắt đứng song song. Tính toán khối lượng được chia làm hai khối tính: Khối trượt trên và khối chân với ranh giới như hình 8.



Hình 9. Mặt cắt đứng song song tính khối lượng

$$V = \sum_1^n V_i = \ell \cdot \left( \frac{S_1 + S_n}{2} + S_2 + \dots + S_{n-1} \right) \quad (1)$$



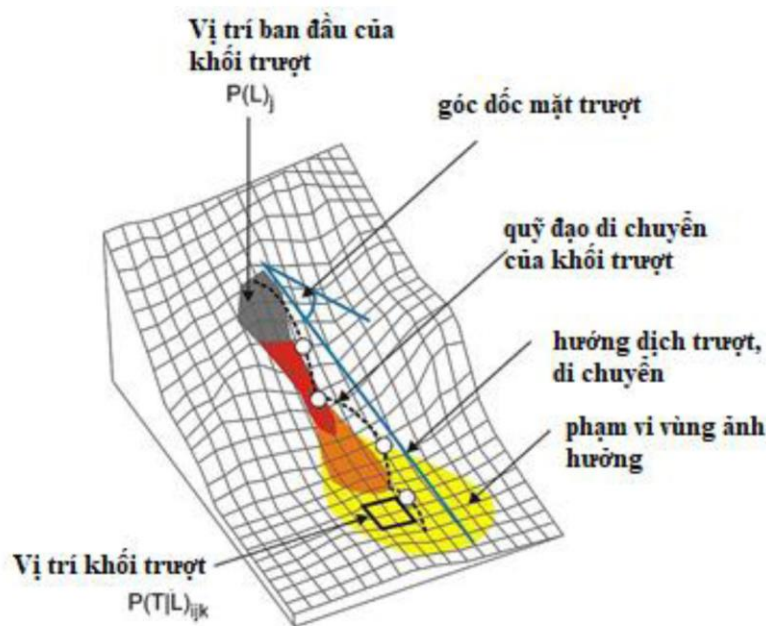
Trong đó:  $S_i$  - là diện tích các mặt cắt;  $l$  - Khoảng cách giữa 2 mặt cắt.

*Bảng 1. kết quả tính khối lượng đất đá có nguy cơ sạt lở*

STT	Khối tính toán	Thể tích (m <sup>3</sup> )
1	Khối trượt trên	834.12
2	Khối chân	184.70

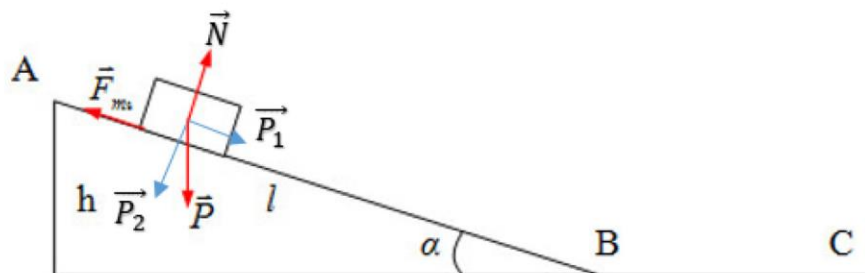
#### 4.5 Khoanh vùng ảnh hưởng do sạt trượt

Mặt cắt cấu trúc kiến tạo cắt qua khu vực có khối trượt lở đang xảy ra được xây dựng dựa trên các kết quả đo vẽ địa hình, kiến tạo, thể nằm mặt trượt của khối trượt, đặc điểm của đá tại khu vực nghiên cứu. Từ đó xác định được hướng dịch chuyển của khối trượt và xác định được phạm vi ảnh hưởng.



*Hình 9. Sơ đồ nguyên lý xác định phạm vi ảnh hưởng do sạt lở [12]*

Từ mô hình DSM (hình 3) bản đồ địa hình, kết quả khảo sát thực tế về địa chất (hình 8) và kết quả đo địa vật lý, xác định được góc dốc mặt trượt tại khu vực có nguy cơ sạt lở là  $55^\circ$  và trượt theo phương  $119^\circ$ . Bằng các công thức tính vật lý chuyển động của khối đá trên mặt phẳng nghiêng, nhóm tác giả đã phân nào khoanh được phạm vi ảnh hưởng của khối đá khi xảy ra trượt lở. Cụ thể như sau:



*Hình 10. Nguyên lý xác định quỹ đạo trượt của khối đất đá*

Áp dụng định luật II Newton và chiếu lên mặt phẳng nằm nghiêng:  $P_1 - F_{ms} = ma$

+ Khi đó, vật trượt xuống với gia tốc:



$$a = \frac{P_1 - F_{ms}}{m} = \frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha - \mu \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha}{m} = g (\sin \alpha - \mu \cdot \cos \alpha) \quad (1)$$

+ Vận tốc của vật ở chân mặt phẳng nghiêng tại vị trí B:

$$V_B = \sqrt{2 \cdot a \cdot s} \quad (2)$$

+ Gia tốc của vật trên mặt phẳng ngang ( $a = 0^0$ ):

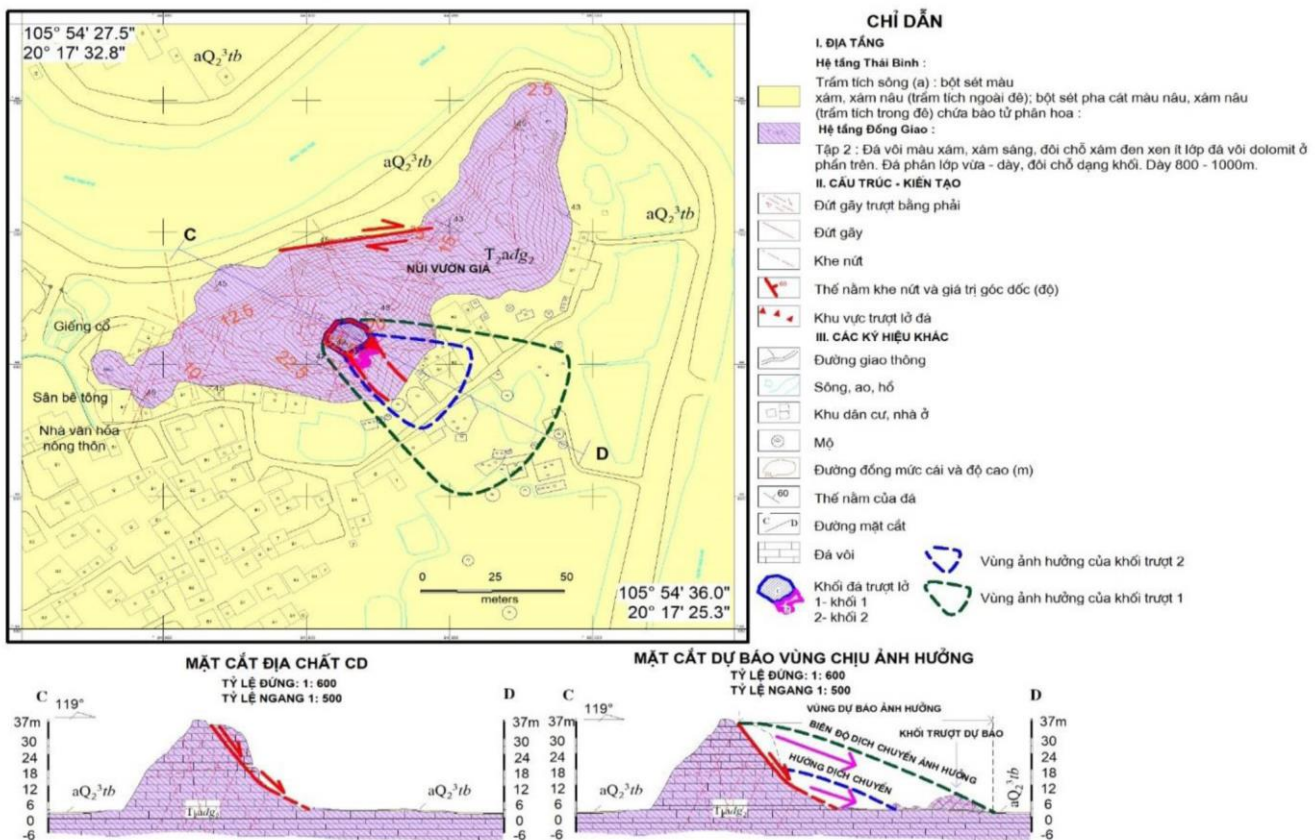
$$a' = \frac{-F_{ms}}{m} = -\mu \cdot g \quad (3)$$

+ Quãng đường BC được tính theo công thức:

$$S_{BC} = \frac{v_C^2 - v_B^2}{2 \cdot a'} \quad (4)$$

Trong đó: hệ số ma sát  $\mu = 0.5$ ; gia tốc trọng trường  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  (được lấy từ kết quả phân tích 03 mẫu thí nghiệm cơ lý đất đá tại khu vực thực nghiệm). Góc dốc địa hình  $\alpha = 55^0$ ; chiều dài mặt nằm nghiêng AB chính là bề mặt của mặt trượt tại khu vực đã xác định  $S_{AB} = 47.24 \text{ m}$ .

Thay các thông số vào công thức (1-4) được các kết quả như sau:  $a = 6.34 \text{ m/s}^2$ ;  $V_B = 22.2 \text{ m/s}$ ;  $a' = -4.9 \text{ m/s}^2$  và  $S_{BC} = 50.3 \text{ m}$ . Đây là cơ sở đáng tin cậy để khoanh được phạm vi ảnh hưởng của khối đá trượt khu vực núi Vườn Già. Sơ đồ khoanh vùng phạm vi dự báo vùng ảnh hưởng trong trường hợp khối đá trượt xuống thể hiện trên nền bản đồ địa hình 1/500 và nền cấu trúc địa chất (hình 11).



Hình 11. Sơ đồ và mặt cắt dự báo vùng ảnh hưởng do sạt lở đất đá tại khu vực sườn Đông Núi Vườn Già

Từ kết quả trên hình 11, có thể thấy rằng vùng ảnh hưởng dự báo được chia làm hai vùng: vùng 1 (đường màu xanh nước biển) là vùng ảnh hưởng nếu khối đất đá chân (khối 1) sạt lở có ít nhất 03 hộ dân bị ảnh hưởng và phải di dời ngay lập tức; vùng 2 (đường màu xanh lá cây) là



vùng ảnh hưởng do cả khối sạt lở, có nhất 05 hộ dân bị ảnh hưởng và cần di dời ngay lập tức.

## 5. Kết luận

Kết hợp các phương pháp địa kỹ thuật: Trắc địa, địa chất và đo địa vật lý đã các định được nguy cơ sạt lở tại khu vực Núi Vườn Già, kết quả cho thấy:

+ Các phương pháp địa kỹ thuật đã áp dụng đã bổ sung cho nhau để xác định được nguy cơ sạt trượt núi đá vôi, nếu áp dụng riêng lẻ từng phương pháp sẽ không thực hiện được;

+ Việc áp dụng thiết bị bay không người lái kết hợp với, đo toàn đạc điện tử và GNSS/RTK giúp giảm thời gian và công sức lao động trong quá trình đo đạc thành lập bản đồ tỷ lệ 1/500 khu vực Nghiên cứu;

+ Mô hình 3D DSM cung cấp dữ liệu trực quan cho các thiết kế, nghiên cứu về địa chất và địa vật lý;

+ Phương pháp đo địa chấn khúc xạ áp dụng để xác định mặt trượt bằng tại khu vực nghiên cứu là hoàn toàn phù hợp và cho độ chính xác đảm bảo yêu cầu.

## Tài liệu tham khảo

1. Xiaohui Liao, et al., *Engineering Application and Prediction of the Influence Area of the Rockfall Hazards*. Mathematical Problems in Engineering, 2020. 2020: p. 1067215.
2. Eberhardt, E., D. Stead, and J.S. Coggan, *Numerical analysis of initiation and progressive failure in natural rock slopes—the 1991 Randa rockslide*. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2004. 41(1): p. 69-87.
3. Hormes, A., et al., *Innovative methods to monitor rock and mountain slope deformation*. Geomechanics and Tunnelling, 2020. 13(1): p. 88-102.
4. Dorren, L., *A review of rockfall mechanics and modelling approaches*. Organic Geochemistry - ORG GEOCHEM, 2003. 27.
5. Zhang, N., et al., *Investigation of a large ground collapse and countermeasures during mountain tunnelling in Hangzhou: a case study*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2019. 78(2): p. 991-1003.
6. Zhang, Y., Z. Hu, and X. Zhijia, *A new method of assessing the collapse sensitivity of loess*. Bulletin of Engineering Geology and the Environment, 2018. 77.
7. Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, *TCVN 10673:2015*. Vol. 1. 2015: Bộ khoa học và Công nghệ.
8. Mai Thanh Tân, *Thăm dò địa chấn*. 2011, Việt Nam: Giao thông vận tải.
9. Đinh Văn Toàn and nnk, *Đánh giá, dự báo diễn biến và đề xuất một số giải pháp giảm nhẹ thiệt hại do hiện tượng nứt trượt đất khu đồi Ông Tượng - thị xã Hòa Bình*. 2000.
10. Pazzi, V., S. Morelli, and R. Fanti, *A Review of the Advantages and Limitations of Geophysical Investigations in Landslide Studies*. International Journal of Geophysics, 2019. 2019: p. 27.
11. Đinh Văn Toàn and nnk, *Khảo sát nghiên cứu chi tiết hiện tượng trượt lở, nứt đất khu vực*



đồi Ông Trọng, thành phố Hòa Bình, tỉnh Hòa Bình. Báo cáo tổng kết đề tài khoa học và công nghệ cấp tỉnh Hòa Bình. 2016.

12. Volkwein, A., et al., *Rockfall characterisation and structural protection - a review*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 2011. 11(9): p. 2617-2651.

## ABSTRACT

### APPLICATION OF GEOTECHNICAL METHODS IN ASSESING THE RISK OF LIMESTONE LANDSLIDES

**Le Van Canh, Cao Xuan Cuong**

**Kieu Duy Thong, Phan Van Binh, Nguyen Quoc Long**

*Hanoi University of Mining and Geology*

*Corresponding author: levancanh@humg.edu.vn*

Limestone mountains are often weathered, forming blocks, so there is a risk of insecurity for households living close to the foot of the mountain and the surrounding area. Due to the complex nature of the soil, rugged terrain, mountain slopes with a large slope, even steep and jawy frogs, the identification of the cause, assessing the risk of landslides of limestone mountains is very difficult, it is necessary to combine many technical disciplines to handle. This study used a combination of geotechnical methods in the field of Geodesy, Geology and Geophysical Engineering to determine the risk of landslides for Vuon Gia mountain in Truong Yen commune, Hoa Lu district, Ninh Binh province. Unmanned aerial vehicle, Total station and GNSS/RTK are applied in combination to build DSM and DEM models and establish a large scale map 1:500; application of refractive seismic measurement techniques to identify sliding sides; Use geological techniques to identify the causes and assess the risk of landslides. The results have identified the cause of the landslide, the volume of rock at risk of landslides and the zoning affected by landslides in the area of Vuon Gia mountain. The results of this study have been used by local authorities as a basis for immediately relocating affected households and making a plan to deal with landslides.

*Key words: Vuon Gia Mountain, landslides, Geotechnic, DSM*

---

**NHÀ XUẤT BẢN TÀI NGUYÊN - MÔI TRƯỜNG  
VÀ BẢN ĐỒ VIỆT NAM**

85 Nguyễn Chí Thanh, Đống Đa, Hà Nội  
Điện thoại: **024.38344108; 024.38343646**  
Fax: **024.38344610**; Email: **Info@bando.com.vn**;  
Website: <http://bando.com.vn/>

---

**HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC  
CÔNG NGHỆ ĐỊA KHÔNG GIAN  
TRONG KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MÔI TRƯỜNG**

*Chịu trách nhiệm xuất bản*

**Tổng giám đốc, Tổng biên tập  
THS. KIM QUANG MINH**

**Phó Tổng biên tập  
NGUYỄN VĂN CHÍNH**

*Biên tập viên*

**Đào Thị Hậu  
Lê Anh Sơn**

*Thiết kế và trình bày bìa*

**TS. Nguyễn Quốc Long**

**ISBN: 978-604-952-674-9**

---

In 500 cuốn, khổ 21×29,7 cm, tại Công ty TNHH in Vietcolor.  
Địa chỉ: số 2/32A, ngõ 209 phố Đội Cấn, phường Ngọc Hà, quận Ba Đình, Thành phố Hà Nội.  
ĐKKH xuất bản số: 3529-2021/CXBIPH/02-737/BaĐ  
Quyết định xuất bản số: 39/QĐ-TMBVN, cấp ngày 12 tháng 10 năm 2021.  
In xong và nộp lưu chiểu quý IV năm 2021.



Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường (National Conference on Geospatial Technology in the Earth science and Environment - NCGEE 2021) được tổ chức với sự phối hợp hiệu quả của các đơn vị Trường Đại học Mở - Địa chất, Trường Đại học Khoa học (Đại học Huế), Cục Bản đồ (Bộ Tổng tham mưu) và sự tham gia của một số đơn vị khác.

Hội nghị được tổ chức thành 3 tiểu ban gồm: (1) Xử lý dữ liệu số trong quan trắc công trình, trái đất và môi trường; (2) Công nghệ mới trong viễn thám và địa tin học; (3) Quản lý địa không gian thông minh. Các tiểu ban trên cơ sở chủ đề cụ thể như:

1. Tự động hóa Trắc địa và Xử lý số liệu
2. Định vị - dẫn đường và hệ thống định vị vệ tinh toàn cầu
3. Khung quy chiếu và địa động lực học
4. Công nghệ mới trong đo đạc, xử lý số liệu và quan trắc công trình
5. Trắc địa mở hầm lò & lộ thiên
6. Quan trắc và đánh giá tác động môi trường
7. Hệ thống thông tin địa lý
8. Bản đồ đa phương tiện trong giáo dục, dịch vụ và công nghiệp
9. Công nghệ quét laser hàng không và mặt đất
10. Công nghệ viễn thám trong giám sát tai biến thiên nhiên và môi trường
11. Công nghệ máy bay không người lái trong ứng dụng đời sống số 4.0
12. Ứng dụng IoT (Internet vạn vật) và AI (Trí tuệ nhân tạo) trong Địa tin học
13. Công nghệ trong quản lý và sử dụng tài nguyên đất bền vững
14. Đô thị thông minh và quản lý đô thị
15. Các lĩnh vực khác của đời sống số 4.0

Hội nghị đã nhận được hơn 100 bài báo khoa học, trong đó 55 bài được lựa chọn đăng trong tuyển tập này. Ban tổ chức tin rằng Tuyển tập các công trình của Hội nghị khoa học toàn quốc về Công nghệ Địa không gian trong Khoa học Trái đất và Môi trường sẽ là một ấn phẩm khoa học có chất lượng, cập nhật tổng thể những tiến bộ gần đây trong lĩnh vực địa không gian.



ISBN: 978-604-913-248-3

