



ỦY BAN NHÂN DÂN
TỈNH LÀO CAI



HỘI QUY HOẠCH PHÁT TRIỂN
ĐÔ THỊ VIỆT NAM

HỘI THẢO KHOA HỌC

**Lựa chọn vị trí xây dựng công trình và các điểm dân cư khu vực
miền núi phòng tránh thiên tai đáp ứng yêu cầu ứng phó với BĐKH**

BAN CHỈ ĐẠO HỘI THẢO

- Ông Trịnh Xuân Trường- Chủ tịch Ủy ban nhân dân tỉnh Lào Cai
- Ông Trần Ngọc Chính- Chủ tịch Hội Quy hoạch Phát triển đô thị Việt Nam
- Ông Đỗ Hậu- Phó Chủ tịch kiêm Tổng thư ký Hội Quy hoạch Phát triển đô thị Việt Nam
- Ông Phí Công Hoan- Giám đốc Sở Xây dựng tỉnh Lào Cai

BIÊN TẬP KỶ YẾU

- Ths. Trần Thị Thanh Ý- Phó Chánh văn phòng Hội Quy hoạch Phát triển đô thị Việt Nam

MỤC LỤC

		Trang
1.	Bài đề dẫn KTS. Trần Ngọc Chính , <i>Chủ tịch Hội Quy hoạch Phát triển đô thị Việt Nam</i>	7
2.	Thực trạng phân bố điểm dân cư nông thôn và quy hoạch, sắp xếp ổn định các điểm dân cư khu vực có nguy cơ cao bị ảnh hưởng của thiên tai trên địa bàn tỉnh Lào Cai Sở Nông nghiệp & Phát triển Nông thôn Lào Cai	11
3.	Bài học kinh nghiệm về tăng cường khả năng chống chịu với BĐKH tại một số nước trên thế giới GS.TS. Đỗ Hậu , <i>Phó Chủ tịch kiêm Tổng thư ký Hội Quy hoạch Phát triển đô thị VN</i>	19
4.	Lồng ghép các giải pháp quy hoạch giảm thiểu rủi ro thiên tai trong quy hoạch xây dựng TS. Trương Văn Quảng , <i>Phó Tổng thư ký Hội Quy hoạch Phát triển đô thị Việt Nam</i>	35
5.	Một số nội dung cần lưu ý khi quy hoạch điểm dân cư nông thôn trong vùng chịu ảnh hưởng của lũ ống, lũ quét và sạt lở đất ThS. Nguyễn Huy Dũng & nnk , <i>Viện Quy hoạch Môi trường, Hạ tầng Kỹ thuật Đô thị và Nông thôn</i>	45
6.	Quy hoạch xây dựng điểm dân cư nông thôn đáp ứng yêu cầu thích ứng với biến đổi khí hậu trên địa bàn tỉnh Lào Cai Th.s. KTS. Đàm Quang Tuấn , <i>Nguyên Phó Vụ trưởng Vụ Quy hoạch Kiến trúc- Bộ XD</i>	57
7.	Một số giải pháp chuẩn bị kỹ thuật góp phần giảm thiểu tác động của thiên tai và biến đổi khí hậu đến xây dựng các điểm dân cư vùng trung du miền núi phía Bắc PGS.TS. Nguyễn Hồng Tiến , <i>Nguyên Cục trưởng Cục Hạ tầng kỹ thuật- Bộ Xây dựng</i>	67
8.	Lựa chọn và chuẩn bị kỹ thuật đất xây dựng phòng chống các tai biến thiên tai trong khu dân cư (tái định cư) ảnh hưởng của lũ ống, lũ quét và sạt lở đất tỉnh Lào Cai TS. Trần Anh Tuấn , <i>Nguyên Phó Cục trưởng Cục Hạ tầng kỹ thuật- Bộ Xây dựng</i>	77
9.	Nhà ở vùng núi phía Bắc chịu ảnh hưởng của thiên tai- Một số giải pháp kiến trúc và công nghệ thích ứng với biến đổi khí hậu Viện Kiến trúc Quốc gia	87
10.	Ứng dụng công nghệ thông tin trong công tác quản lý quy hoạch và phát triển điểm dân cư nông thôn trên địa bàn tỉnh Lào Cai nhằm ứng phó với BĐKH và thiên tai TS. Lưu Đức Minh & nnk , <i>Phó Giám đốc Học viện cán bộ Quản lý xây dựng và Đô thị</i>	105

		Trang
11.	Nhận diện các tai biến địa chất trong bối cảnh biến đổi khí hậu tại Lào Cai và ảnh hưởng của chúng đến lựa chọn vị trí xây dựng công trình, các điểm dân cư PGS.TS. Tạ Đức Thịnh, Chủ tịch Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	113
12.	Nghiên cứu phân loại các đối tượng trượt lở đất- Nguyên nhân gây trượt lở và lũ bùn đá khu vực làng Nủ tỉnh Lào Cai; Đề xuất các giải pháp kỹ thuật phòng chống bảo vệ đường giao thông và các khu tái định cư bền vững. GS.TS. Trần Nghi & nnk, Phó Chủ tịch Tổng hội Địa chất Việt Nam	131
13.	Đặc điểm lũ bùn đá Làng Nủ và một số vị trí tại Lào Cai, kiến nghị giải pháp phòng tránh PGS.TS. Nguyễn Châu Lân, Trường Đại học Giao thông vận tải TS. Đỗ Tuấn Nghĩa, Trường Đại học Thủy Lợi	157
14.	Ảnh hưởng của cactơ đến ổn định công trình bệnh viện đa khoa Bắc Hà tỉnh Lào Cai PGS.TS. Tạ Đức Thịnh, Chủ tịch Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam ThS Phạm Minh Tuấn, Ủy viên BCH Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam	169
15.	Sự sạt trượt lở đoạn tuyến Km 249+600-Km 249+600 cao tốc Nội Bài-Lào Cai, nguyên nhân và giải pháp xử lý TS. Dương Văn Bình & nnk, Trường địa học Mở Địa chất	183
16.	Giải pháp ứng phó đảm bảo an toàn các khu dân cư và nơi có công trình tập trung đông người trong vùng sụt trượt hoặc có dấu hiệu nứt đất PGS.TS. Nguyễn Đức Mạnh, Bộ môn Địa kỹ thuật- Trường Đại học Giao thông vận tải ThS. Hoàng Kim Long, Công ty Cổ phần tư vấn Xây dựng giao thông Lào Cai	197
17.	Nghiên cứu tai biến trượt lở đất làm cơ sở khoa học định hướng quy hoạch, quản lý xây dựng và phát triển bền vững tỉnh Lào Cai. PGS.TS. Nguyễn Huy Phương <i>Nguyên Phó Chủ tịch Hội địa chất Công trình & Môi trường Việt Nam</i>	209
18.	Lựa chọn vị trí định cư ở khu vực có tiềm năng tai biến trượt lở đất cao trên cơ sở đánh giá tác động cộng hưởng của các yếu tố địa chất- địa mạo-khí hậu- nhân sinh và phân vùng nguy cơ trượt đất GS.TS. Trần Thanh Hải & nnk, Hiệu trưởng trường Đại học Mở Địa chất	221
19.	Xây dựng giải pháp phòng chống trượt lở đất dựa trên cơ chế trượt, ví dụ cho một khối trượt tại tỉnh Lào Cai TS. Nguyễn Trung Kiên <i>Ủy viên BCH Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam</i>	247

		Trang
20.	Một giải pháp lựa chọn vị trí an toàn trong công tác quy hoạch các điểm dân cư các tỉnh miền núi Việt Nam- Lấy ví dụ ở thị xã SaPa- tỉnh Lào Cai TS. Nguyễn Quốc Thành & nnk <i>Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam</i>	259
21.	Công nghệ tiên tiến về nhận dạng, quan trắc, cảnh báo trượt lở đất trong điều kiện miền núi- Trường hợp tại tỉnh Lào Cai Việt Nam TS. Huỳnh Thanh Bình, Viện KHCN Giao thông vận tải PGS.TS. Tạ Đức Thịnh, Trường Đại Học Mở - Địa chất	271
22.	Giải pháp công trình và phi công trình phòng, chống trượt lở đất đá ở Lào Cai Nguyễn Thành Dương & nnk, Trường Đại học Mở-Địa chất	287
23.	Công nghệ mới tích hợp địa kỹ thuật-địa vật lý-học máy trong nghiên cứu trượt lở đất phục vụ quy hoạch tái định cư tại tỉnh Lào Cai TS. Phạm Huy Giao & nnk, Hội Địa chất Công trình & Môi trường Việt Nam	303

CÔNG NGHỆ MỚI TÍCH HỢP ĐỊA KỸ THUẬT- ĐỊA VẬT LÝ- HỌC MÁY TRONG NGHIÊN CỨU TRƯỢT LỞ ĐẤT PHỤC VỤ QUY HOẠCH TÁI ĐỊNH CƯ TẠI TỈNH LÀO CAI

**Phạm Huy Giao^{*1,2,3}, Đoàn Huy Hiền^{1,3},
Bùi Xuân Hạnh^{1,4}, Phạm Quý Ngọc^{1,3}, Trần Văn Anh⁵**

¹Hội Địa Chất Công Trình và Môi Trường Viet Nam(VAEGE);

²Đại Học Dầu Khí Việt Nam (PVU);

³Công ty Giải Pháp Địa Vật Lý Thông Minh (SGS);

⁴Tổng Công ty Tư vấn thiết kế GTVT (TEDI);

⁵Đại Học Mỏ Địa Chất (HUMG)

**Email: giaoph@pvu.edu.vn*

Từ khóa: *Mô hình nền thông minh; Tích hợp địa kỹ thuật-địa vật lý-học máy; khảo sát trượt lở đất; quy hoạch tái định cư; Lào Cai; Sapa; GWB (Các Nhà khoa học Trái đất Không Biên giới).*

Tóm tắt:

Hiểu biết rõ mô hình nền (ground model) của lòng đất bên dưới nơi xảy ra trượt lở đất và khu vực lân cận là một phần không thể thiếu được của quy hoạch tái định cư. Trong bài trình bày này chúng tôi giới thiệu một công nghệ mới tích hợp các phương pháp địa kỹ thuật, địa vật lý và học máy để khảo sát và mô tả mô hình nền thông minh cho vùng ảnh hưởng bởi trượt lở đất, bao gồm cả khu vực đã xảy ra trượt lở và khu đất tái định cư lân cận. Công nghệ khảo sát mới này do một nhóm các nhà khoa học trái đất từ Công ty Giải Pháp Địa Vật Lý Thông Minh (SGS) thuộc hệ sinh thái chuyển dịch năng lượng của Viện Dầu Khí (VPI), Đại Học Dầu Khí (PVU), Tổng Công ty Tư vấn thiết kế Giao Thông Vận Tải (TEDI), Đại Học Mỏ Địa Chất Hà Nội (HUMG) đề xuất và đã được Hội Địa Vật Lý Hoa Kỳ (SEG) chấp nhận, tài trợ trong khuôn khổ Chương Trình Các Nhà Khoa Học Trái Đất Không Biên Giới. Dự án tên là “*Khảo sát trượt lở đất vì lợi ích của đồng bào thiểu số miền Bắc Việt nam*”, sẽ được áp dụng thử nghiệm cho Sapa, Lào Cai, từ đầu năm 2025 đến đầu năm 2026. Một phần quan trọng của dự án là đào tạo và chuyển giao công nghệ khảo sát thông minh này cho cán bộ địa phương.

I. Giới thiệu

Quy hoạch tái định cư không chỉ là việc di dời và xây dựng mới mà còn là quá trình tạo ra một cộng đồng mới an toàn và bền vững, giúp người dân ổn định cuộc sống sau thiên tai. Quy hoạch tái định cư sau trượt lở đất là nhiệm vụ quan trọng (Lee & Jones, 2024) nhằm khắc phục hậu quả thiên tai, bảo vệ cuộc sống và tài sản của người dân, giảm thiểu nguy cơ xảy ra sự cố tương tự trong tương lai. Quy hoạch này cần được thực hiện một cách khoa học, bền vững, phù hợp với điều kiện địa phương (kinh tế, xã hội, môi trường, địa lý và địa chất v.v.). Các bước chính trong quy hoạch tái định cư sau trượt lở đất về cơ bản là (ChatGPT, 2024):

- 1) Đánh giá tình hình và lập kế hoạch ban đầu:
 - Xác định mức độ thiệt hại do trượt lở đất: số lượng nhà bị phá hủy, người dân bị ảnh hưởng, và diện tích đất bị tác động.
 - Đánh giá điều kiện địa chất và nguy cơ trượt lở trong khu vực, nhằm loại bỏ khả năng tái định cư tại các vùng nguy hiểm.
- 2) Xác định địa điểm tái định cư an toàn:
 - Tiến hành khảo sát địa chất, địa hình, và thủy văn để lựa chọn các khu vực ít nguy cơ thiên tai như trượt lở, lũ lụt hoặc động đất.
 - Ưu tiên các vị trí gần khu vực sinh sống cũ, nếu có thể, để người dân dễ dàng thích nghi và tiếp tục duy trì sinh kế.
- 3) Lập quy hoạch chi tiết:
 - Thiết kế khu tái định cư với cơ sở hạ tầng cần thiết như nhà ở, đường giao thông, cấp nước, thoát nước, và điện.
 - Quy hoạch không gian công cộng như trường học, trạm y tế, và khu vực sinh hoạt cộng đồng.
 - Tích hợp các biện pháp giảm thiểu rủi ro thiên tai, như xây dựng hệ thống kè chắn, tường chắn hoặc trồng cây để ổn định đất.
- 4) Tham vấn và hỗ trợ cộng đồng:
 - Tham vấn người dân bị ảnh hưởng để hiểu nhu cầu và mong muốn của họ trong việc tái định cư.
 - Cung cấp hỗ trợ tài chính, vật chất, và tâm lý để giúp họ thích nghi với môi trường mới.
 - Đảm bảo sự tham gia của người dân trong quá trình lập kế hoạch và triển khai.
- 5) Phục hồi sinh kế:

- Hỗ trợ đào tạo nghề hoặc cung cấp việc làm tại khu vực tái định cư.
- Tạo điều kiện cho người dân tiếp cận đất nông nghiệp hoặc các tài nguyên khác để duy trì sản xuất.

6) Theo dõi và đánh giá:

- Theo dõi hiệu quả của khu tái định cư và điều chỉnh khi cần thiết.
- Đánh giá mức độ hài lòng của người dân và các vấn đề phát sinh liên quan đến sinh hoạt hoặc cơ sở hạ tầng.
- Nguyên tắc trong quy hoạch tái định cư:
- An toàn và bền vững: Đảm bảo khu vực tái định cư an toàn trước thiên tai và có khả năng hỗ trợ đời sống lâu dài.
- Tôn trọng văn hóa và xã hội: Giữ gìn phong tục, tập quán, và quan hệ cộng đồng của người dân.
- Phát triển kinh tế địa phương: Tái định cư phải gắn liền với việc tạo điều kiện phát triển kinh tế bền vững.
- Bảo vệ môi trường: Quy hoạch phải hạn chế tác động xấu đến môi trường tự nhiên.

7) Thách thức thường gặp:

- Thiếu nguồn lực tài chính để xây dựng khu tái định cư đạt tiêu chuẩn.
- Khó khăn trong việc thay đổi sinh kế hoặc tạo công ăn việc làm tại khu vực mới.
- Phản ứng của người dân không muốn di dời do gắn bó với nơi ở cũ.
- Rủi ro từ việc chọn các địa điểm tái định cư không phù hợp.

Hiểu biết rõ mô hình nền (ground model) bên dưới nơi dự kiến xây dựng công trình và khu vực lân cận là một phần không thể thiếu được của quy hoạch tái định cư, đặc biệt trong các bước 1-3 nêu trên, cụ thể là: i) Đánh giá tình hình và lập kế hoạch ban đầu; ii) Xác định địa điểm tái định cư an toàn; iii) Lập quy hoạch chi tiết.

Trong bài trình bày này chúng tôi giới thiệu một công nghệ mới tích hợp các phương pháp địa kỹ thuật, địa vật lý và học máy để khảo sát và mô tả mô hình nền vùng ảnh hưởng bởi trượt lở đất, do một nhóm các nhà khoa học trái đất từ Công ti Giải Pháp Địa Vật Lý Thông Minh (SGS) thuộc hệ sinh thái chuyển dịch năng lượng của Viện Dầu Khí (VPI), Đại Học Dầu Khí (PVU), Tổng Công ty Tư vấn thiết kế GTVT

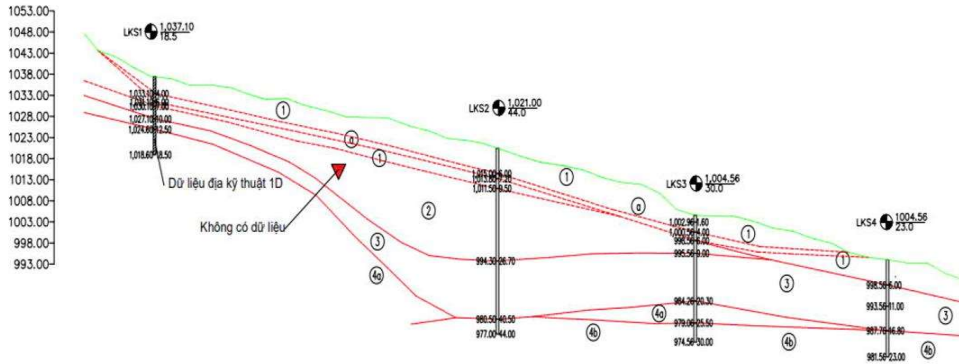
(TEDI), Đại Học Mở Địa Chất Hà Nội (HUMG) đề xuất và đã được Hội Địa Vật Lý Hoa Kỳ (SEG) chấp nhận, tài trợ trong khuôn khổ Chương Trình Các Nhà Khoa Học Trái Đất Không Biên Giới (Program of Geoscientists Without Bounders), viết tắt là Chương trình GWB như xem ở đường dẫn sau: <https://seg.org/programs/geoscientists-without-bounders/>. Cho đến nay chương trình GWB đã tài trợ cho 63 dự án tất cả ở 37 nước trên thế giới, cho các nghiên cứu về quản lý nguồn nước (31 DA), đối phó với: động đất (9), trượt lở đất (7), núi lửa (6), sóng thần (3), khảo cổ (2), quản lý môi trường sống (2), và ô nhiễm môi trường (1). Với sự tham gia của 1200 sinh viên, 80 trường đại học, 80 địa phương và 25 đối tác doanh nghiệp.

Dự án GWB Viet Nam vừa được tài trợ có tên là “Khảo sát trượt lở đất vì lợi ích của đồng bào thiểu số miền Bắc Việt nam” hay “Landslide investigation for the *benefit of poor minority ethnic people in northern Vietnam*” (Giao và nnk., 2024). Dự án nghiên cứu này sẽ được áp dụng trực tiếp cho Sapa, Lào Cai, từ đầu năm 2025 đến đầu năm 2026. Một trong những nội dung của dự án là đào tạo và chuyển giao công nghệ khảo sát và xây dựng mô hình nền thông minh cho khu vực trượt lở đất và lân cận, bao gồm cả khu tái định cư, cho cán bộ địa phương.

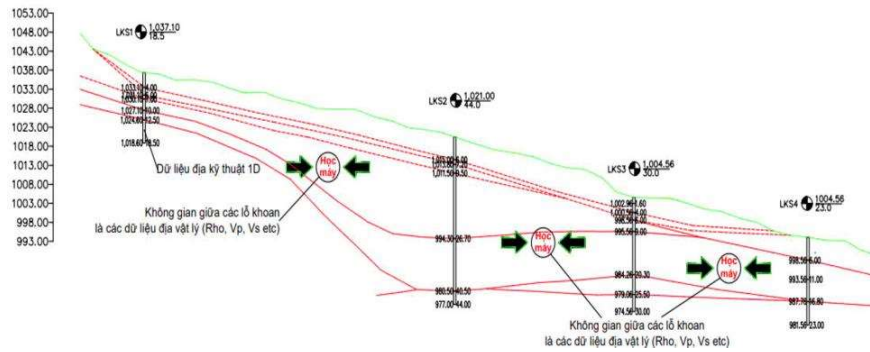
II. Phương Pháp Nghiên Cứu

Như minh họa ở Hình 1, mô hình nền truyền thống thường là mô hình 1 chiều (1D), được xây dựng dựa theo kết quả khảo sát khoan và thí nghiệm địa kỹ thuật ở một số lượng ít lỗ khoan. Khi có thêm một vài hay nhiều lỗ khoan thì mô hình nền giả hai chiều (Pseudo-2D) hay giả ba chiều (Pseudo-3D) có thể được thiết lập. Khảo sát địa vật lý nông (còn được biết là địa vật lý bề mặt) với các phương pháp thăm dò mới, ngày một hiện đại, đang ngày càng được áp dụng nhiều hơn, giúp cho việc khảo sát hiệu quả và nhanh hơn. Thay vì kết hợp một cách rời rạc dữ liệu địa kỹ thuật và địa vật lý như cách làm truyền thống, với khối lượng địa dữ liệu (geo-data) tăng lên đáng kể nhờ số đo địa vật lý, bằng cách ứng dụng công cụ trí tuệ nhân tạo, thông qua các phương pháp học sâu (deep learning), học máy (machine learning), các địa dữ liệu (geo-data) này có thể tích hợp với nhau và với các thông tin khác (ví dụ: địa chất, địa chất, khí tượng, các mô hình nền trên thế giới v.v...) để xây dựng một mô hình nền thông minh hai chiều (2D), ba chiều (3D) đáng tin cậy và thật sự hơn, hữu dụng cho nghiên cứu

nguyên nhân, định dạng và cơ chế trượt lở, cũng như sự ổn định của nền đất, đặc biệt cho khu vực tái định cư.



(a)

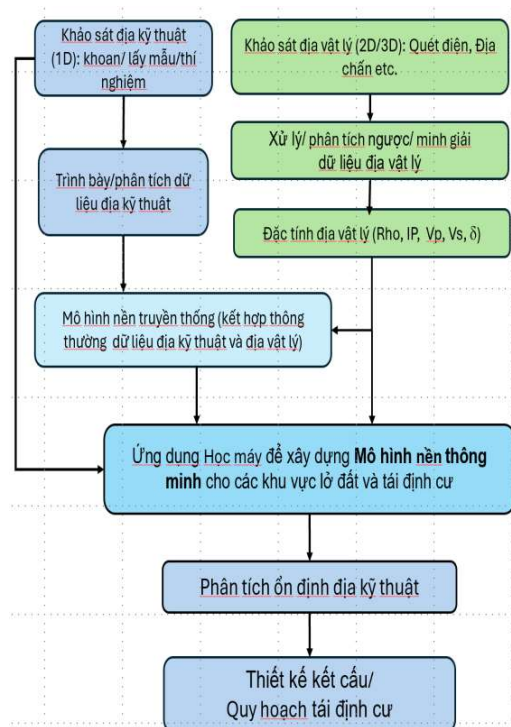


(b)

Hình 1. Sự phát triển của khái niệm mô hình nền thông minh (smart ground model): (a) Mô hình nền truyền thống, chủ yếu dựa trên dữ liệu địa kỹ thuật (một chiều); (b) Mô hình nền thông minh dựa trên tích hợp dữ liệu địa kỹ thuật-địa vật lý (hai hoặc ba chiều) bằng học máy.

Để có một mô hình nền (mô hình lòng đất) tốt cần phải có phương pháp và công nghệ khảo sát thích hợp, đòi hỏi khả năng tài chính đủ mạnh, điều mà các nước đang phát triển thiếu hay chưa cho phép. Công nghệ tích hợp thông minh dữ liệu khảo sát địa kỹ thuật và thăm dò địa vật lý nông bằng học máy đề cập đến được minh họa ở Hình 2. Đặc biệt, một trong các chú trọng nghiên cứu của chúng tôi là giảm chi phí giá thành khảo sát địa vật lý ở hiện trường bằng cách mô phỏng tiền thực địa trên máy tính các tình huống thi công đo địa vật lý, với các thiết kế đo quét điện (electric imaging) hay địa chấn (địa chấn khúc xạ, địa chấn thụ động) để kiểm nghiệm độ sâu, độ phân giải và hiệu quả của chúng trong khảo sát nền đất có trượt lở hay sẽ dùng cho

tái định cư. Phương pháp mô phỏng này đã được Giao (2012) đề xuất và áp dụng cho phương pháp quét điện nghiên cứu lớp sét yếu Bangkok, Thailand, và vẫn tiếp tục được thử nghiệm cho tới hiện tại. Đối với số liệu địa chấn nông, độ phân giải cao, thuật toán mới (Hiên & nnk., 2021) sẽ được áp dụng

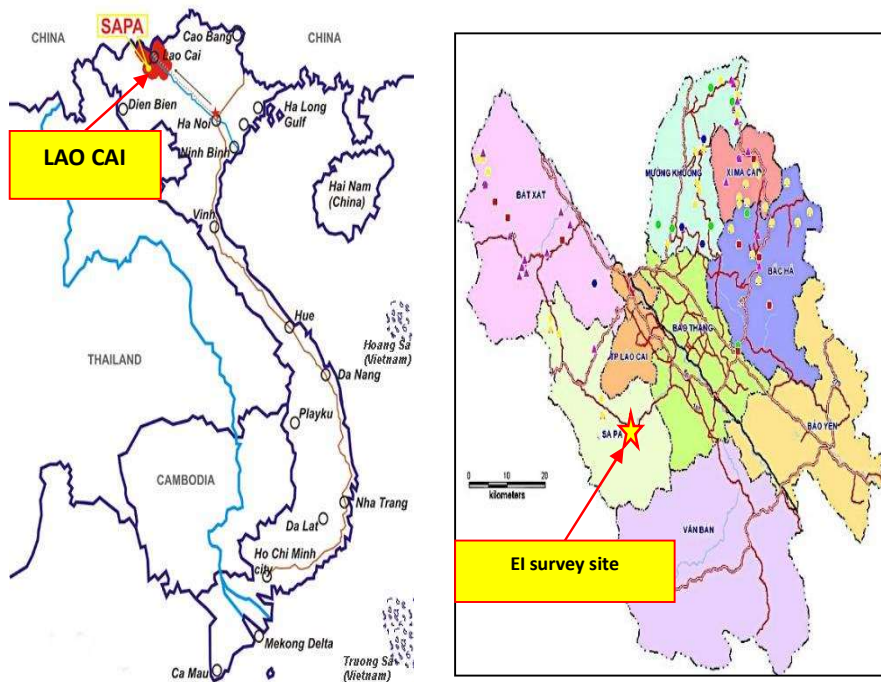


Hình 2. Tích hợp các phương pháp địa kỹ thuật, địa vật lý và học máy để khảo sát nền khu vực trượt lở đất và lân cận

III. Mọi vai kết quả sơ bộ khảo sát và xây dựng mô hình nền vùng trượt lở ở Sapa

Sapa là một địa điểm du lịch nổi tiếng thế giới, thuộc huyện Sapa, tỉnh Lào Cai, miền Bắc Việt Nam (xem Hình 3). Trong những năm gần đây trượt lở đất xảy ra ngày một nhiều và thường xuyên hơn, ảnh hưởng đến cuộc sống và sinh nhai của đồng bào dân tộc thiểu số sống trong vùng, trong đó người Mông chiếm tới 53%. Sự phát triển du lịch ở Sapa đã giúp cải thiện đời sống của người dân địa phương, mang lại thu nhập thêm, bên cạnh các hoạt động nông nghiệp truyền thống vốn chỉ làm được trong khoảng 6 tháng trong một năm do điều kiện địa lý miền núi và thời tiết khắc nghiệt. Sự hư hại của hệ thống

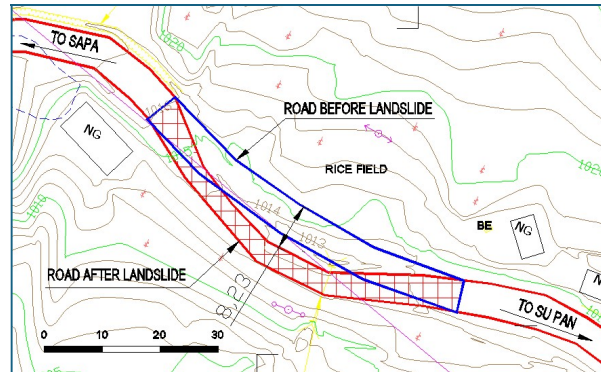
đường xá tại đây do trượt lở đất gây ra quan ngại lớn cho phát triển và hoạt động du lịch, đòi hỏi những khảo sát, nghiên cứu thích đáng (xem Hình 4), trong đó có việc xây dựng mô hình nền.



Hình 3. Vị trí nghiên cứu tại Sapa, theo Giao & Hanh (2019)

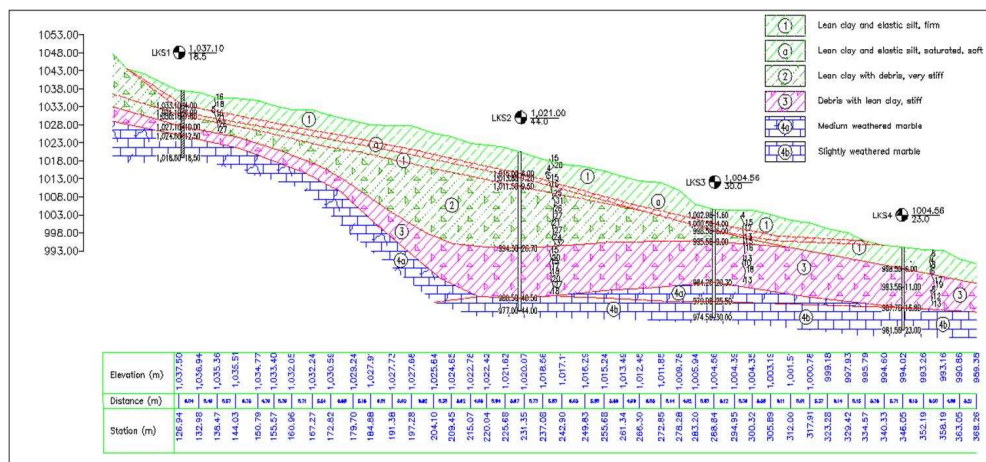


Hình 4. Hình ảnh một điểm trượt lở của đường nông thôn ở Sapa, ảnh chụp tháng 6/2024.

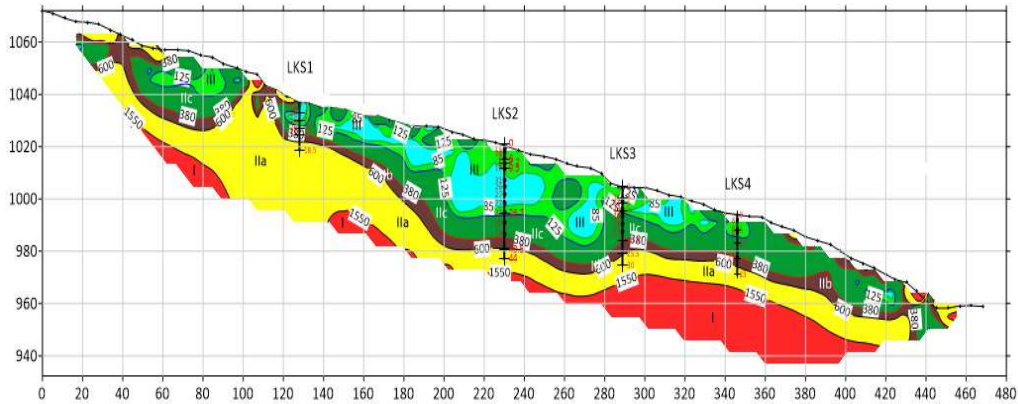


Hình 5. Phác họa trượt lở đất tại đường liên tỉnh 152 (Giao & Hanh, 2019)

Hình 5 phác họa một trượt lở đất tại đường liên tỉnh 152, gây ra dịch chuyển khoảng 2 m theo chiều thẳng đứng và khoảng 6 đến 8 m theo phương nằm ngang. Các hiện tượng nứt đất và dịch trượt về phía ta luy âm được quan sát, nhận thấy. Kết quả khảo sát và xây dựng mô hình nền truyền thống tại một điểm trượt lở đất ở đường 152 dựa trên kết quả khảo sát địa kỹ thuật và quét điện được trình bày ở Hình 6 bên dưới. Một lớp đất bột sét, dày 1.0 - 2.0 m nằm ở độ sâu 4.0 đến 7.0 m, được phát hiện như mặt trượt lở phẳng.



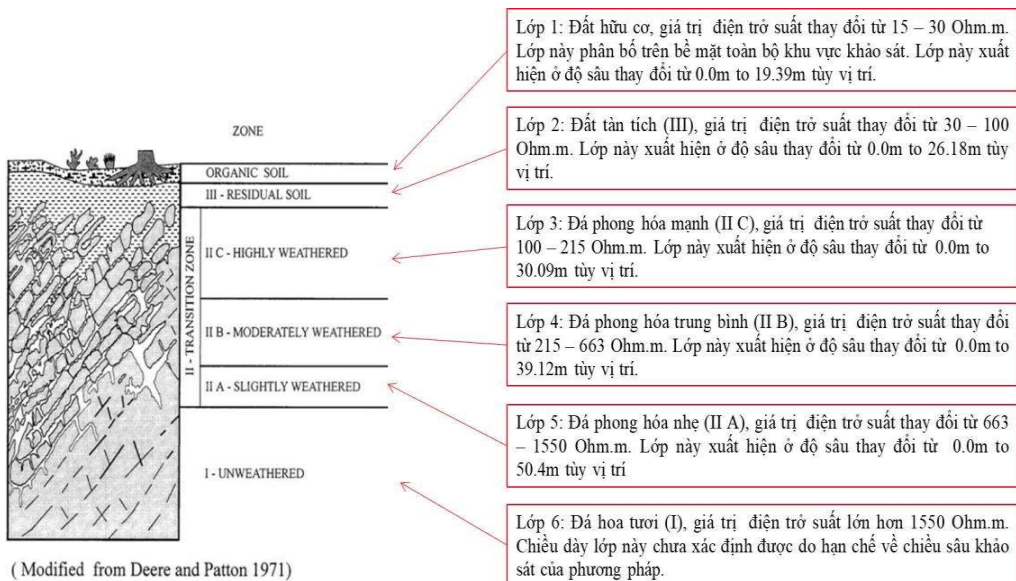
(a) Kết quả khảo sát địa kỹ thuật



(b) Kết quả quét điện (electric imaging)

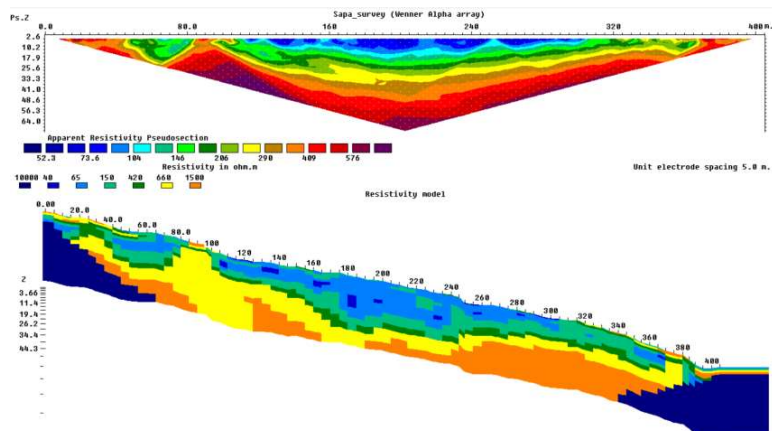
Hình 6. Kết quả khảo sát địa kỹ thuật và thăm dò địa vật lý nông (quét điện) theo Giao & Hanh (2019)

Kết quả khảo sát nêu trên mới chỉ dừng ở mức gợi ý ra một mô hình nền thông thường. Sự tích hợp hai loại dữ liệu chính là địa kỹ thuật và địa vật lý còn rời rạc, đơn giản và mang nặng tính kinh nghiệm. Để tiến tới xây dựng một mô hình nền thông minh, cần tích hợp thông tin địa chất với các tham số địa kỹ thuật và địa vật lý như trình bày ở Hình 7:



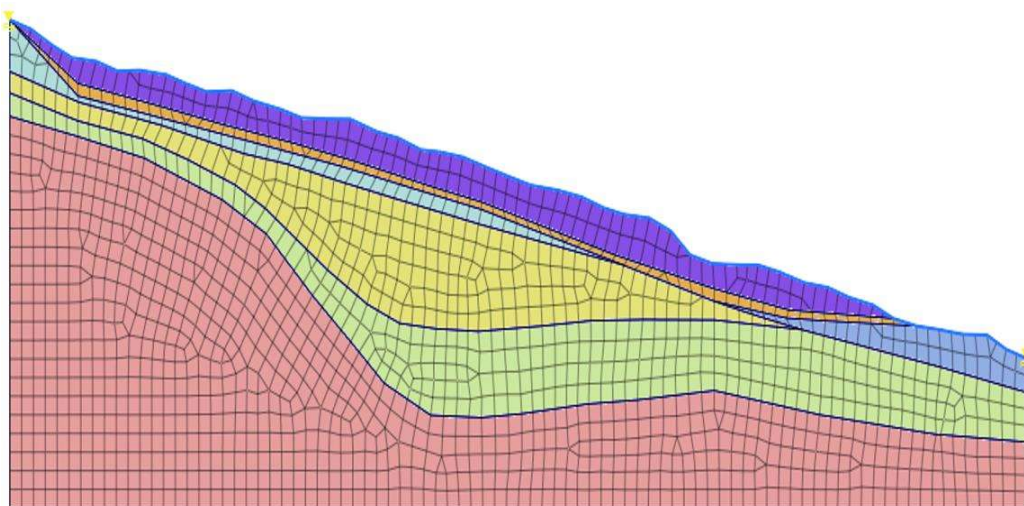
Hình 7. Liên kết tham số (Giao & Hanh, 2019), có thể dùng cho khảo sát và xây dựng mô hình nền thông minh ở một địa điểm mới ở Sapa, lân cận điểm nghiên cứu nói trên.

Một trong những thử nghiệm đầu tiên là mô phỏng trên máy tính việc thăm dò địa vật lý bằng phương pháp quét diện dựa trên mô hình nền ở Hình 7. Kết quả mô phỏng tiền thực địa cho một điểm mới ở Sapa được trình bày ở Hình 8.



Hình 8. Mô phỏng trên máy tính phương pháp quét ảnh điện với thiết bị Wenner ($a_0 = 5\text{m}$, 20 mức quét điện).

Đối với điểm trượt lở đất hay tái định cư việc phân tích địa kỹ thuật ổn định nền rất quan trọng. Một ví dụ được trình bày ở Hình 9 cho hai trường hợp mùa mưa và mùa khô. Ở mùa khô hệ số an toàn $FS = 1.39$, trong khi ở mùa mưa $FS = 1.01$, có thể gây trượt lở ở vị trí nền đất này.



Hình 9. Lưới phân tích địa kỹ thuật ổn định nền

Bảng 1. Tính chất đất đá dùng trong phân tích địa kỹ thuật ổn định nền

Lớp	Phân loại đất	Dung trọng		Lực dính kết	N_{spt} (N30)	Góc ma sát	Mô đun Young	Hệ số poát xông	Giới hạn dẻo	Undrain B
		γ_t	γ_{sat}	c_{ref} (kPa)	Búa/30cm	ϕ	E_{ref}/u (kPa)	n	PI	$E' = E_u/1.2$
Lớp 1: Sét gầy, dẻo mềm (CL, MH)	CL	17.00	17.50	21.46	10.92	14.27	21462.0	0.33	15.48	17885
Lớp a: (MH, CL)	CL	16.40	16.90	12.64	16.50	6.00	10113.0	0.33	22.00	8428
Lớp 2: Sét gầy lẫn dăm sạn, nửa cứng	CL	17.80	18.30	24.01	26.60	18.90	24010.0	0.33	12.16	20008
Lớp 3: Dăm sạn lẫn sét, dẻo cứng (CL, MH)	CL	18.00	18.50	22.34	14.88	17.70	22344.0	0.33	15.95	18620

IV. Thảo luận và đề xuất

- 1) Như Giao & Hanh (2019) đã chỉ ra hầu hết khảo sát khu vực trượt lở đất thường được tiến hành sau khi tai biến địa chất này đã xảy ra (Post-landslide investigation), vì vậy tài trợ cho những khảo sát này không bền vững, dễ bị gián đoạn và kết quả nghiên cứu dù có thể có giá trị lý thuyết về nghiên cứu cơ chế và mặt trượt cũng không giúp cho việc cảnh báo kịp thời. Cảnh báo sớm là cần thiết, nhưng tốn kém đối với điều kiện một nước đang phát triển, ít hiệu quả hơn khi so sánh với cảnh báo động đất và sóng thần. Một trong những giá trị rõ nét là giúp cho việc xây dựng mô hình nền khu vực trượt lở và lân cận, bao gồm cả khu đất tái định cư.
- 2) Trong nghiên cứu này chúng tôi giới thiệu một công nghệ khảo sát mới tích hợp dữ liệu địa kỹ thuật và địa vật lý bằng học máy trong khuôn khổ một dự án nghiên cứu được Hội Địa Vật Lý Hoa Kỳ (SEG) tài trợ trong khuôn khổ Chương Trình Các Nhà Khoa Học Trái Đất Không Biên Giới, mang tên “*Khảo sát trượt lở đất vì lợi ích của đồng bào thiểu số miền Bắc Việt nam*”.

- 3) Công nghệ khảo sát mới nói trên có thể giúp ích cho việc khảo sát mô hình nền tái định cư và sẽ được áp dụng thử nghiệm cho Sapa, Lào Cai, từ đầu năm 2025 đến đầu năm 2026. Một phần quan trọng của dự án là đào tạo và chuyển giao công nghệ khảo sát thông minh này cho cán bộ địa phương. Chúng tôi rất mong có sự hợp tác và giúp đỡ của địa phương trong việc triển khai dự án GWB Vietnam.
-

Tài liệu tham khảo

- Giao P.H. và nnk. (2024), *Landslide investigation for the benefit of poor minority ethnic people in northern Vietnam*, project SEG GWB #202403035, The Program of Geoscientists Without Borders, Society of Exploration Geophysics (SEG), USA.
- Giao P. H. and B. X. Hanh (2019), Analysis of post-landslide electric imaging data at a site in Sapa, Vietnam, *Proc. of the EAGE-GSM Conference on Near-Surface Geophysics*, Kuala Lumpur, Malaysia, April 2019.
- Giao P. H. (2012), Application of Resistivity Forward and Inverse Analyses to Add Geophysical Mapping of Buried Utilities in Bangkok Clays, Proc. Intl. Symp. on Sustainable Geosynthetics and Green Technology for Climate Change (SGCC), 157-161 pp., 20 June 2012, Bangkok, Thailand.
- Hien. D.H, P. H. Giao and K. D. Thong (2021), Joint refraction reflection tomography, *the 4th Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience & Engineering*, Dec. 2021, HCM City, Vietnam. DOI: <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202177062>
- Lee E. M. and D. K. C. Jones (2024), *Landslide Risk Assessment*, Thomas Telford Publishing, 464 p., ISBN-10 : 0727731718