

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

HỘI THẢO KHOA HỌC

NỀN MÓNG VÀ ĐƯỜNG HÀM CHO ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO VIỆT NAM



(TÀI LIỆU PHỤC VỤ HỘI THẢO)

HÀ NỘI, 4/2025

LỜI NÓI ĐẦU

Bên cạnh hệ thống các tuyến đường bộ cao tốc, phát triển mạng lưới đường sắt tốc độ cao được Đảng và Nhà nước xác định là giải pháp đột phá tạo sự kết nối các khu vực trên cả nước, thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội, góp phần bảo vệ môi trường, giảm tải cho các loại hình phương tiện giao thông khác, đồng thời nâng cao chất lượng cuộc sống cho người dân.

Theo Quyết định 1769/QĐ-TTg phê duyệt quy hoạch mạng lưới đường sắt thời kỳ 2021-2030 tầm nhìn đến năm 2050, tuyến đường sắt tốc độ cao trục Bắc Nam từ ga Ngọc Hồi (Hà Nội) đến ga Thủ Thiêm (TP Hồ Chí Minh) có chiều dài khoảng 1.545 km. Ngày 28/2/2023, Bộ Chính trị ban hành Kết luận 49-KL/TW về định hướng phát triển giao thông vận tải đường sắt Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2045, trong đó nêu rõ “Hoàn thành toàn bộ tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam trước năm 2045”.

Do đây là loại hình công trình xây dựng mới đối với Việt Nam, nhiều vấn đề kỹ thuật công nghệ phức tạp cần được nghiên cứu, giải quyết, đặc biệt trong việc thiết kế và thi công nền móng, hệ thống đường hầm, đảm bảo sự an toàn, bền vững và hiệu quả trong quá trình xây dựng và vận hành. Bên cạnh đó, đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao đóng vai trò then chốt để tiến tới làm chủ được các kỹ thuật công nghệ thi công phức tạp.

*Nhận thức rõ tầm quan trọng, tính cấp bách của vấn đề, kết hợp với bề dày truyền thống, kinh nghiệm và những thành tựu đã đạt được trong nghiên cứu khoa học, đào tạo về một số lĩnh vực quan trọng gắn với quá trình xây dựng các hạng mục công trình của hệ thống đường sắt tốc độ cao, Trường Đại học Mỏ - Địa chất tổ chức Hội thảo khoa học **Nền móng và đường hầm cho đường sắt tốc độ cao Việt Nam**.*

Hội thảo được tổ chức với mục tiêu tạo ra một diễn đàn để các chuyên gia, nhà quản lý, nhà nghiên cứu trong và ngoài nước cùng trao đổi, chia sẻ kinh nghiệm, tìm kiếm giải pháp sáng tạo liên quan đến kết cấu nền móng và đường hầm cho hệ thống đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam, đồng thời xây dựng một mạng lưới hợp tác mạnh mẽ, phục vụ cho sự phát triển của lĩnh vực đường sắt tốc độ cao trong nước. Những ý tưởng và kết quả nghiên cứu tại hội thảo này sẽ góp phần tạo nền tảng vững chắc, hỗ trợ quá trình triển khai các dự án quan trọng trong tương lai.

Xin trân trọng cảm ơn!

BAN TỔ CHỨC

CHƯƠNG TRÌNH HỘI THẢO KHOA HỌC
“NỀN MÓNG VÀ ĐƯỜNG HÀM CHO ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO VIỆT NAM”

Địa điểm: Phòng họp Phổ Yên
Tầng 3 - Nhà C12 tầng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

■ 18/4/2025

08:00-08:30 Đăng ký đại biểu

Khai mạc Hội thảo

08:30-08:35	Phát biểu Khai mạc hội thảo	PGS.TS. NGUYỄN THẾ VINH Phó Hiệu trưởng - Trường Đại học Mỏ - Địa chất
-------------	-----------------------------	---

08:35-09:00	Thiết kế và xây dựng hầm đường sắt tốc độ cao: Kinh nghiệm quốc tế và định hướng cho Việt Nam	PGS.TS. ĐẶNG VĂN KIÊN, PGS.TS. ĐỖ NGỌC ANH Trường Đại học Mỏ - Địa chất
-------------	---	--

09:00-09:25	Chiến lược phát triển nguồn nhân lực địa chất công trình, địa kỹ thuật, quản lý công trình phục vụ phát triển đường sắt tốc độ cao	TS. TÔ XUÂN BẢN, PGS.TS. NGUYỄN THỊ NỤ, TS. NGUYỄN HỮU HIỆP Trường Đại học Mỏ - Địa chất
-------------	--	--

09:25-09:50	Tổng quan về nghiên cứu mô đun đàn hồi động M_R của nền đắp: thực trạng và hướng phát triển phục vụ cho xây dựng đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam	TS. NGUYỄN VĂN PHÓNG, PGS.TS. BÙI TRƯỜNG SƠN Trường Đại học Mỏ - Địa chất ÔNG NGUYỄN SONG THANH Viện Nền móng và Công trình ngầm
-------------	--	---

09:50-10:00	Nghỉ giải lao	
-------------	---------------	--

10:00-10:25	Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong nền đường sắt dưới tác dụng tải trọng lặp	TS. ĐỖ MẠNH TẤN Trường Đại học Mỏ - Địa chất
-------------	---	---

10:25-10:50	Địa chất thủy văn trong thi công tuyến đường sắt tốc độ cao Việt Nam. Thách thức và Giải pháp	TS. NGUYỄN BÁCH THẢO Trường Đại học Mỏ - Địa chất
-------------	---	--

10:50-11:15	Một số giải pháp trắc địa công trình trong thi công và quan trắc hầm đường sắt cao tốc	PGS.TS PHẠM QUỐC KHÁNH, Trường Đại học Mỏ - Địa chất TS DIỄM CÔNG HUY Viện KHCN Xây dựng Hà Nội (IBST)
-------------	--	---

11:15-11:40	Công nghệ Lidar UAV: Bước tiến trong chuyển đổi số quy trình khảo sát và xây dựng đường cao tốc	TS. TRẦN TRUNG ANH Trường Đại học Mỏ - Địa chất
-------------	---	--

11:40-12:00	Bế mạc hội thảo - Chụp ảnh lưu niệm	
-------------	--	--

MỤC LỤC

Thiết kế và xây dựng hầm đường sắt tốc độ cao: Kinh nghiệm quốc tế và định hướng cho Việt Nam

Đặng Văn Kiên, Đỗ Ngọc Anh..... 1

Chiến lược phát triển nguồn lực địa chất công trình, địa kỹ thuật, quản lý công trình phục vụ phát triển đường sắt tốc độ cao

Tô Xuân Bản, Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Hữu Hiệp 38

Tổng quan về nghiên cứu mô đun đàn hồi động M_r của nền đắp: thực trạng và hướng phát triển phục vụ cho xây dựng đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam

Nguyễn Văn Phóng, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Song Thanh 76

Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong nền đường sắt dưới tác dụng tải trọng lặp

Đỗ Mạnh Tân 93

Địa chất thủy văn trong thi công tuyến đường sắt tốc độ cao Việt Nam. Thách thức và Giải pháp

Nguyễn Bách Thảo..... 123

Một số giải pháp trắc địa công trình trong thi công và quan trắc hầm đường sắt cao tốc

Phạm Quốc Khánh, Diêm Công Huy 152

Công nghệ Lidar UAV: Bước tiến trong chuyển đổi số quy trình khảo sát và xây dựng đường cao tốc

Trần Trung Anh..... 183



THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG HẦM ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO: KINH NGHIỆM QUỐC TẾ VÀ ĐỊNH HƯỚNG CHO VIỆT NAM

PGS.TS ĐẶNG VĂN KIÊN

PGS.TS ĐỖ NGỌC ANH



HÀ NỘI - 2025

NỘI DUNG

1

Một số vấn đề chung về hầm đường sắt tốc độ cao

2

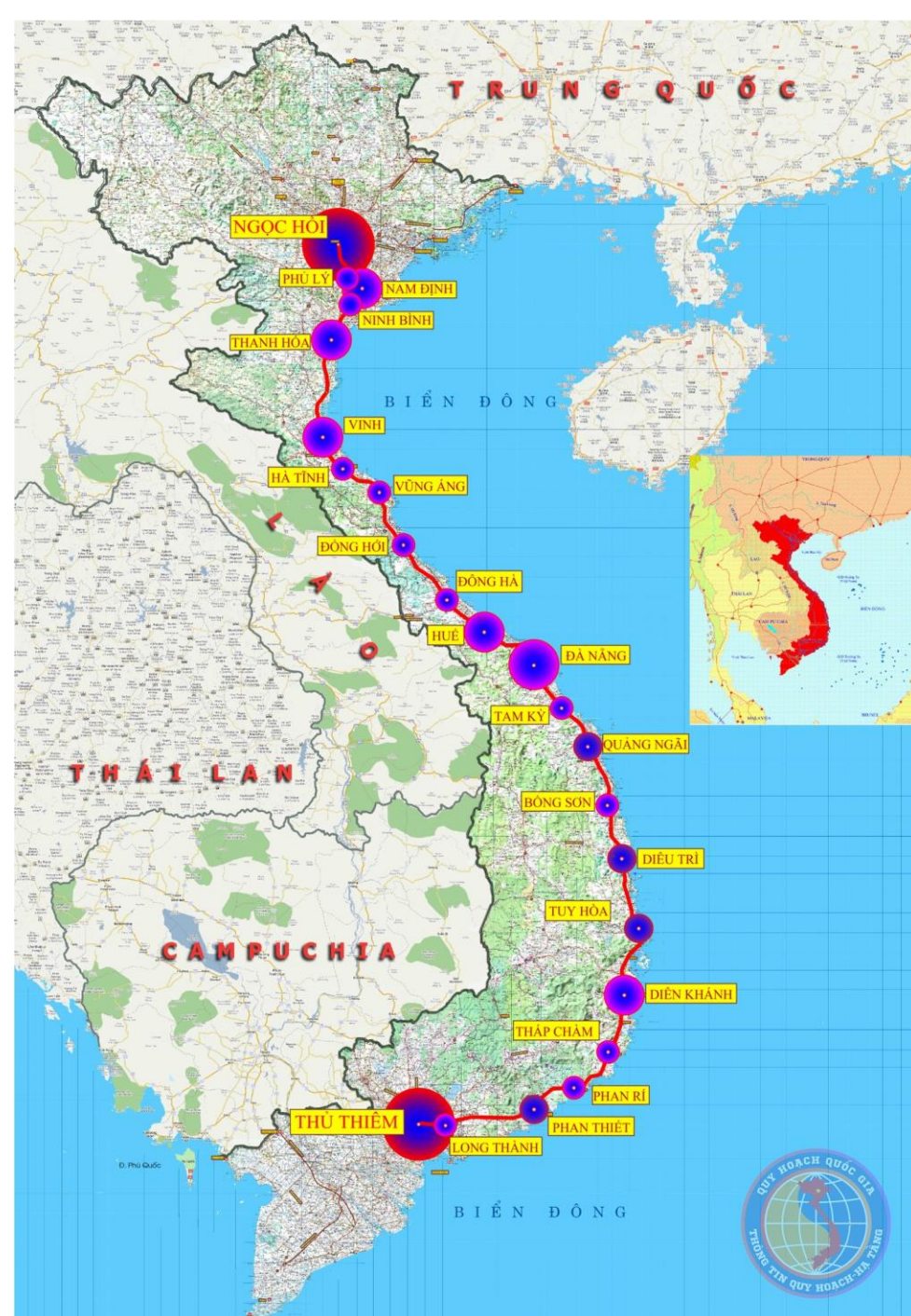
Kinh nghiệm quốc tế

3

Thách thức đặt ra tại Việt Nam

4

Định hướng vấn đề

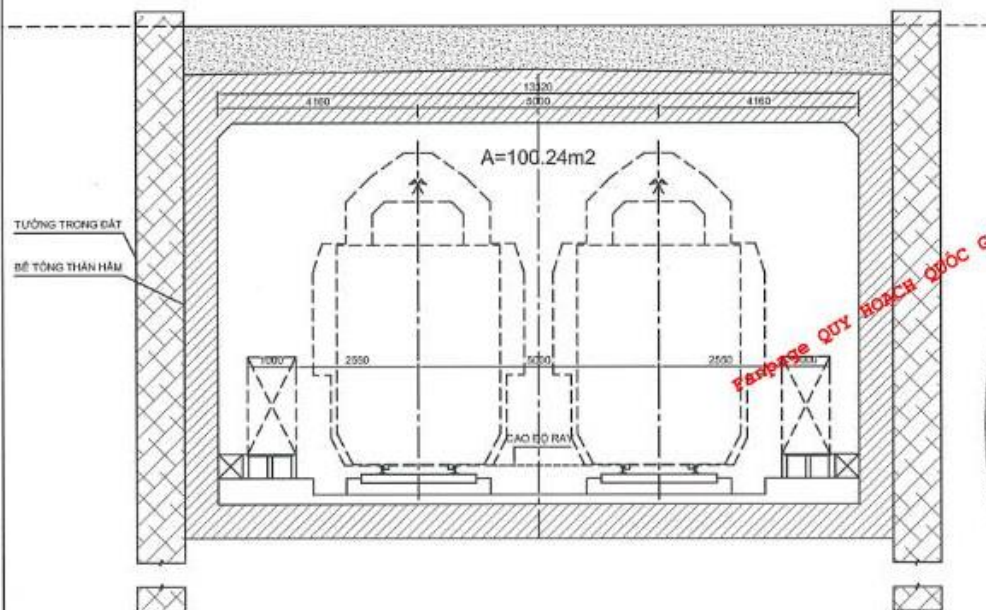


- ❑ Tuyến ĐSTĐC Bắc Nam, chiều dài chính tuyến khoảng 1.541km với 23 ga hành khách, 5 ga hàng hóa.
- ❑ Dự kiến khởi công cuối 2026.
- ❑ Tuyến đường sắt đôi, khổ 1.435mm, điện khí hóa, tốc độ thiết kế 350km/h, tải trọng 22,5 tấn/trục; 3 loại kết cấu chính trên tuyến: Cầu khoảng 60%; Hàm khoảng 10%; Kết cấu nền đất khoảng 30% chiều dài tuyến.

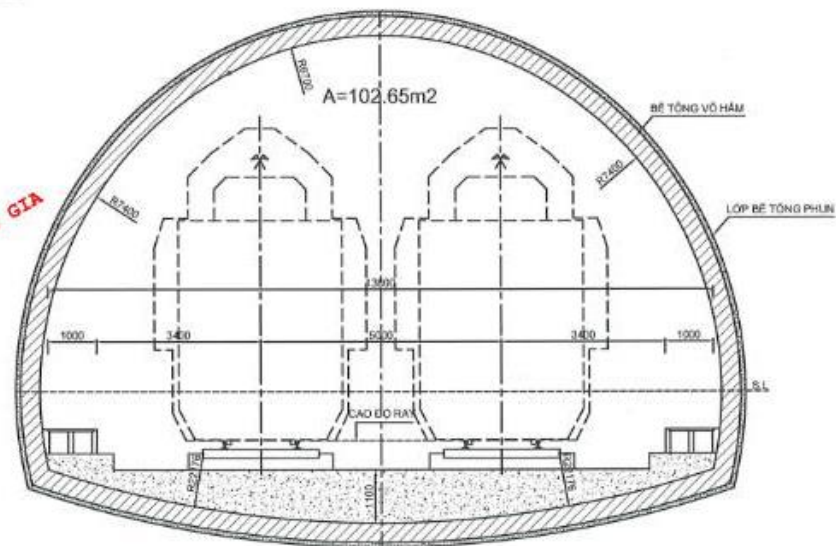
(Nguồn: Fanpage: Quy hoạch Quốc gia)

MẶT CẮT NGANG ĐIỂN HÌNH HẦM THEO PHƯƠNG PHÁP ĐÀO MỎ
(1:100)

MẶT CẮT NGANG ĐIỂN HÌNH HẦM ĐÔI
(1:100)



MẶT CẮT NGANG HẦM ĐÀO HỖ



MẶT CẮT NGANG HẦM THEO PHƯƠNG PHÁP ĐÀO NATM

BAN QUẢN LÝ DỰ ÁN ĐƯỜNG SẮT

DỰ ÁN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO
TRÊN TRỤC BẮC NAM

GIẢI ĐOẠN: BÁO CÁO NGHIÊN CỨU TIẾN KHẢ THI

LIÊN DANH TƯ VẤN
TED1 - TRICC - TEDIS

THỰC HIỆN	NGUYỄN HOÀNG BẢO DUY
KÈM TRA	KHÁNH DUY BĂNG
CHỦ THỊ THIẾT KẾ	LƯU HỒNG CƯỜNG
CHỦ NHIỆM DỰ ÁN	ĐÀO NGỌC VINH
ĐƠN VỊ THỰC HIỆN	ĐOÀN VĂN THẮNG
KCS	NGUYỄN MINH THẮNG

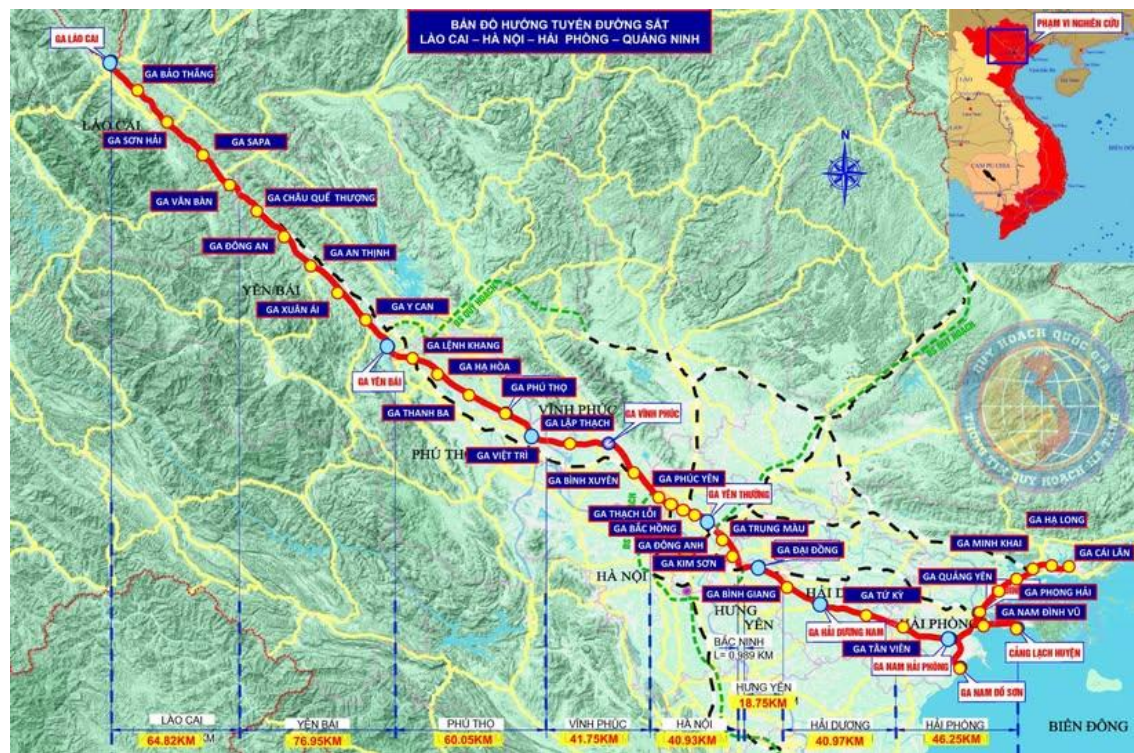
THÀNH VIÊN ĐỒNG ĐẦU LIÊN DANH
TỔNG CÔNG TY TNHH GTVT - CTCP

PHÓ TỔNG GIÁM ĐỐC
ĐÀO NGỌC VINH

MẶT CẮT NGANG
ĐIỂN HÌNH HẦM (2/3)

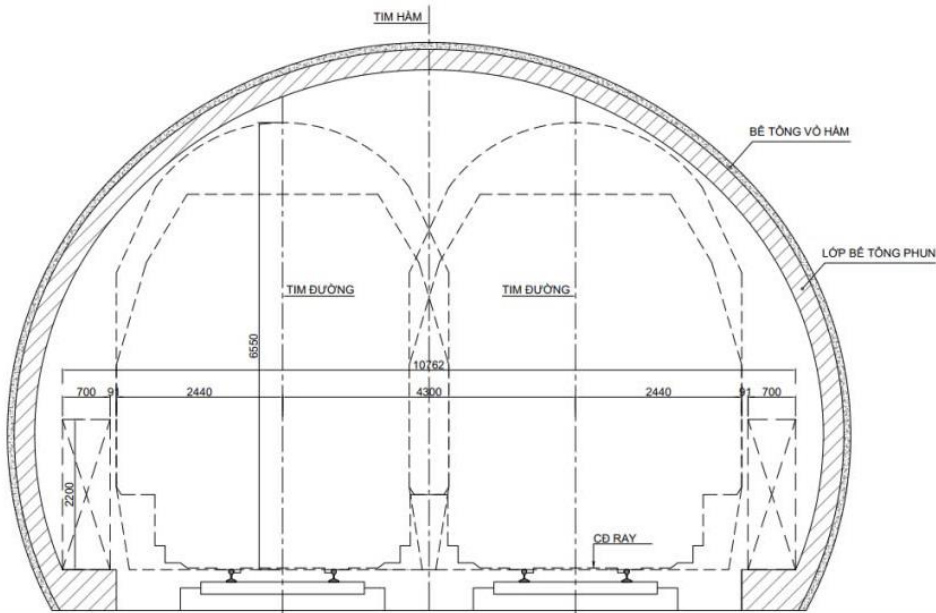
TỶ LỆ:	BẢN VẼ SỐ:
LẦN XUẤT BẢN: 02	MÃ SỐ SẢN PHẨM: 17-TED1-70-P.0
NGÀY:	





- ❑ Tuyến ĐS Lào Cai-Hà Nội-Hải Phòng, chiều dài chính tuyến khoảng 447,66km.
- ❑ Dự kiến khởi công cuối 2025.
- ❑ Tuyến đường sắt đôi, khổ 1.435mm, tốc độ thiết kế 160 km/h, 42 hầm với chiều dài 23,28km trên địa bàn hai tỉnh Lào Cai, Yên Bái.

(Nguồn: Fanpage: Quy hoạch Quốc gia)



SO SÁNH GIỮA HẦM ĐƯỜNG BỘ VÀ HẦM ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

Tiêu chí	Hầm Đường Bộ	Hầm Đường Sắt
Mục đích	Dành cho ô tô, xe máy, xe tải...	Dành cho tàu hỏa
Kết cấu	Có làn xe, lề đường, thông gió...	Thiết kế theo đường ray, đơn giản hơn
Chiều cao - rộng	Lớn, phù hợp nhiều loại xe	Hẹp hơn, do tàu chạy theo ray
Thông gió	Phức tạp vì khí thải từ động cơ	Đơn giản hơn, đặc biệt với tàu điện
An toàn vận hành	Kiểm soát giao thông, khói, cháy...	Tín hiệu đường sắt, an toàn ray

SO SÁNH GIỮA HẦM ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ THƯỜNG VÀ HẦM ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

Tiêu chí	Hầm ĐS Tốc Độ Thường	Hầm ĐS Tốc Độ Cao
Tốc độ tàu	~40–120 km/h	200–350 km/h (hoặc hơn)
Thiết kế hình học	Bán kính cong nhỏ, dốc lớn hơn	Bán kính cong lớn, tuyến thẳng hơn
Tiết diện hầm	Nhỏ, đủ cho tàu và an toàn cơ bản	Lớn để giảm áp suất và ổn định
Áp suất không khí	Ít ảnh hưởng	Phải xử lý sóng áp suất khi tàu vào hầm
Kết cấu đường ray	Ray gổi bê tông thông thường	Ray không ballast (slab track)
Chi phí xây dựng	Thấp hơn	Cao hơn
Yêu cầu an toàn	Tiêu chuẩn cơ bản	Rất cao, có hệ thống giám sát tự động
Chống ồn/rung	Không cao	Phải xử lý nghiêm ngặt

HẦM ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO - SO SÁNH GIỮA 1 ĐƯỜNG HẦM 2 ĐƯỜNG XE VÀ 2 ĐƯỜNG HẦM ĐƠN 1 ĐƯỜNG XE

Tiêu chí	1 hầm 2 đường xe	2 hầm 1 đường xe
Khó khăn và rủi ro	Tiết diện đào hầm lớn, biến dạng lớn hơn, rủi ro sự cố cao	Tiết diện đào đường hầm nhỏ hơn, biến dạng nhỏ hơn, rủi ro sự cố thấp hơn
Thông gió	Hiệu ứng Piston thấp	Thuận lợi nhờ hiệu ứng Piston, nhưng tăng áp lực lên thành hầm, toa tàu.
Xử lý khi có sự cố	Khó khắc phục khi có hỏa hoạn, dừng toàn bộ hoạt động của đường hầm	Dễ khắc phục sự cố do hỏa hoạn, chỉ cần dừng hoạt động của 1 đường hầm
Áp suất không khí	Nhỏ, bất đối xứng khi chỉ có 1 tàu chạy trong hầm	Lớn, áp suất không khí đối xứng tạo cảm giác thoải mái cho hành khách. Tăng khả năng xuất hiện sóng vi áp tại cửa ra (gây ra tiếng ồn)
Nhu cầu năng lượng	Thấp	Lớn. Nhu cầu công suất cao hơn do ma sát tăng trong mặt cắt ngang nhỏ hơn; có thể giảm bớt bằng cách sử dụng các lối thông ngang.

HẦM ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO - SO SÁNH GIỮA 1 ĐƯỜNG HẦM 2 ĐƯỜNG XE VÀ 2 ĐƯỜNG HẦM ĐƠN 1 ĐƯỜNG XE

Tiêu chí	1 hầm 2 đường xe	2 hầm 1 đường xe
An toàn trong điều kiện vận hành bình thường	Khả năng va chạm giữa 2 đoàn tàu chạy ngược chiều	Giảm khả năng va chạm và hậu quả của việc trật bánh
An toàn trong điều kiện bảo dưỡng	Phải dừng toàn bộ 2 chiều tàu chạy	Điều kiện làm việc và an toàn tốt hơn vì không có tàu hoạt động trong hầm bảo trì; giao thông chỉ diễn ra trong hầm không bảo trì.
An toàn khi xảy ra sự cố	Không gian cứu hộ rộng hơn	Khoảng cách thoát hiểm và cứu hộ rút ngắn đáng kể đến khu vực không bị ảnh hưởng, được bảo vệ (đường hầm bên cạnh); thời gian di tản ngắn hơn trong những giây quan trọng đầu tiên của một vụ cháy tàu do mặt cắt ngang nhỏ hơn; ít không gian hơn cho hoạt động cứu hộ.
Chi phí xây dựng	Thấp hơn	Cao hơn 20-40%







HẦM ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO - SO SÁNH GIỮA 1 ĐƯỜNG HẦM 2 ĐƯỜNG XE VÀ 2 ĐƯỜNG HẦM ĐƠN 1 ĐƯỜNG XE

- ❑ Trước đây, hầm 2 đường xe áp dụng phổ biến nhất cho cả hầm ngắn và dài. Phương án 2 hầm đơn 1 đường xe chủ yếu được sử dụng cho các khoảng cách rất dài (> 20 km). Hiện nay, 2 hầm đơn 1 đường xe được áp dụng rộng rãi nhờ vào nhiều tính năng an toàn.
- ❑ So với hầm 2 đường xe, hầm đơn 1 đường xe có thể tạo ra các điều kiện khí động học cực đoan hơn (sự chênh lệch, khác biệt áp suất, sự dao động áp suất theo thời gian, sóng vi áp) và dẫn đến yêu cầu tăng cường công suất kéo.
- ❑ Giao thông một chiều trong hầm đơn 1 đường xe giúp cải thiện chất lượng trao đổi không khí và chất lượng khí hậu trong hầm.
- ❑ Các đường hầm đường sắt mới, đặc biệt là cho giao thông hỗn hợp, thường được trang bị hệ thống thông gió cơ học. 2 đường hầm đơn 1 đường xe cho phép tận dụng tốt hơn hệ thống thông gió cơ học và kết hợp với các hầm nối ngang giúp giảm đáng kể khoảng cách thoát hiểm trong trường hợp cháy tới nơi trú ẩn không có khói. Các hầm nối ngang cung cấp khả năng tiếp cận tốt hơn cho các hoạt động cứu hộ và chữa cháy.

CHIỀU DÀI HSR ĐANG SỬ DỤNG TRÊN THẾ GIỚI

STT	Nước	Năm bắt đầu xây dựng	Chiều dài HSR đang sử dụng
1	Japan	1964	3.081 km
2	Italy	1977	921 km
3	France	1981	2.734 km
4	Sweden	1990	860 km
5	Germany	1991	1.571 km
6	Spain	1992	3.661 km
7	Finland	1995	1.120 km
8	Belgium	1997	209 km
9	USA	2000	735 km
10	United Kingdom	2003	113 km
11	China	2003	40.474 km
12	Switzerland	2004	176 km
13	South Korea	2004	873 km
14	The Netherlands	2006	90 km
15	Turkey	2009	1.052 km
16	Austria	2012	254 km
17	Poland	2015	224 km
18	Saudi Arabia	2018	449 km
19	Moroco	2018	186 km
20	Denmark	2019	56 km
Total			58.839 km

MỘT SỐ HẦM ĐSTĐC DÀI NHẤT TRÊN THẾ GIỚI

#	Name	Country	length
1	Gotthard Base Tunnel 	Switzerland	57091 m
2	Guadarrama Tunnel	Spain	28418.6600 m
3	Hakkōda Tunnel 	Japan	26445 m
4	Iwate-ichinohe Tunnel	Japan	25810 m
5	Iiyama Tunnel	Japan	22225 m
6	Dai-shimizu Tunnel 	Japan	22221 m
7	Blix Tunnel 	Norway	19500 m
8	Shin-kanmon Tunnel	Japan	18713 m
9	Vaglia Tunnel 	Italy	18713 m
10	Firenzuola Tunnel 	Italy	15285 m

KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

THIẾT KẾ KỸ THUẬT

1. Khảo sát địa chất và địa hình chi tiết

❑ Đường sắt tốc độ cao yêu cầu độ chính xác rất cao → yêu cầu cao về khảo sát **địa chất – thủy văn – địa chấn**.

- Đứt gãy, đá nứt nẻ mạnh, phong hóa hoặc đất yếu.
- Hang karst ngầm, mạch nước ngầm lớn.

2. Thiết kế mặt cắt ngang hầm tối ưu

- ❑ Khả năng chịu tải trọng địa tầng và chấn động.
- ❑ Đảm bảo thông gió, thoát khói, thoát hiểm.
- ❑ Hạn chế cộng hưởng sóng không khí ("piston effect").

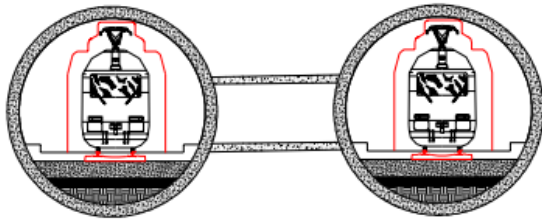
KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

double-tube, single-track

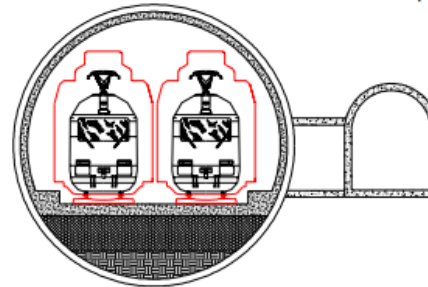


single-tube, double-track

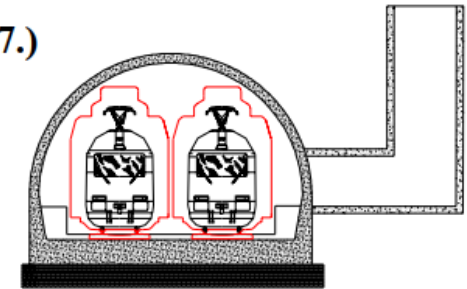
Var. 1.)



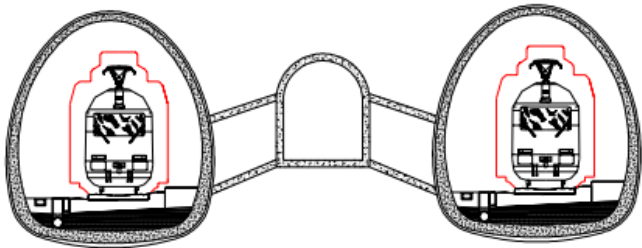
Var. 3.)



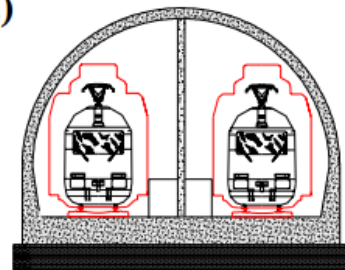
Var. 7.)



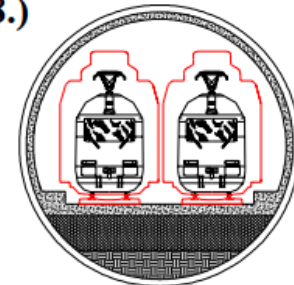
Var. 2.)



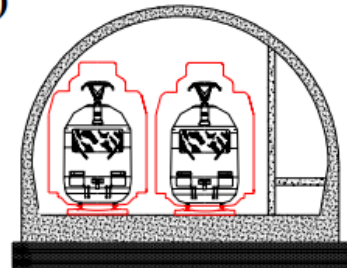
Var. 4.)



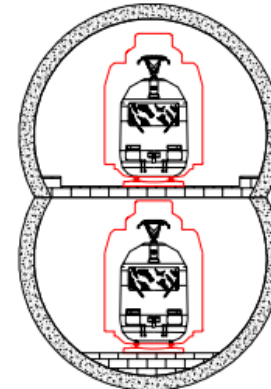
Var. 8.)



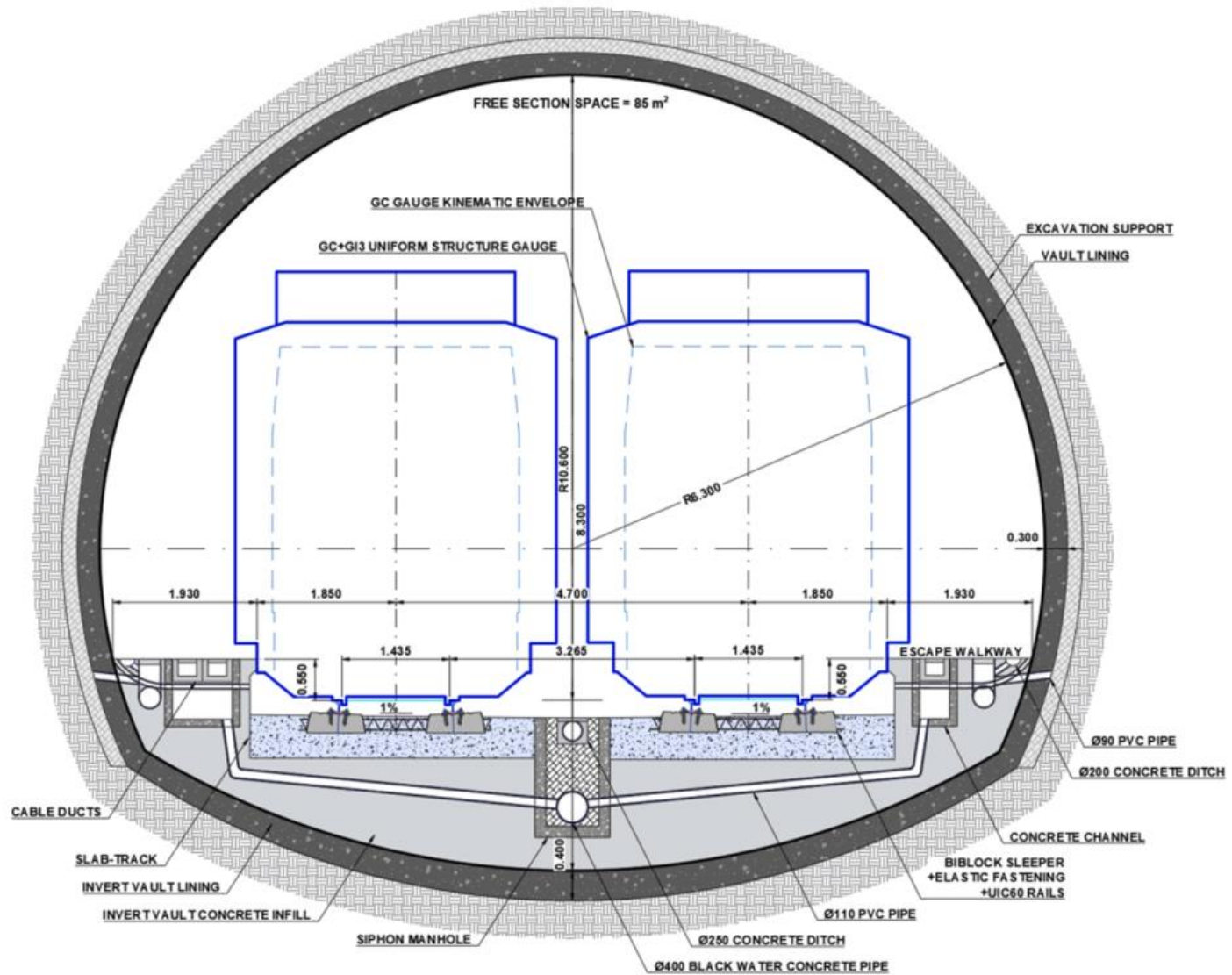
Var. 5.)



Var. 6.)



KINH NGHIỆM QUỐC TẾ



Thông số tiết diện hầm đường sắt theo tốc độ thiết kế

Loại đường sắt	Tốc độ thiết kế (km/h)	Loại đường hầm	Diện tích tối thiểu (m ²)
Tốc độ cao	250	Hầm đơn 1 đường xe	58
		Hầm đôi 2 đường xe	90
	300-350	Hầm đơn 1 đường xe	70
		Hầm đôi 2 đường xe	100
Tốc độ thường	120	Hầm đơn 1 đường xe	Tàu điện: 30 Tàu không chạy điện: 28
		Hầm đôi 2 đường xe	Tàu điện: 64 Tàu không chạy điện: 59
	160	Hầm đơn 1 đường xe	42
		Hầm đôi 2 đường xe	76
	200	Hầm đơn 1 đường xe	52
		Hầm đôi 2 đường xe	80

KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

THIẾT KẾ KỸ THUẬT

3. Vật liệu và kết cấu chống

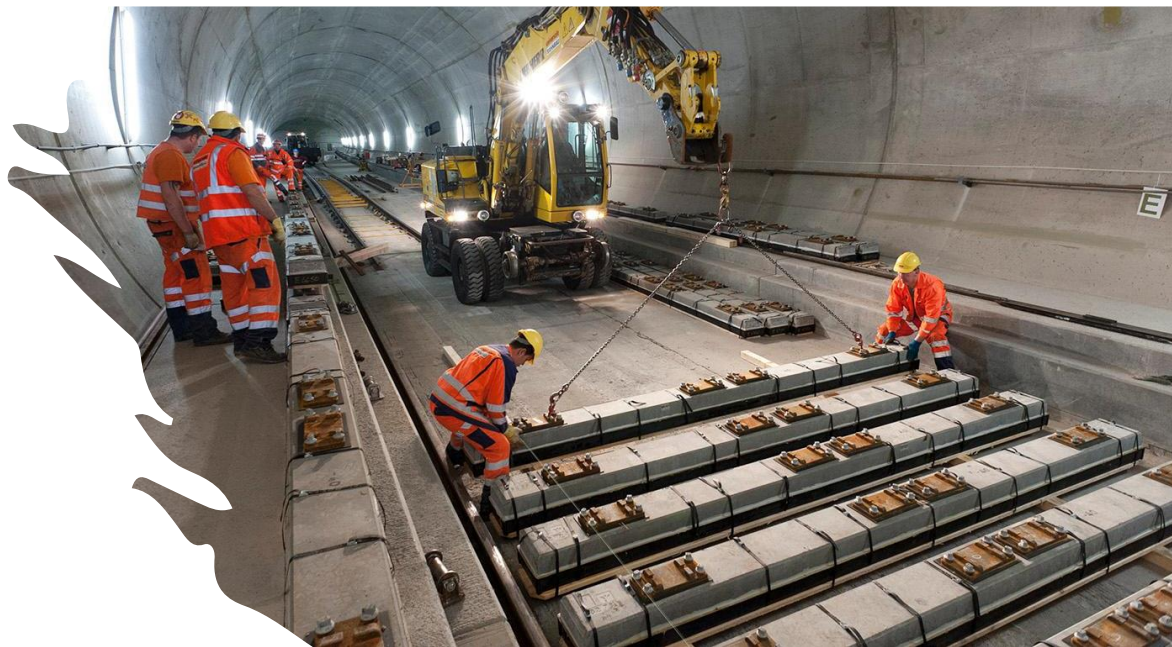
- ☐ Vỏ chống BTCT đổ tại chỗ (đường hầm đào bằng NATM)
- ☐ Vỏ chống BTCT lắp ghép (đường hầm đào bằng TBMs)
- ☐ Kết cấu chống kín, kiểm soát biến dạng, huy động khả năng tự mạng tải của khối đá

KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

THIẾT KẾ KỸ THUẬT

4. Kết cấu nền đường sắt

□ Kết cấu nền Ballastless track



KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

THI CÔNG

1. Công nghệ đào hầm

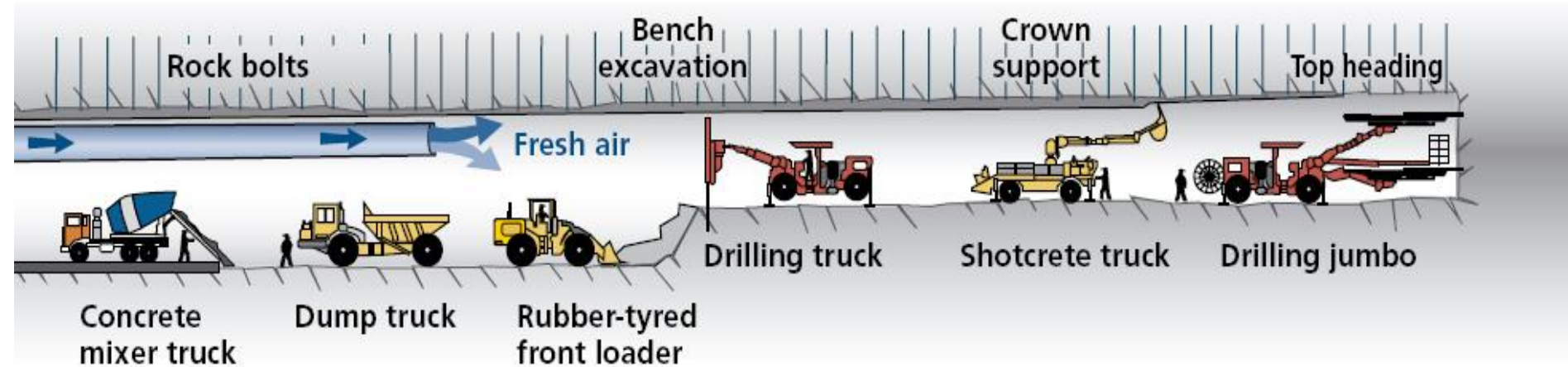
- ☐ NATM (khoan nổ mìn)
- ☐ TBMs trong đá
- ☐ TBMs (Shield machine) trong đất
- ☐ Đào lộ thiên
- ☐ Hầm dìm

2. Quan trắc

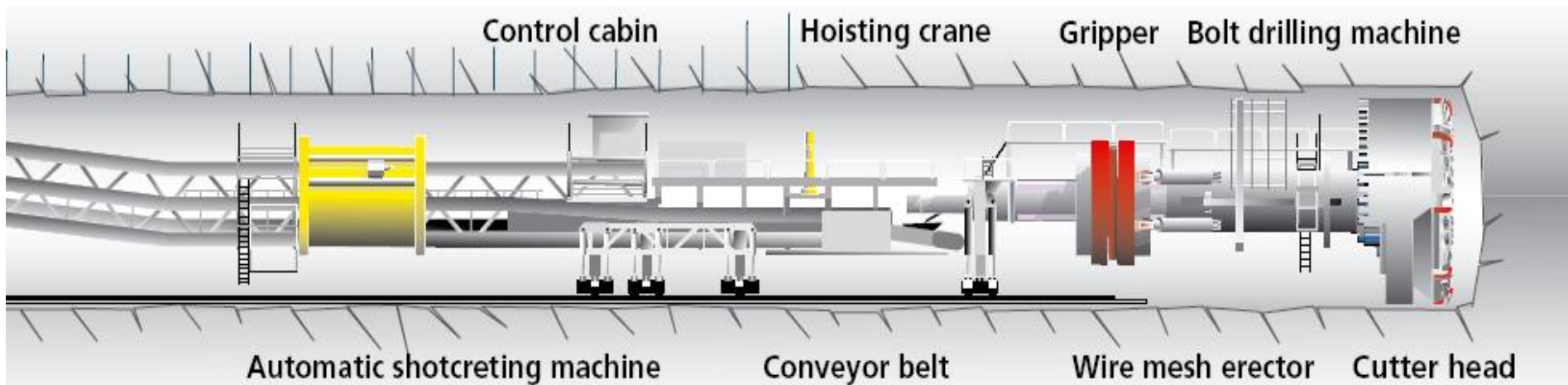
- Ứng dụng hệ thống quan trắc tự động, IoT

NATM and Shield TBM

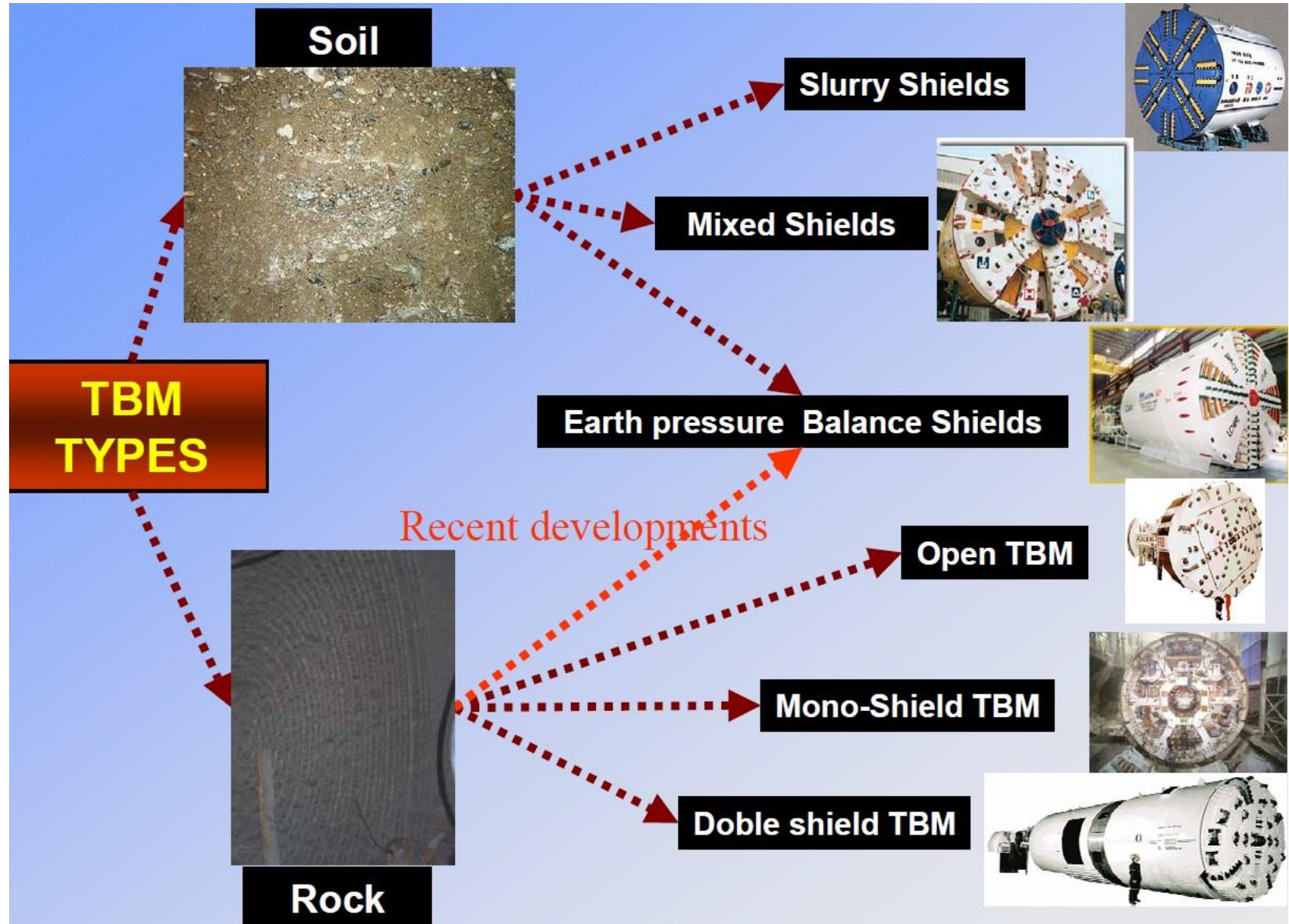
Conventional tunnelling method (Drill & Blast, NATM)



Mechanized tunnelling method (TBM, Shield)

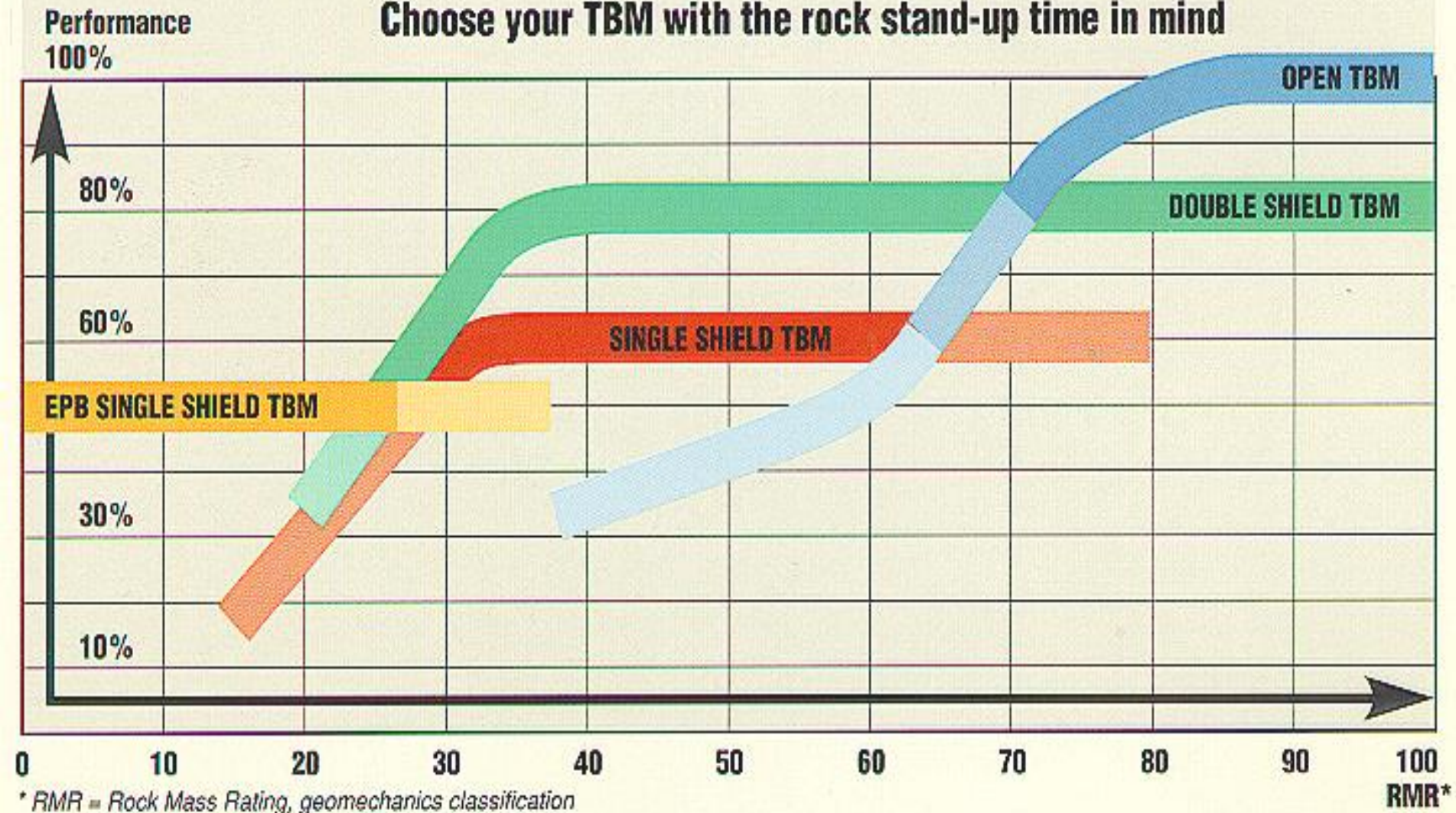


Application of Shield TBM

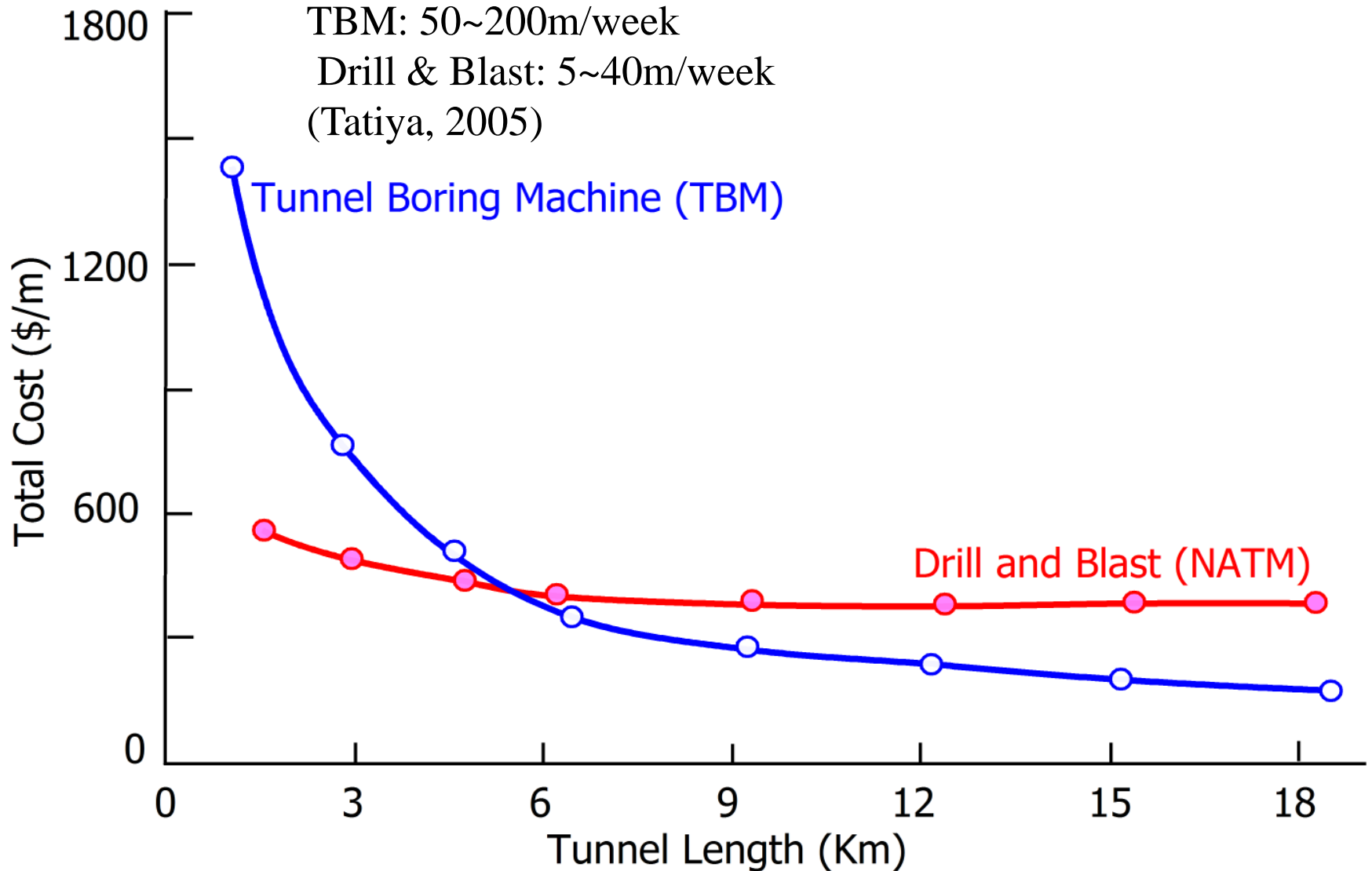


Shield TBM in Rock – RMR

Choose your TBM with the rock stand-up time in mind



Construction Cost of NATM and Shield



KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

Quan trắc, kiểm tra đánh giá chất lượng đường hầm trong thi công, vận hành phục vụ bảo dưỡng, sửa chữa, thay thế

1. Hệ thống quan trắc vỏ chống đường hầm, khối đất/đá

- ☐ Thiết bị đo biến dạng vỏ chống đường hầm (Strain gage):
- ☐ Thiết bị đo dịch chuyển khối đất đá xung quanh đường hầm (Extensometers)
- ☐ Thiết bị đo gia tốc (Accelerometers)
- ☐ Thiết bị đo nhiệt độ (Temperature Sensors)
- ☐ Thiết bị đo áp lực nước lỗ rỗng (Piezometers)
- ☐ Thiết bị đo áp lực trong vỏ chống BTP, BT (Pressure Cell (Shotcrete and Concrete))
- ☐ Thiết bị đo lún bề mặt (Surface settlement points)
- ☐ Thiết bị đo dịch chuyển hội tụ biên đường hầm (Prism targets)

2. Hệ thống kiểm tra phát hiện hư hỏng vỏ chống đường hầm

- Thiết bị quét laze, rada, chụp ảnh (CCD) phát hiện hư hỏng của lớp vỏ chống đường hầm

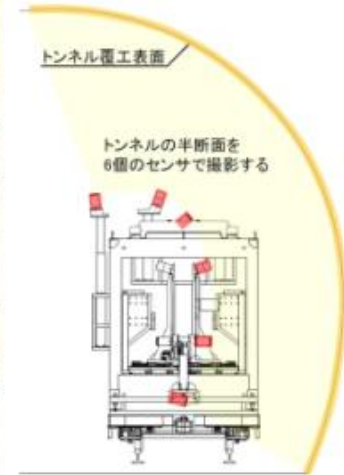
KINH NGHIỆM QUỐC TẾ



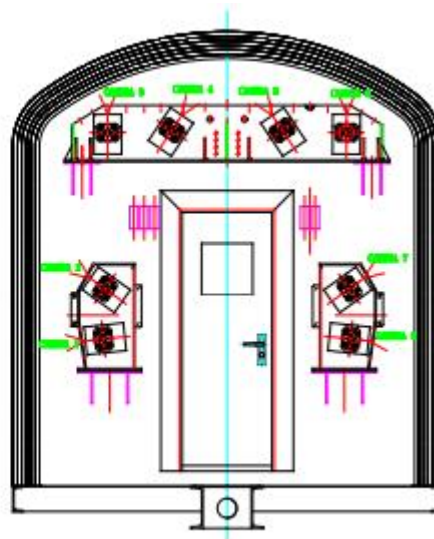
(a) A inspection vehicle for normal-speed railway tunnels



(b) A inspection vehicle for Shinkansen tunnels put into use in 2020



Thiết bị kiểm tra điều kiện bề mặt vỏ chống đường hầm của Nhật (từ 2020)

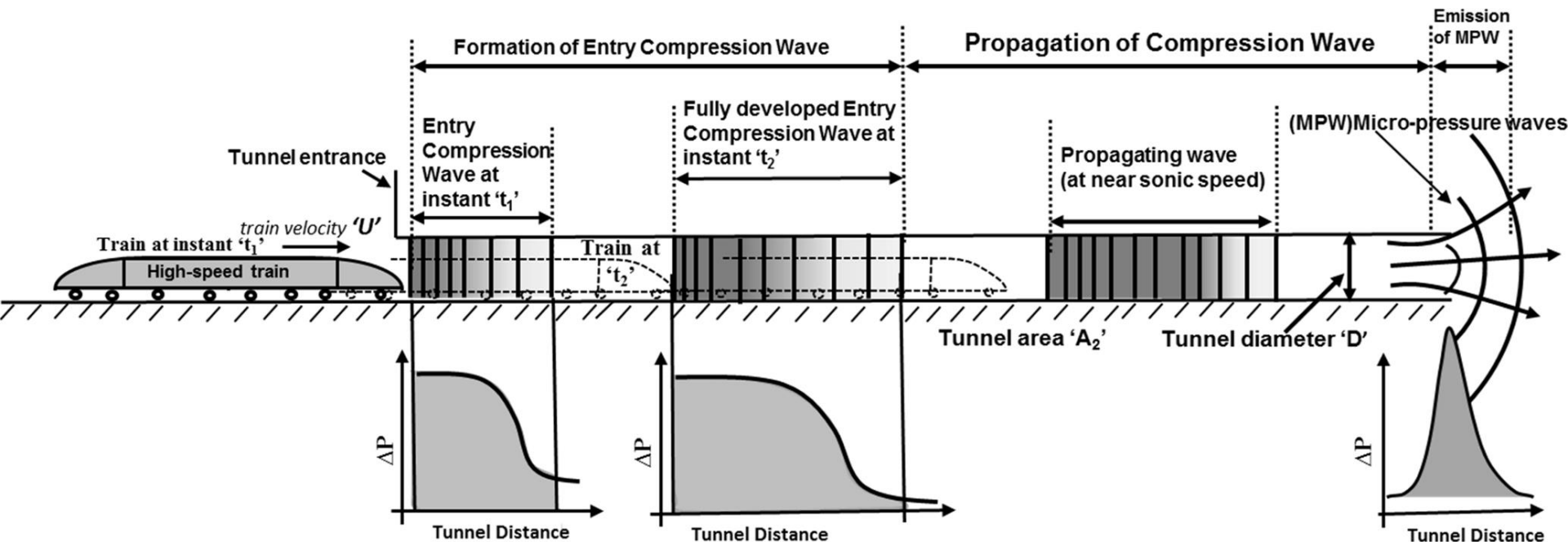


Thiết bị kiểm tra điều kiện bề mặt vỏ chống đường hầm của Trung Quốc (từ 2018)

KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

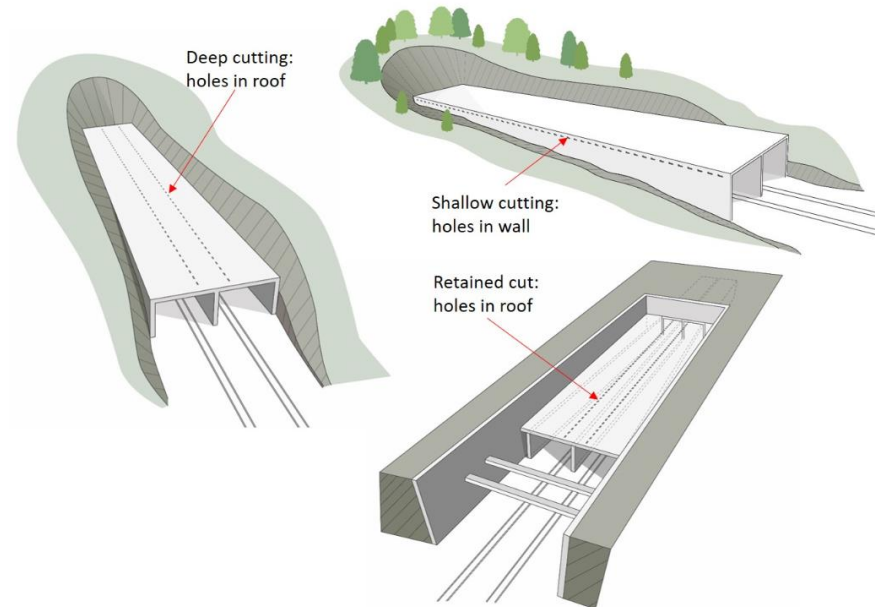
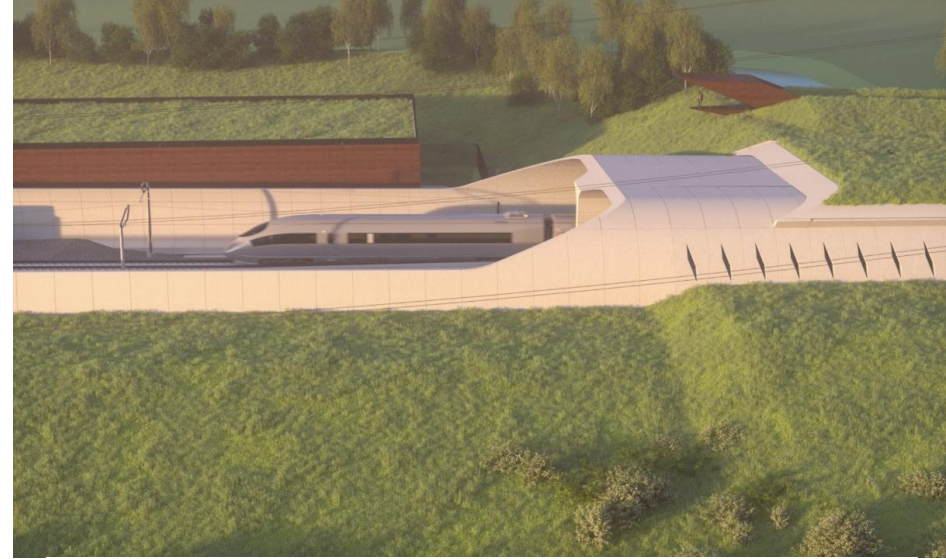
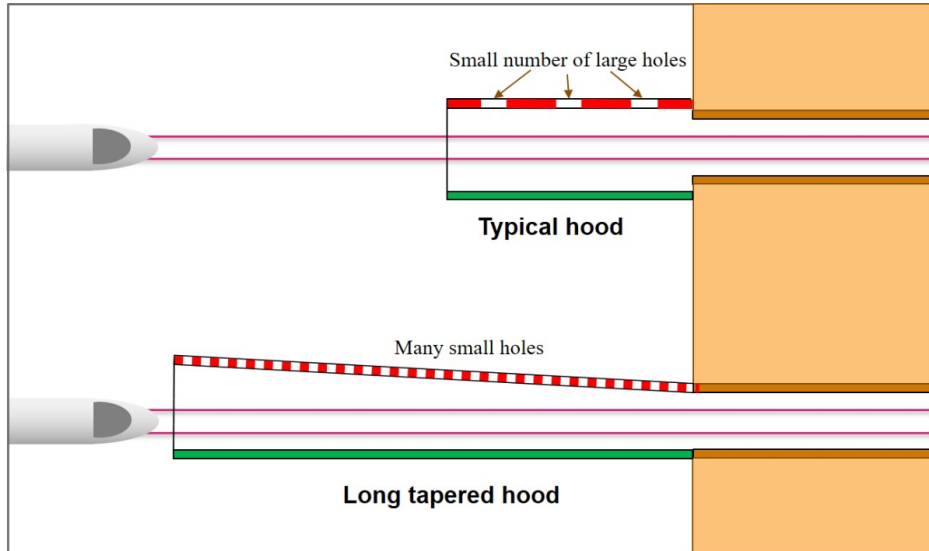
Sóng áp lực không khí do đoàn tàu di chuyển trong hầm (Kim và nnk., 2021)

- ❑ Khi một đoàn tàu đi vào hầm tạo ra một sóng nén ở phần đầu tàu, một sóng giãn nở ở phía sau tàu khi toa cuối cùng đi vào hầm. Những sóng nén và sóng giãn nở này lan truyền dọc theo hầm với tốc độ gần bằng tốc độ âm (hiệu ứng pít-tông).
- ❑ Khi sóng nén đầu tiên đến cuối hầm, một phần nhỏ của sóng này sau đó sẽ thoát ra khỏi cửa hầm dưới dạng sóng xung kích hoặc sóng vi áp. Sóng vi áp có thể tạo ra tiếng ồn và rung động trong môi trường xung quanh cửa hầm. Phần còn lại của sóng này sẽ bị phản xạ trở lại hầm dưới dạng sóng giãn nở. Cường độ sóng vi áp phụ thuộc rất nhiều vào sóng nén ban đầu lối vào đường hầm



KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

Kết cấu cửa hầm (tunnel hood) giảm thiểu tác động của sóng không khí

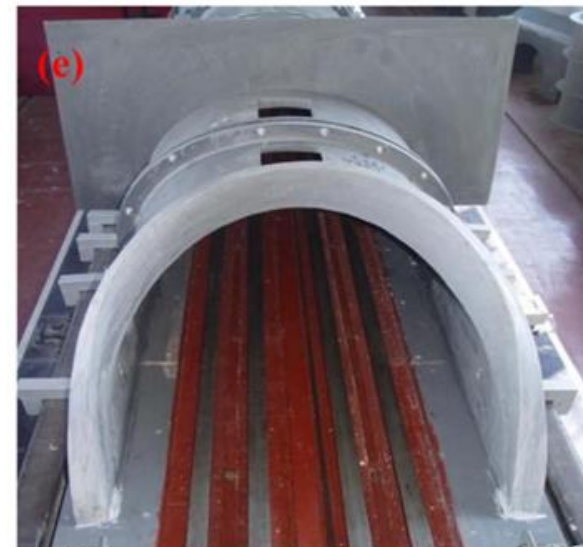
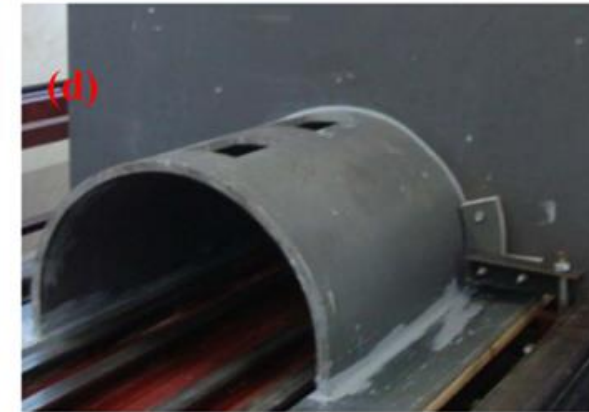
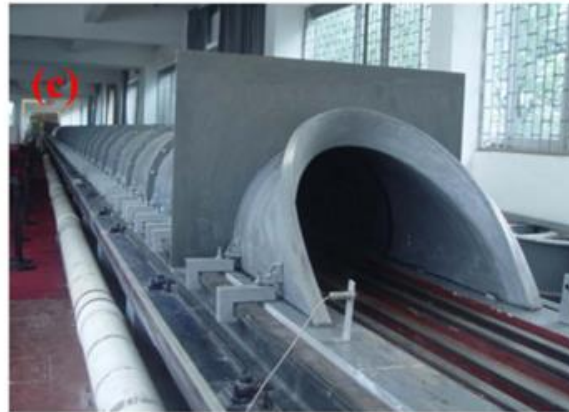
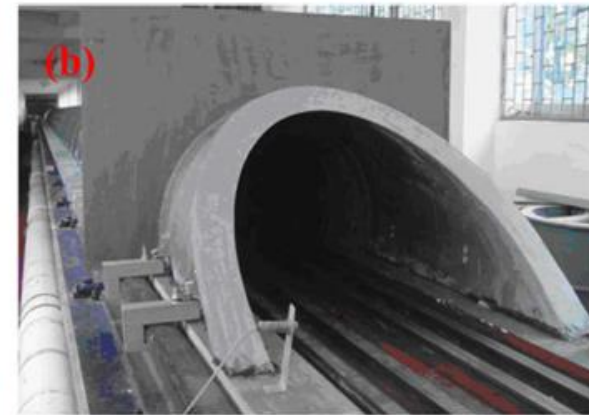
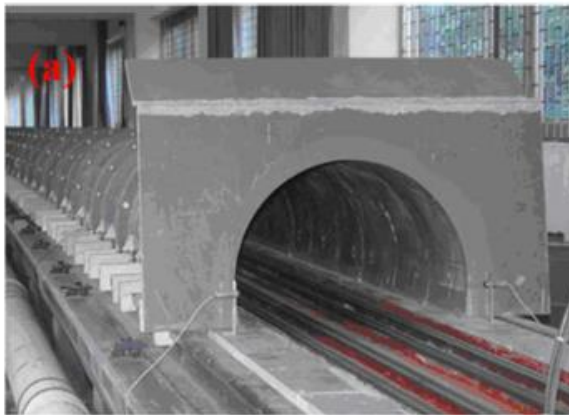


KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

**Kết cấu cửa hầm
(tunnel hood) giảm
thiểu tác động của
sóng không khí**

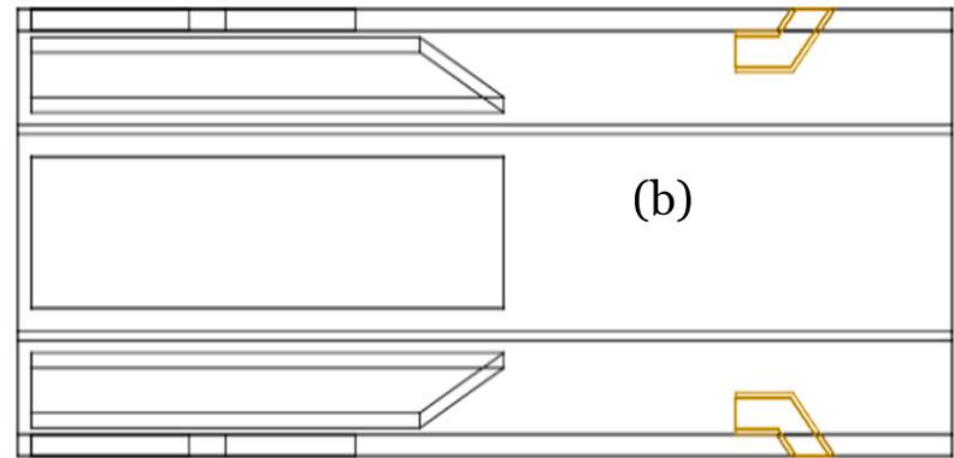
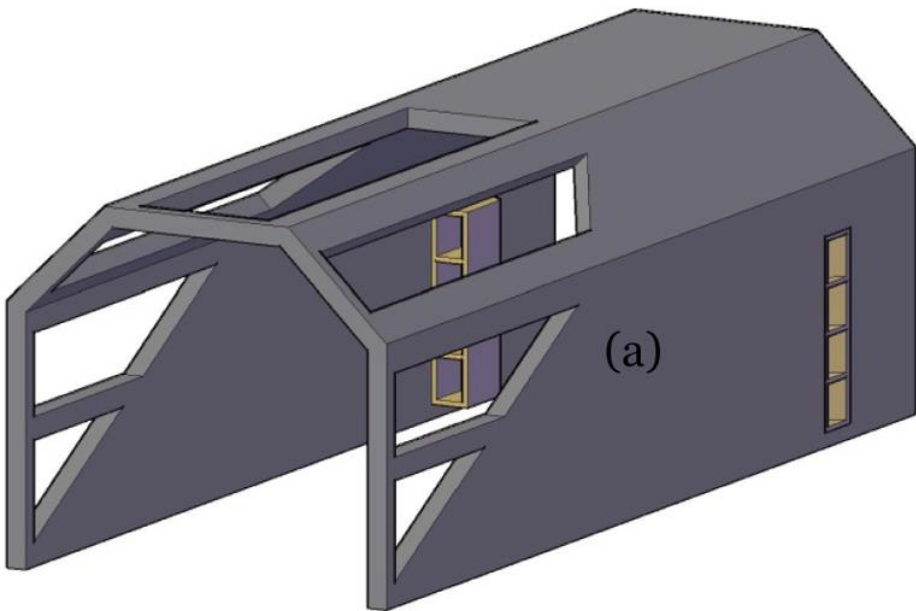
(a) Tường mặt, (b) vòng
nghiêng, (c) mũ nghiêng,
(d) vòm thẳng với 2 lỗ trên nóc,
(e) mũ nghiêng với 2 lỗ trên
nóc

Kết luận: cửa hầm nghiêng
có tác dụng làm giảm áp lực
sóng không khí tại cửa hầm



KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

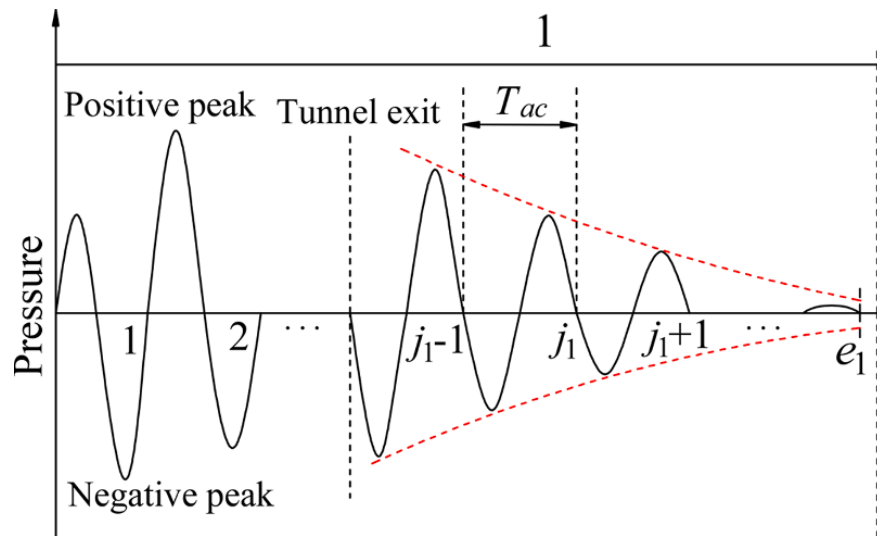
Kết cấu cửa hầm
(tunnel hood) giảm
thiểu tác động của
sóng không khí



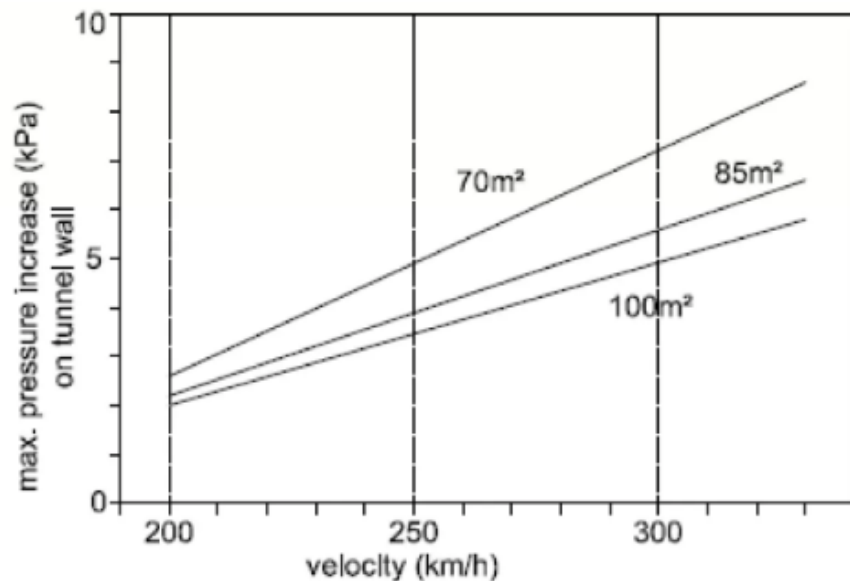
Kim và nnk. (2021) đã thiết kế một kết cấu đệm dựa trên đặc điểm sinh học của mang cá mập, có khả năng giảm sóng vi áp đến 78% và giảm độ dốc của sóng nén đến 56%.

KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

Sóng áp lực không khí do đoàn tàu di chuyển trong hầm



Lịch sử thời gian của áp suất khí động học tác động lên tường hầm sau khi nhiều đoàn tàu di chuyển qua hầm



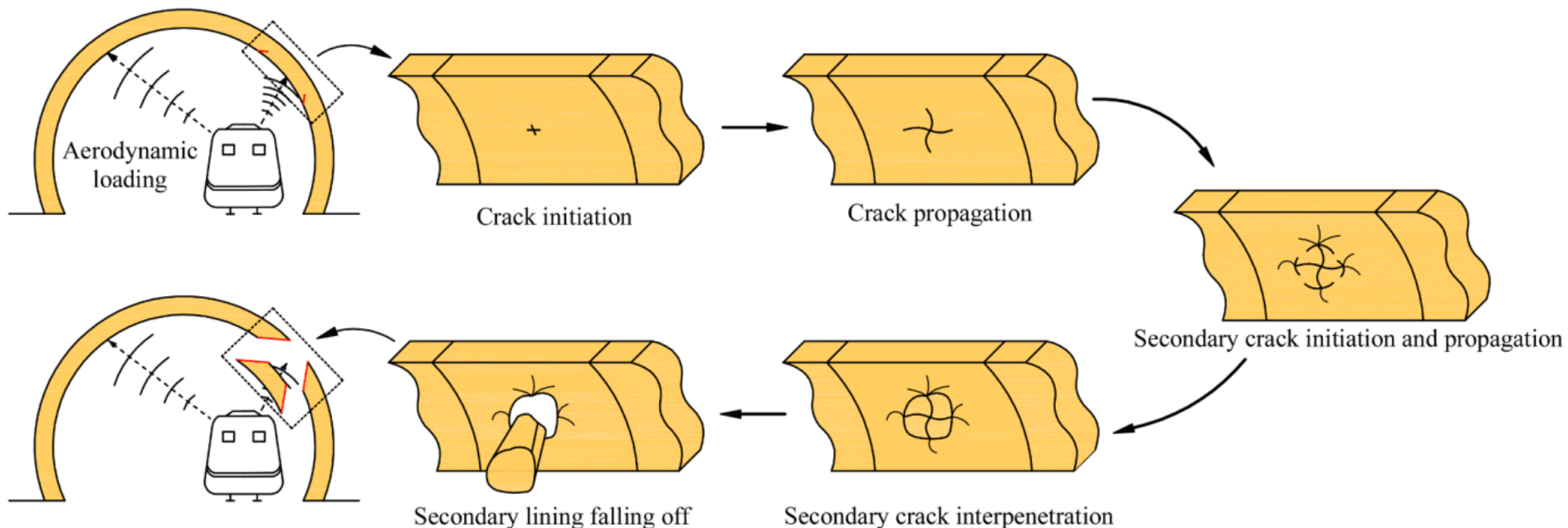
Áp lực khí động học lên thành đường hầm do đoàn tàu ĐSTĐC

Ví dụ: Đường sắt cao tốc Bắc Kinh – Thượng Hải là một trong những tuyến đường sắt cao tốc bận rộn nhất, với tổng cộng 170 cặp tàu di chuyển mỗi ngày. Tuổi thọ thiết kế của một hầm đường sắt cao tốc đơn trong Trung Quốc là 100 năm. Do đó, số lượng tàu đi qua hầm (n) là $1,24 \times 10^7$ trong suốt vòng đời của hầm. Khi một đoàn tàu HSR di chuyển qua một hầm dài 1000 m với tốc độ 300 km/h, số chu kỳ (e) của áp suất khí động là 15. Do đó, tổng số chu kỳ (Tlc) của sóng áp suất khí động trong suốt vòng đời của hầm là $1,86 \times 10^8$. Biên độ của áp suất khí động thấp hơn giới hạn phá hủy của vật liệu bê tông. Vì vậy, lớp vỏ chống bê tông của hầm luôn ở trong giai đoạn đàn hồi dưới tác động của sóng áp suất khí động, và phá hủy mới có nguyên nhân do số chu kỳ tải trọng lặp lớn.

KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

Phá hủy kết cấu vỏ chống đường hầm do tác động của sóng áp lực không khí

Sóng xung kích tác dụng lên vết nứt trong hầm làm cho vết nứt ngày càng phát triển. Các vết nứt trong lớp lót hầm có độ sâu từ 10–50 mm là phổ biến nhất, và kích thước của các khối bê tông rơi thường lớn hơn 10 cm. **Nguy hiểm nhất là vết nứt theo chu vi hầm**



Quá trình hình thành và phát triển vết nứt trong vỏ hầm ĐSTĐC

KINH NGHIỆM QUỐC TẾ

Phá hủy kết cấu vỏ chống đường hầm do tác động của sóng áp lực không khí



Sự cố sập lớp vỏ chống đường hầm ĐSTĐC do sóng áp lực không khí (a) Hầm Hokkaido Shinkansen, (b) ví dụ khác (Liu và nnk., 2024).

Chỉ dẫn xác định mức độ nguy hiểm của vết nứt (Teng, 2015)

Chiều rộng vết nứt (mm)	Chiều dài vết nứt	
	> 5mm	≤ 5 mm
> 3	3A-2A	2A-A
≤ 3	A	A

Ghi chú: 3A: rất nguy hiểm; 2A: nguy hiểm; A: không nguy hiểm

THÁCH THỨC ĐẶT RA TẠI VIỆT NAM

1. Địa hình, địa chất phức tạp

- ☐ Đường sắt trên mặt đất + cầu + cầu cạn + hầm
- ☐ Đường sắt ngoài đô thị và trong đô thị
- ☐ Hầm đào trong đá, trong đất

2. Kinh nghiệm thi công hầm đường sắt tốc độ cao

THÁCH THỨC ĐẶT RA TẠI VIỆT NAM

3. Công cụ thiết kế, giám sát chất lượng

- ❑ Tiêu chuẩn, Quy chuẩn thiết kế, thi công, kiểm tra, giám sát chất lượng
- ❑ Công cụ thiết kế (Phần mềm mô phỏng FEM, FDM, khí động học), quản lý thi công (BIM, DT), kiểm tra ổn định đường hầm

4. Năng lực/Nhân lực thi công

- ❑ Đào hầm bằng TBM trong đá, trong đất
- ❑ Đào tạo nguồn nhân lực thi công hầm ĐSTĐC

5. Kết nối doanh nghiệp với đơn vị nghiên cứu (Viện, Trường Đại học)

ĐỊNH HƯỚNG VẤN ĐỀ



- Xây dựng Tiêu chuẩn, Quy chuẩn thiết kế, thi công và giám sát chất lượng hầm ĐSTĐC
- Phương pháp đánh giá phân loại khối đất/đá phục vụ thiết kế/thi công hầm ĐSTĐC
- Biến đổi tính chất của đá, vật liệu chống theo thời gian
- Vật liệu làm vỏ chống đường hầm
- Kết cấu cửa hầm ĐSTĐC
- Phương pháp số/mô hình thực nghiệm tính toán kết cấu đường hầm, khí động học
- Phương pháp giảm thiểu ảnh hưởng của tải trọng động do tàu chạy đến kết cấu chống và khối đất/đá xung quanh
- Kết hợp BIM + GIS trong thiết kế, thi công, giám sát chất lượng công trình
- Phương pháp quan trắc, kiểm tra đánh giá ổn định, chất lượng vỏ chống đường hầm trong quá trình thi công và vận hành

Tài liệu tham khảo

1. Kim, D. H., Cheol, S. Y., Iyer, R. S., & Kim, H. D. (2021). A newly designed entrance hood to reduce the micro pressure wave emitted from the exit of high-speed railway tunnel. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 108, 103728.
2. Zi-qiang Li, Zheng Li, Wei-wei Huang, Hong-rui Zhang, Hang Zhang. Fatigue damage analysis of ballastless slab track in heavy-haul railway tunnels. *Underground Space* 7 (2022) 440–452.
3. Teng, Z. N. (2015). Research on evaluation and treatment method of tunnel structural cracks disease [Master's thesis, Southwest Jiaotong University]. Chinese National Knowledge Infrastructure (in Chinese).
4. Zhang, L., Yang, M. Z., Liang, X. F., & Zhang, J. (2017). Oblique tunnel portal effects on train and tunnel aerodynamics based on moving model tests. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 167, 128–139.
5. Peter Reinke, Stig Ravn, Twin-tube, single-track high-speed rail tunnels and consequences for aerodynamics, climate, equipment and ventilation.
6. Guohua Song, Yan Huang, Zhaoning Wang, Qiankuan Feng, Feiyu Jia, Shilei Wang. Review of Railway Operation Tunnel Inspection System and Condition Assessment Method. *Acta Polytechnica Hungarica* Vol. 21, No. 1, 2024.
7. Yi-Kang Liu, Yu-Ling Wang, E Deng, Yi-Qing Ni, Wei-Chao Yang, Wai-Kei Ao. Characteristics of the crack tip field in high-speed railway tunnel linings under train-induced aerodynamic shockwaves. *Underground Space* 18 (2024) 199–217.

Q&A



Trân trọng cảm ơn !



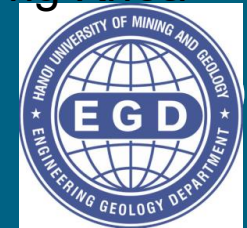
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT
Hanoi University of Mining and Geology



CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN NGUỒN NHÂN LỰC ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH, ĐỊA KỸ THUẬT, QUẢN LÝ CÔNG TRÌNH PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC

KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT ĐỊA CHẤT

TS Tô Xuân Bản, Trưởng Khoa
PGS.TS Nguyễn Thị Nụ, Phó Trưởng Khoa
TS Nguyễn Hữu Hiệp, Phó Trưởng Khoa



NỘI DUNG

1

Sự cần thiết phải đào tạo nguồn nhân lực

2

Dự kiến số lượng nguồn nhân lực

3

Kế hoạch cung cấp nguồn nhân lực

4

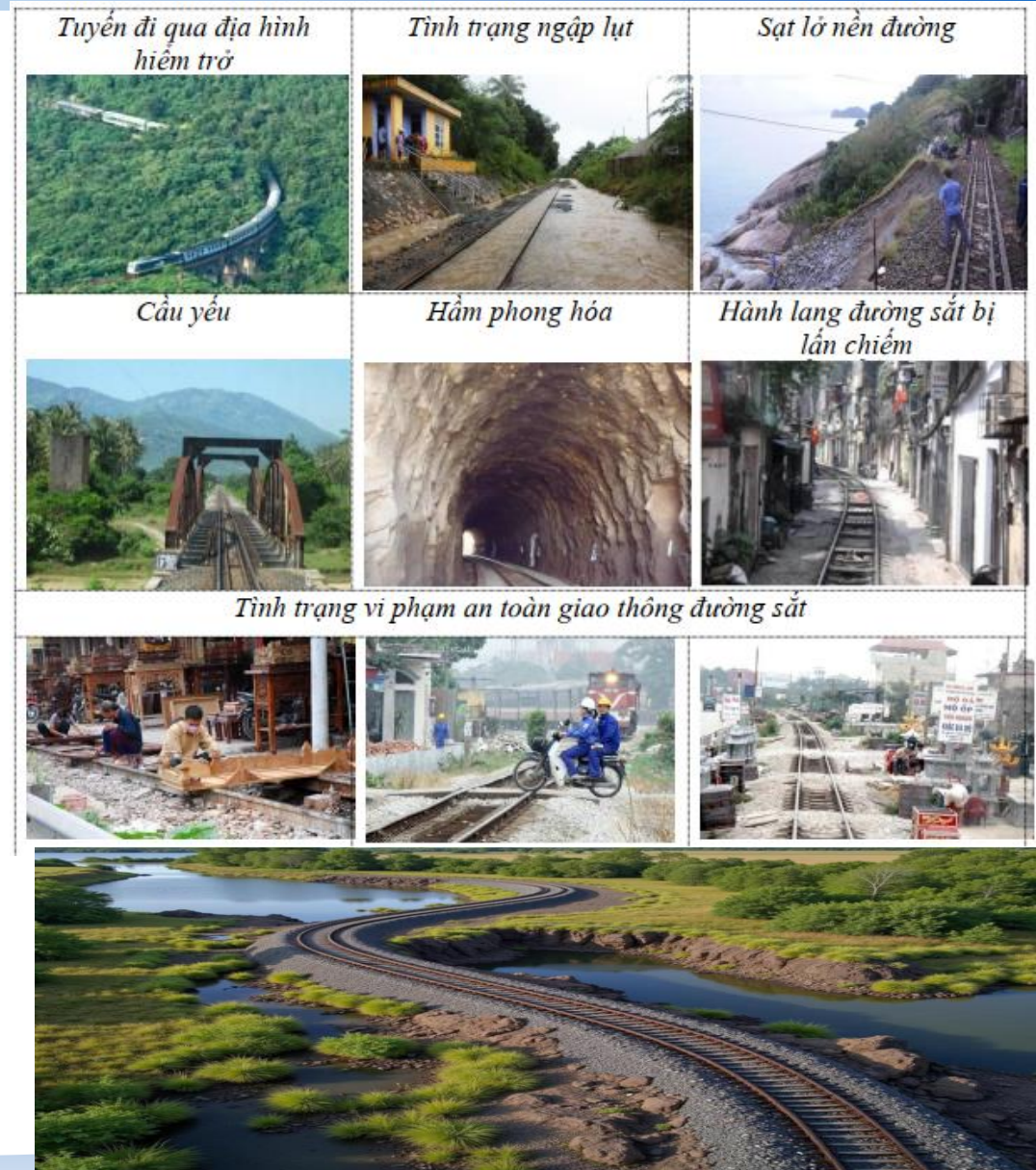
Năng lực của đơn vị đào tạo

1. Sự cần thiết

Việt Nam có hình dạng chữ S kéo dài, với các thành phố lớn nằm dọc theo tuyến nên có điều kiện rất thuận lợi để phát uy các ưu điểm của hệ thống đường sắt.

Đi kèm với đó là khi xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao sẽ gặp phải những thách thức không hề nhỏ mà một trong những thách thức đó là đặc điểm về điều kiện địa lý tự nhiên, điều kiện địa chất công trình (địa hình, cấu trúc địa chất, địa tầng, tính chất cơ lý của đất đá, địa chất thủy văn, các đặc điểm tân kiến tạo, các hiện tượng địa chất động lực công trình như trượt lở, lũ bùn đá, vật liệu xây dựng tự nhiên) dọc dải Bắc - Nam của nước ta hết sức phức tạp. Các yếu tố này sẽ ảnh hưởng rất lớn đến việc lựa chọn hướng tuyến, lựa chọn loại hình và các đặc điểm kỹ thuật cơ bản của đường sắt tốc độ cao, quyết định đến việc lựa chọn phương án nền móng tuyến đường sắt, quyết định đến việc quản lý rủi ro của dự án và công trình sau khi sử dụng.

Hơn nữa, việc xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao trên các kiểu cấu trúc nền sẽ phát sinh các vấn đề địa chất bất lợi khác nhau khi xây dựng, thi công và khai thác sử dụng. Đặc biệt sự có mặt của các tai biến địa chất ảnh hưởng đến tính ổn định của hệ thống đường sắt, các kiểu cấu trúc nền có đất yếu sẽ gây ra sự mất ổn định về trượt và biến dạng lún nền các công trình đường sắt.



1. Sự cần thiết

Các thách thức khi xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao

- Sự phức tạp về đặc điểm địa hình, khí hậu
- Sự đa dạng về cấu trúc địa chất
- ❑ Trầm tích Đệ tứ: Vùng đồng bằng đa dạng về tuổi nguồn gốc, tồn tại nhiều thành tạo đất yếu với thành phần phức tạp, bề dày thay đổi mạnh gây các vấn đề lún nhiều và kéo dài theo thời gian



Vết sụt lún, nứt cằng ngày càng lan rộng. Ảnh: Việt Hùng

Đường Hồ Chí Minh qua TP Gia Nghĩa
(Đắk Nông)



1. Sự cần thiết

Các thách thức khi xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao

- Sự đa dạng về cấu trúc địa chất
- ❑ Trầm tích Đệ tứ: Vùng đồng bằng đa dạng về tuổi nguồn gốc, tồn tại nhiều thành tạo đất yếu với thành phần phức tạp, bề dày thay đổi mạnh, gây các vấn đề lún nhiều và kéo dài theo thời gian, mất ổn định



Sụt lún tại Long An

Khoảng 60m đường bị sụt lún hoàn toàn, sâu tới 5m.



Sụt lún tại thành phố Hồ Chí Minh

Vị trí bậc thang lên cầu vượt phần vỉa hè bị "rớt" xuống khoảng 10 cm so với chân cầu. Ảnh: M.Q

1. Sự cần thiết

Các sự cố liên quan đến xây dựng công trình trên nền đất yếu

TT	Sự cố	Thời gian
1	Cao tốc Sài Gòn – Trung Lương	2010
2	Dự án Đường giao thông hai bên bờ sông Bảo Định Tiền Giang (2000 tỷ)	2025

1. Sự cần thiết

Các thách thức khi xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao

- ❑ Nhóm đá gốc và vỏ phong hóa: Gây các hiện tượng trượt lở, lũ bùn đá, karst.
- Hiện tượng trượt đất đá (Cấu trúc địa chất, điều kiện khí hậu, hoạt động công trình của con người)



Hiện trường vụ sạt lở xảy ra tại đèo Bảo Lộc (thuộc địa bàn huyện Đạ Huoai), tỉnh Lâm Đồng



Đường giao thông trị giá gần 27 tỷ đồng vừa chậm bàn giao sử dụng vừa bị sạt lở nghiêm trọng.

1. Sự cần thiết

Các thách thức khi xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao

➤ Hiện tượng trượt đất đá

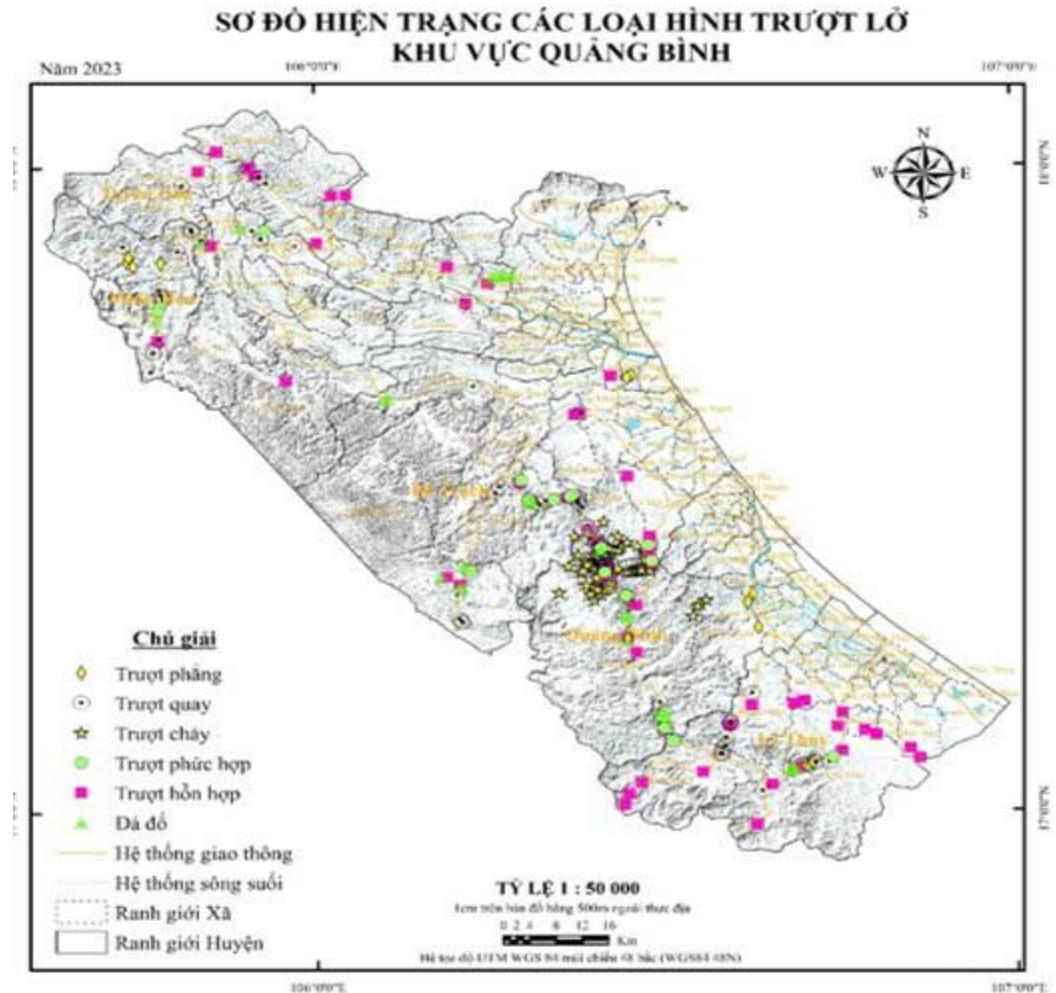
Bảng 7. 3. Hiện trạng trượt lở đất trên địa bàn 10 tỉnh Miền Núi phía Bắc năm 2014

Tỉnh	Quy mô trượt lở					Tổng
	Nhỏ	Trung bình	Lớn	Rất lớn	Đặc biệt lớn	
Bắc Kạn	285	281	123	9	2	700
Hà Giang	522	288	145	4	8	967
Yên Bái	1165	580	385	187	9	2326
Lào Cai	316	162	53	3	0	534
Sơn La	795	622	266	11	0	1694
Lai Châu	337	325	280	18	10	970
Điện Biên	335	181	139	12	6	673
Tuyên Quang	144	91	11	1	0	247
Thanh Hóa	620	178	65	0	0	863
Nghệ An	671	420	187	6	6	1290
Tổng	5190	3128	1654	251	41	10264

(Nguồn: Bộ Tài nguyên và Môi trường: Báo cáo kết quả điều tra, đánh giá phân vùng cảnh báo lũ quét, sạt lở đất các địa phương vùng núi ở Việt Nam, ngày 19/8/2014)

Bảng 1. Thông kê phân loại trượt lở đất đá theo loại hình và quy mô

TT	Tên huyện	Tổng số điểm trượt	Số điểm trượt phân loại theo quy mô khối trượt		
			Nhỏ (200m ³)	Trung bình (200-1000m ³)	Lớn (1000-20000m ³)
1	Lệ Thủy	45	30	5	10
2	Quảng Ninh	155	16	11	128
3	Bồ Trách	55	26	17	12
4	Mình Hóa	29	8	12	9
5	Tuyên Hóa	14	4	4	6
Tổng cộng		298	84	49	165
Tỷ lệ, %		100	28.2	16.4	55.4



Hình 1. Sơ đồ phân bố các loại hình dịch chuyển đất đá

Bùi Trường Sơn và nnk, 2023

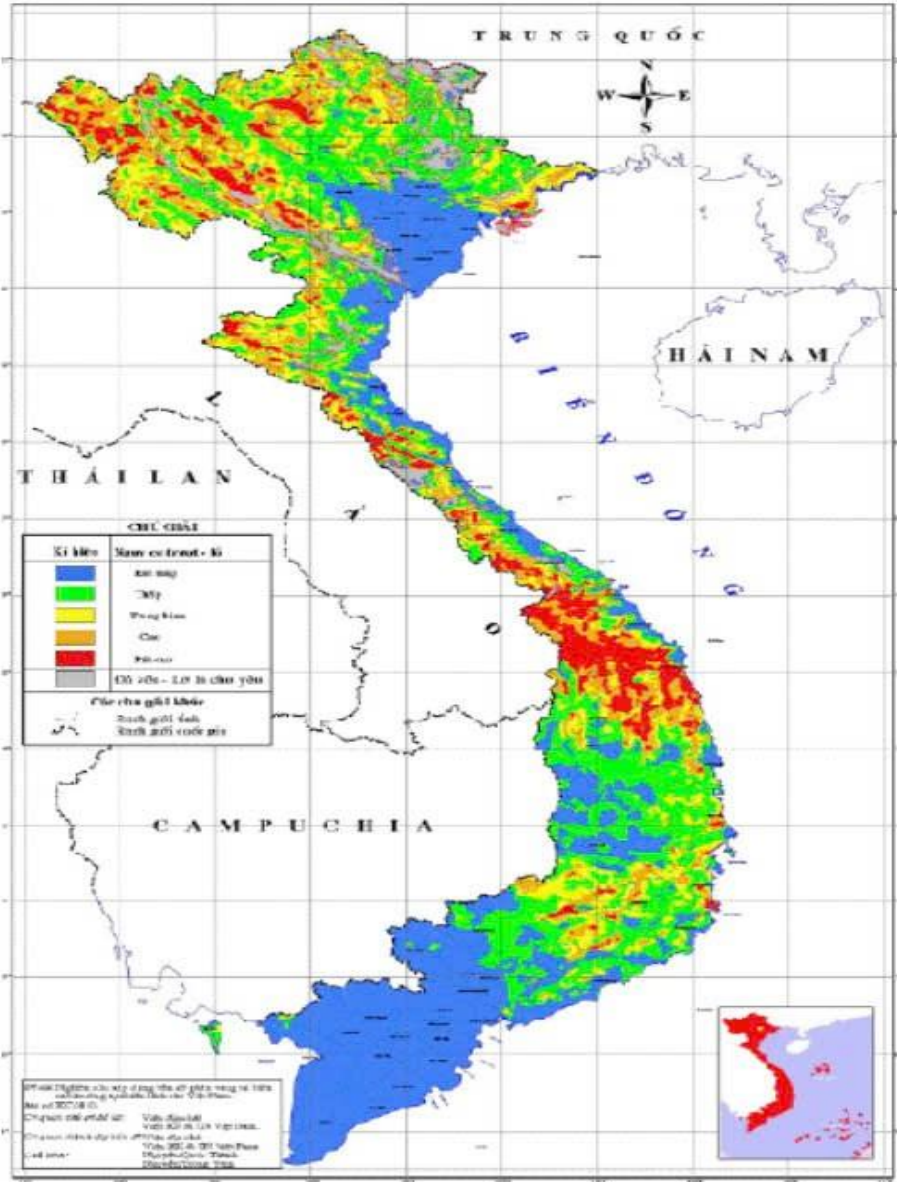
1. Sự cần thiết

Các thách thức khi xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao

➤ Hiện tượng trượt đất đá



Hình 7. 11. Một vài hình ảnh trượt lở đất đá tại các khu vực dễ xảy ra trượt lở (Nguồn: ST)



Hình 4.7. Bản đồ nguy cơ trượt lở ở Việt Nam

1. Sự cần thiết

Các thách thức khi xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao

❑ Hiện tượng sụt lún do hang hốc karst

Năm 2009

- Trụ T6 (trong số 7 trụ cầu), đơn vị thi công - Công ty 525 (thuộc Tổng Công ty CIENCO5) đã gặp phải sự cố sụt lún do hang ngầm Karst.
- 28 cọc trụ vừa đúc sâu từ 14 - 16m bị hư hỏng, phải khắc phục bằng 350 - 400m³ bê tông tươi, mất khoảng 5 -6 tỷ đồng

Cầu Châu Hóa bắc qua sông Gianh, có vốn đầu tư 64 tỷ đồng, được khởi công vào đầu năm 2009. Theo báo cáo khả thi, cây cầu này sẽ hoàn thành trong vòng 13 tháng. Theo BQL dự án khu vực chuyên ngành giao thông vận tải - Sở GTVT Quảng Bình (BQLDA), hiện nay cây cầu đã đạt 90% khối lượng thi công.

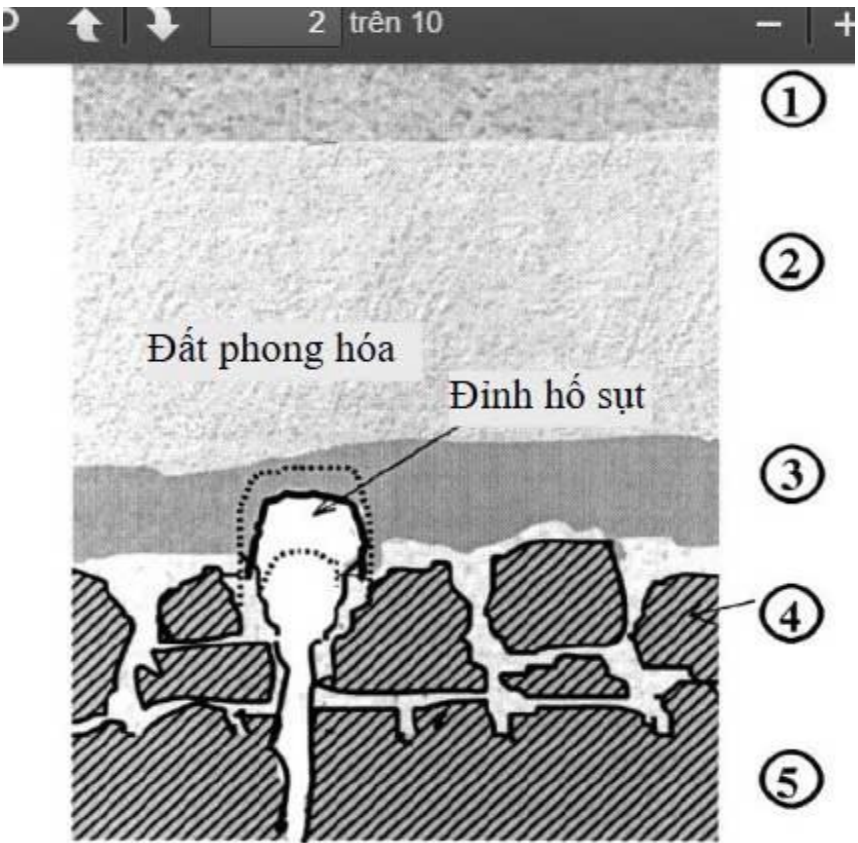


1. Sự cần thiết

❑ Hiện tượng sụt lún do hang hốc karst

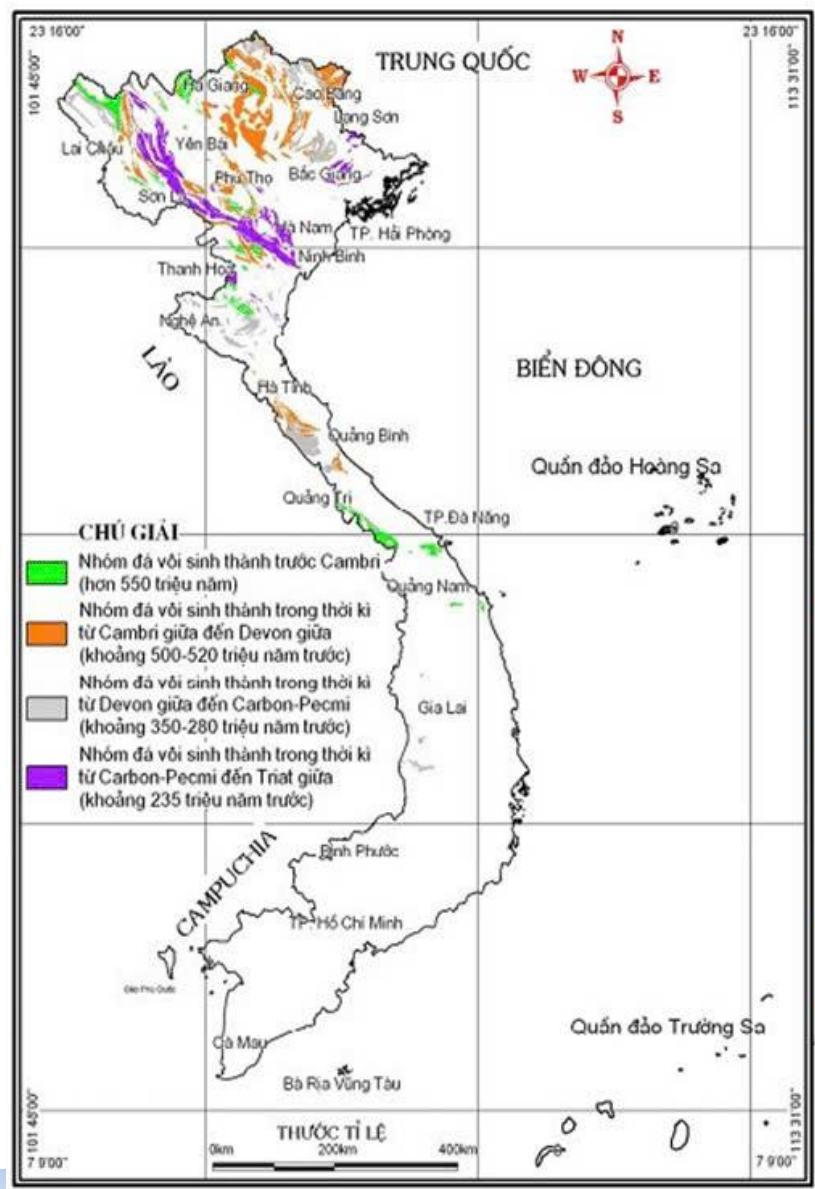


Hình 7. 3. Xuất hiện nứt tường đang thi công tại dự án bệnh viện Đa khoa huyện Bắc Hà, tỉnh Lào Cai (nguồn: ST)



Hình 1. Mặt cắt lý tưởng của khu vực có thể phát sinh hồ sụt karst (Sower, 1996)
1. Đất mặt 2. Phong hóa thành đất cứng chắc
3. Phong hóa thành đất mềm yếu
4. Đá gốc bị phong hóa nứt nẻ
5. Đá gốc nguyên khối

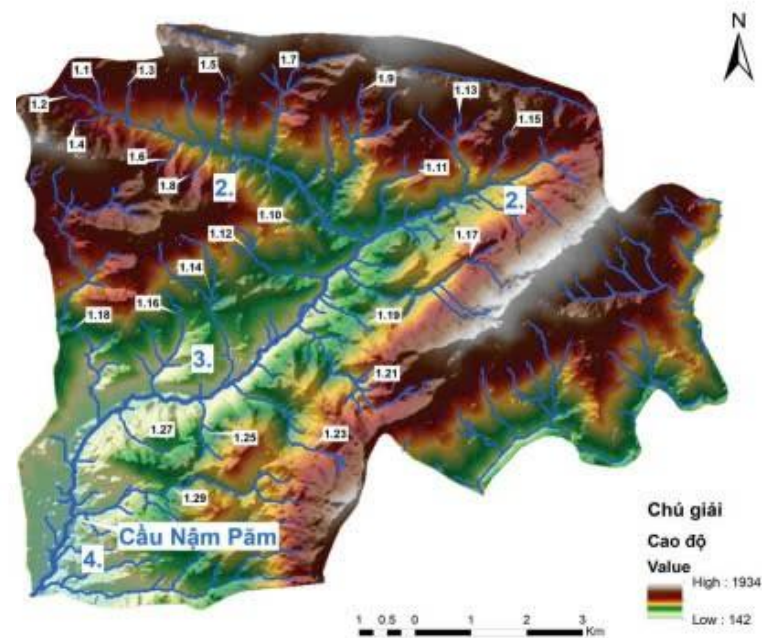
❑ Đỗ Minh Đức và nnk, 2012



1. Sự cần thiết

☐ Hiện tượng lũ bùn đá

LBD-LQ đã gây những thiệt hại nặng nề cho xã Nậm Păm và một phần thị trấn Ít Ong. Về người, tài sản, cơ sở hạ tầng khu vực: 13 người chết, 2 người mất tích, 15 người bị thương, 279 nhà ở bị sập đổ, cuốn trôi, 159 nhà bị sạt lở, hư hỏng nhẹ, 140 nhà phải di chuyển, 15 điểm trường bị thiệt hại, ảnh hưởng. Về nông nghiệp: lũ đã làm sạt lở, vùi lấp, xói mòn, cuốn trôi khoảng 282 ha lúa, 304 ha cây màu trên nương, 2.500 con gia súc, 15.790 con gia cầm và 56 ha ao nuôi cá. Về thủy lợi: 9 phai đập, 10.500 m kênh mương, 2.000 m kè bị vùi lấp, cuốn trôi. Về giao thông: 6,83 km đường bị sạt lở, hư hỏng, 0,44 km bị ngập, 49 cầu, cống bị cuốn trôi, hư hỏng, trong đó cầu Nậm Păm bị lũ cuốn trôi cả hai đầu cầu. Về đường điện lưới: 170 cột điện cao thế, trung thế bị sạt lở, nghiêng, gãy đổ, 1 trạm biến áp bị lũ cuốn trôi, hư hại.



Hình 1. Sơ đồ các lưu vực xảy ra LBD-LQ Nậm Păm 3/8/2017. Các ký hiệu từ 1.1 đến 1.29 thể hiện các lưu vực suối LBD cấp 1: các suối có cửa ra đổ trực tiếp vào suối Piêng, Nậm Chiến hoặc Nậm Păm; ký hiệu 2.1, 2.2 thể hiện các lưu vực suối LBD cấp 2: suối Piêng (2.1) và Nậm Chiến (2.2); ký hiệu 3.0 thể hiện lưu vực LBD-LQ cấp 3: suối Nậm Păm đoạn từ điểm hợp lưu của suối Piêng và Chiến đến đoạn suối Nậm Păm bị uốn cong, thu hẹp; ký hiệu 4.0 thể hiện lưu vực LQ cấp 4: suối Nậm Păm đoạn từ vị trí bị uốn cong, thu hẹp đến cầu Nậm Păm và một phần thị trấn Ít Ong.

Vũ Bá Thao và nnk, 2023



Hình 4. 30. Lũ bùn đá ở Yên Bái năm 2017 (Nguồn Internet)

1. Sự cần thiết

☐ Hiện tượng xói lở bờ sông



Một hạng mục của cầu Hàm Rồng bị hư hỏng, xuống cấp - Ảnh: HÀ ĐỒNG

TTO - Do mưa lũ, móng phía nam cầu Hàm Rồng bắc qua sông Mã thuộc phường Hàm Rồng, TP Thanh Hóa đang bị xói lở, sụt lún nghiêm trọng.



Mố cầu Hàm Rồng (TP Thanh Hóa) bị xói lở, sụt lún nghiêm trọng - Ảnh: HÀ ĐỒNG



BÀI HỌC KINH NGHIỆM TRÊN THẾ GIỚI

The Great Western Railway, England (1915)



Location: Between Cheltenham and Gloucester, Gloucestershire, England.

Date: September 7, 1915.

Details: A heavy rainfall caused a landslide that blocked the railway track. A train traveling from Cheltenham to London struck the debris, derailed and causing significant casualties.

Casualties: 10 people died, and many others were injured.

BÀI HỌC KINH NGHIỆM TRÊN THẾ GIỚI

Thảm họa đường sắt Tangiwai (New Zealand, 1953)



BÀI HỌC KINH NGHIỆM TRÊN THẾ GIỚI

Quang cảnh vụ sập cầu dẫn tới tai nạn tàu tại Eschede, Đức năm 1998.



Hẻm núi
Manawatu nổi
tiếng với địa hình
hiểm trở và
thường xuyên xảy
ra sạt lở đất, đặc
biệt trong mùa
mưa.

BÀI HỌC KINH NGHIỆM TRÊN THẾ GIỚI

Sạt lở gây sự cố tàu hỏa ở Manawatu Gorge, NZ 2011



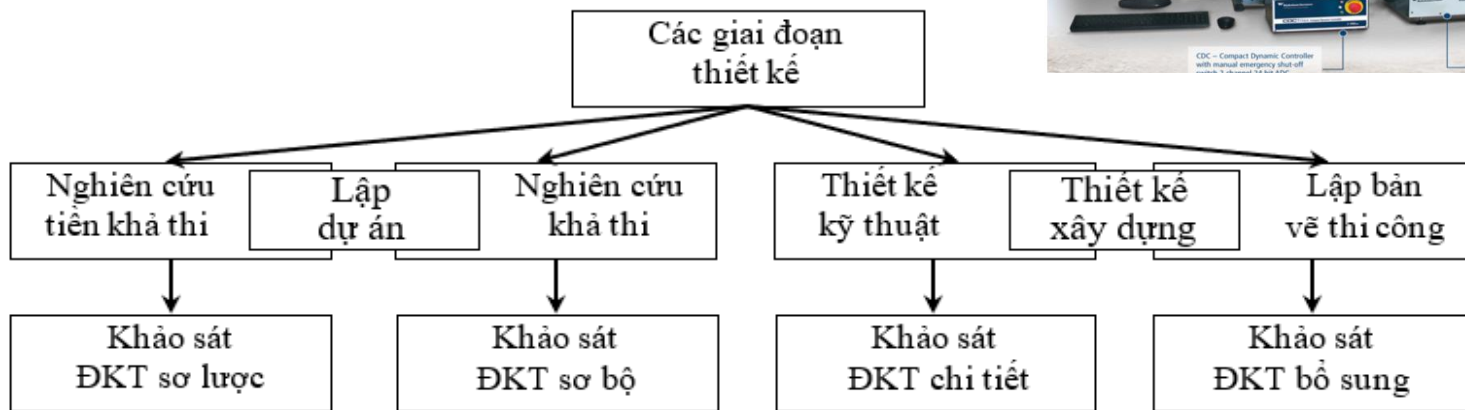
Sự cố đường sắt Doncaster, Anh 2013 do yếu tố địa chất



1. Sự cần thiết

1) Nội dung của công tác khảo sát địa chất công trình dọc tuyến đường sắt

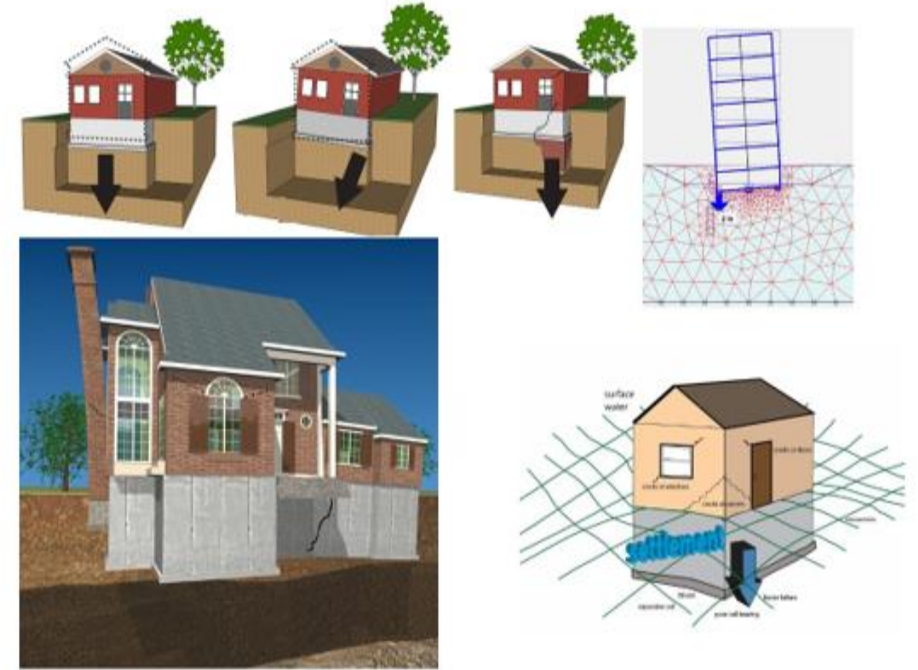
- Điều kiện địa hình, địa mạo
- Cấu trúc địa chất
- Đặc điểm địa tầng và tính chất cơ lý của các loại đất đá
- Điều kiện địa chất thủy văn
- Các hiện tượng địa chất địa chất động lực
- Nguồn vật liệu xây dựng
- Phân vùng cấu trúc nền, lũ bùn đá, trượt lở



1. Sự cần thiết

2) Dự báo các vấn đề địa kỹ thuật phát sinh khi xây dựng đường cao tốc

- Xác định đặc điểm tải trọng tác động khi xây dựng đường sắt cao tốc
- Phân tích, dự báo các vấn đề địa chất bất lợi khi xây dựng tuyến đường sắt cao tốc
- Nghiên cứu các vấn đề mất ổn định trượt đối với từng kiểu cấu trúc nền
- Nghiên cứu các vấn đề mất ổn định lún đối với từng kiểu cấu trúc nền



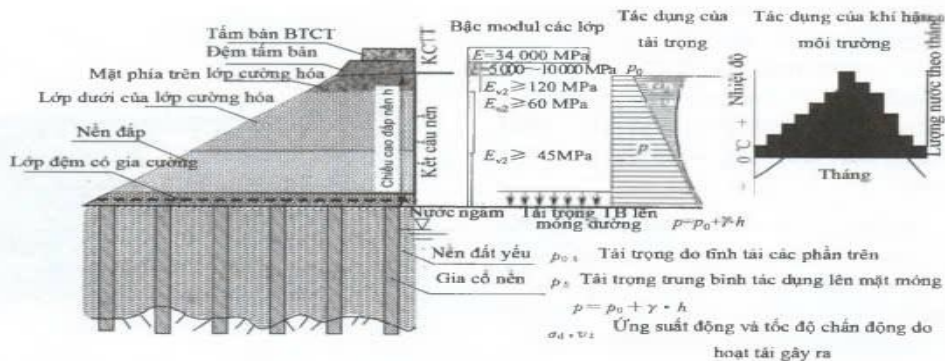
Hình 4. 24. Lún dưới móng công trình

1. Sự cần thiết

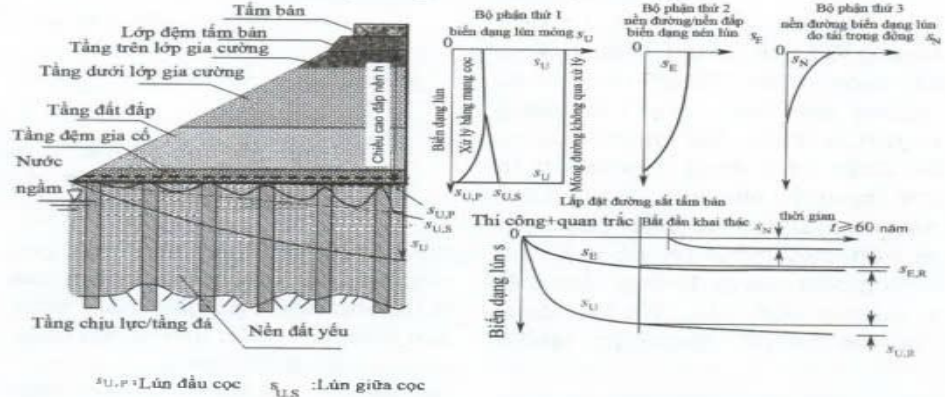
2) Dự báo các vấn đề địa kỹ thuật phát sinh khi xây dựng đường cao tốc

PHÂN TÍCH CÁC YẾU TỐ HỢP THÀNH BIẾN DẠNG LÚN NỀN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

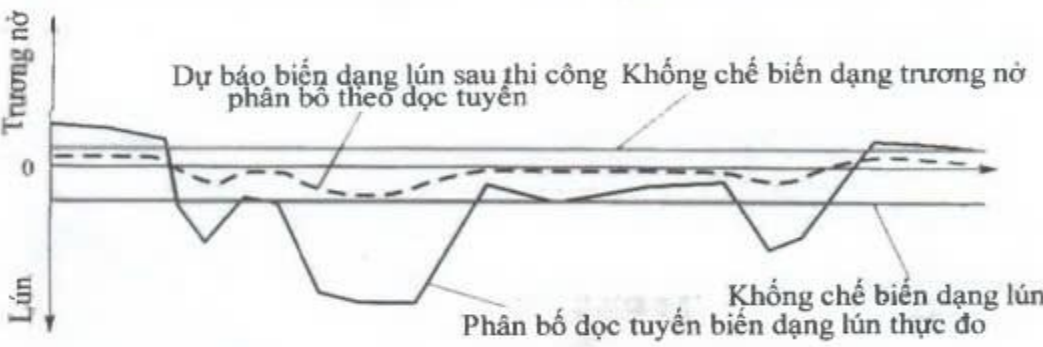
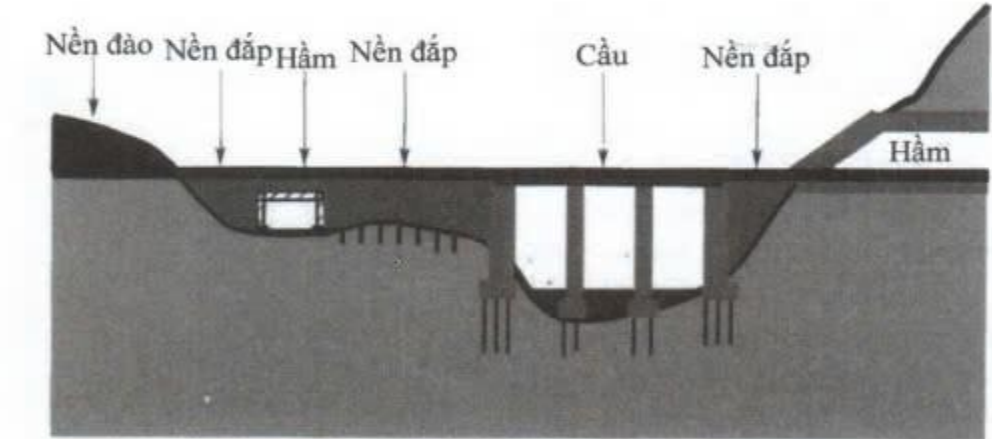
THS. PHẠM THỊ LOAN
Bộ môn Đường sắt
Trường Đại học Giao thông vận tải
KHOA HỌC - CÔNG NGHỆ



Hình 1: Hệ thống kết cấu đường sắt và tác động của tải trọng tĩnh, tải trọng động và điều kiện khí hậu



Hình 2: Biến dạng lún của nền đường dưới tác dụng của tải trọng tùy theo chiều sâu và tùy yếu tố thời gian của kết cấu nền đường sắt.

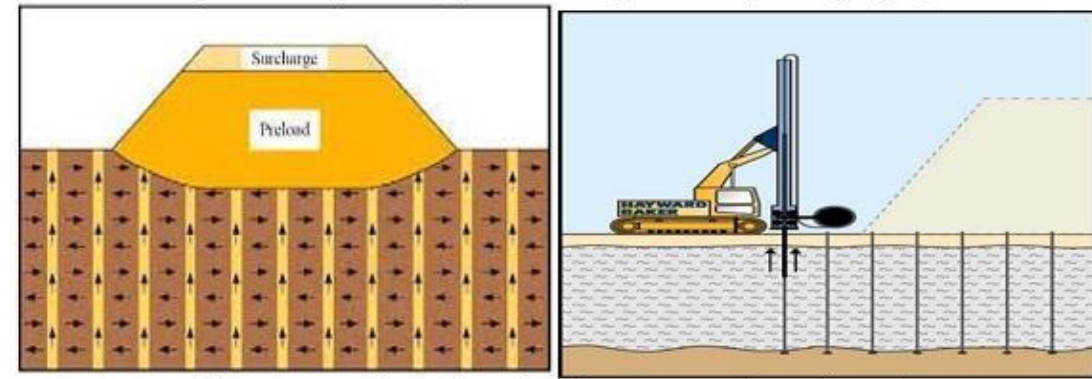
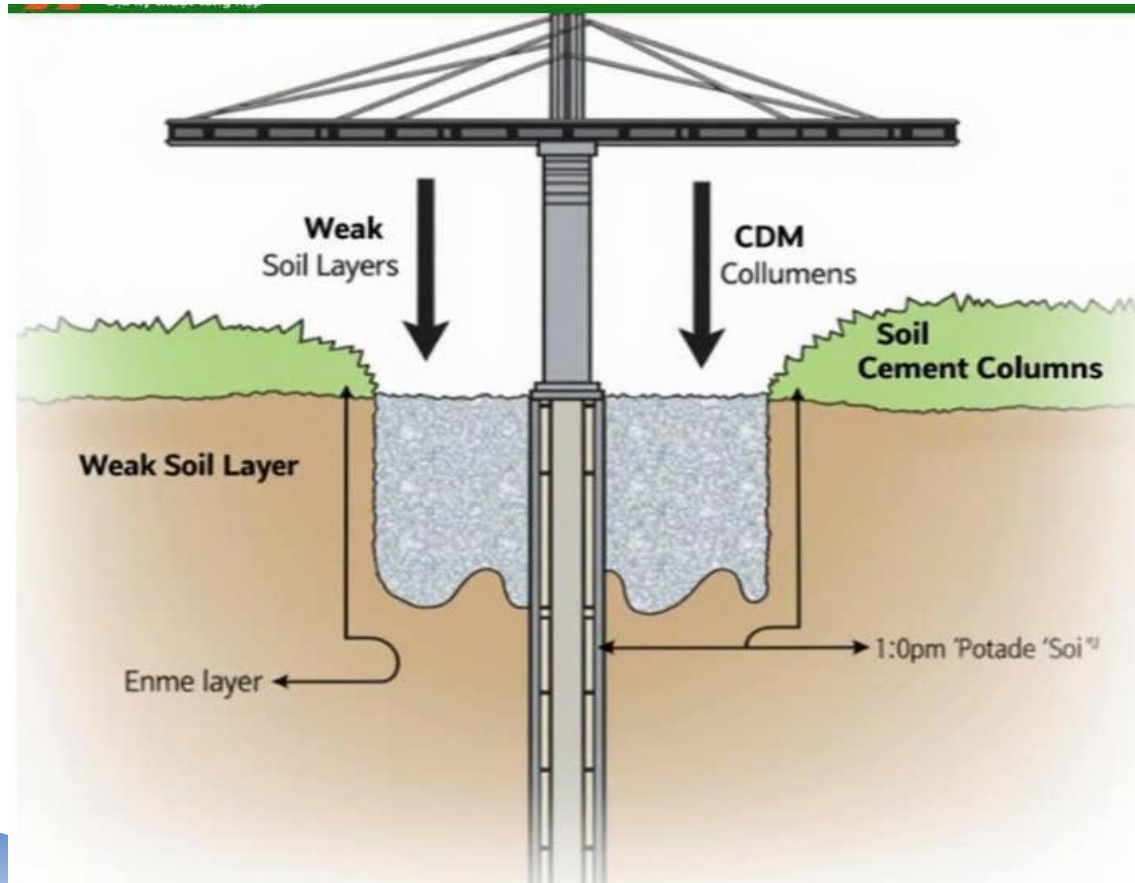


Hình 3: Phân bố biến dạng lún dọc tuyến tùy thuộc vào kết cấu khác nhau

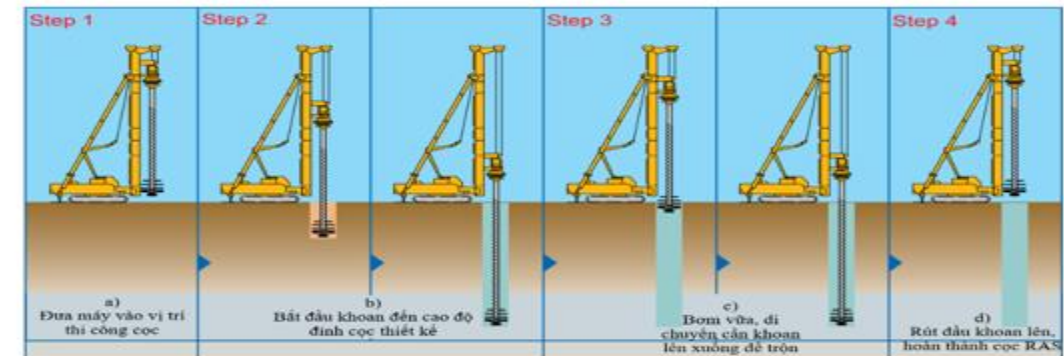
1. Sự cần thiết

3) Thiết kế, thi công các giải pháp địa kỹ thuật

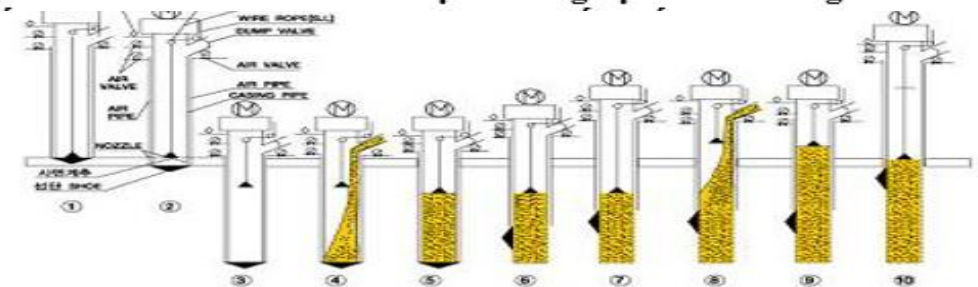
- Thiết kế, thi công các giải pháp xử lý nền đất yếu (cọc đất xi măng, bậc thấm,)



Hình 4. 17. Bậc thấm và trình tự thi công bậc thấm



Hình 4. 20. Trình tự thi công cọc đất xi măng



Hình 4. 19. Trình tự thi công cọc cát

1. Sự cần thiết

3) Thiết kế, thi công các giải pháp địa kỹ thuật

- Thiết kế, thi công các giải pháp xử lý hiện tượng trượt, lở đất đá;



Hình 4. 22. Mái dốc được gia cố bằng tường chắn đất có cốt

1. Sự cần thiết

3) Thiết kế, thi công các giải pháp địa kỹ thuật

- Các giải pháp xử lý nền đất yếu (cọc đất xi măng, bắc thấm,)
- Xử lý hiện tượng karst;
- Các giải pháp xử lý hiện tượng trượt, lở đất đá;
- Xử lý lũ bùn đá;
- Giải pháp xói lở bờ sông;



Hình 4. 22. Mái dốc được gia cố bằng tường chắn đất có cốt

Công ty	Kinh nghiệm đã thi công
Công ty cổ phần FANCO	50 000 m dài cọc đất xi măng
Công ty Fecon – Rai to	614 756m ³ CDM, 1 118 764 m ³ Jet grouting

1. Sự cần thiết

3) *Thiết kế, thi công và kiểm định chất lượng nền móng các công trình*

- Thiết kế, thi công các giải pháp nền móng đường sắt cao tốc;
- Thực hiện các thí nghiệm ngoài hiện trường kiểm tra chất lượng thi công móng (móng cọc bê tông cốt thép, móng cọc khoan nhồi);



1. Sự cần thiết

3) Công tác quan trắc địa kỹ thuật

- Quan trắc biến dạng của các công trình hầm, cầu
- Quan trắc trong quá trình thi công cầu đường sắt

4) Quản lý dự án và quản lý công trình trong quá trình khai thác

- Kiểm tra chất lượng công trình
- Quản lý, khai thác và sử dụng công trình
- Quản lý rủi ro tai biến địa chất trong quá trình sử dụng công trình



2. Dự kiến số lượng nguồn nhân lực

Đường sắt tốc độ cao đóng vai trò quan trọng trong việc giảm tắc nghẽn giao thông, rút ngắn thời gian di chuyển và thúc đẩy phát triển kinh tế. Giúp giảm ô nhiễm môi trường nhờ sử dụng năng lượng sạch và giảm khí thải CO₂. Hệ thống này cũng tăng cường kết nối vùng, thúc đẩy du lịch và thương mại. Ngoài ra, công nghệ tiên tiến trong ĐSTĐC góp phần cải thiện an toàn giao thông và giảm tai nạn. Nhu cầu nhân lực chất lượng cao trong lĩnh vực này ngày càng lớn, đòi hỏi sự đầu tư vào nghiên cứu và đào tạo. ĐSTĐC không chỉ là xu hướng mà còn là giải pháp giao thông bền vững cho tương lai.

Tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam dài khoảng 1.541km, từ ga Ngọc Hồi đến ga Thủ Thiêm, được đầu tư với tốc độ thiết kế 350km/h, đường đôi, khổ 1.435mm, điện khí hóa.

Tuyến đi qua 20 tỉnh thành phố Thủ đô Hà Nội, Hà Nam, Nam Định, Ninh Bình, Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh, Quảng Bình, Quảng Trị, Huế, Đà Nẵng, Quảng Nam, Quảng Ngãi, Bình Định, Phú Yên, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận, Đồng Nai, Thành phố Hồ Chí Minh, gồm 23 ga khách, 05 ga hàng.

Tiến độ dự kiến: Quốc hội phê duyệt chủ trương đầu tư Dự án đường sắt tốc độ cao trên trục Bắc-Nam tại Nghị quyết số 172/2024/QH15 ngày 30 tháng 11 năm 2024.

Dự kiến Lập báo cáo nghiên cứu khả thi từ năm 2025, khởi công các dự án thành phần đoạn Hà Nội – Vinh và Nha Trang – TP. Hồ Chí Minh năm 2027, khởi công các dự án thành phần đoạn Vinh – Nha Trang năm 2028; phần đầu hoàn thành đầu tư toàn tuyến năm 2035.

2. Dự kiến số lượng nguồn nhân lực

- Theo tính toán của Viện Chiến lược và phát triển giao thông vận tải, trong quá trình xây dựng dự án ĐSTĐC, cần nguồn lao động khoảng **263.700 - 332.300** người. Trong đó, giai đoạn **2025 - 2030** cần khoảng **111.280 - 160.020** người; giai đoạn **2030 - 2040** cần khoảng **152.420 - 186.280** người và phần lớn phải có tay nghề cao.
- Với nhu cầu nhân lực phục vụ cho ngành đường sắt tốc độ cao như thế, Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất sẽ cung cấp cho nguồn nhân lực trong lĩnh vực này gồm, theo từng giai đoạn khác nhau từ 2025-2030; Giai đoạn 2030 – 2040.
 - ❑ Ngành Kỹ thuật Địa chất, mỗi năm đào tạo 40-60 SV
 - ❑ Ngành Địa kỹ thuật xây dựng, mỗi năm đào tạo 40-60 SV
 - ❑ Ngành Quản lý Đô thị và công trình, mỗi năm đào tạo 40-60 SV

3. Kế hoạch cung cấp nguồn nhân lực

Đứng trước nhu cầu đó, đối với khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất sẽ cung cấp nguồn nhân lực phục vụ cho các lĩnh vực

- 1) Khảo sát địa chất công trình – Địa kỹ thuật
- 2) Thiết kế, thi công các giải pháp xử lý nền đất yếu, các biện pháp phòng chống trượt lở, lũ bùn đá, hang hốc karst
- 3) Thiết kế, thi công nền móng các công trình
- 4) Giám sát, kiểm định chất lượng công trình
- 5) Quan trắc địa kỹ thuật xây dựng
- 6) Quản lý công trình

Điều này sẽ đòi hỏi tuyển sinh các lớp chuyên sâu của kỹ sư phục vụ khảo sát, thiết kế và thi công các giải pháp địa kỹ thuật phục vụ xây dựng đường sắt.

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

- Đội ngũ giảng viên có trình độ cao
- Thực hiện nhiều đề tài liên quan đến nhiệm vụ
- Phòng thí nghiệm thực hành thực nghiệm hiện đại

+ Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất: với truyền thống đào tạo gần 60 năm và đã cung cấp hàng chục ngàn nhân lực cho các dự án, công trình xây dựng lớn của đất nước trong lĩnh vực **Địa chất công trình, Địa kỹ thuật, Tìm kiếm thăm dò** các loại mỏ vật liệu khoáng tự nhiên. Đội ngũ cán bộ của Khoa Khoa học và Kỹ thuật Địa chất gồm 59 cán bộ (trong đó có 01GS, 06 PGS, 28 TS, 4 NCS, 19 ThS, 01 CN). Đội ngũ năng lực giàu kinh nghiệm và có trình độ chuyên môn cao được đào tạo bài bản từ các nước Châu Âu (Pháp, Anh, Bỉ, Nga,...), Châu Mỹ (Canada), Châu Á (Đài Loan, Hàn Quốc, Trung Quốc, Nhật Bản...).

Bộ môn Địa chất công trình: Có trình độ chuyên môn cao 04 TS về Địa kỹ thuật xây dựng; 01 TS Quản lý đô thị và công trình; 01 TS Khoa học Công trình; 03 TS Địa chất công trình; 03 ThS Địa chất công trình – Địa kỹ thuật

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

➤ CÁC LOẠI HÌNH NGHIÊN CỨU KHOA HỌC ĐÃ THỰC HIỆN LIÊN QUAN ĐẾN ĐƯỜNG SẮT TỐC ĐỘ CAO

TT	Loại hình NCKH	Số lượng
1	Hội thảo	03
2	Đề tài nghiên cứu khoa học	25
3	Công bố khoa học	23
4	Luận văn thạc sĩ, luận án tiến sĩ	6

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

➤ CÁC ĐỀ TÀI KHOA HỌC ĐÃ THỰC HIỆN

1 - Bùi Trường Sơn, Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Văn Phóng, Nguyễn Đức Lý, Nguyễn Thành Dương, Phạm Thị Việt Nga, Phạm Thị Ngọc Hà, Nguyễn Văn Hùng (2023). Nghiên cứu và đề xuất các giải pháp phòng, tránh tai biến địa chất trên địa bàn tỉnh Quảng Bình. Đề tài cấp tỉnh.

2. TS. Tô Xuân Bản và nnk, 2019. Đề tài Nghiên cứu đánh giá tình hình khai thác sử dụng đất nông nghiệp và các tai biến thiên nhiên ảnh hưởng tới sự phát triển nông nghiệp bền vững tại khu vực trung du và miền núi phía Bắc. CT.2019.01.01. Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

3. PGS.TS Lê Văn Hưng và nnk, 2019. Xây dựng mô hình trí tuệ nhân tạo hiện đại nhằm đánh giá, phân vùng nguy cơ trượt lở đất cho khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam. CT.2019.01.02. Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

4. PGS.TS Không Cao Phong và nnk, 2019. CT.2019.01.03. Nghiên cứu và chế tạo trạm đo, thu thập dữ liệu đa kênh không dây, dữ liệu ảnh vệ tinh để xác định quy luật phân bố độ ẩm, độ khô hạn của đất ở các khu vực khác nhau nhằm giám sát độ ẩm đất, mức độ hạn đất, trượt lở đất cho một tỉnh khu vực miền núi phía Bắc. . Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

➤ CÁC ĐỀ TÀI KHOA HỌC ĐÃ THỰC HIỆN

5. TS Đặng Văn Chí và nnk. CT.2019.01.04. Nghiên cứu và phát triển thiết bị Gateway cho hệ thống giám sát độ ẩm đất dùng để đánh giá mức độ hạn đất và nguy cơ trượt lở đất cho khu vực miền núi phía Bắc thí điểm tại tỉnh Lai Châu. Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

6. TS Lê Hồng Anh và nnk, 2019. CT.2019.01.05. Nghiên cứu phát triển phần mềm trung tâm giám sát độ ẩm đất, mức độ hạn đất, trượt lở đất trên máy chủ tích hợp công nghệ Web-GIS cho một tỉnh khu vực miền núi phía Bắc thí điểm tại tỉnh Lai Châu. Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

7. TS Phạm Thị Thanh Loan và nnk, 2019. CT.2019.01.06. Nghiên cứu phát triển phần mềm ứng dụng nền tảng Android của hệ thống giám sát độ ẩm đất, mức độ hạn đất, trượt lở đất tích hợp công nghệ Web-GIS cho một tỉnh khu vực miền núi phía Bắc thí điểm tại tỉnh Lai Châu. Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

➤ CÁC ĐỀ TÀI KHOA HỌC ĐÃ THỰC HIỆN

8. TS Nguyễn Thế Lộc và nnk, 2019. CT.2019.01.07. Nghiên cứu phát triển phần mềm trung tâm phân tích dữ liệu trên máy chủ hỗ trợ ra quyết định về cảnh báo tai biến thiên nhiên và quyết định chuyển đổi sử dụng đất hiệu quả cho một tỉnh khu vực miền núi phía Bắc thí điểm tại tỉnh Lai Châu. Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

9.PGS.TS Nguyễn Văn Lâm và nnk, 2019. CT.2019.01.08. Quản lý chung Chương trình KHCN “Nghiên cứu cơ sở lý luận thực tiễn, đánh giá thực trạng sử dụng đất và đề xuất hệ thống các giải pháp công nghệ IOT dự báo, giám sát nhằm sử dụng đất nông nghiệp hiệu quả, bền vững thích ứng với biến đổi khí hậu và các dạng tai biến thiên nhiên khu vực miền núi phía Bắc”. Đề tài thuộc chương trình KHCN cấp Bộ Giáo dục và đào tạo.

10. Nguyễn Thị Nụ, Nguyễn Thành Dương, Bùi Trường Sơn, Nguyễn Văn Phóng, Nguyễn Văn Hùng, Phùng Hữu Hải, Phạm Thị Ngọc Hà, Phạm Trường Sinh, Nguyễn Trung Thành, Nguyễn Minh Hiền. Nghiên cứu đánh giá các dạng cấu trúc nền đất yếu vùng ven biển bắc trung bộ làm cơ sở khoa học đề xuất công nghệ xử lý nền phù hợp phục vụ xây dựng công trình. Mã số CT2020.04.MDA.02. 2022.

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

➤ CÁC ĐỀ TÀI KHOA HỌC ĐÃ THỰC HIỆN

11. Đỗ Minh Toàn và nnk, Nghiên cứu lựa chọn phương pháp và thành lập bản đồ địa chất công trình, bản đồ phân vùng địa chất công trình vùng ven biển Bắc Bộ phục vụ công tác quy hoạch và xây dựng công trình ven biển, ứng phó với biến đổi khí hậu và nước biển dâng, Mã số CTB-2012-02-07, 2014.

12. Nguyễn Văn Phóng và nnk, Nghiên cứu các đặc tính xây dựng của đất yếu và đặc điểm cấu trúc nền đất yếu vùng ven biển Bắc Bộ, đề xuất các giải pháp gia cố, xử lý nền đất yếu thích hợp phục vụ xây dựng các công trình ven biển trong điều kiện biến đổi khí hậu và nước biển dâng, Mã số CTB-2012-02-03. 2014

13. Tô Xuân Vu và nnk, Nghiên cứu điều kiện địa chất công trình các khu vực phát triển kinh tế vùng ven biển Bắc Bộ và đánh giá ảnh hưởng của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, Mã số CTB-2012-02-02, 2014

14. Lê Trọng Thắng và nnk, Nghiên cứu tính chất cơ học động của một số loại đất nền khu vực Hà Nội, Mã số B2012-02-07.2012

15. Đỗ Minh Toàn và nnk, Nghiên cứu đặc tính xây dựng của trầm tích loại sét amQ22-3 phân bố ở ĐBSCL phục vụ gia cố nền bằng các giải pháp làm chặt, có sử dụng chất kết dính vô cơ, mã số, Mã số B2009-02-66, 2009

16. Tạ Đức Thịnh và nnk, Nghiên cứu đặc điểm hình thành và phát triển các tai biến địa chất (lũ quét, trượt lở) tại các huyện Lục Nam, Lục Ngạn, Sơn động, Yên Thế tỉnh Bắc Giang làm cơ sở khoa học định hướng chiến lược quy hoạch phát triển bền vững kinh tế- xã hội/ kỹ thuật. 2007

17. Tô Xuân Vu và nnk, Phương pháp xây dựng hệ thống chuẩn các phương pháp thí nghiệm xác định các đặc trưng cơ học của đất yếu khu vực đồng bằng Bắc Bộ phục vụ tính toán nền móng công trình trên mặt và công trình ngầm, Mã số B 2007-02-42-TĐ. 2007

18. Nguyễn Huy Phương và nnk. Thu thập, kiểm chứng các tài liệu đã có, nghiên cứu bổ sung lập bản đồ phân vùng đất yếu Hà Nội phục vụ phát triển bền vững Thủ đô, Mã số Đề tài trọng điểm thành phố Hà Nội. / Kỹ thuật. 2005

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

❖ Cơ sở vật chất phục vụ giảng dạy

- Cơ sở vật chất phục vụ đào tạo gồm 05 Phòng thí nghiệm với nhiều mô đun khác nhau, trong đó có nhiều phòng thí nghiệm được trang bị những thiết bị hiện đại, tương đương với nhiều thiết bị hiện đại ở các phòng thí nghiệm trên thế giới và khu vực như Phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật công trình, Trung tâm phân tích thí nghiệm công nghệ cao, bảo tàng Địa chất.



Phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật công trình (tầng 1 Nhà D)



Các khu thực tập ngoài trời tại Khu B;

4. Năng lực của đơn vị đào tạo

❖ Số lượng sinh viên đang đào tạo

- Kỹ thuật địa chất: 94 sinh viên
- Địa kỹ thuật xây dựng: Khoảng 124 sinh viên

Nguồn nhân lực đang đào tạo rất ít, không đủ để cung cấp cho thị trường lao động.



Phòng thí nghiệm Địa kỹ thuật công trình (tầng 1 Nhà D)



Các khu thực tập ngoài trời tại Khu B;

Xin cảm ơn!





Tổng quan về nghiên cứu mô đun đàn hồi động M_r của nền đất: thực trạng và hướng phát triển phục vụ cho xây dựng đường sắt tốc độ cao tại Việt Nam

Nguyễn Văn Phóng¹, Bùi Trường Sơn¹, Nguyễn Song Thanh²
1 Trường Đại học Mỏ - Địa chất; 2 Viện Nền móng và Công trình ngầm

Nội dung

1

Đặt vấn đề

2

Nghiên cứu mô đun đàn hồi động Mr phục vụ xây dựng đường sắt tốc độ cao

3

Thực trạng và hướng phát triển ở Việt Nam

Đặt vấn đề

Xu hướng

Đường sắt tốc độ cao là xu hướng tất yếu, là định hướng chiến lược của Chính phủ Việt Nam (*nhu cầu vận tải, kinh tế, môi trường, xu hướng toàn cầu*)

Nền đắp

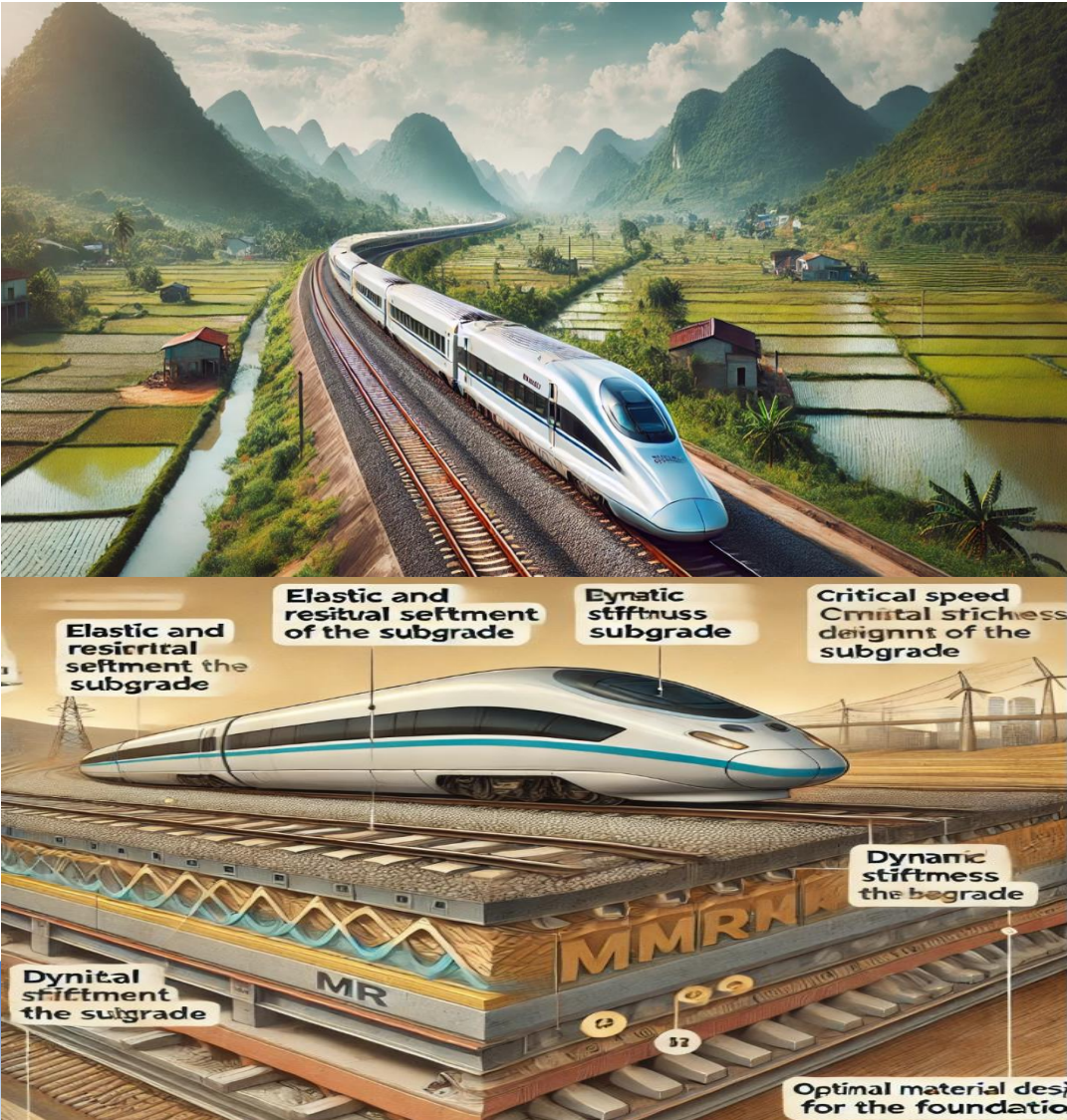
Là một phần quan trọng, ảnh hưởng trực tiếp đến ổn định, độ lún và độ bền lâu dài của đường sắt tốc độ cao

Mô đun Mr

Thông số quan trọng: xác định độ lún (đàn hồi và dư); phân tích động học; độ cứng động; tốc độ tới hạn; giảm thiểu rung động; thiết kế vật liệu nền

PP nghiên cứu Mr

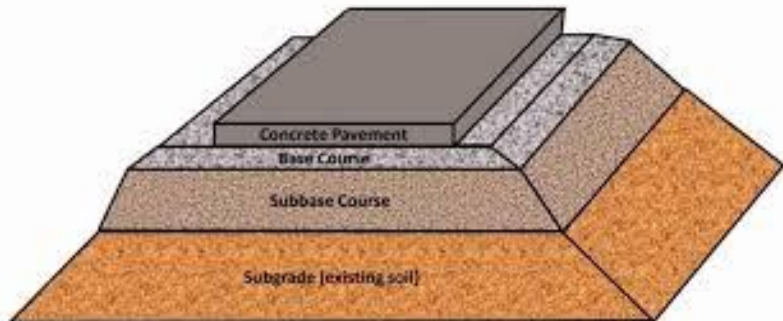
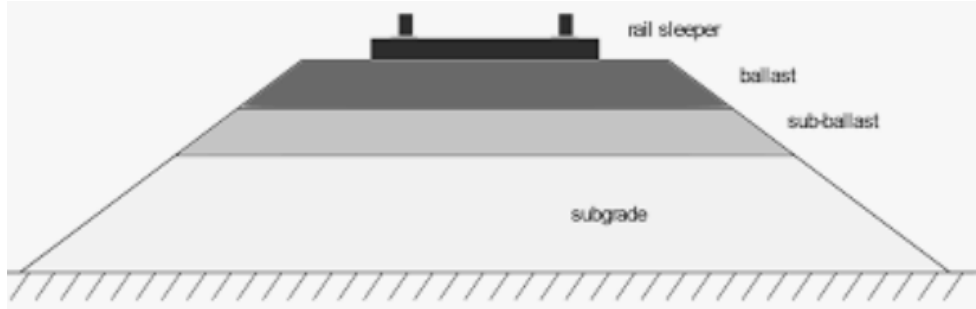
- Có đặc điểm riêng với đường sắt tốc độ cao
- Chưa được chú ý đúng mức ở Việt Nam



Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

Nền đắp (subgrade soil)

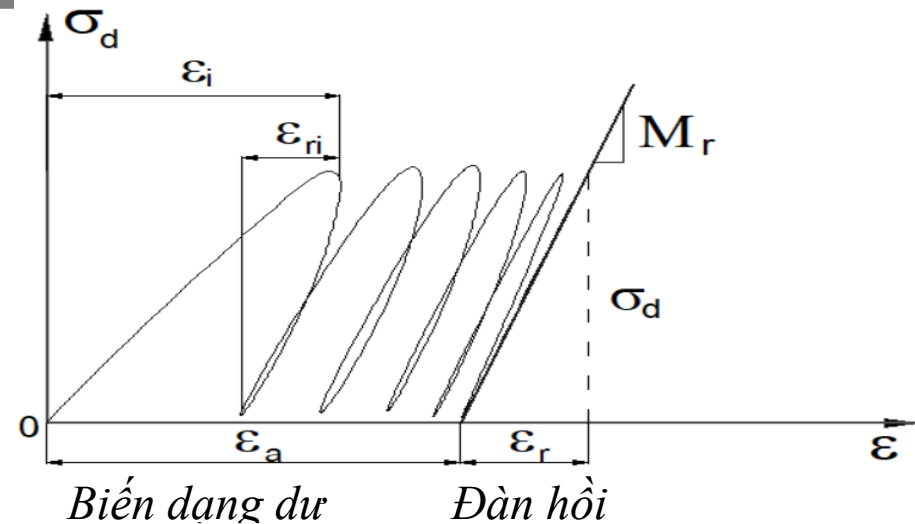
là lớp đất đắp nằm dưới móng đường, chịu toàn bộ tải trọng từ phương tiện giao thông có nhiệm vụ phân phối đều áp lực lên đất nền, đảm bảo sự ổn định và tuổi thọ của công trình.



Yêu cầu: Cường độ cao, đánh giá qua M_r ; Ổn định lâu dài; Khả năng chống biến dạng lớn

Mô đun M_r

(Resilient Modulus - M_r) là một chỉ tiêu cơ học biểu thị khả năng biến dạng đàn hồi của đất (hoặc vật liệu đắp) dưới tác động của tải trọng lặp lại



Ảnh hưởng đến M_r

- 1) Loại đất đắp
- 2) Độ ẩm
- 3) Độ chặt
- 4) Điều kiện ứng suất
- 5) Độ lệch ứng suất
- 6) Số chu kỳ gia tải
- 7) Môi trường vận hành: độ ẩm, nhiệt độ, tan băng, ..

Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

❖ Đặc điểm nghiên cứu M_r :

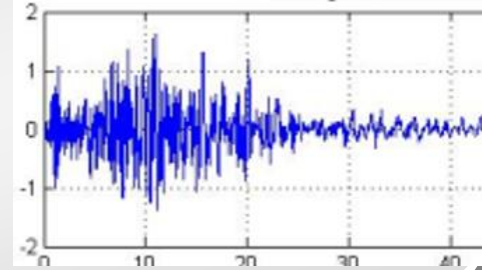
Phù hợp với điều kiện ứng suất, đặc điểm tải trọng động

- ✓ Điều kiện ứng suất khác nhau (áp lực địa tầng) → ứng xử đàn hồi của đất khác nhau
- ✓ Đặc điểm tải trọng động khác nhau → Ứng xử của đất khác nhau
- ❑ Cần đảm bảo (hoặc mô phỏng) được điều kiện ứng suất
- ❑ Mô phỏng được tải trọng động do phương tiện giao thông gây ra

Kháng chấn

Nhà cao tầng, Cầu lớn, Đập thủy điện chịu động đất

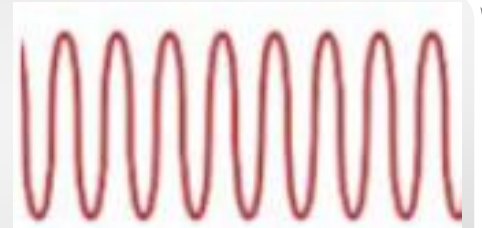
Biên độ tắt dần



Móng máy

Điện hạt nhân, Trụ điện gió, ...

Điều hòa



Đường bộ

Phương tiện giao thông đường bộ

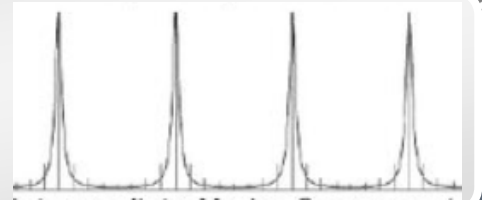
Tuần hoàn



Đường sắt

Tàu tốc độ thường và tốc độ cao

Tuần hoàn



Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

❖ Các phương pháp nghiên cứu M_r trong công trình giao thông

Phương pháp	Đặc điểm và phạm vi áp dụng	Tiêu chuẩn sử dụng
Thí nghiệm ba trục động (Cyclic Triaxial Test - CTT)	Mô phỏng theo tải trọng lặp lại của phương tiện giao thông. Được áp dụng cho công trình giao thông xác định M_r	1. AASHTO T307 2. TCCS 37:2022
Thí nghiệm cột cộng hưởng (Resonant Column- RC)	Xác định được mô đun động ở tần số cộng hưởng, áp dụng nghiên cứu hiệu ứng cộng hưởng (<i>xác định $f_o \rightarrow M_r$</i>)	ASTM D4015
Thí nghiệm tấm nén động (Falling Weight Deflectometer - FWD)	Thí nghiệm ở điều kiện thực tế tại mặt đường, áp dụng cho <i>vật liệu mặt đường</i> .	AASHTO T276
Thí nghiệm xuyên động (Light Weight Deflectometer - LWD)	Thí nghiệm ở điều kiện thực tế, áp dụng kiểm tra nhanh chất lượng nền đắp, <i>tính gián tiếp M_r</i>	ASTM E2583

Mô phỏng điều kiện ứng suất và tải trọng động

Mô phỏng tải trọng động tác dụng trực tiếp trên mặt đường

Điều kiện ứng suất thực tế

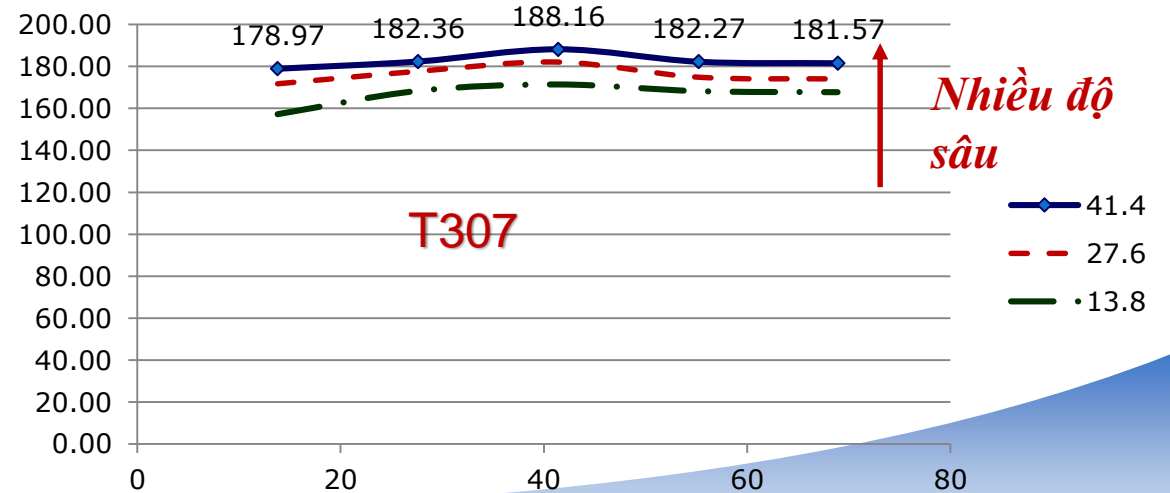
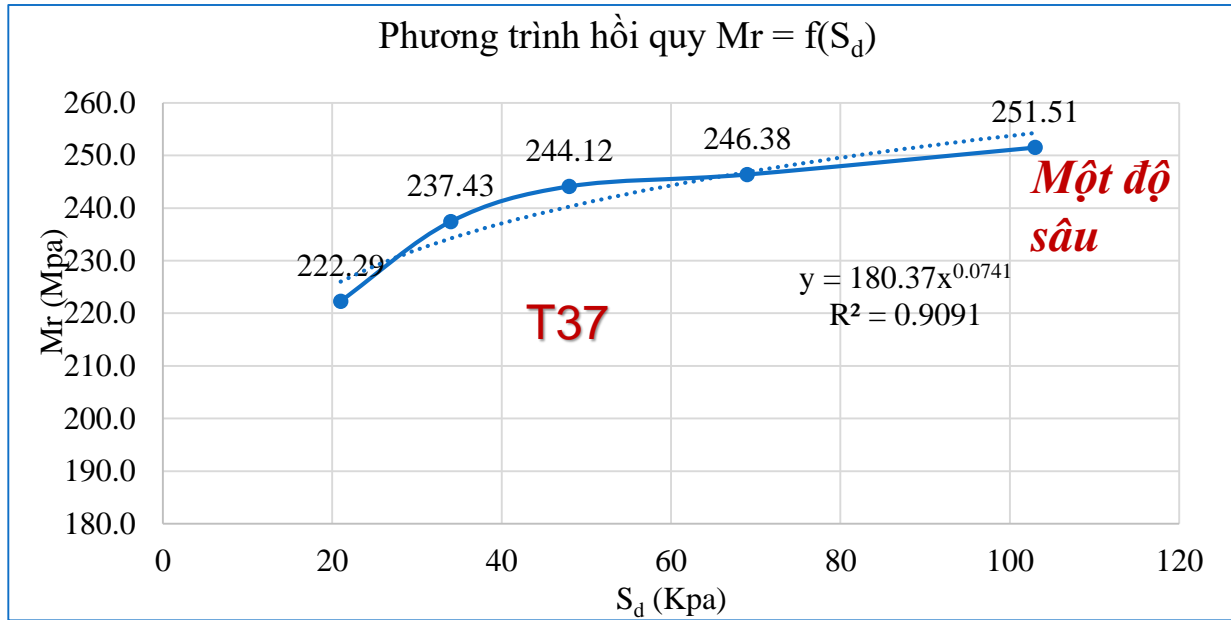
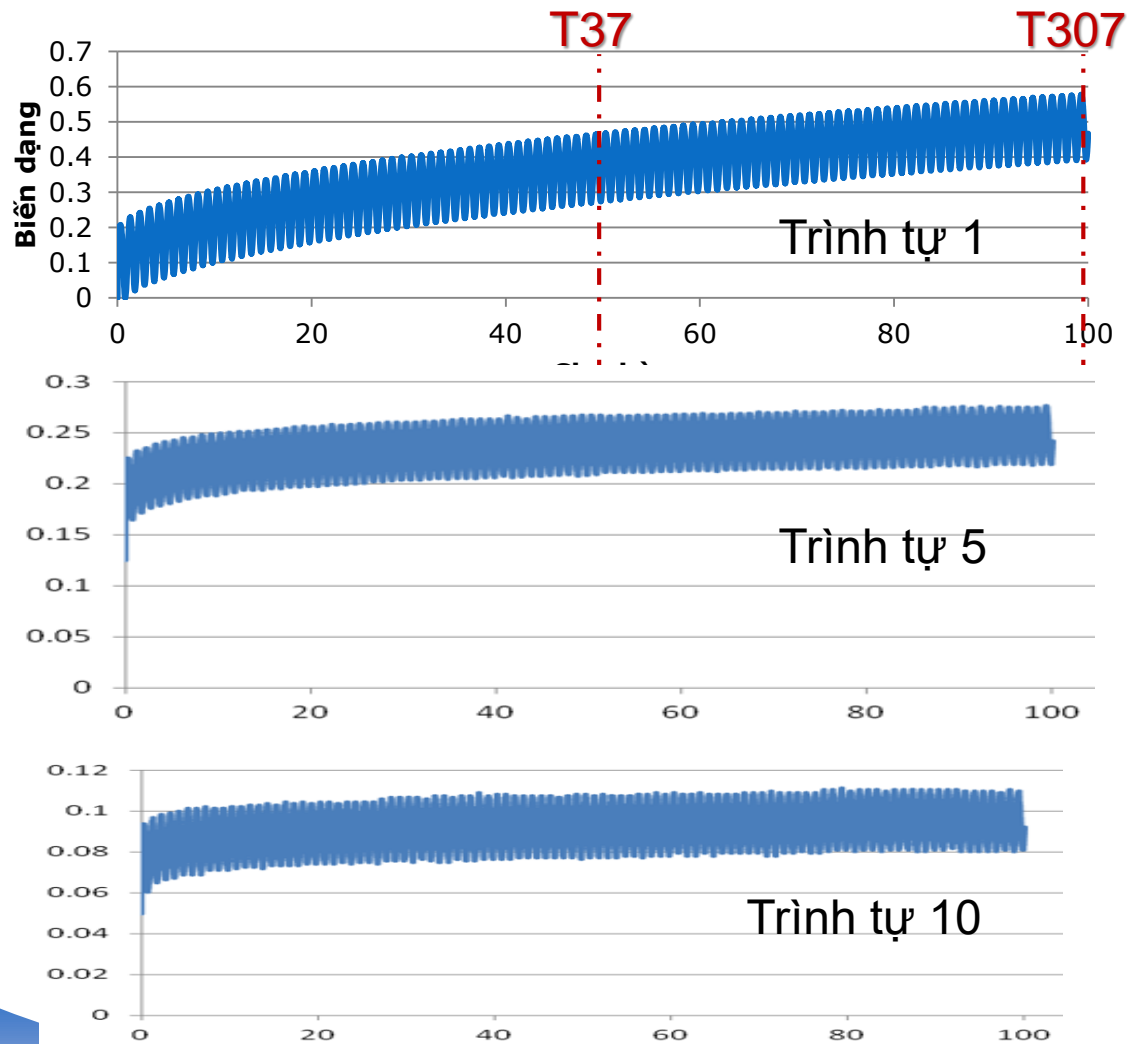
Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

❖ Các phương pháp nghiên cứu M_r trong công trình giao thông

- ❑ Phương pháp ba trục động đảm bảo mô phỏng được cả điều kiện ứng suất và đặc điểm tải trọng động
- ❑ Tiêu chuẩn TN:
 - ✓ Tiêu chuẩn Mỹ AASHTO T307
 - ✓ Tiêu chuẩn cơ sở của Tổng cục đường bộ Việt Nam TCCS 37:2022.

Giai đoạn	Tiêu chí	TCCS 37:2022 (Việt Nam)	AASHTO T307 (Mỹ)	Nhận xét
Sơ bộ	Số chu kỳ	1000	1000	Tương tự nhau
	Độ lệch ứng suất	21kPa ($S \leq 48\text{kPa}$) 41kPa ($S > 48\text{kPa}$)	41,4kPa	TCCS có phân biệt hai loại đất theo cường độ kháng cắt (S), còn T307 không phân biệt
Chính thức	Số trình tự thí nghiệm	5	15	AASHTO có sự phân chia tải trọng chi tiết hơn để phản ánh điều kiện thực tế.
	Áp lực hông (σ_3)	21 kPa	41.4 -> 27.6 -> 13.8 kPa	T307 sử dụng nhiều mức σ_3 để mô phỏng điều kiện thực tế tốt hơn.
	Độ lệch ứng suất	21 - 103 kPa	13.8 - 68.9 kPa	TCCS 37 có mức ứng suất trục cao hơn trong các giai đoạn chính thức.
	Số chu kỳ tải trọng	50	100	T307 có số chu kỳ thí nghiệm linh hoạt hơn giữa các mức tải khác nhau.

Đánh giá thực nghiệm theo T37 và T307 (Thiết bị Tritech 50 – HUMG)



Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

❖ Các phương pháp nghiên cứu M_r trong công trình giao thông

Bảng 2. Bảng so sánh một số tiêu chí giữa đường sắt tốc độ cao với đường sắt thường

Tiêu chí	Đường sắt thường	Đường sắt tốc độ cao
Tốc độ thiết kế	80 - 120 km/h (TCVN 5529:1991)	250 - 350 km/h (TCVN 12824:2019)
Tải trọng đoàn tàu	16 - 25 tấn/trục (UIC 700)	17 - 22 tấn/trục (EN 14363:2016)
Tính nhạy cảm với biến dạng nền đường	Trung bình	Rất cao
Mức độ rung động	Ít quan trọng	Cực kỳ quan trọng
Yêu cầu độ cứng nền đường	Trung bình	Rất cao và đồng đều
Sai số chấp nhận khi xác định M_r (kiến nghị theo kinh nghiệm)	$\pm 10 - 15\%$	$\leq \pm 5\%$

❑ Yêu cầu về nghiên cứu M_r cao hơn (đk ứng suất, sự phù hợp tải trọng lặp, độ chính xác và tin cậy)

Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu

❖ Các phương pháp nghiên cứu M_r trong công trình đường sắt tốc độ cao

Với **đường sắt tốc độ cao**, do đặc điểm tải trọng động truyền xuống nền đắp (cường độ ứng suất và tần số lớn hơn) và yêu cầu độ ổn định cao hơn so với đường bộ và đường sắt thường (bảng 2) nên yêu cầu đối với công tác thí nghiệm xác định M_r cao hơn.

- **TCCS 37:2022** của Việt Nam có quy trình đơn giản hơn, với số lượng chu kỳ thấp hơn trong các giai đoạn chính thức. Điều này có thể giúp tiết kiệm thời gian và chi phí thí nghiệm, nhưng có thể chưa phản ánh đầy đủ điều kiện làm việc thực tế của nền đường.
 - **AASHTO T307** có quy trình thử nghiệm phức tạp hơn, với nhiều mức ứng suất khác nhau để mô phỏng đầy đủ các điều kiện làm việc của nền đường. Điều này giúp kết quả thí nghiệm có độ chính xác cao hơn nhưng cũng đòi hỏi nhiều công sức và thời gian thực hiện.
- ❑ Với đường sắt tốc độ cao, thực hiện theo AASHTO T307 có thể phù hợp hơn vì mô phỏng **được điều kiện ứng suất và đặc điểm tải trọng** một cách toàn diện hơn, đặc biệt là với những tác động lặp lại và biến động lớn từ tải trọng động của tàu (*hạn chế: mẫu nhỏ, phức tạp + tốn kém*)
 - ❑ Kết hợp với DCP: Thí nghiệm ở điều kiện thực tế, đơn giản + ít tốn kém → có thể TN với số lượng lớn dọc theo chiều dài tuyến (*có thể không đồng nhất do vật liệu đắp không đồng nhất*)

Thực trạng và hướng phát triển ở Việt Nam



Quy hoạch mạng lưới đường sắt cao tốc ở Việt Nam đã được Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1769/QĐ-TTg năm 2021, với mục tiêu phát triển hệ thống đường sắt hiện đại, đồng bộ, đáp ứng nhu cầu vận tải và thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội bền vững.

✓ Giai đoạn đến năm 2030:

- **Tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam:** Triển khai xây dựng tuyến đường sắt tốc độ cao từ ga Ngọc Hồi (Hà Nội) đến ga Thủ Thiêm (TP.HCM) với chiều dài khoảng 1.545 km, đường đôi, khổ 1.435 mm.

Dự kiến sử dụng ba loại kết cấu chính với tỷ lệ như sau: Cầu: khoảng 60% tổng chiều dài tuyến.;

Nền đất đắp: khoảng 30% tổng chiều dài tuyến.

Hầm: khoảng 10% tổng chiều dài tuyến.

- **Các tuyến đường sắt mới khác:** Quy hoạch xây dựng các tuyến như Hà Nội - Hải Phòng, Vũng Áng - Tân Ấp - Mụ Giạ (kết nối với Lào), TP.HCM - Cần Thơ, Lào Cai - Hà Nội - Hải Phòng, và các tuyến kết nối khu công nghiệp, cảng biển, khu kinh tế.

✓ Tầm nhìn đến năm 2050:

- **Hoàn thành tuyến đường sắt tốc độ cao Bắc - Nam:** Tiếp tục đầu tư hoàn thiện và đưa vào khai thác toàn tuyến, đảm bảo kết nối hiệu quả giữa các vùng kinh tế trọng điểm.

- **Phát triển các tuyến đường sắt mới:** Xây dựng các tuyến kết nối khu vực Tây Nguyên, đường sắt ven biển, và các tuyến kết nối quốc tế, nhằm mở rộng mạng lưới và tăng cường liên kết vùng.

Nhu cầu tương lai về nghiên cứu Mr cho đất đắp đường sắt tốc độ cao là rất lớn

Thực trạng và hướng phát triển ở Việt Nam

❖ Thực trạng nghiên cứu Mr ở Việt Nam

Nhìn chung, việc nghiên cứu và ứng dụng Mr ở Việt Nam vẫn đang trong giai đoạn ban đầu (*chủ yếu xác định theo kinh nghiệm – tra bảng*), cần có sự đầu tư mạnh mẽ hơn về cơ sở pháp lý, thiết bị thí nghiệm và nguồn lực con người để đáp ứng yêu cầu thực tế, đặc biệt trong các dự án đường sắt tốc độ cao.

Nội dung	Thực trạng
Cơ sở pháp lý (<i>Tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật</i>)	<ul style="list-style-type: none">- Hiện chưa có tiêu chuẩn quốc gia (TCVN) quy định về thí nghiệm xác định Mr.- Tiêu chuẩn liên quan TCVN 8868:2011 (xác định mô Mr bằng tấm nén) chỉ áp dụng cho mặt đường.- TCCS 37:2022 áp dụng phù hợp cho đường bộ
Cơ sở khoa học (<i>Các đề tài, công trình nghiên cứu về Mr</i>)	<ul style="list-style-type: none">- Số lượng nghiên cứu còn ít; Một số nghiên cứu về mô đun đàn hồi Mr (chủ yếu là kết cầu mặt đường) được thực hiện tại Đại học GTVT, Đại học Mỏ - Địa chất, Viện KHCN GTVT cho công trình đường bộ.- Chưa có nghiên cứu về Mr cho đường sắt, đặc biệt là đường sắt tốc độ cao.
Cơ sở vật chất (<i>Thiết bị, nhân lực, nguồn lực nghiên cứu</i>)	<ul style="list-style-type: none">- Thiết bị thí nghiệm Mr còn rất hạn chế: mới có ba trục động, xuyên động (HUMG).- Nhân lực nghiên cứu rất hạn chế.

Thực trạng và hướng phát triển ở Việt Nam

❖ Hướng phát triển nghiên cứu ở Việt Nam

1. Ứng xử đàn hồi (hồi phục) của đất đắp với tải trọng động do tàu đường sắt tốc độ cao
2. Nghiên cứu đánh giá tiềm năng vật liệu đắp cho xây dựng đường sắt tốc độ cao (với tiêu chí Mr đáp ứng yêu cầu) – theo khu vực, theo loại đá gốc, ...
3. Nghiên cứu các phương pháp xác định Mr của kết cấu nền – móng đường sắt tốc độ cao
4. Nghiên cứu đánh giá ảnh hưởng của độ ẩm, nhiệt độ, chu kỳ tải trọng, sự bão hòa nước, ... đến sự suy giảm Mr theo thời gian
5. Nghiên cứu vật liệu mới thay thế đất đắp truyền thống
6. Các nghiên cứu về mô hình hóa ứng xử động học

Thực trạng và hướng phát triển ở Việt Nam

❖ Hướng phát triển đào tạo ở Việt Nam

1. Mở mới ngành đào tạo: Kỹ thuật nền móng công trình đường sắt tốc độ cao; Vật liệu xây dựng công trình đường sắt tốc độ cao
2. Bổ sung, cập nhật vào đề cương các học phần, chương trình đào tạo liên quan
3. Đào tạo cấp chứng chỉ cho kỹ thuật viên về các phương pháp thí nghiệm nền móng (vật liệu) công trình đường sắt tốc độ cao
4. Hợp tác trong nước và quốc tế về lĩnh vực đường sắt tốc độ cao

❖ Xây dựng bộ khung pháp lý

1. Xây dựng tiêu chuẩn quốc gia (TCVN), tiêu chuẩn cơ sở, các quy chuẩn, chỉ dẫn về phương pháp, quy trình thí nghiệm xác định Mr cho đường sắt tốc độ cao
2. Nghiên cứu, ban hành các quy định về giới hạn Mr (đáp ứng tốc độ yêu cầu), quy trình bảo dưỡng nền đắp (đảm bảo tính ổn định bền vững)

Kết luận và kiến nghị

❖ Kết luận

- ✓ Mr của nền đất là một thông số quan trọng trong thiết kế đường sắt tốc độ cao, được sử dụng trong phân tích động học, giảm thiểu rung động, ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng chịu tải, độ lún và tốc độ giới hạn.
- ✓ Mr có tính phi tuyến, phụ thuộc vào trạng thái ứng suất, độ ẩm, chu kỳ tải trọng, chu trình thí nghiệm và loại vật liệu.
- ✓ Phương pháp thí nghiệm ba trục động theo AASHTO T307 là phương pháp triển vọng để xác định chính xác Mr, kết hợp với thí nghiệm hiện trường DCP để đảm bảo độ tin cậy trong điều kiện thực tế.
- ✓ Tại Việt Nam, nghiên cứu về Mr của nền đất cho đường sắt tốc độ cao vẫn còn hạn chế về cơ sở khoa học, pháp lý và cơ sở vật chất, nguồn lực.
- ✓ Hướng phát triển nghiên cứu, đào tạo có nhiều triển vọng

Kết luận và kiến nghị

❖ Kiến nghị

- ✓ Cần đẩy mạnh các nghiên cứu về Mr: Phương pháp và mô hình phù hợp; Cho các loại vật liệu đắp (*các mỏ vật liệu quy hoạch hoặc đề xuất quy hoạch*) theo độ chặt (*K98*); Vật liệu thay thế; Các yếu tố ảnh hưởng (*tuổi, nguồn gốc, điều kiện bảo dưỡng*), ...
- ✓ Mở ngành mới; cập nhật chương trình đào tạo với các ngành liên quan; mở các khóa đào tạo ngắn hạn cấp chứng chỉ.
- ✓ Đầu tư máy móc thiết bị nghiên cứu.
- ✓ Xây dựng tiêu chuẩn quốc gia, quy chuẩn, chỉ dẫn kỹ thuật.



Xin trân trọng cảm ơn!



Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong nền đường sắt dưới tác dụng tải trọng lặp

Đỗ Mạnh Tấn

Khoa Xây dựng, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà nội

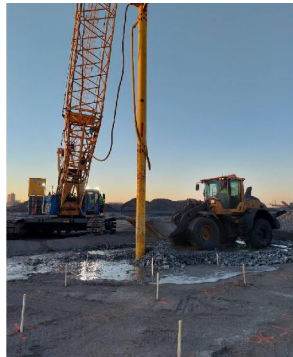
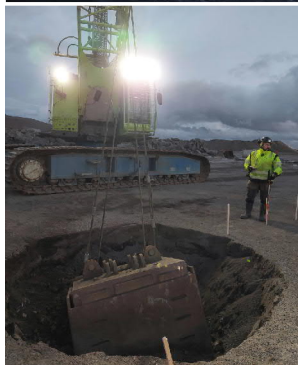


Branschsamverkan i Grunden



Giới thiệu chung

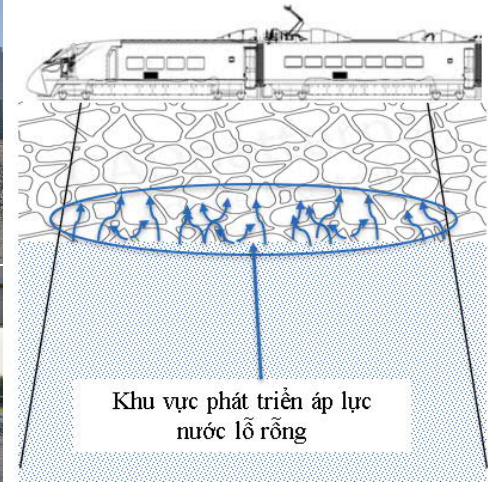
Gia cố nền đất yếu



Biểu hiện nền móng đường sắt

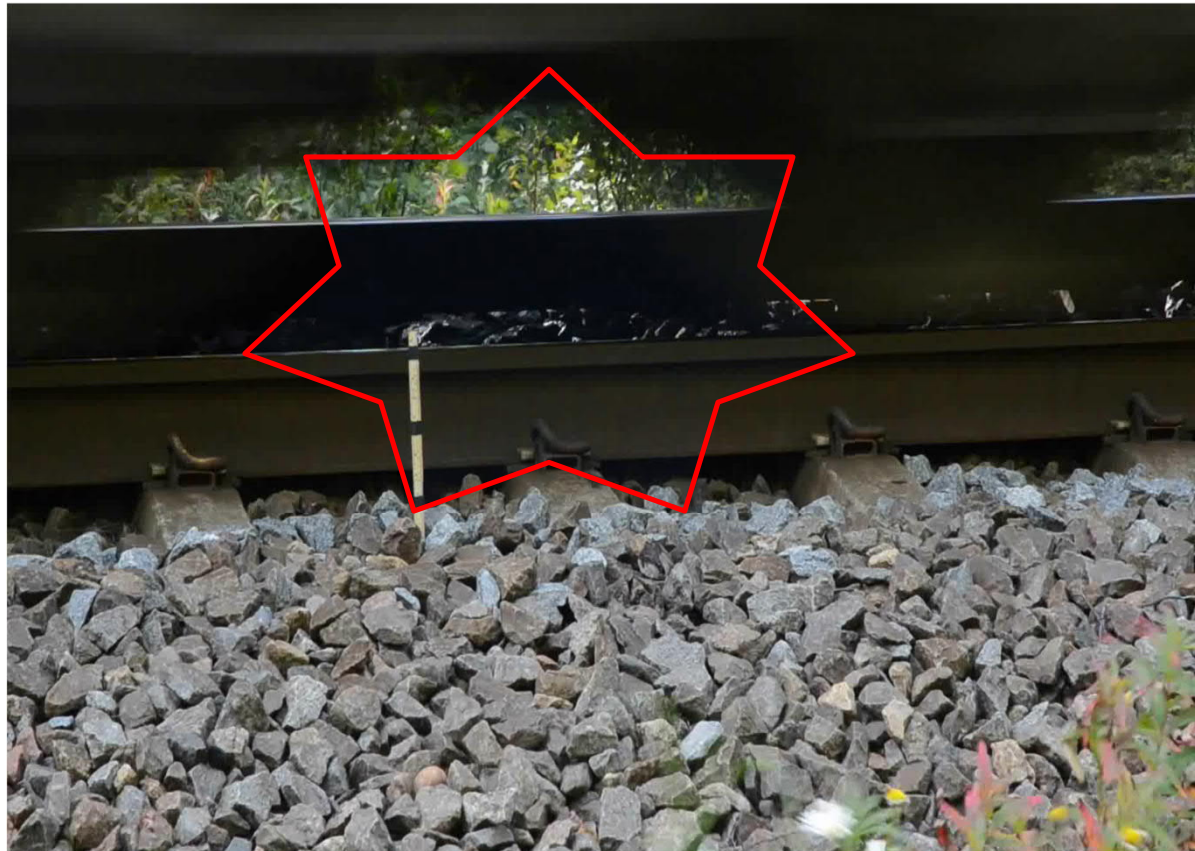


Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng
bên trong nền đường sắt dưới tác
dụng tải trọng lặp



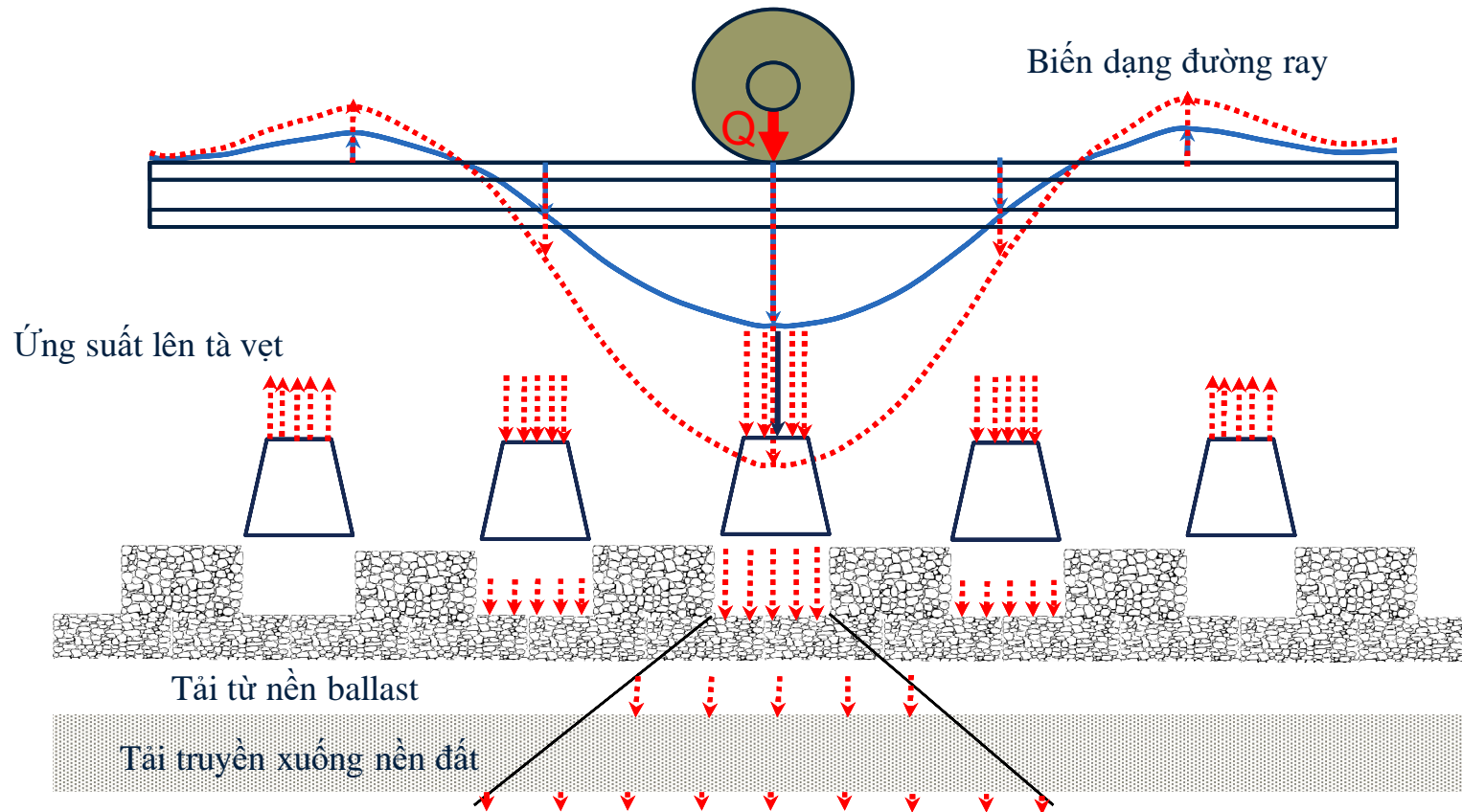
Cơ sở nghiên cứu

(Trafikverket)

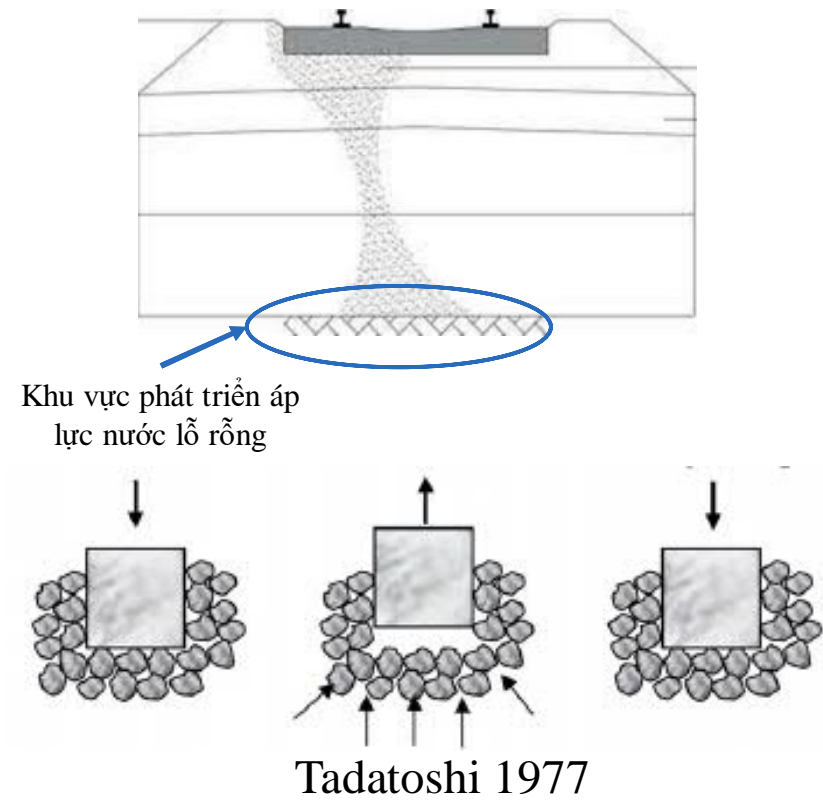
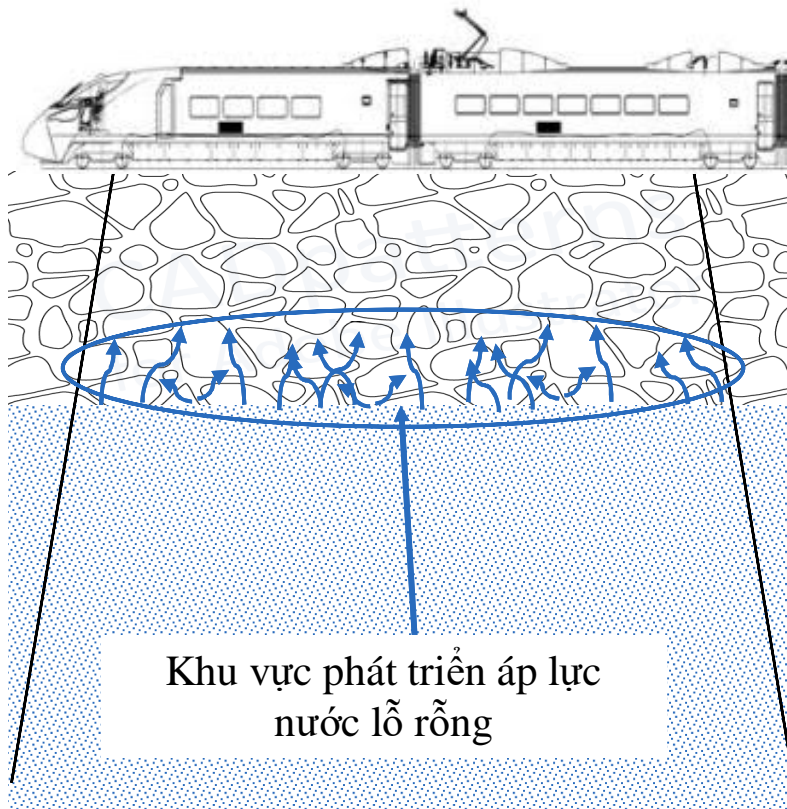


Cơ sở nghiên cứu

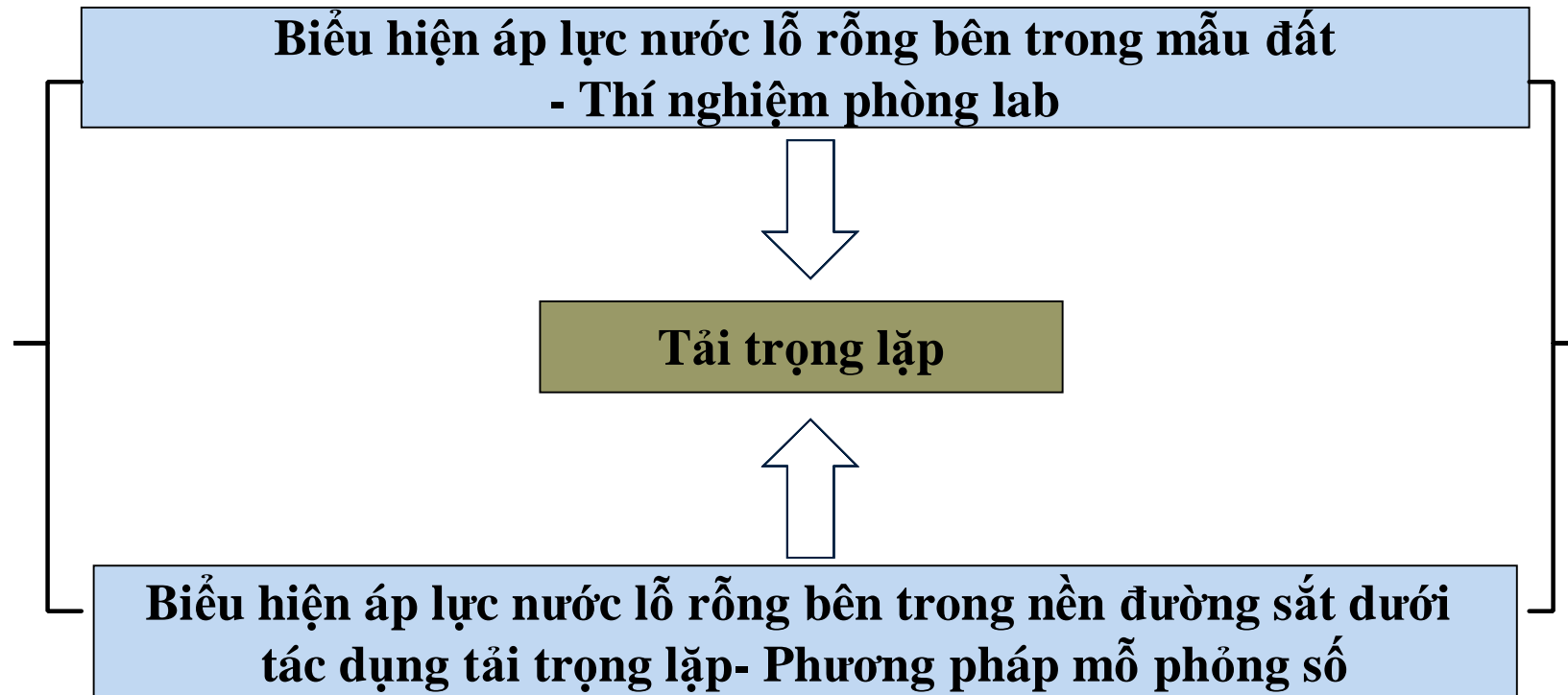
Phân bố ứng suất vào kết cấu đường ray và biến dạng đường ray do tăng tải trọng hoặc tăng tốc độ



Cơ sở nghiên cứu



Mục tiêu nghiên cứu



Mục tiêu nghiên cứu 1

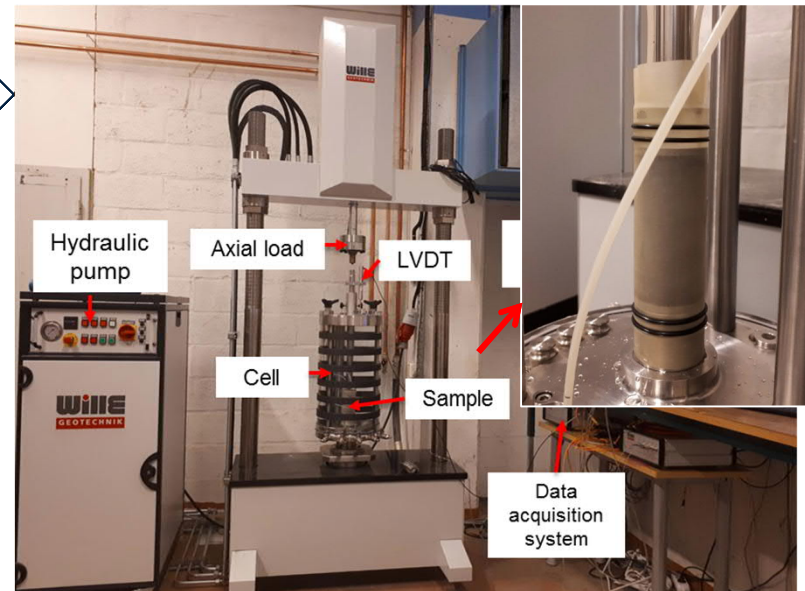
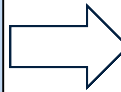
Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong mẫu đất
- Thí nghiệm phòng lab



Tải trọng lặ



Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong nền đường sắt dưới
tác dụng tải trọng lặ- Phương pháp mô phỏng số



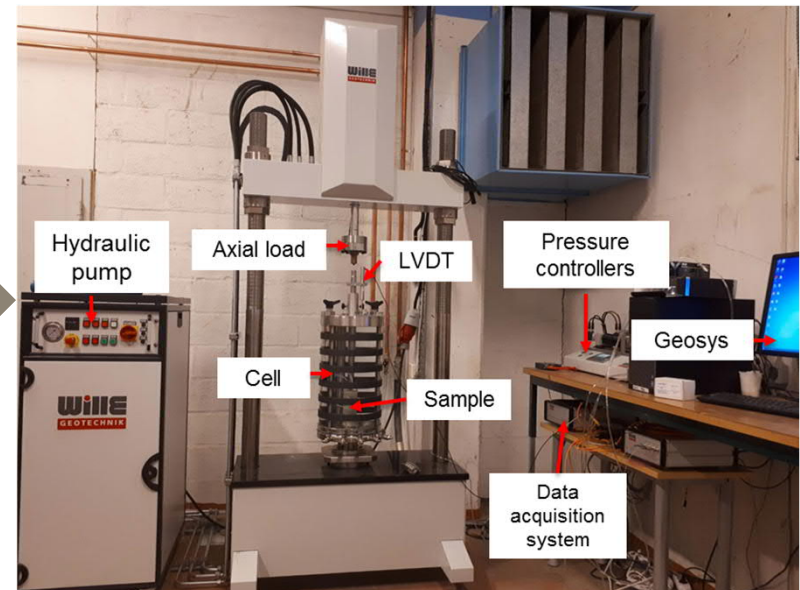
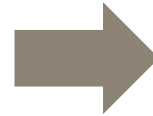
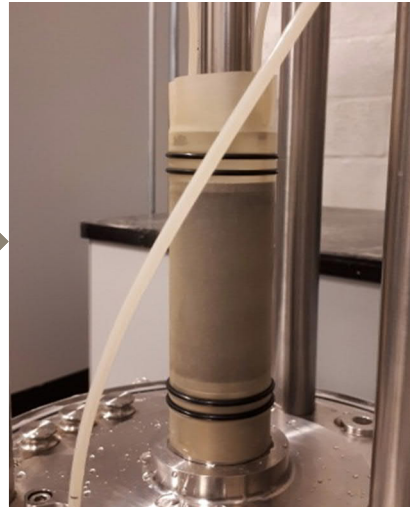
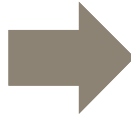
Nén 3 trục tải trọng lặ

Công tác chuẩn bị mẫu

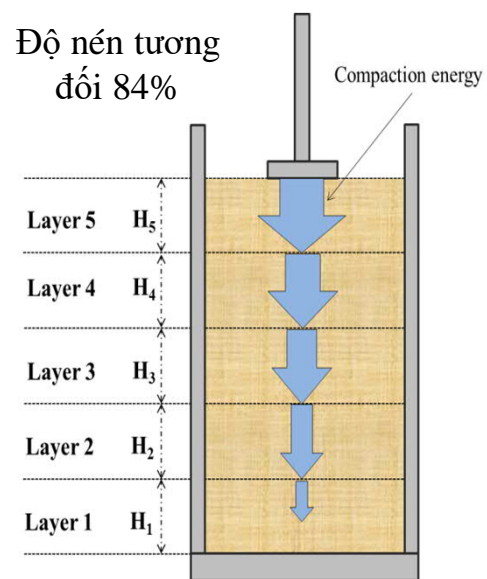
Mẫu đất



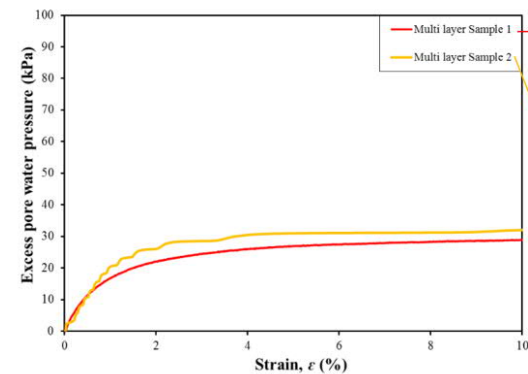
Phương pháp
Moist Tamping



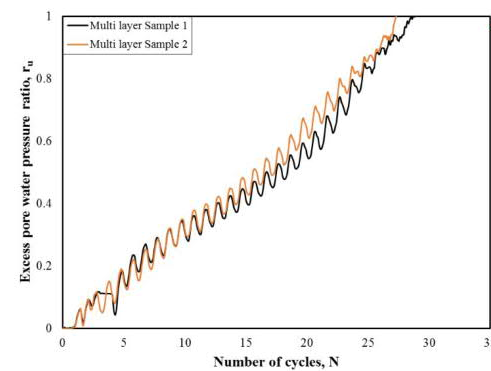
Kiểm chứng mẫu



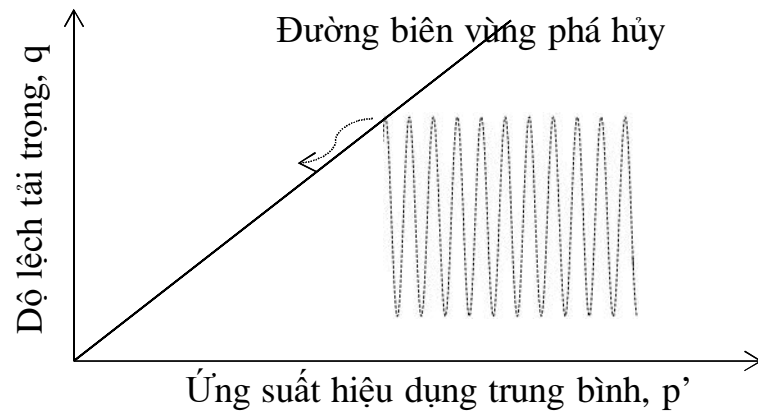
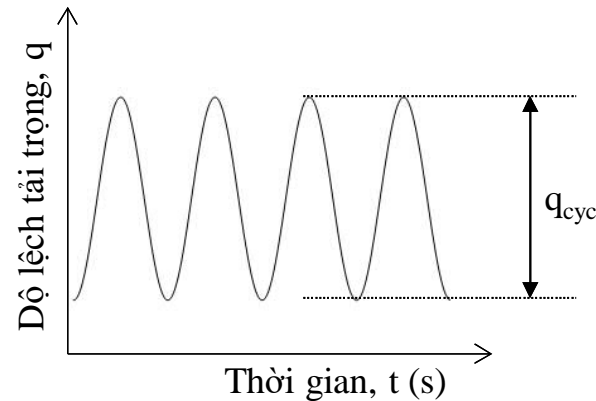
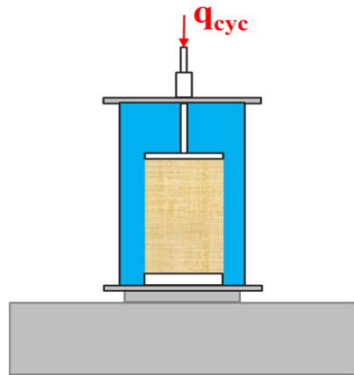
Phương pháp Under-
compaction



Kiểm chứng chất lượng phương pháp Under-compaction



Phương pháp thí nghiệm



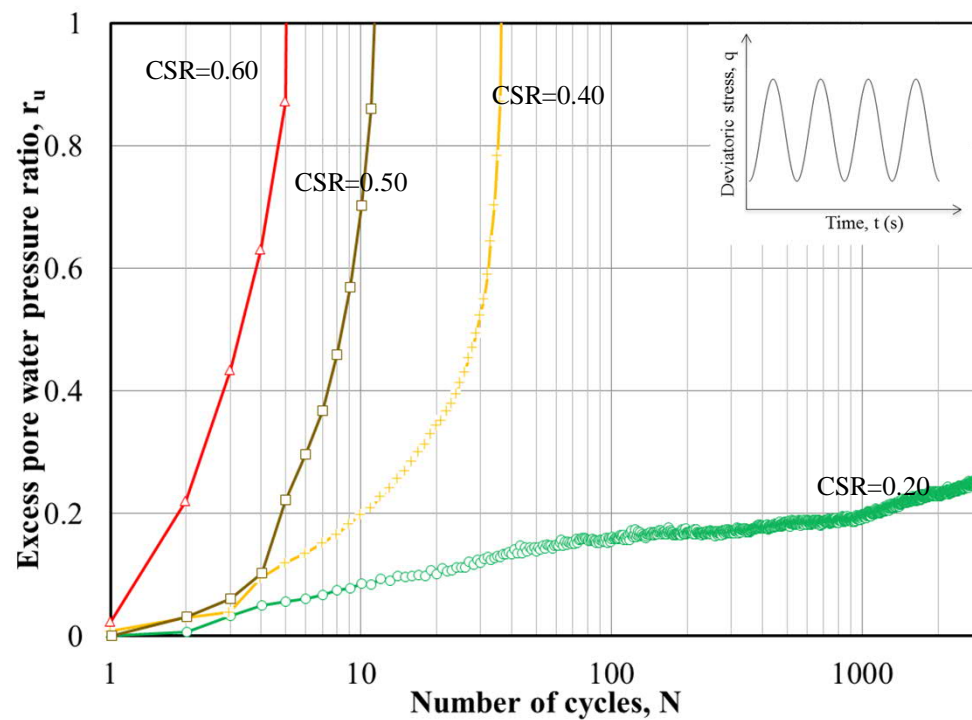
$$CSR = \frac{q_{cyc}}{2 \times \sigma'_c}$$

Tỷ ứng suất tải lặp (CSR):

Đất dưới nền đường sắt: $CSR = 0.2-0.6$

Tải trọng bên hông $\sigma'_c = 30$ kPa

Áp lực nước lỗ rỗng bên trong mẫu dưới tác dụng tải trọng lặp

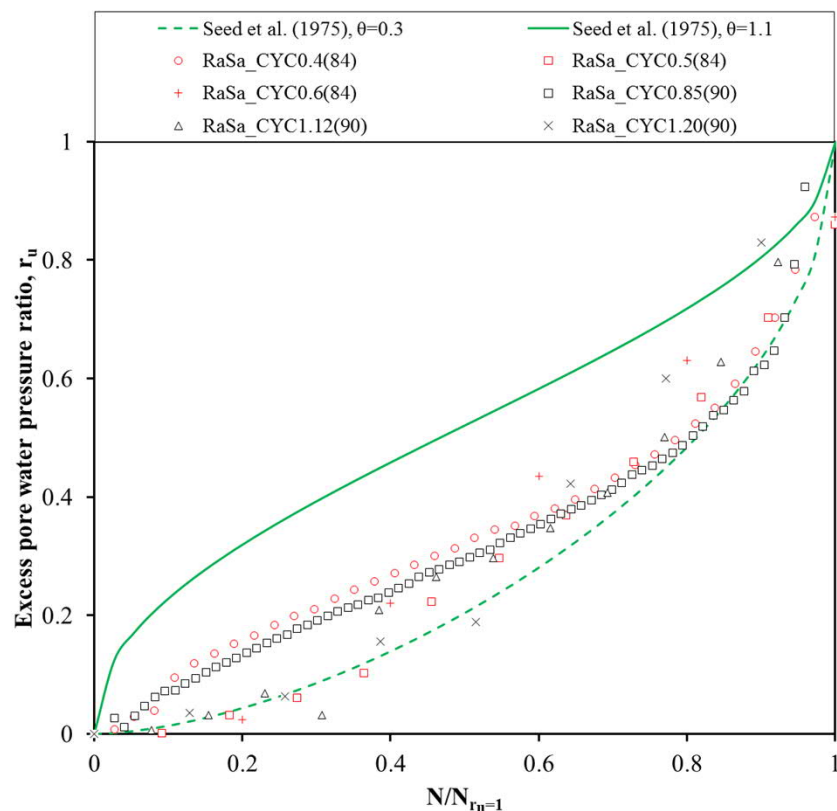


Hệ số áp lực nước lỗ rỗng, $r_u = \frac{\Delta p_w}{\sigma'_{v0}}$
(Hệ số áp lực nước lỗ rỗng $r_u=1$: Phá hủy)

Mẫu thí nghiệm sau khi nén tải lặp



Kết quả thí nghiệm và cơ sở lý thuyết



Hệ số áp lực nước lỗ rỗng (Seed et al. 1975)

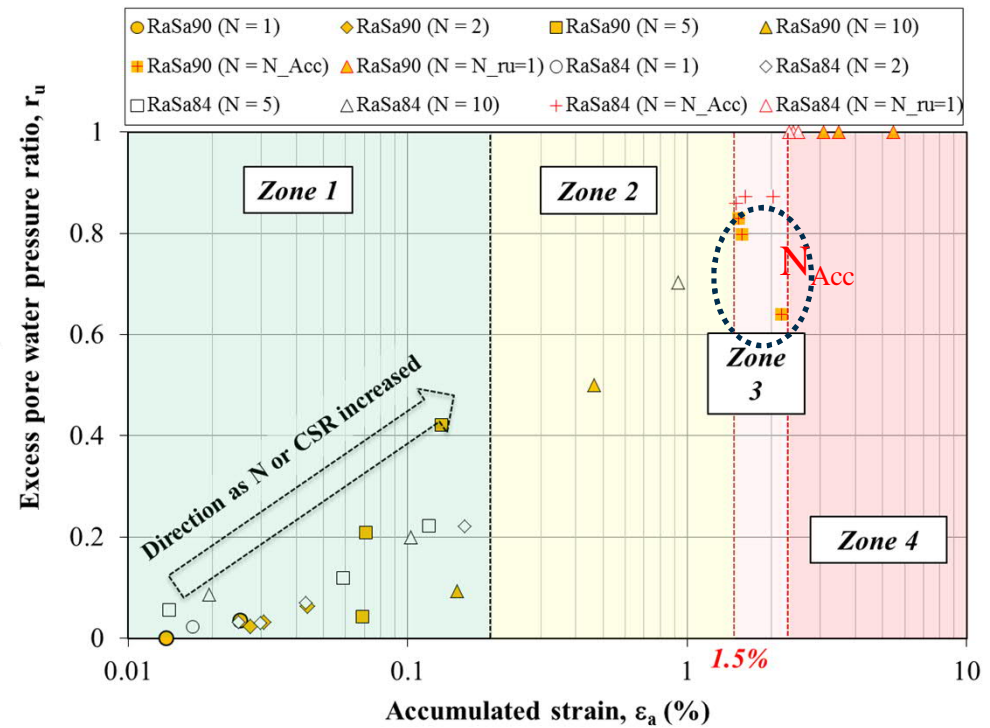
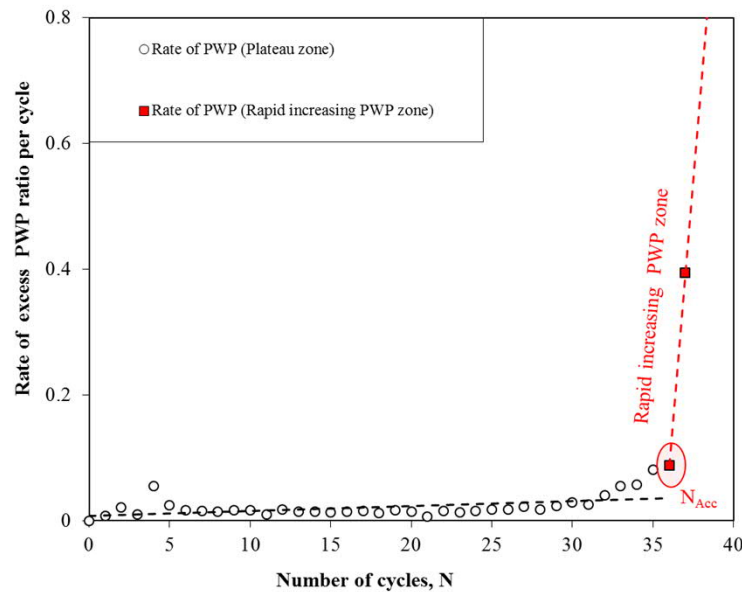
$$r_u = \frac{2}{\pi} \arcsin \left(\frac{N}{N_{r_u=1}} \right)^{1/2\theta}$$

Trong đó θ là hằng số thực nghiệm được xác định từ thử nghiệm trong phòng thí nghiệm

$\left(\frac{N}{N_{r_u=1}} \right)$ là số chu kỳ (N) được chuẩn hóa theo số chu kỳ tại $r_u=1$

Áp lực nước lỗ rỗng bên trong mẫu dưới tác dụng tải trọng lặp

Quan hệ áp lực nước lỗ rỗng và biết dạng



Áp lực nước lỗ rỗng bên trong mẫu và chu kỳ tải lặp

Quan hệ áp lực nước lỗ rỗng và biết dạng

Mục tiêu nghiên cứu 2

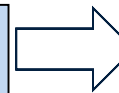
Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong mẫu đất
- Thí nghiệm phòng lab



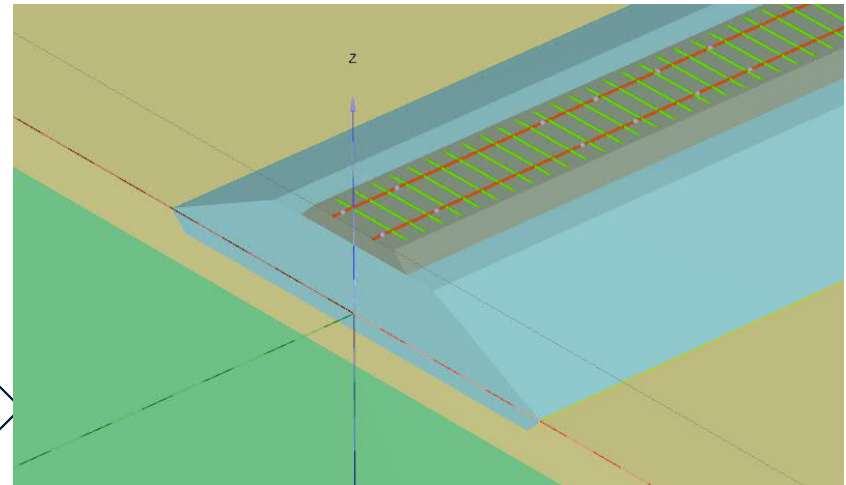
Under cyclic loading



Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong nền
đường sắt dưới tác dụng tải trọng lặp
- Phương pháp mô phỏng số



FEM



Phương pháp nghiên cứu

Biểu hiện áp lực nước lỗ rỗng bên trong nền
đường sắt dưới tác dụng tải trọng lặp



Một nghiên cứu điển hình



Hệ thống nén 3 trục tĩnh và động

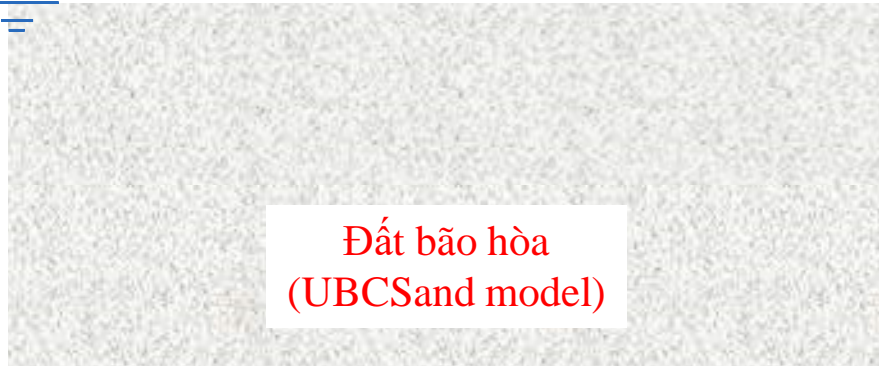
Thí nghiệm đường đặc tính đất không bão hòa



Đất không bão hòa

Đất bão hòa

Phương pháp nghiên cứu



Đất bão hòa
(UBCSand model)

LAB & hiệu chuẩn

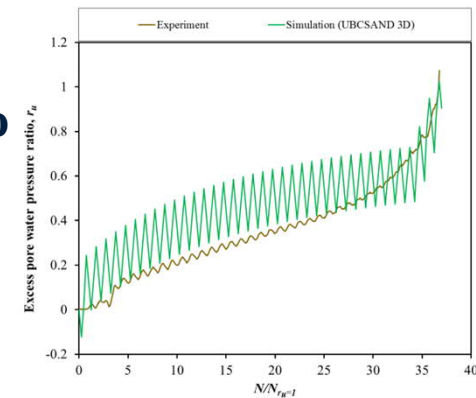
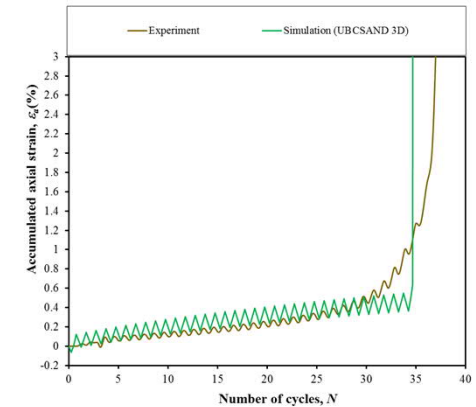
Hệ thống 3 trục tĩnh



Hệ thống 3 trục động

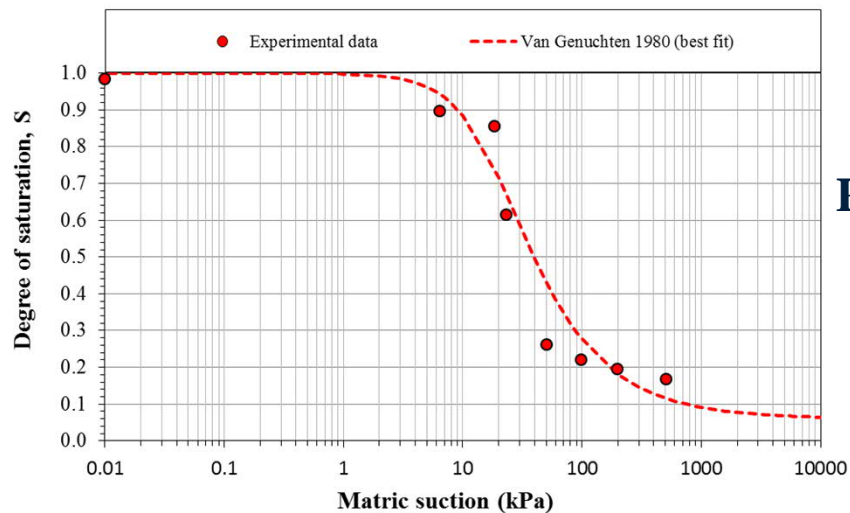


Phương pháp
curve fitting

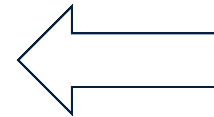


Phương pháp nghiên cứu

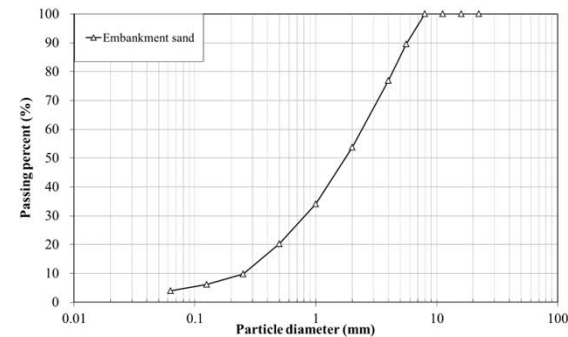
Đất không bão hòa
(UBCsand kết hợp van Genuchten)



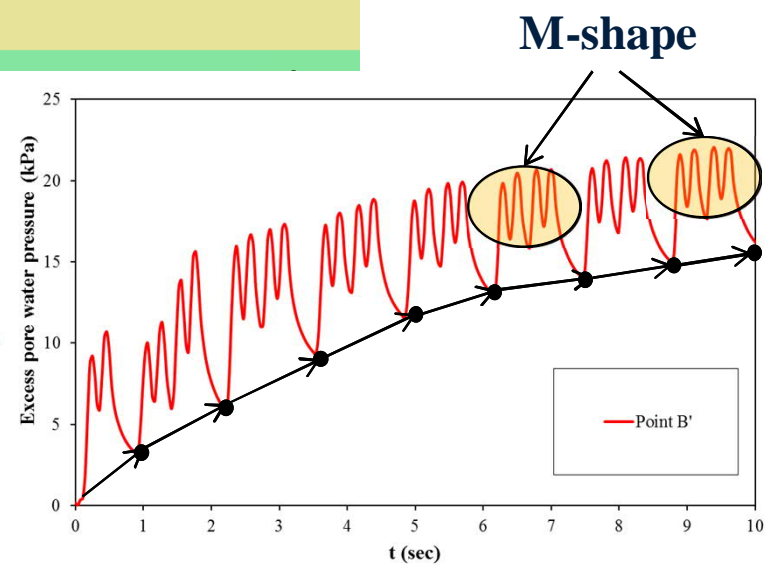
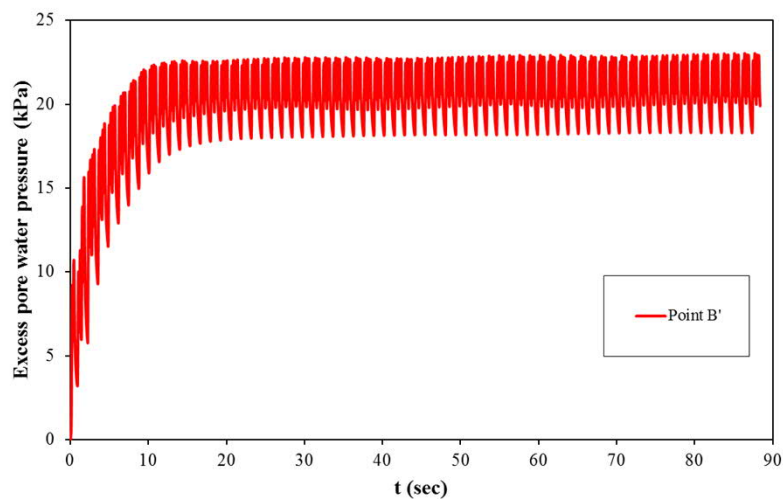
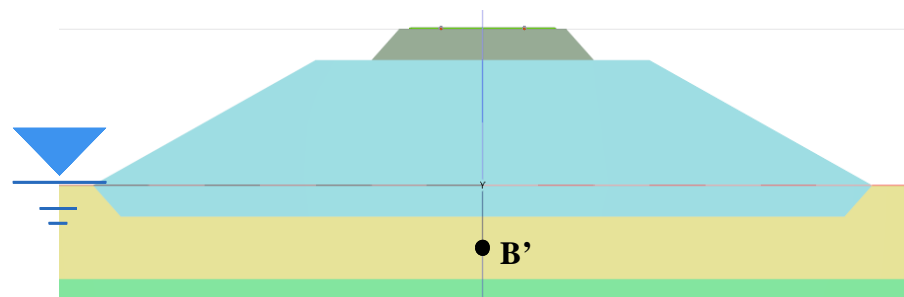
LAB & hiệu chuẩn



Phương pháp Curve fitting

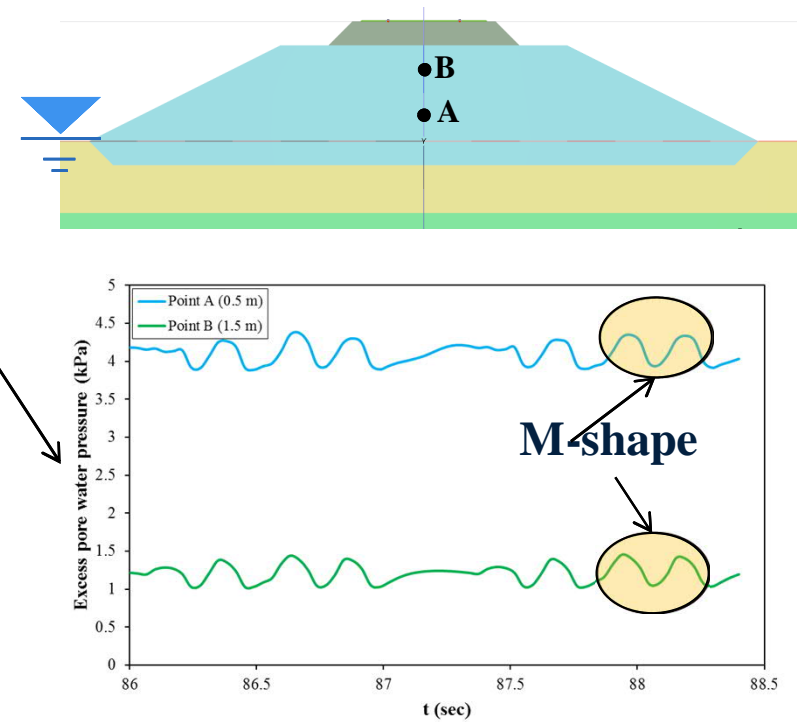
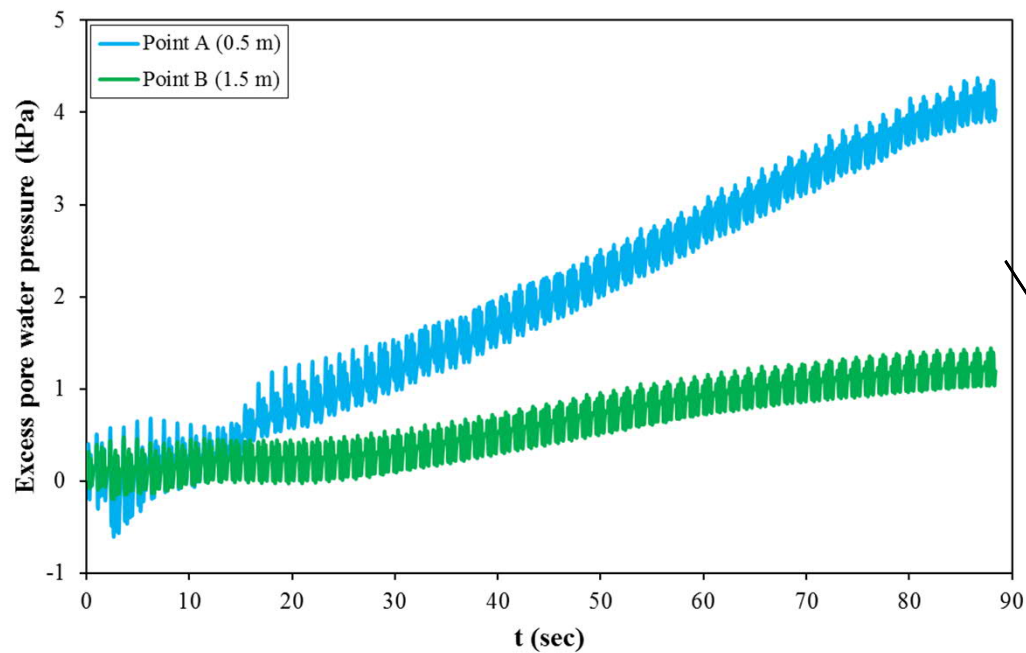


Áp lực nước lỗ rỗng phát triển trong đất bão hòa bên dưới nền đắp đường sắt

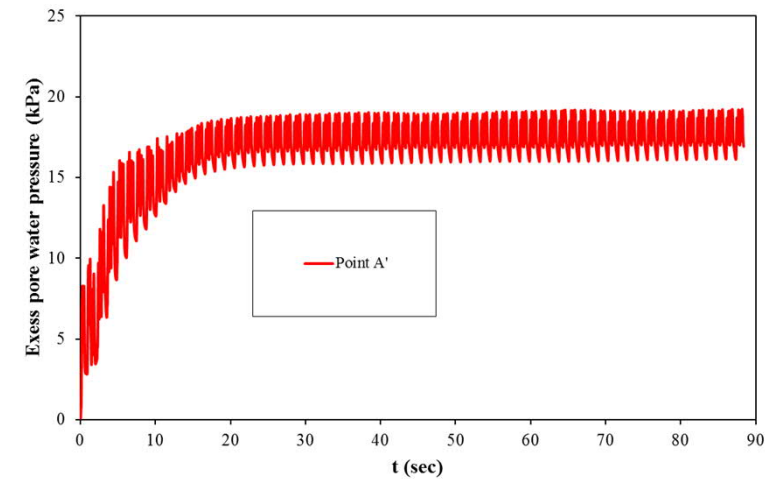
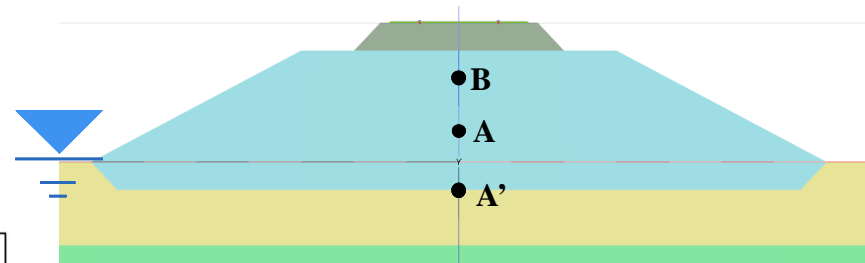
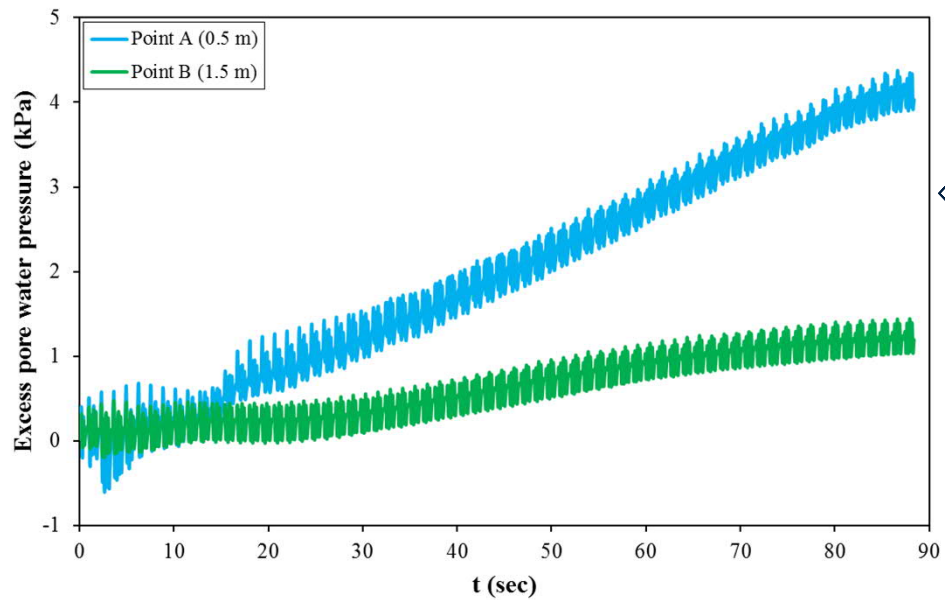


Khái niệm về sự tích tụ áp lực nước lỗ rỗng dư thừa do tải trọng lặp

Áp lực nước lỗ rỗng phát triển trong nền đắp đường sắt không bão hòa



Áp lực nước lỗ rỗng phát triển trong nền đắp đường sắt không bão hòa

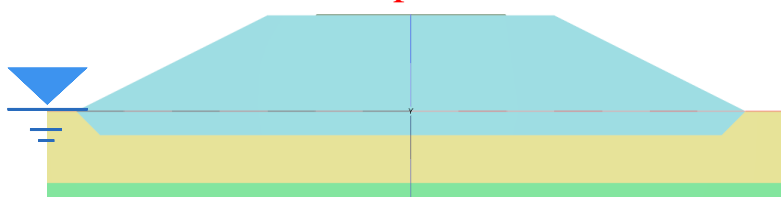


Ý nghĩa thực tế của nghiên cứu

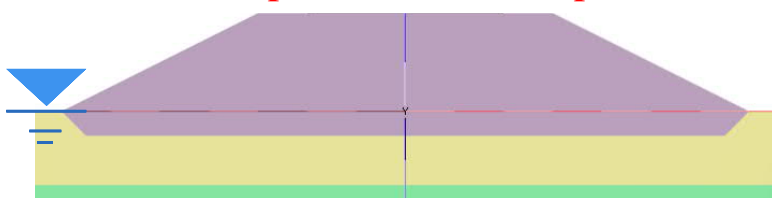
Sự sâp nhập bùn



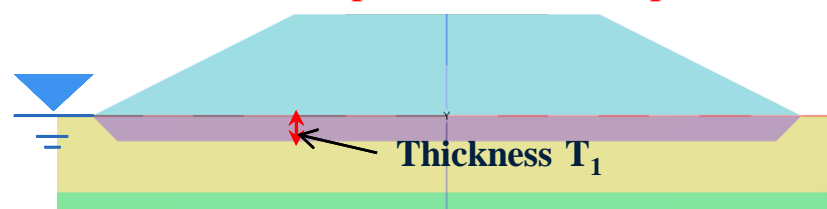
Nền đắp ban đầu



Nền đắp nhiễm bẩn toàn phần



Nền đắp nhiễm bẩn một phần

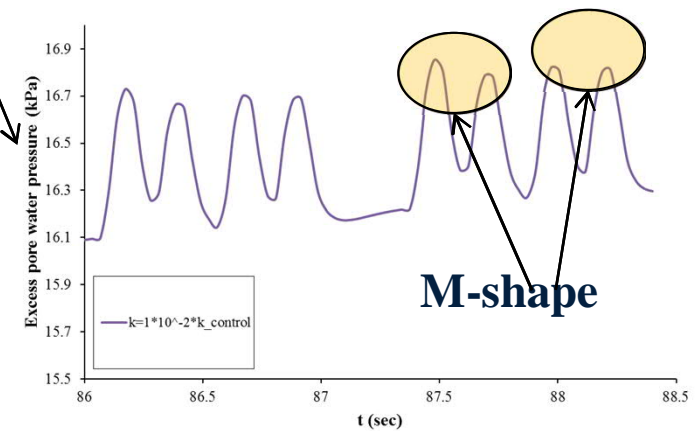
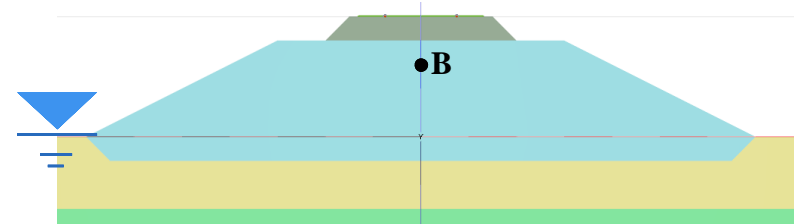
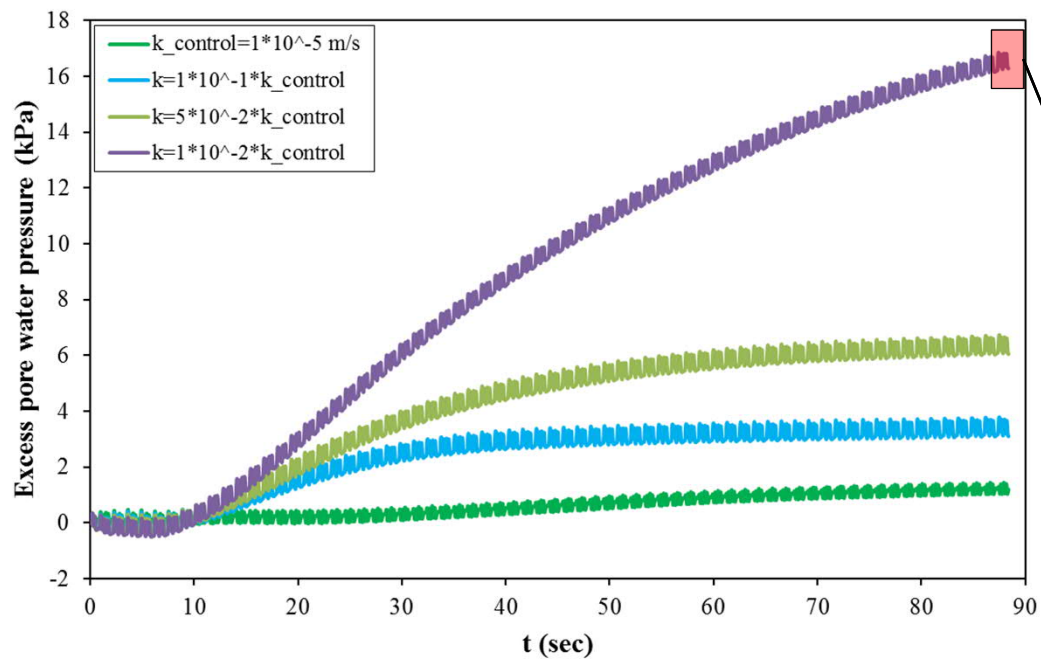


Nền đắp nhiễm bẩn một phần



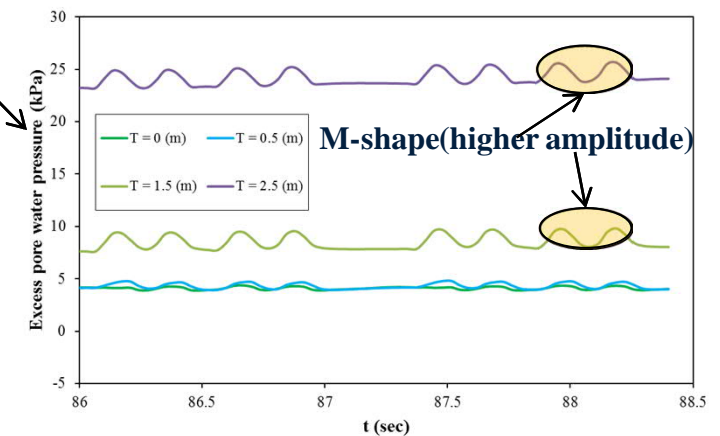
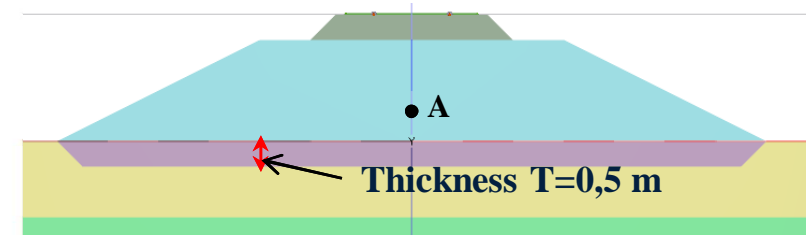
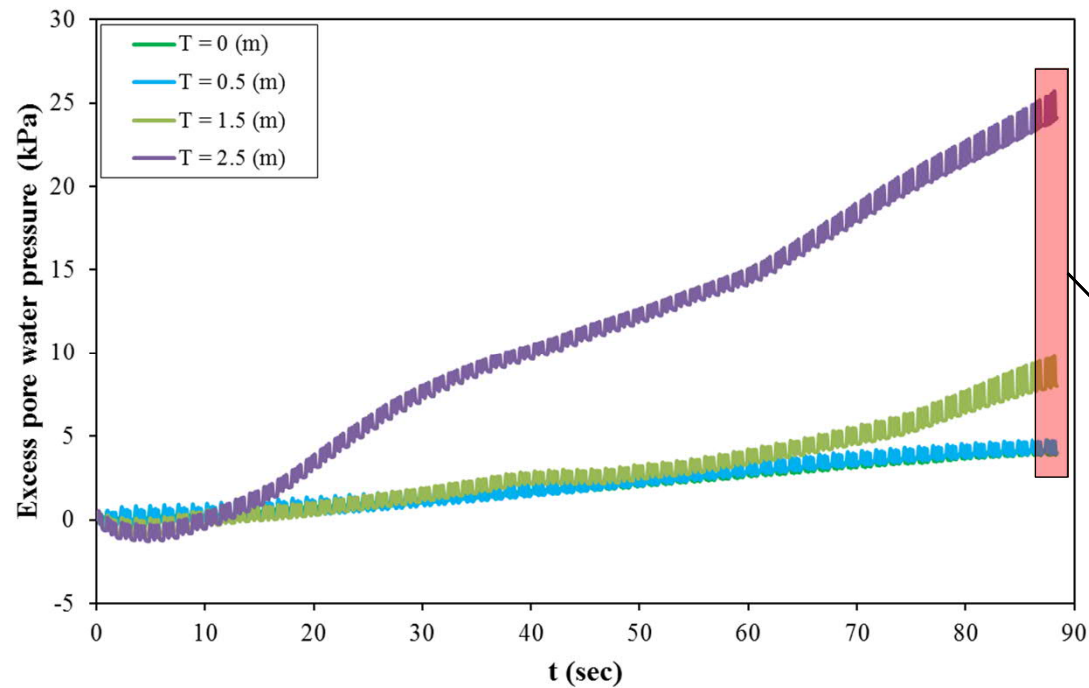
Ý nghĩa thực tế của nghiên cứu

Point B

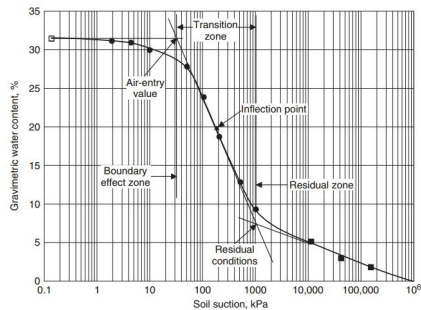


Ý nghĩa thực tế của nghiên cứu

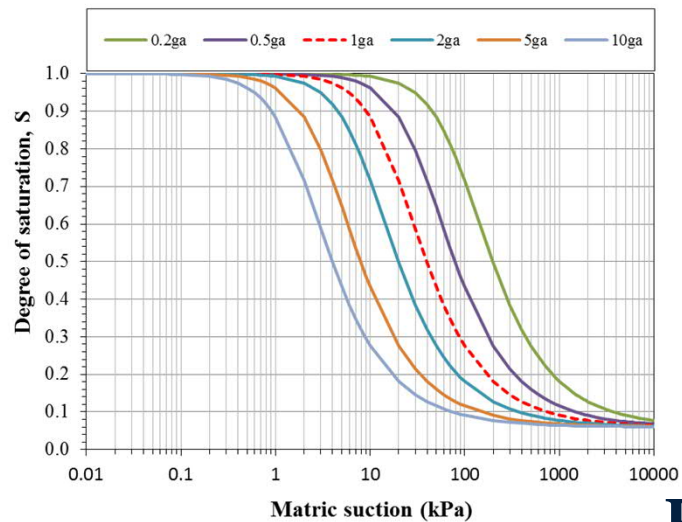
Point A



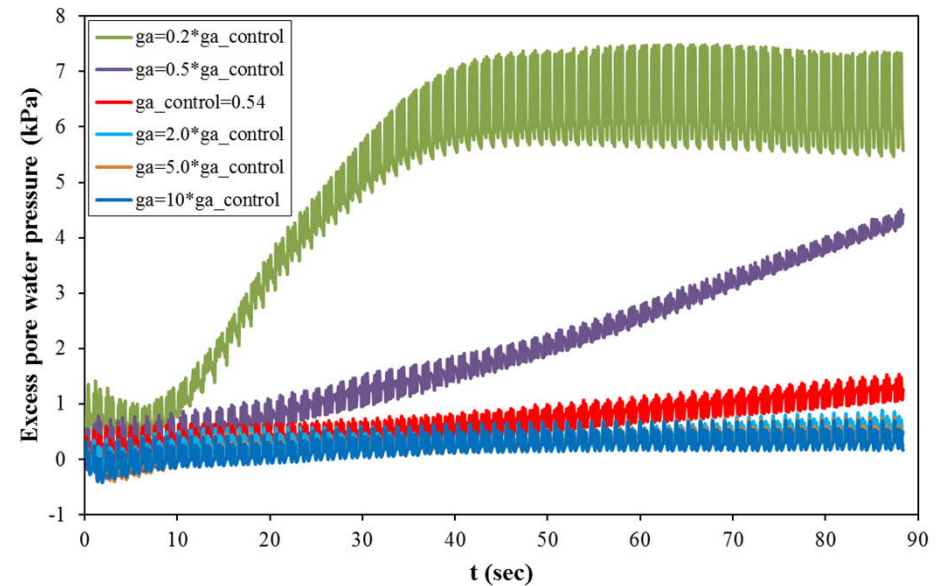
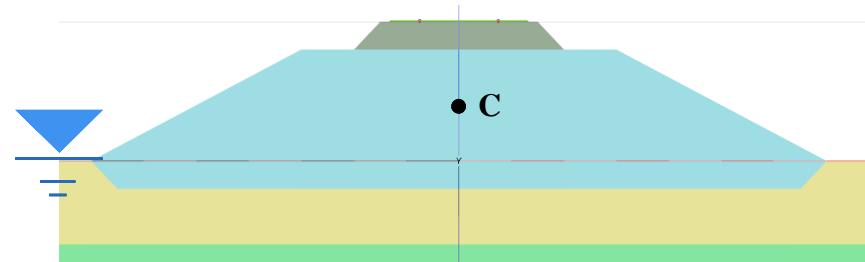
Ý nghĩa thực tế của nghiên cứu



Giá trị air entrance



Point C



Tóm tắt kết quả nghiên cứu

- Từ kết quả nén 3 trục tải lặp (LAB)
 - Áp lực nước lỗ rỗng dư và biến dạng trục tích lũy theo thời gian do tải trọng lặp
 - Sự tích lũy phụ thuộc đáng kể vào tỷ số ứng suất lặp (CSR)
 - Mối quan hệ giữa áp lực nước lỗ rỗng dư và biến dạng tích lũy được đề xuất

Tóm tắt kết quả nghiên cứu

■ Từ phương pháp mô phỏng số

- Sự tích tụ áp lực nước lỗ rỗng dư trong quá trình tàu đi qua: cả ở vùng bão hòa và không bão hòa

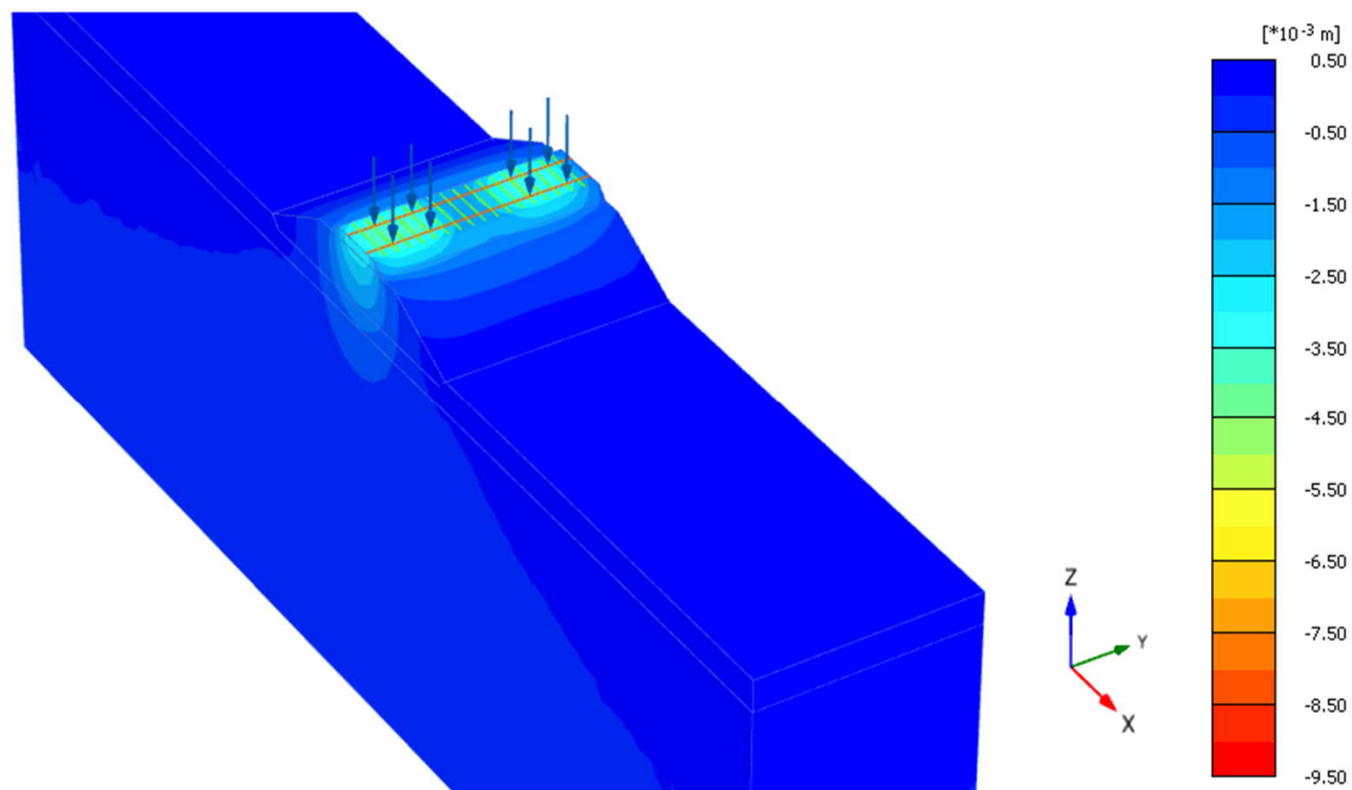
+ Vùng bão hòa: Sự phát triển áp lực nước lỗ rỗng nhanh và rõ ràng

+ Vùng không bão hòa: chậm hơn vùng đất bão hòa

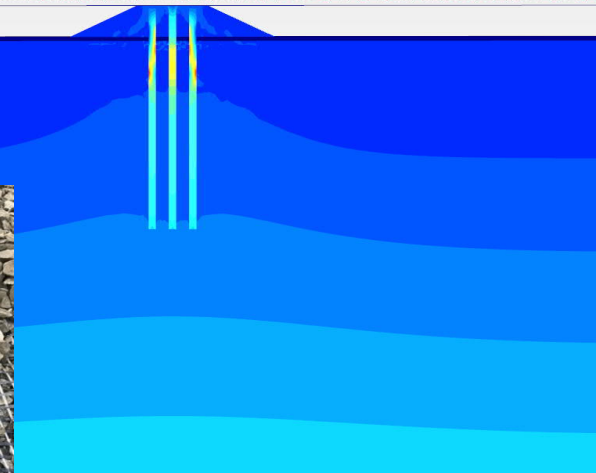
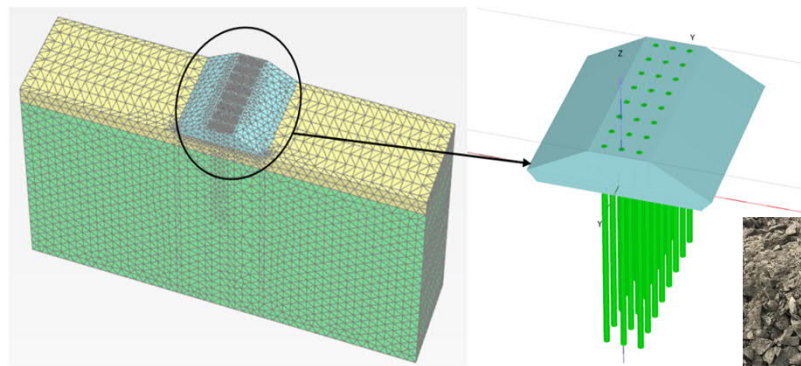
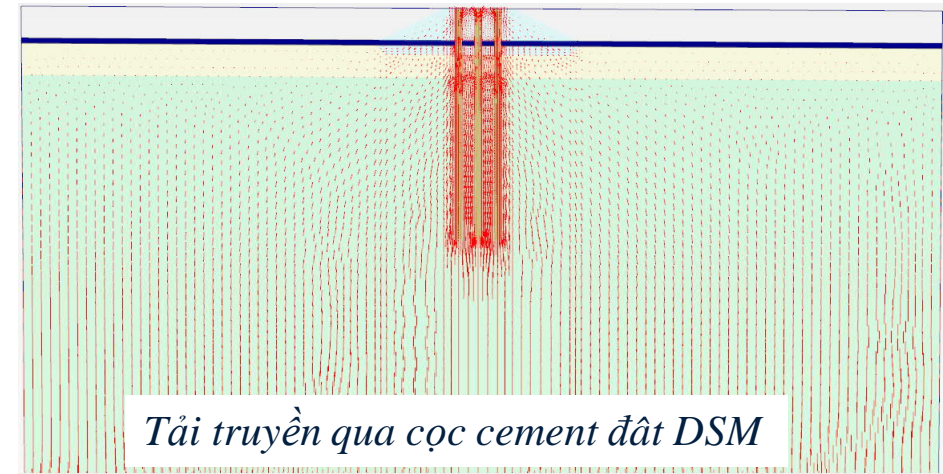
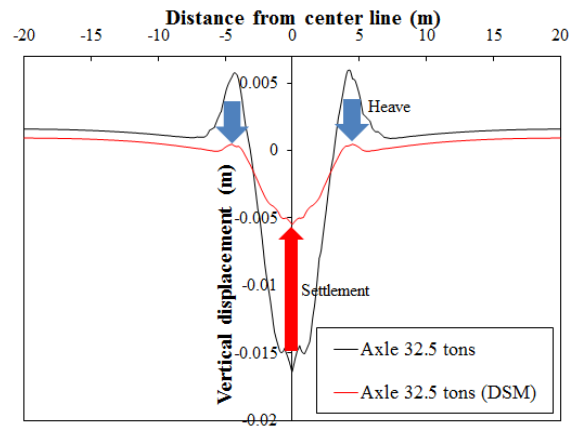
→ nhưng áp lực nước lỗ rỗng dư thừa vẫn có thể tích tụ tùy thuộc vào điều kiện hiện trường: độ nhiễm bùn của nền đắp, độ thấm, các thông số đất

không bão hòa

Đề xuất và hướng phát triển



Đề xuất và hướng phát triển



Các dự án đang triển khai có liên quan

- Traffiverket (kết hợp cùng LTU): 2024-2028

Gia cố nền đất yếu sử dụng chất kết dính thân thiện môi trường (tái chế phụ phẩm công nghiệp)

Đầu ra: 1 Tiến sỹ (Đồng hướng dẫn)

- Vinnova (kết hợp cùng LTU): 2024-2026

Gia cố nền đắp đường sắt/ô tô bằng cọc gỗ + lưới địa kỹ thuật

Đầu ra: 1 Thạc sỹ (Đồng hướng dẫn)

Xin chân thành cảm ơn!

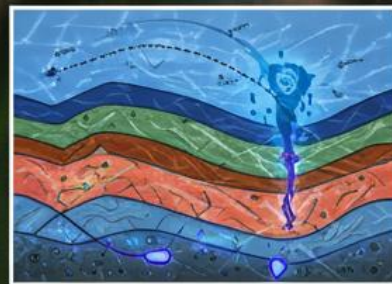
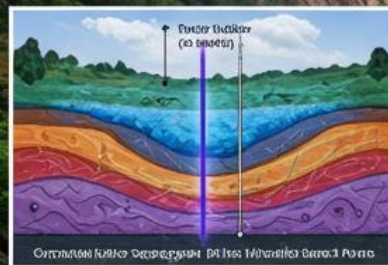
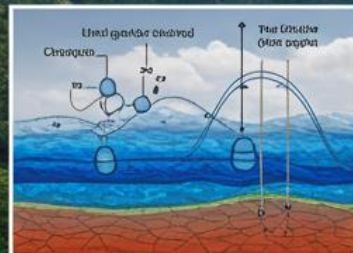
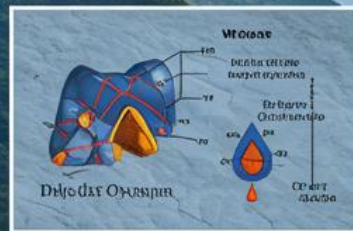


Địa chất thủy văn trong thi công tuyến đường sắt tốc độ cao Việt Nam. Thách thức và Giải pháp

Nguyễn Bách Thảo

D.T.T.Thủy, Đ.Đ.Bằng

Trường Đại học Mỏ-Địa chất



Nội dung trình bày

- Thông tin chung
- Thách thức ĐCTV trong thi công và vận hành ĐSCT
- Ảnh hưởng của ĐSCT đến yếu tố ĐCTV
- Một số giải pháp/kiến nghị



Dự án đường sắt cao tốc Bắc - Nam

- Chiều dài 1.541 km



HẦM

154km

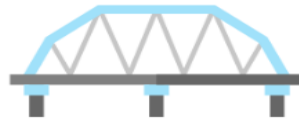
10%



NỀN ĐẤT

449km

30%



CẦU

938km

60%

- Mức đầu tư: 67,38 tỷ USD
- Tốc độ thiết kế 350km/h
- Đi qua 20 tỉnh thành
- Sử dụng 10.827ha đất



Dự án đường sắt cao tốc Bắc - Nam

- Điều kiện địa chất thủy văn đa dạng
 - **Khu vực đồng bằng:** sông Hồng và sông Cửu Long gồm trầm tích bờ rời, mực nước ngầm nông, ĐBSCL chỉ cách bề mặt địa hình 1-2m, mạng thủy văn dày, vùng ven biển chịu ảnh hưởng của thủy triều và xâm nhập mặn;
 - **Khu vực trung du:** có nguy cơ trượt lở tại các sườn dốc, nước ngầm tồn tại trong các đá phong hóa với trữ lượng trung bình;
 - **Khu vực đồi núi:** có mạch nước ngầm không liên tục phụ thuộc vào mạng lưới khe nứt và đứt gãy, karst, có nguy cơ trượt lở cao, đặc biệt trong mùa mưa.

Các vấn đề ĐCTV trong thi công và vận hành ĐSCT



Các kết quả đánh giá tác động khi thi công tuyến ĐSCT

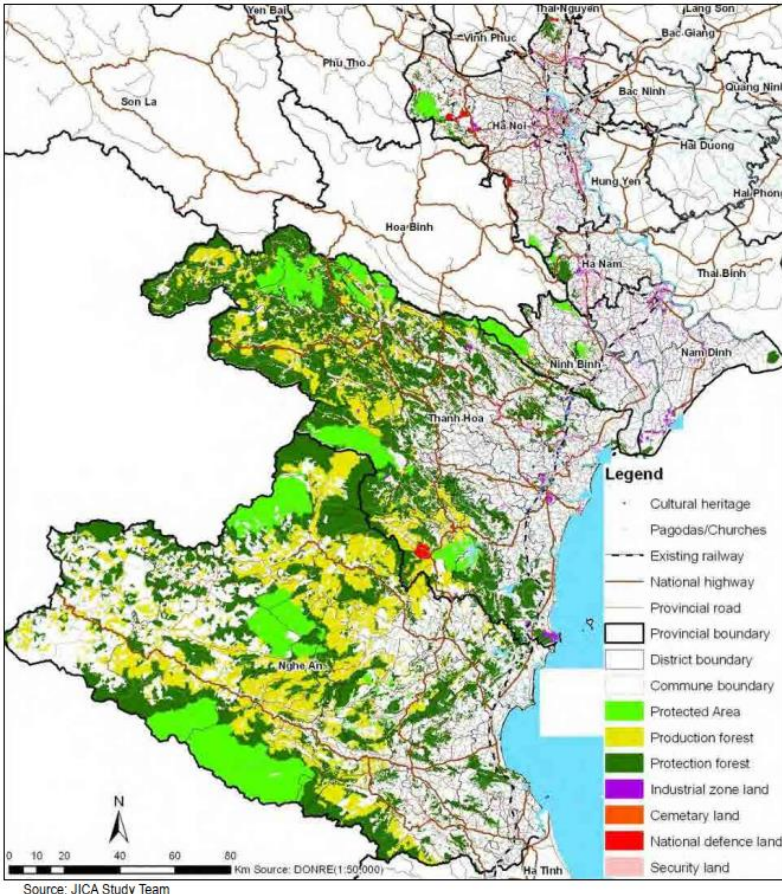
- Jica đã tiến hành đánh giá tác động qua lại của tuyến đường sắt cao tốc với 43 yếu tố thuộc 4 nhóm
 - Yếu tố tự nhiên: địa chất, địa hình, thủy văn, ĐCTV, ...
 - Môi trường sống (ô nhiễm không khí, nước mặt, nước ngầm, đất, độ ồn,...)
 - Môi trường xã hội (kinh tế, cảnh quan, sức khỏe, công trình văn hóa, ...)
 - Yếu tố khác (biến đổi khí hậu, tai nạn,...)
- Cho 3 giai đoạn khác nhau:
 - Trước khi thi công
 - Quá trình thi công
 - Quá trình vận hành ĐSCT.

Các kết quả đánh giá tác động khi thi công tuyến ĐSCT

- Nguồn số liệu
 - Các bản đồ địa chất, địa chất thủy văn, sử dụng đất, rừng, ...
 - Các đề án quy hoạch
 - Phiếu điều tra, ...
- Phương pháp đánh giá:
 - Đánh giá điểm cho các tiêu chí (5 mức)
- Kết quả
 - Đưa ra các mức độ tác động **Tích cực (+)** hoặc **Tiêu cực (-)** cho từng yếu tố

Đánh giá tác động của các yếu tố trong **quá trình THI CÔNG** tuyến phía Bắc-GĐ1 (*nguồn JICA*)

Yếu tố	Toàn tuyến	Hà Nội	Hà Nam	Nam Định	Ninh Bình	Thanh Hóa	Nghệ An
Địa hình	B-	D	D	D	B-	B-	C-
Địa chất	D	D	D	D	D	D	D
Xói mòn	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Thủy văn	D	D	D	D	D	D	D
Nước ngầm	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Ô nhiễm nước	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Ô nhiễm đất	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-
Sử dụng nước	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-

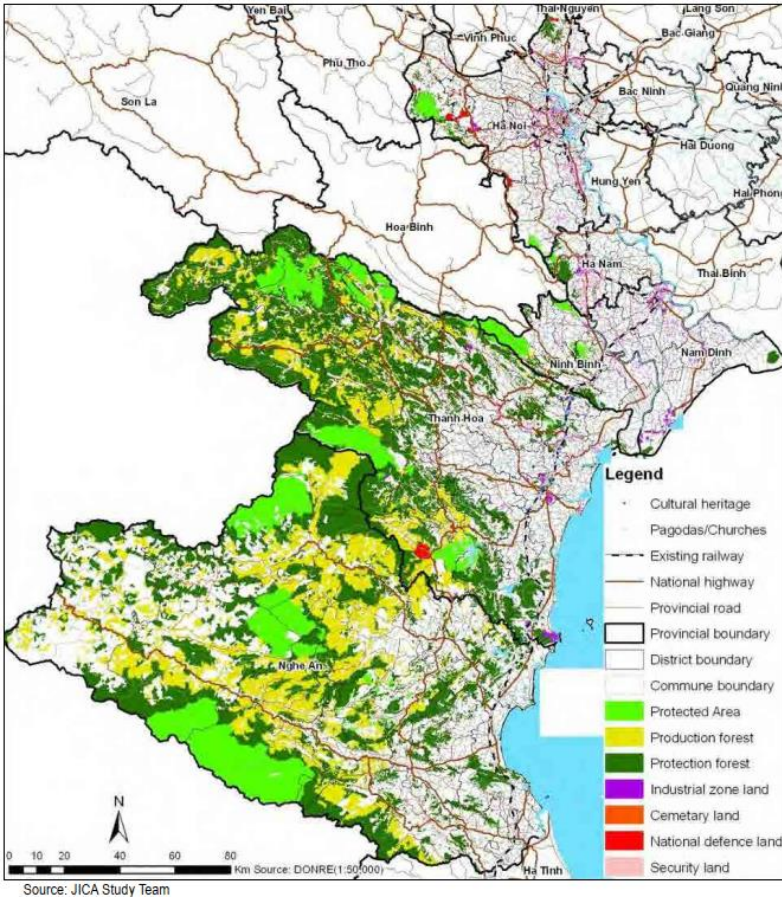


“Study for the formulation of high speed railway projects on Hanoi – Vinh and Ho Chi Minh – Nha Trang section” (FINAL REPORT)

A-: Dự kiến có tác động tiêu cực nghiêm trọng, B-: Dự kiến có một số tác động tiêu cực, C-: Mức độ tác động tiêu cực chưa rõ, D: Không có tác động

Đánh giá tác động của các yếu tố trong quá trình **VẬN HÀNH** tuyến phía **Bắc-GĐ1** (*nguồn JICA*)

Yếu tố	Toàn tuyến	Hà Nội	Hà Nam	Nam Định	Ninh Bình	Thanh Hóa	Nghệ An
Địa hình	D	D	D	D	D	D	D
Địa chất	D	D	D	D	D	D	D
Xói mòn	B-	C-	C-	C-	C-	B-	B-
Thủy văn	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Nước ngầm	B-	D	D	D	B-	B-	B-
Ô nhiễm nước	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Ô nhiễm đất	B-	B-	D	D	D	D	B
Sử dụng nước	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-

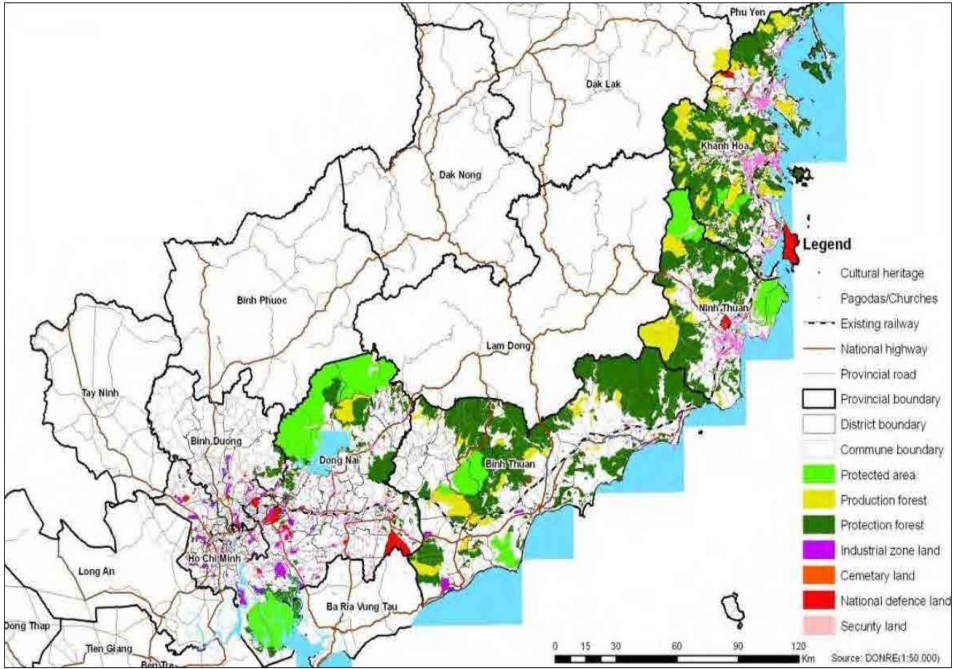


“Study for the formulation of high speed railway projects on Hanoi – Vinh and Ho Chi Minh – Nha Trang section” (FINAL REPORT)

A-: Dự kiến có tác động tiêu cực nghiêm trọng, B-: Dự kiến có một số tác động tiêu cực, C-: Mức độ tác động tiêu cực chưa rõ, D: Không có tác động

Đánh giá tác động của các yếu tố trong **quá trình THI CÔNG** tuyến phía **Nam-GĐ1** (*nguồn JICA*)

Yếu tố	Toàn tuyến	TP.HCM	Đồng Nai	Bình Thuận	Ninh Thuận	Khánh Hòa
Địa hình	B-	D	C-	B-	B-	B-
Địa chất	D	D	D	D	D	D
Xói mòn	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Thủy văn	D	D	D	D	D	D
Nước ngầm	B-	D	D	B-	B-	B-
Ô nhiễm nước	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Ô nhiễm đất	C-	C-	C-	C-	C-	C-
Sử dụng nước	C-	C-	C-	C-	C-	C-

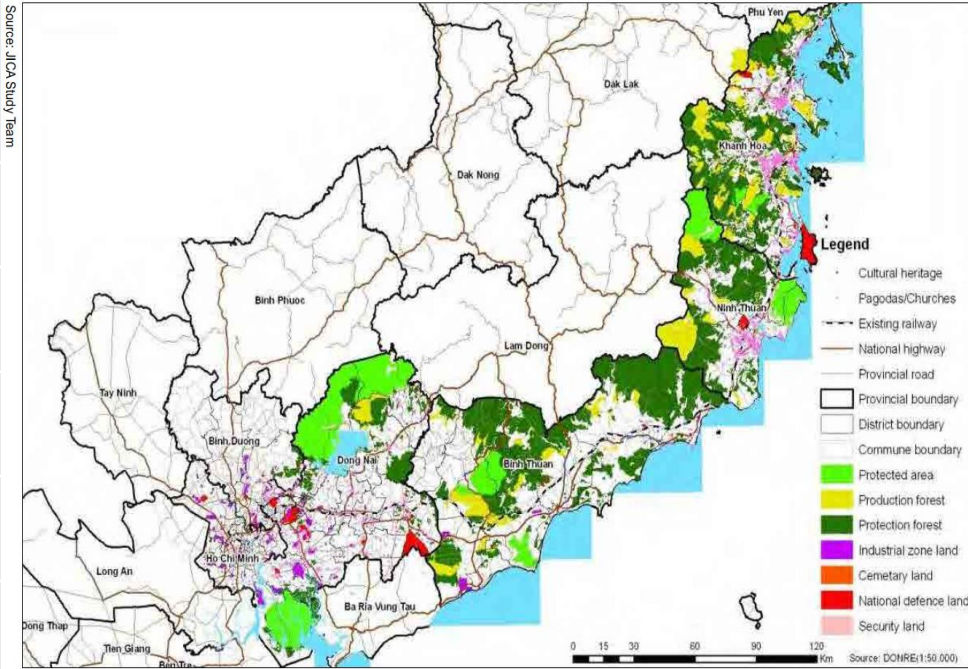


“Study for the formulation of high speed railway projects on Hanoi – Vinh and Ho Chi Minh – Nha Trang section” (FINAL REPORT)

A-: Dự kiến có tác động tiêu cực nghiêm trọng, B-: Dự kiến có một số tác động tiêu cực, C-: Mức độ tác động tiêu cực chưa rõ, D: Không có tác động

Đánh giá tác động của các yếu tố trong quá trình thi công tuyến phía Nam-GĐ1 (nguồn JICA)

Yếu tố	Toàn tuyến	TP.HCM	Đồng Nai	Bình Thuận	Ninh Thuận	Khánh Hòa
Địa hình	B-	D	D	D	B-	B-
Địa chất	D	D	D	D	D	D
Xói mòn	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Thủy văn	D	D	D	D	D	D
Nước ngầm	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Ô nhiễm nước	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Ô nhiễm đất	B-	B-	D	D	D	B
Sử dụng nước	C-	C-	C-	C-	C-	C-

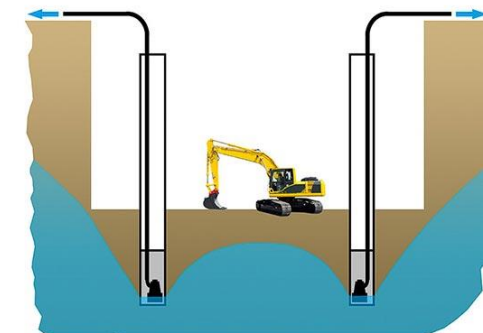
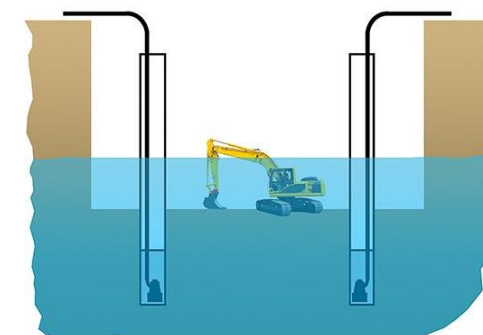


“Study for the formulation of high speed railway projects on Hanoi – Vinh and Ho Chi Minh – Nha Trang section” (FINAL REPORT)

A-: Dự kiến có tác động tiêu cực nghiêm trọng, B-: Dự kiến có một số tác động tiêu cực, C-: Mức độ tác động tiêu cực chưa rõ, D: Không có tác động

Nước ngầm gây khó khăn cho thi công nhà ga

- Lượng nước cần tháo khô cho mỗi m^3 đất đá dưới mực nước ngầm khi thi công là khoảng $0,38\text{-}0,50 \text{ m}^3 \text{ nước} / \text{m}^3 \text{ đất}$ (thống kê của 05 dự án tháo khô hố móng khu vực Hà Nội)



Nước ngầm gây khó khăn cho thi công tuyến ngầm

- Đối với các tuyến ngầm 50-150 m³/giờ/km hầm (số liệu tham khảo từ công trình tuyến Metro TP.HCM)



Nước ngầm gây khó khăn cho thi công hầm qua núi

- Nhiều đoạn hầm có đất đá yếu, nứt nẻ, karst
- Lưu lượng nước $>15\text{l/s}$ ($>60\text{m}^3/\text{giờ}$)
- Giải pháp thoát nước bị động, tiêu tốn thời gian và chi phí cho quá trình thi công



Nước ngầm gây khó khăn cho thi công hầm qua núi

- Trường hợp ngập toàn bộ hầm phải dừng thi công để nước thoát



Nguồn: Công ty Đào Cả, tuyến đường sắt Bắc

Nước ngầm gây khó khăn cho thi công hầm qua núi

- Gây hiện tượng cát chảy hoặc làm rỗng đất đá xung quanh hầm



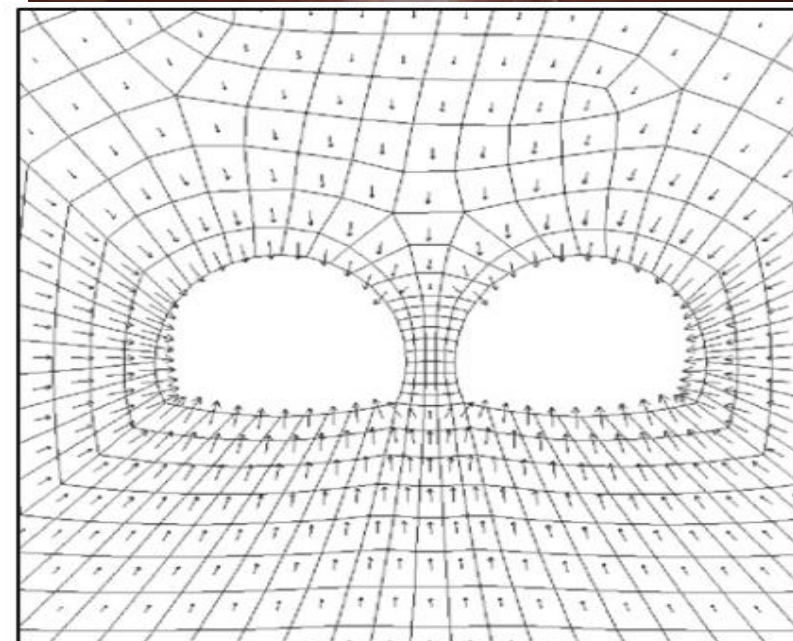
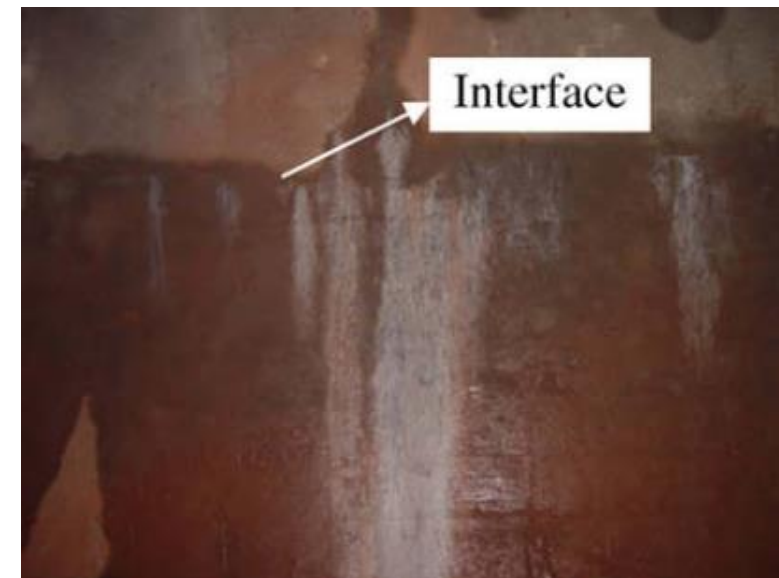
Nước ngầm gây khó khăn cho thi công hầm qua núi

- Nước chảy vào hầm gây sạt lở, trượt đất trên bề mặt: Ảnh hưởng đến an toàn công trình và khu vực lân cận.
- Rất cần các nghiên cứu ĐCTV để dự báo những đới chứa nước ngầm



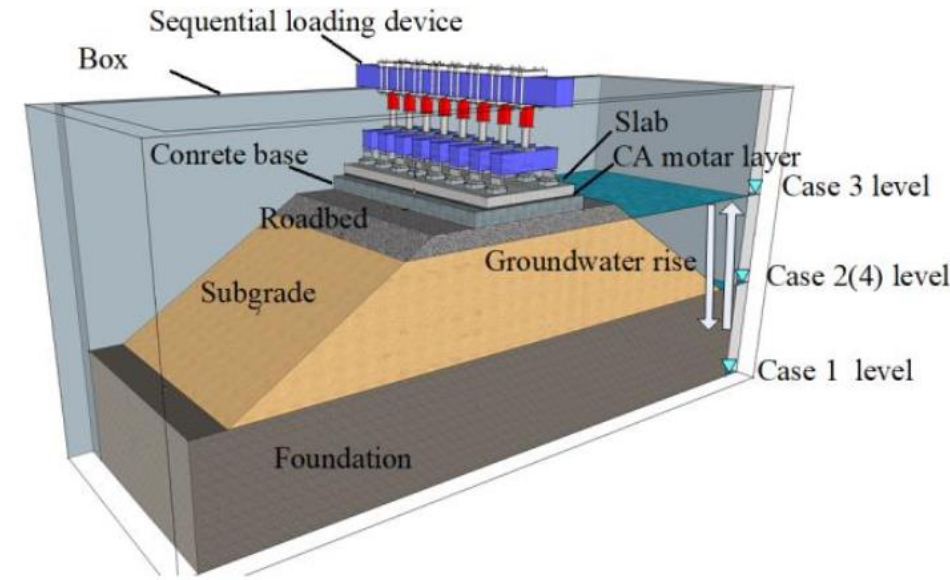
Nước ngầm chảy vào đường hầm trong quá trình vận hành ĐSCT

- Vấn đề nước chảy vào đường hầm là khá phổ biến
- Việc xử lý chống thấm khó khăn và ít hiệu quả, đặc biệt trong quá trình vận hành tàu cao tốc.
- Cần có hệ thống thu gom và thoát nước chủ động (rãnh thu nước, lỗ thoát nước)
- Ngoài ra, hiện tượng trương nở các đá sét-sulfat cũng xuất hiện phổ biến khi bão hòa nước (*Melnikov, 2021*)

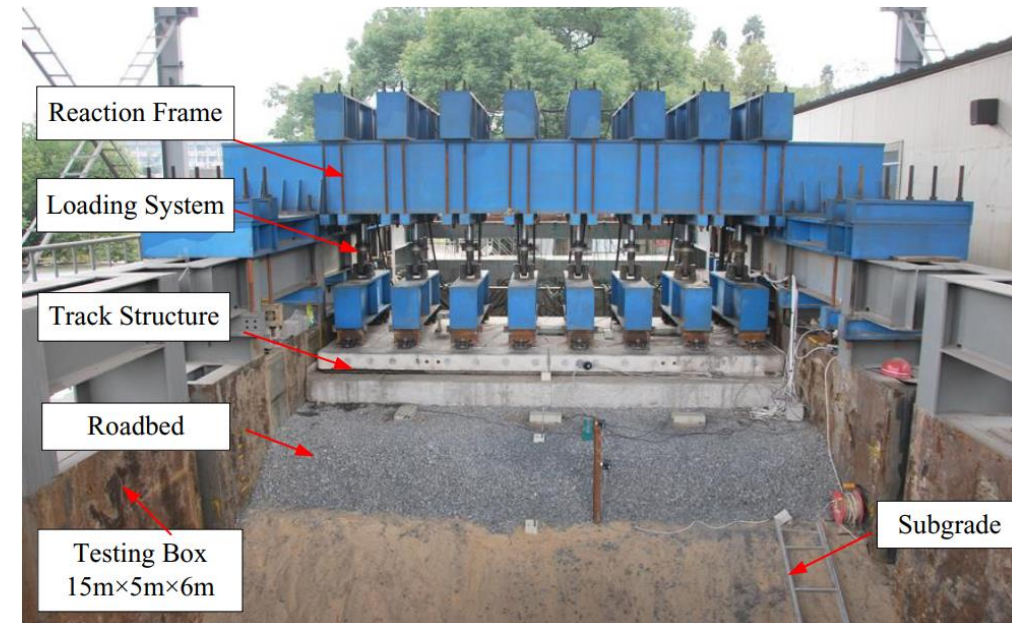


Nước ngầm tăng làm giảm vận tốc tối đa

- Sử dụng lý thuyết môi trường lỗ rỗng Biot kết hợp mô hình 2.5D FEM, khi mực nước ngầm tăng từ đáy nền đất lên bề mặt lớp móng, biến dạng bề mặt lớp móng **tăng khoảng 55%**.
- Lún tích lũy là **76mm**, lớn hơn **30 lần** khi mực nước ngầm dâng (case 3) sau 700.000 lượt ở tốc độ 360km/h



Jiang, H. và nnk (2016)



Xuecheng Bian và nnk (2016)

Jiang, H và nnk. Dynamic performance of high-speed railway formation with the rise of watertable. Eng. Geol. 2016, 206, 18–32

Nước ngầm tăng làm giảm vận tốc tối đa

- Tốc độ tối đa **giảm 22.8%** , 108m/s (case 3) so với 140m/s (case 1)
- Độ biến dạng case 3 (1.6mm) **tăng 94.5%** so với case 1 (0.6mm) ở tốc độ 108m/s

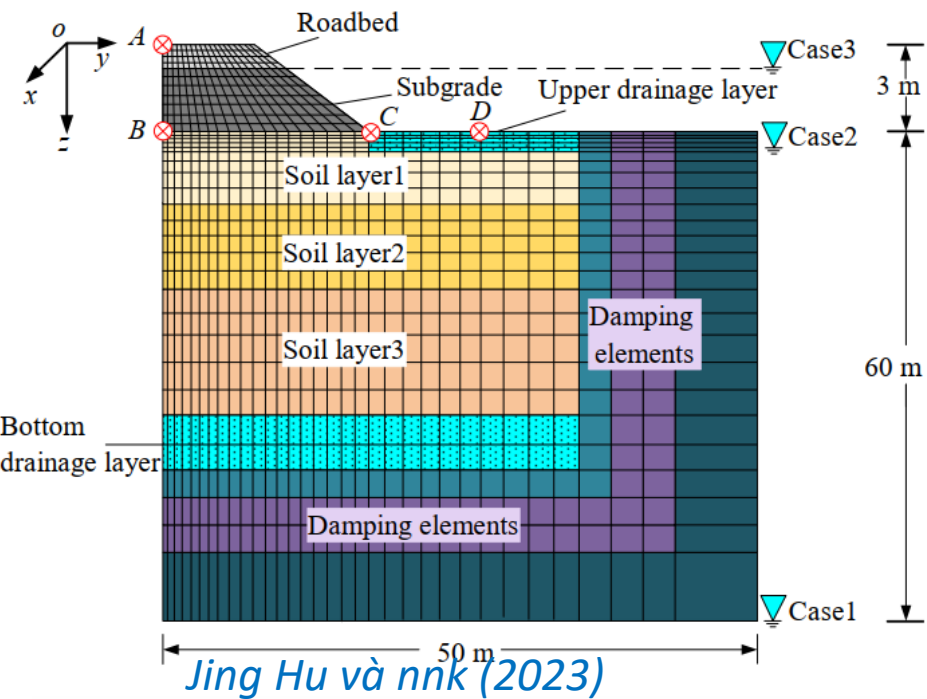
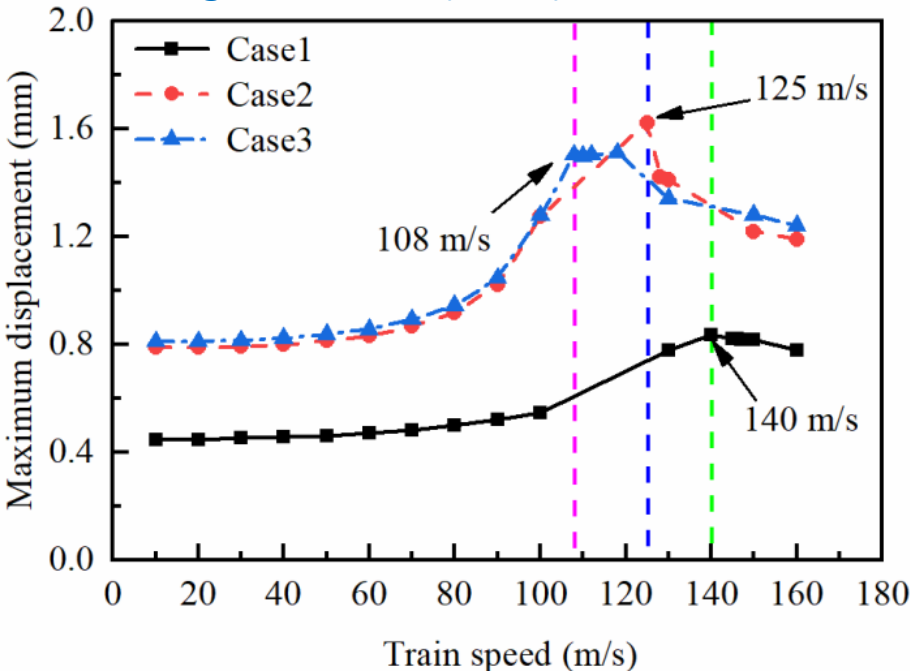


Table 2. Parameters used for each saturated soil layer.

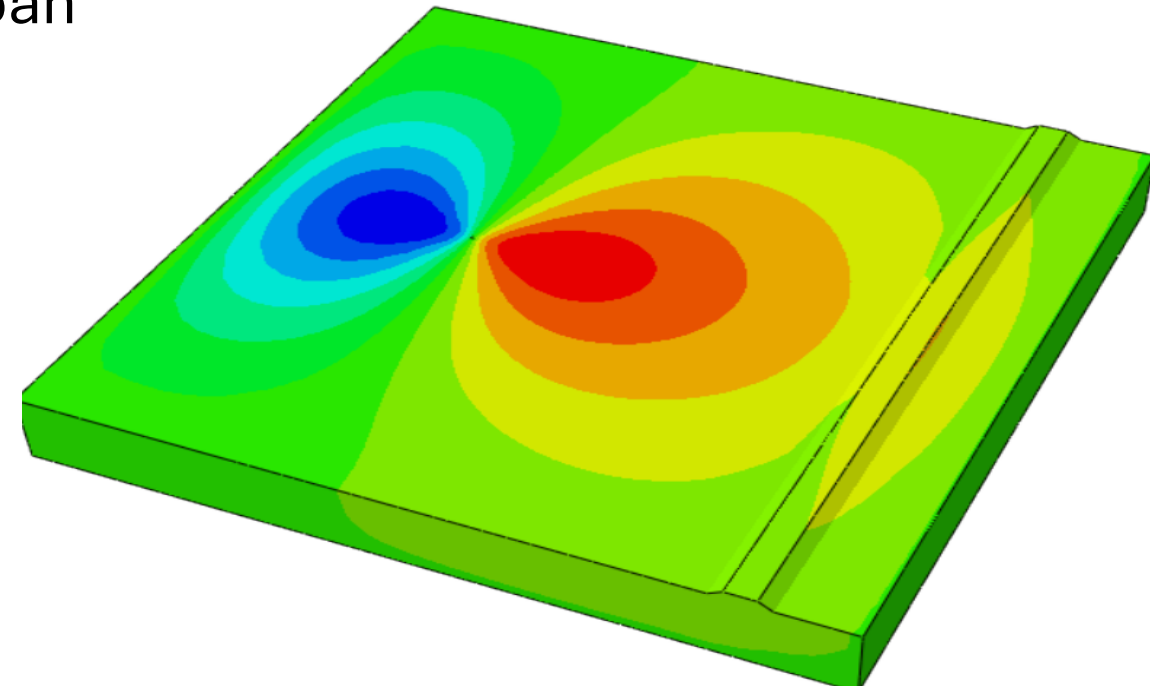
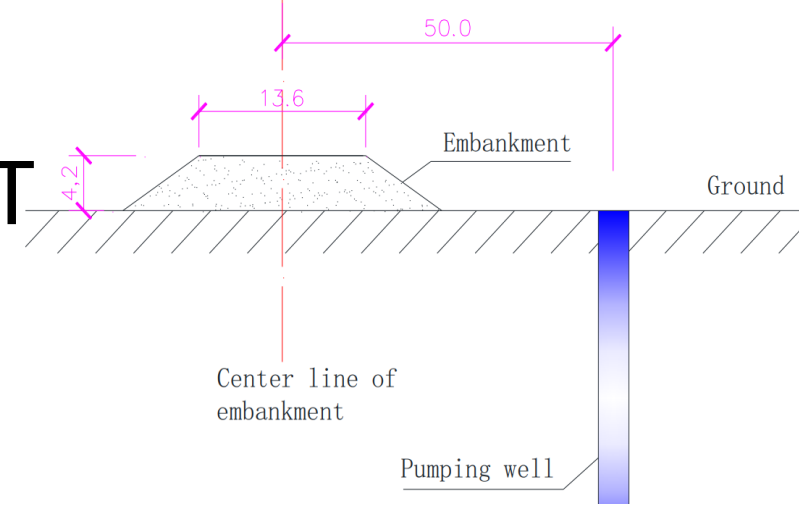
Soil Layer	Biot's Constant α	Biot's Constant M (MPa)	Young's Modulus E (MPa)	Poisson's Ratio ν	Density of Soil Particles (kg/m ³)	Liquid Density (kg/m ³)	Soil Damping D_0	Porosity n	Permeability Coefficient k_D (m/s)
Roadbed	0.001	0.001	240	0.25	2500	1000	0.05	0.001	1
Subgrade	1.000	6400	80	0.3	2700	1000	0.05	0.3	10^{-6}
Soil layer 1	1.000	3520	45	0.35	2700	1000	0.05	0.6	10^{-6}
Soil layer 2	1.000	3520	45	0.35	2700	1000	0.05	0.6	10^{-8}
Soil layer 3	1.000	3520	60	0.35	2700	1000	0.05	0.6	10^{-6}

Effect of Groundwater Level Rise on the Critical Velocity of High-Speed Railway (Jing Hu và nnk, 2023)

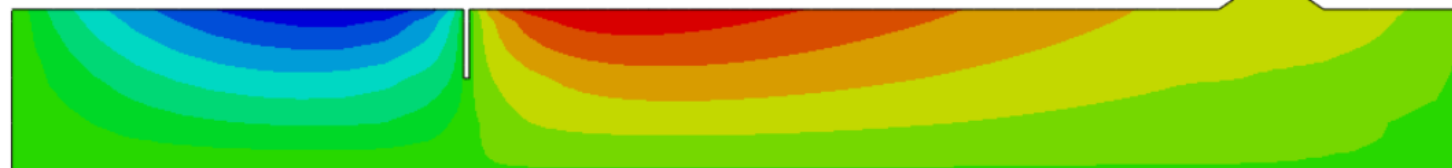


Tác động của khai thác nước ngầm đến ĐSCT

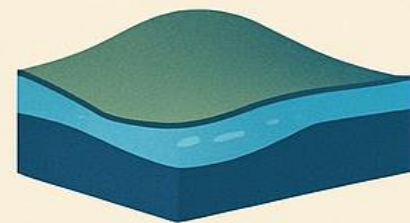
- Giếng khai thác nước ngầm tầng nông gây lún và biến dạng ngang, tuyến tính với lưu lượng bơm và giảm theo hàm mũ khi tăng khoảng cách đến lỗ khoan
- Với lưu lượng **1000m³/ngày**:
 - gây lún **10.55mm**, biến dạng ngang **8.66mm** (lỗ khoan cách 50m)
 - gây lún **3.35mm**, biến dạng ngang **1.85mm** (lỗ khoan cách 200m)



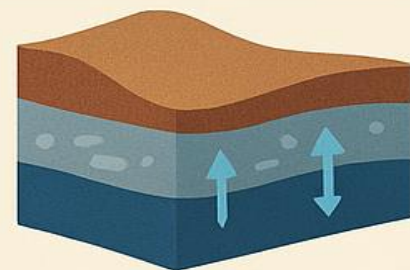
Effect of Groundwater exploitation on embankment for High-Speed Railway (Luwei Huang và nnk, 2015)



Tác động của thi công đường sắt cao tốc đến nước ngầm



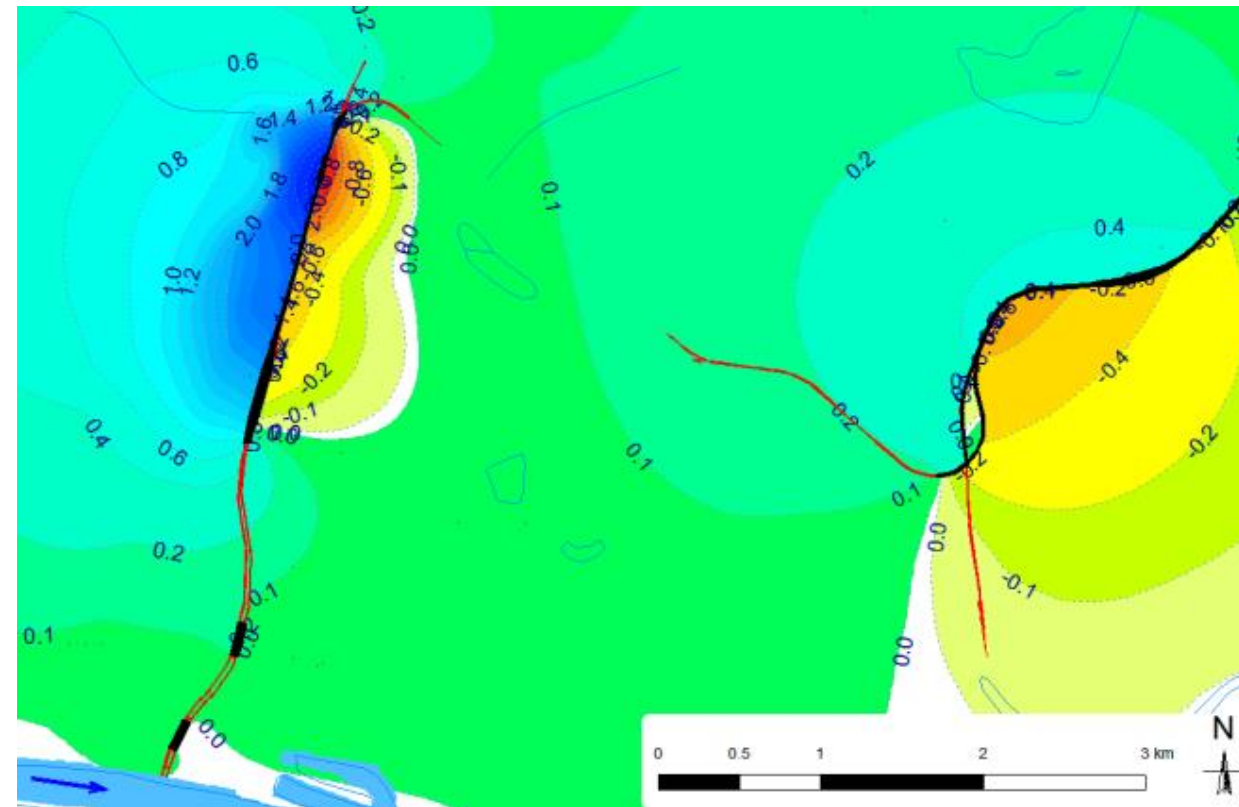
Ô nhiễm nước



Biến đổi nước ngầm

Thay đổi chế độ dòng chảy nước ngầm

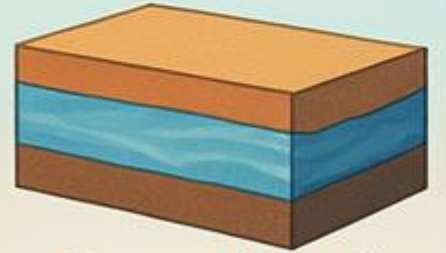
- ĐBSCL và khu vực miền Trung, dòng ngầm có xu hướng thoát ra biển theo địa hình
- Các công trình trong hệ thống ĐSCT sẽ ảnh hưởng đến chế độ dòng chảy “barrier effect”.
- Đường hầm tạo thành các bức tường chắn, dâng mực nước ở thượng lưu hạ thấp ở hạ lưu
- Mực nước **dâng cao 1,5-2,0m** trước và sau hầm.



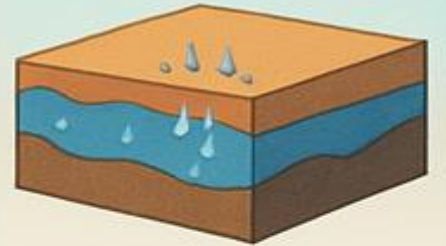
Gây ô nhiễm đất và nước ngầm

- Việc tháo khô làm hạ thấp mực nước ngầm làm thay đổi thành phần hóa học của nước (oxy hóa lưu huỳnh, khử Sulfua, giải phóng axit và SO_4 ,...
- Đối với ĐBSCL, ĐBSH, có nguy cơ oxy hóa FeS_2 tạo ra SO_4 và axit, tăng nguy cơ giải phóng Asen, gây xâm nhập mặn từ nước biển
- Mực nước có thể phục hồi nhanh chóng sau khi thi công song môi trường thủy địa hóa kéo dài trong nhiều năm
- Có thể gây tắc nghẽn cách hệ thống thoát nước trong đường hầm do kết tủa Mn, Fe và CaCO_3

GIẢI PHÁP VÀ KIẾN NGHỊ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN & ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC



TĂNG CHỨA NƯỚC



Giải pháp kỹ thuật

- Đánh giá chi tiết điều kiện ĐCTV, đặc biệt các cấu trúc phức tạp (khe nứt, karst) có nguy cơ biến động mực nước ngầm lớn (do khai thác, liên thông với nước mặt hoặc giữa các lớp chứa nước)
- Cần đảm bảo tốt thoát nước trên bề mặt, ổn định mái dốc.
- Xây dựng hệ thống quan trắc địa chất thủy văn: Theo dõi diễn biến mực nước, biến dạng lún, chuyển vị, kết hợp với mô hình số để dự báo, cảnh báo sớm các sự cố.
- Giảm thiểu ảnh hưởng đến nước ngầm do các đường hầm (sử dụng ống thoát nước xuyên qua hầm)
- Tính toán hệ thống lỗ khoan tháo khô hố móng khi thi công nhà ga, trụ cầu một cách hiệu quả.

Đào tạo nguồn nhân lực

- Đào tạo chuyên sâu về địa chất thủy văn trong thi công đường sắt cao tốc từ công nhân kỹ thuật, kỹ thuật viên đến kỹ sư và chuyên gia
- Nội dung đào tạo:
 - Chế độ vận động của nước ngầm, nước mặt, tương tác giữa nước và công trình
 - Các phương pháp khảo sát ĐCTV hiện trường (thí nghiệm thấm), áp dụng các thiết bị và công nghệ khảo sát, ĐCTV hiện đại
 - Thiết kế và vận hành các hệ thống quan trắc (mức nước ngầm, áp lực nước, lún,...), phân tích và xử lý số liệu quan trắc (thời gian thực)
 - Mô hình hóa địa chất thủy văn trong dự báo và đánh giá các tác động
- Phương pháp đào tạo:
 - Ngắn hạn
 - lý thuyết kết hợp thực hành, trong phòng lab và hiện trường

A high-speed train, white with orange and red accents, is stopped at a modern train station platform. The train features the Vietnamese flag (red field with a large yellow five-pointed star) and the letters 'HH' in yellow on its front. The station has a large, arched glass and steel roof structure. Many people are walking on the platform, some carrying luggage. The scene is brightly lit, suggesting daytime.

XIN TRÂN TRỌNG CẢM ƠN!



Trường Đại học Mỏ - Địa chất

MỘT SỐ GIẢI PHÁP TRẮC ĐỊA CÔNG TRÌNH TRONG THI CÔNG VÀ QUAN TRẮC HÀM ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC

PGS.TS Phạm Quốc Khánh

TS. Diêm Công Huy

[Email: phamquockhanh@humg.edu.vn](mailto:phamquockhanh@humg.edu.vn)





NỘI DUNG

1. ĐẶT VẤN ĐỀ
2. YÊU CẦU ĐỘ CHÍNH XÁC THI CÔNG, QUAN TRẮC ĐƯỜNG HÀM VÀ ĐƯỜNG RAY TÀU CAO TỐC
3. GIẢI PHÁP THI CÔNG ĐÀO HÀM
4. GIẢI PHÁP QUAN TRẮC ĐƯỜNG HÀM VÀ ĐƯỜNG RAY TÀU CAO TỐC
5. THẢO LUẬN VÀ KẾT LUẬN





MỞ ĐẦU



- Tàu đường sắt cao tốc là loại tàu được thiết kế đặc biệt để vận hành trên các tuyến đường sắt cao tốc, tốc độ từ 200km/h đến 350km/h, thậm chí Trung Quốc mới đưa ra giới thiệu tàu chạy 600km/h.



- Để tàu cao tốc có thể vận hành an toàn cần có cơ sở hạ tầng là các tuyến đường sắt cao tốc có tiêu chuẩn cao, không giao cắt với các loại đường khác và cơ sở ổn định tốt.



- Trên thế giới có trên 20 quốc gia có đường sắt cao tốc, tiêu biểu hiện nay là Nhật, Trung Quốc, Pháp...



Shinkansen Nhật Bản (320km/h)



TGV Pháp, 300km/h



**CRH380A (Trung Quốc)
Hơn 350km/h**



Vì thế cần xây dựng các tuyến đường hầm, các cây cầu cạn để làm cho tuyến đường thẳng hơn, không giao cắt với các đường giao thông khác.

Công tác trắc địa

Khảo
sát

Thi công

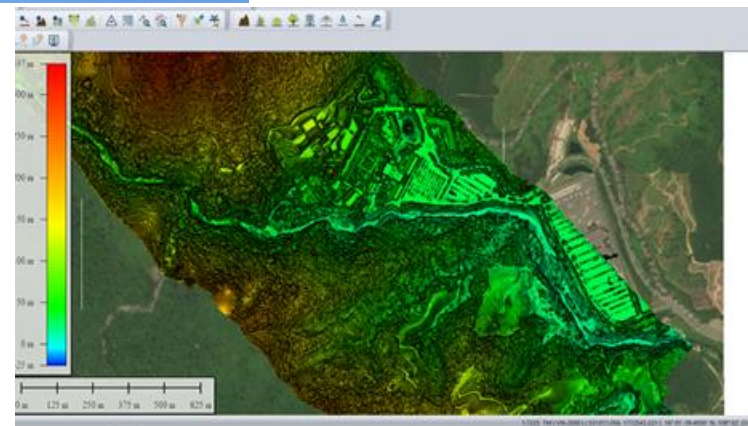
Quan
trắc biến
dạng





HUMG

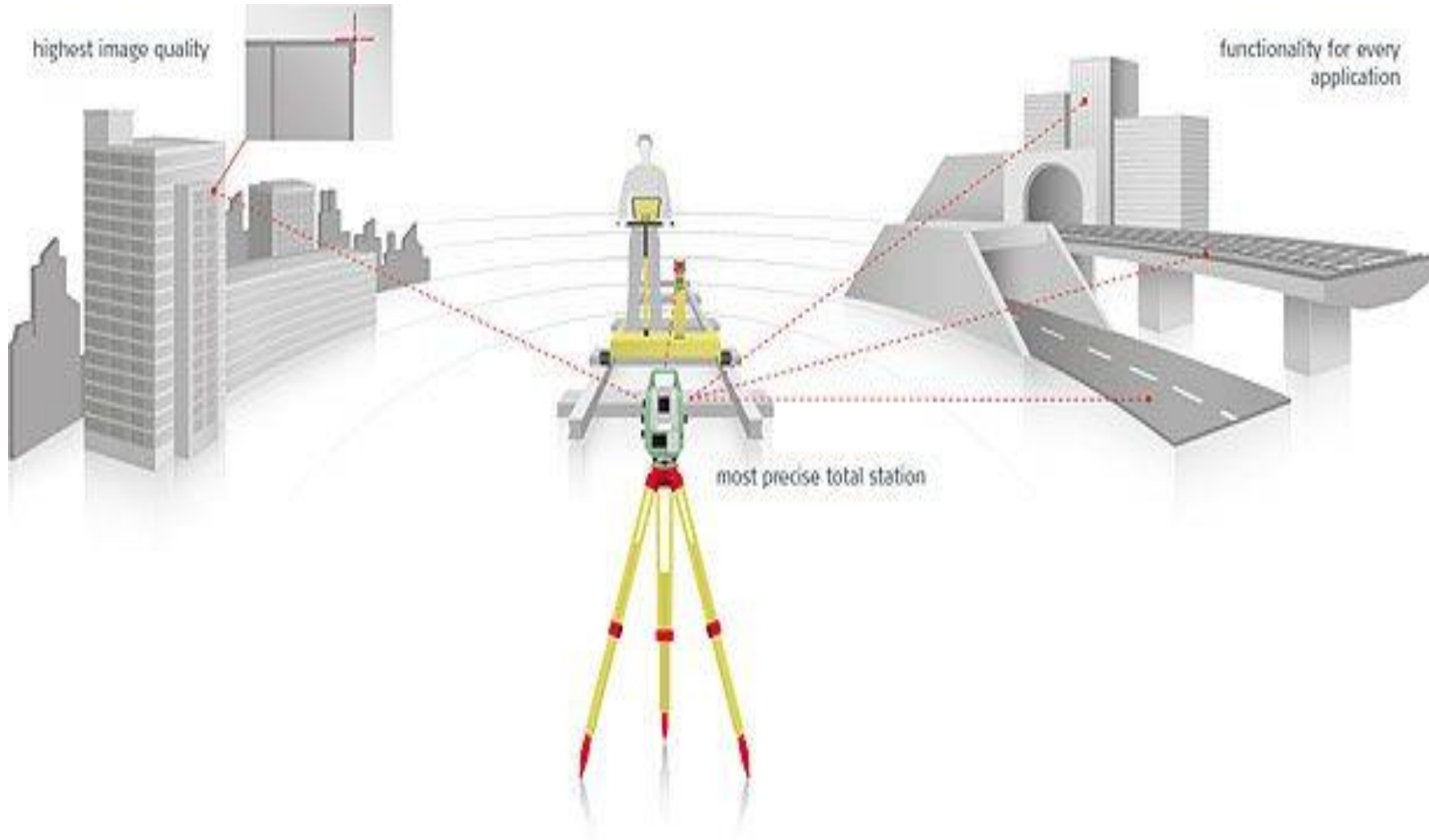
1. Khảo sát



2025/4/15



2. Yêu cầu độ chính xác thi công, quan trắc hầm và đường ray





2.1. Yêu cầu độ chính xác

Bảng 1: Yêu cầu độ chính xác thi công đường hầm [15]

Sai số thi công đường hầm	
Phương ngang và dọc	Sai số định vị trục đường hầm phải dưới ± 5 mm .
Cao độ	Sai số cao độ được kiểm soát trong khoảng ± 3 mm .
Đường hầm dài (>10 km)	Sai số toàn tuyến chấp nhận trong khoảng $\pm 10-15$ mm , nhưng cần điều chỉnh liên tục để đảm bảo trục hầm thẳng.
Góc định hướng	Sai số góc lệch trục hầm dưới 0.01 độ (tương đương 1/6000).





2.2. Yêu cầu độ chính xác thi công đường ray

Bảng 2: Yêu cầu độ chính xác thi công đường ray trong hầm[15,16,17]

Sai số thi công đường ray	
Khổ đườn ray	Sai số: ± 2 mm (1435 mm là khổ tiêu chuẩn).
Độ chênh cao giữa hai ray	Sai số: ≤ 2 mm trên đoạn thẳng, ≤ 3 mm trên đoạn cong.
Độ thẳng đứng	Sai số: ≤ 4 mm trên chiều dài 10 m (yêu cầu khắt khe hơn ngoài hầm do không gian hạn chế).
Độ thẳng ngang	Sai số: ≤ 3 mm trên chiều dài 10 m.





2.3. Yêu cầu độ chính xác quan trắc đường hầm (nền, vỏ hầm)

Bảng 3: Yêu cầu độ chính xác quan trắc chuyển vị hầm[17,18]

Yêu cầu độ chính xác	
Độ lún nền hầm	<ul style="list-style-type: none">- Độ chính xác đo: ± 1 mm.- Sai số cho phép: ≤ 5 mm trong 6 tháng sau thi công.
Chuyển vị ngang và dọc	Độ chính xác đo: $\pm 0,5$ mm.
Tần suất đo	<ul style="list-style-type: none">- Trong giai đoạn thi công: Hàng ngày hoặc hàng tuần.- Sau thi công: Hàng tháng trong 6-12 tháng đầu



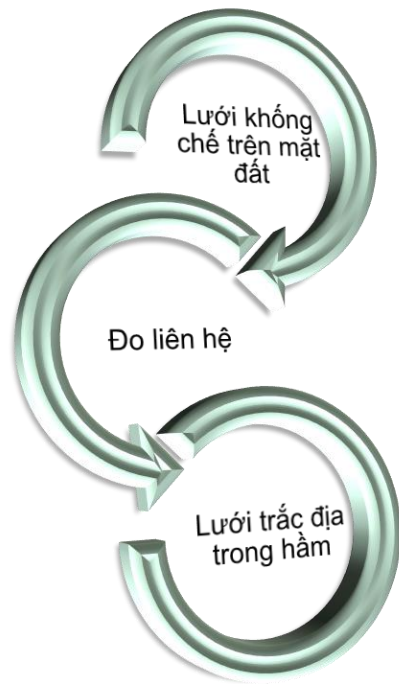


2.4. Yêu cầu độ chính xác quan trắc đường ray

Bảng 4: Yêu cầu độ chính xác quan trắc biến dạng đường ray[17,18]

Yêu cầu độ chính xác	
Độ cao đường ray	- Độ chính xác: ± 1 mm.
Chuyển vị ngang và dọc	Độ chính xác đo: $\pm 0,5$ mm.
Thiết bị đo	Sử dụng cảm biến laser hoặc toàn đạc điện tử với sai số hệ thống $\leq 0,2$ mm.

3. Giải pháp thi công đào hầm Hệ thống lưới không chế trắc địa



Khi thi công các công trình đường hầm, độ chính xác thông hầm của công trình phụ thuộc rất nhiều vào công tác định hướng hầm. Nếu công tác định hướng hầm làm không tốt thì kết quả thông hầm sẽ không đạt yêu cầu hạn sai cho phép, ảnh hưởng đến chất lượng, tiến độ thi công công trình. Có khi còn phải thiết kế, thi công lại cả đoạn hầm. Tuy nhiên, tùy thuộc phương pháp đào hầm mà hệ thống lưới trắc địa có sự khác nhau.





- **Lưới trên mặt đất (tọa độ và độ cao):** Cần được đo nối với tọa độ và độ cao nhà nước, khi thi công thì có thể sử dụng hệ tọa độ thi công.

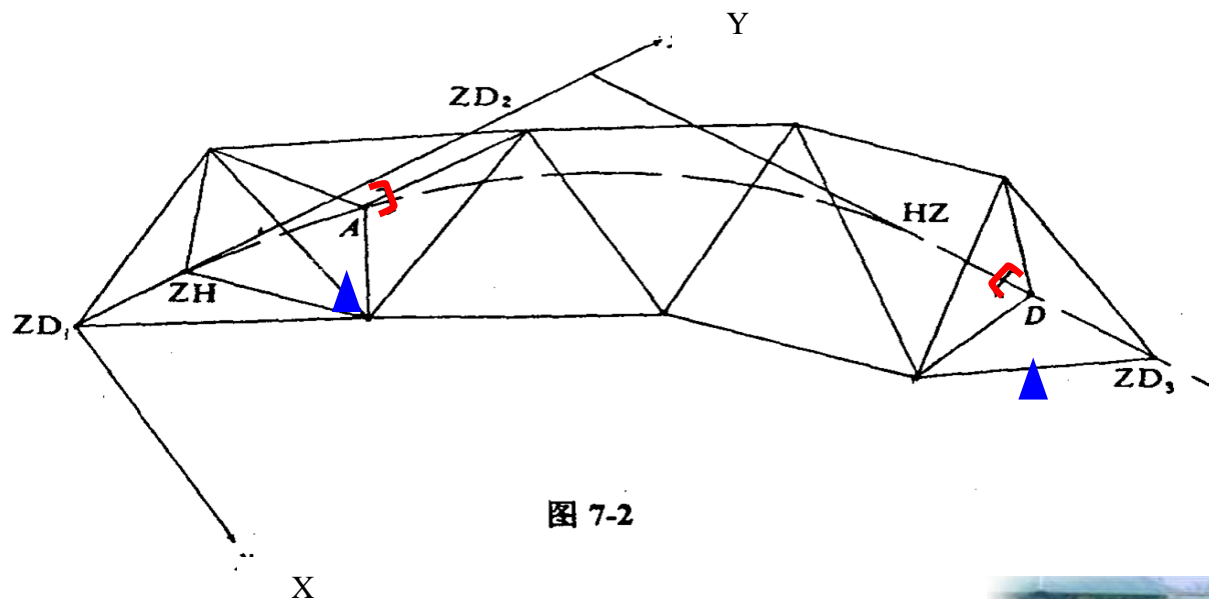
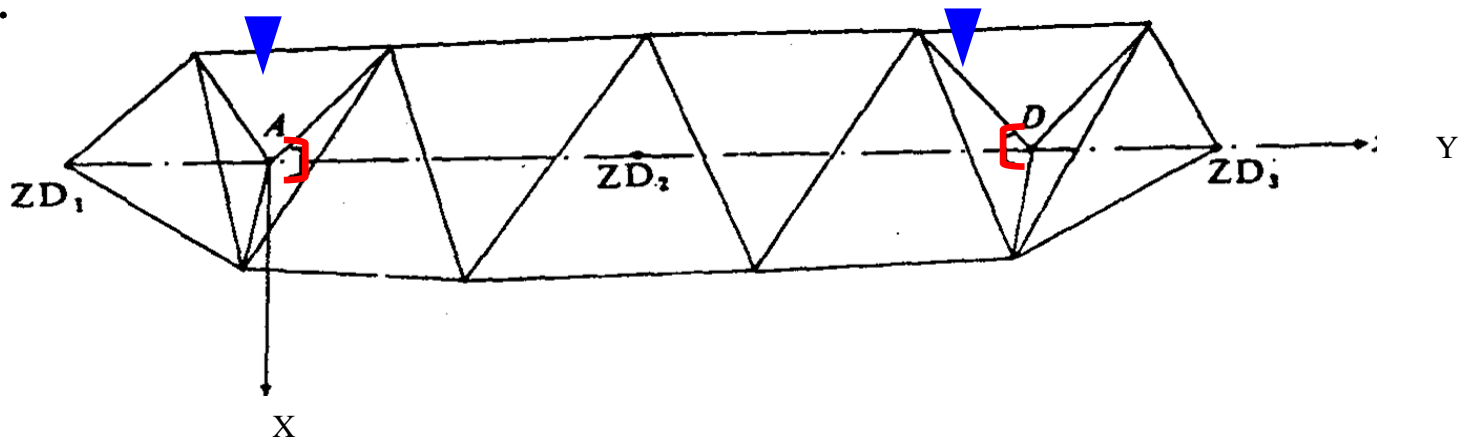


图 7-2



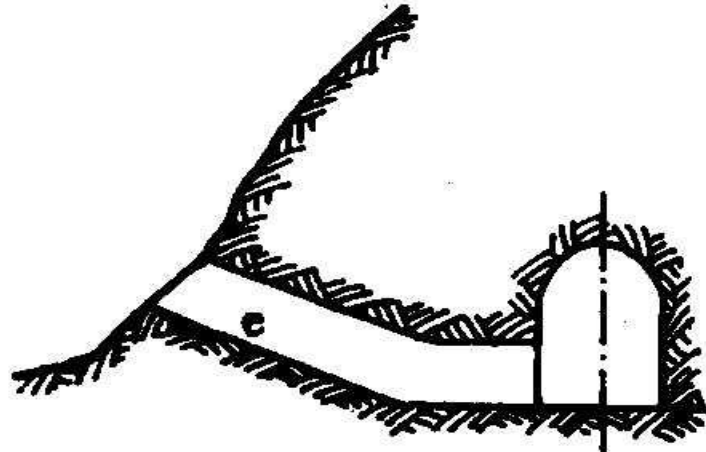
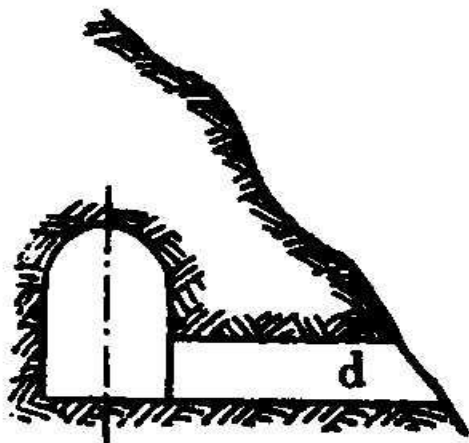
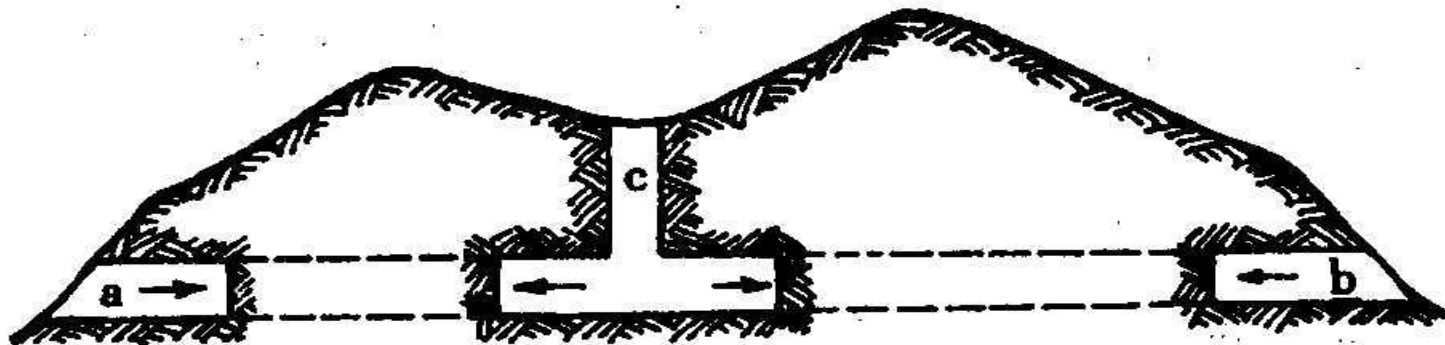


- Lưới trên mặt đất



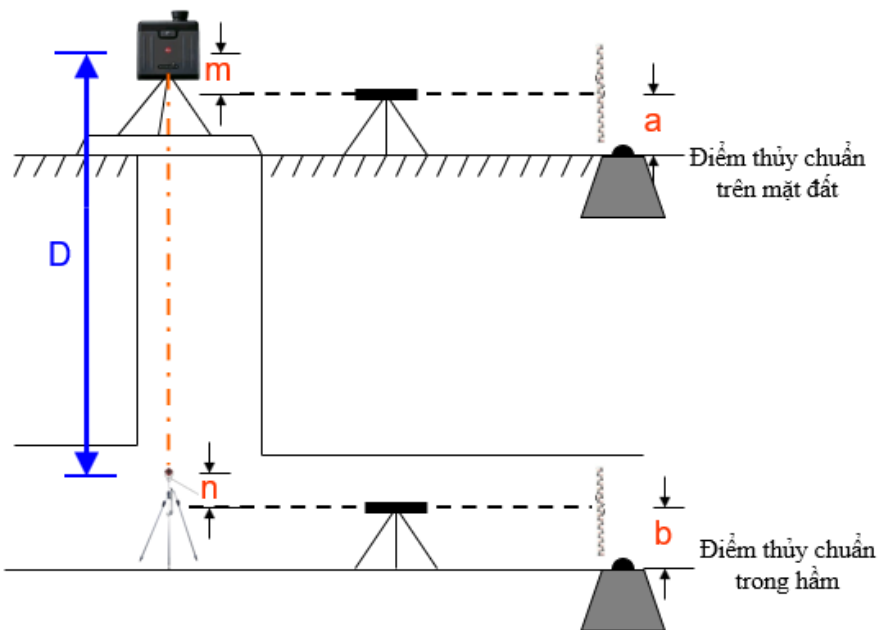
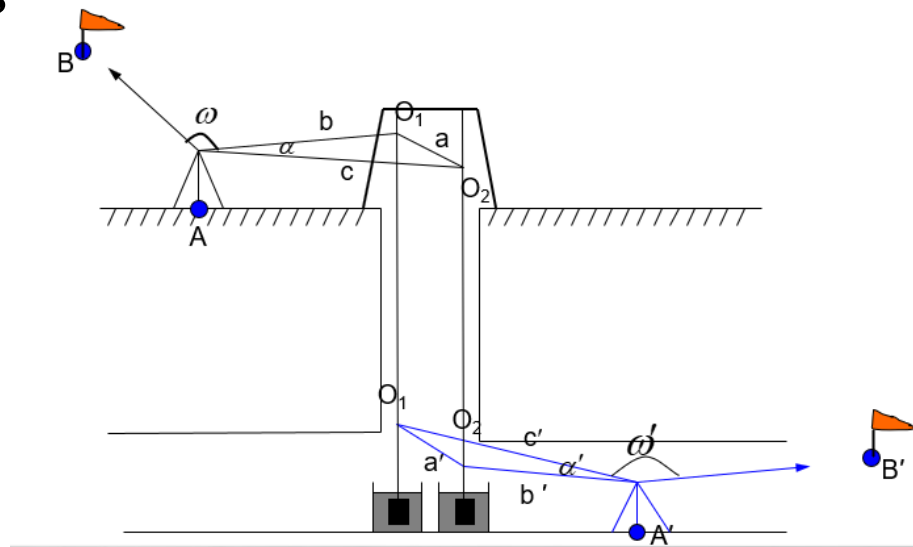
- Đo liên hệ:

Tùy thuộc vào phương pháp thi công sẽ có các phương pháp đo liên hệ khác nhau (qua cửa hầm, giếng đứng, giếng nghiêng, hầm phụ...)



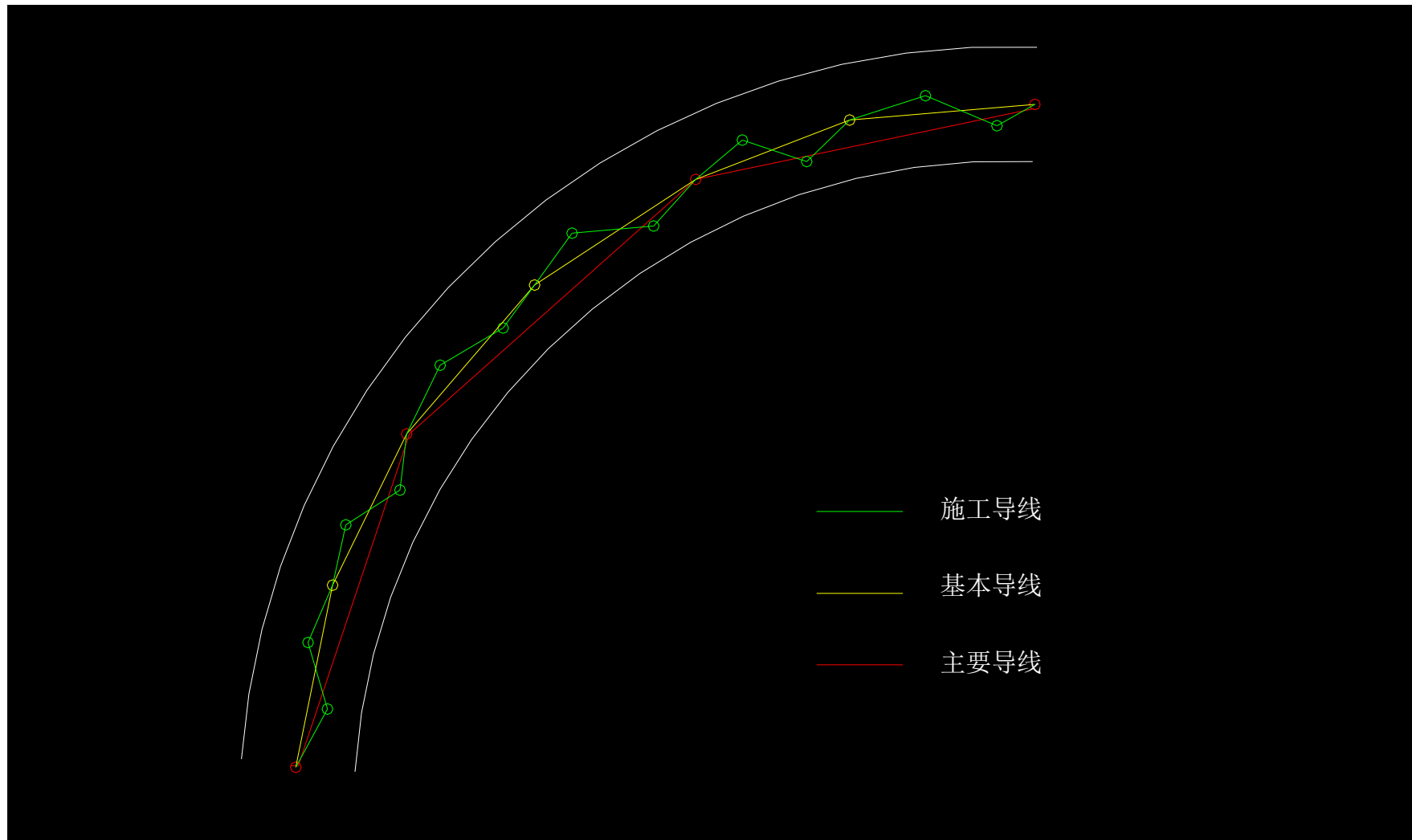


- Đo liên hệ qua giếng đứng



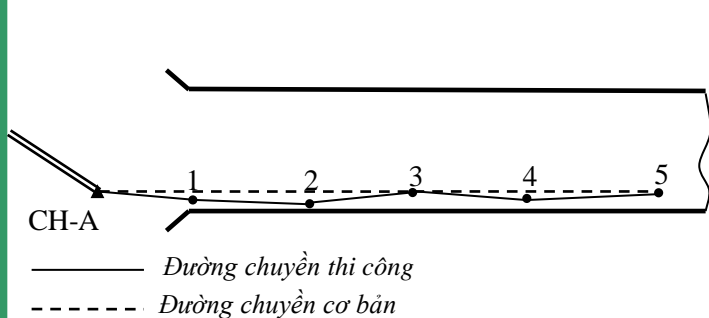


- Lưới khống chế trắc địa trong hầm

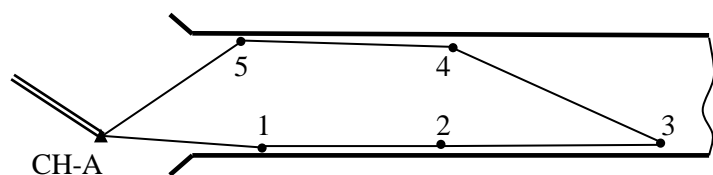




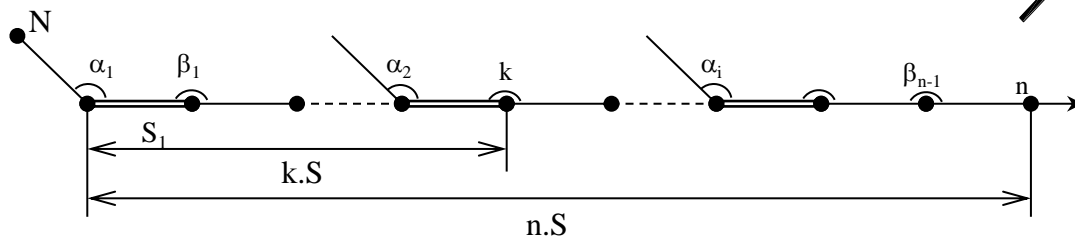
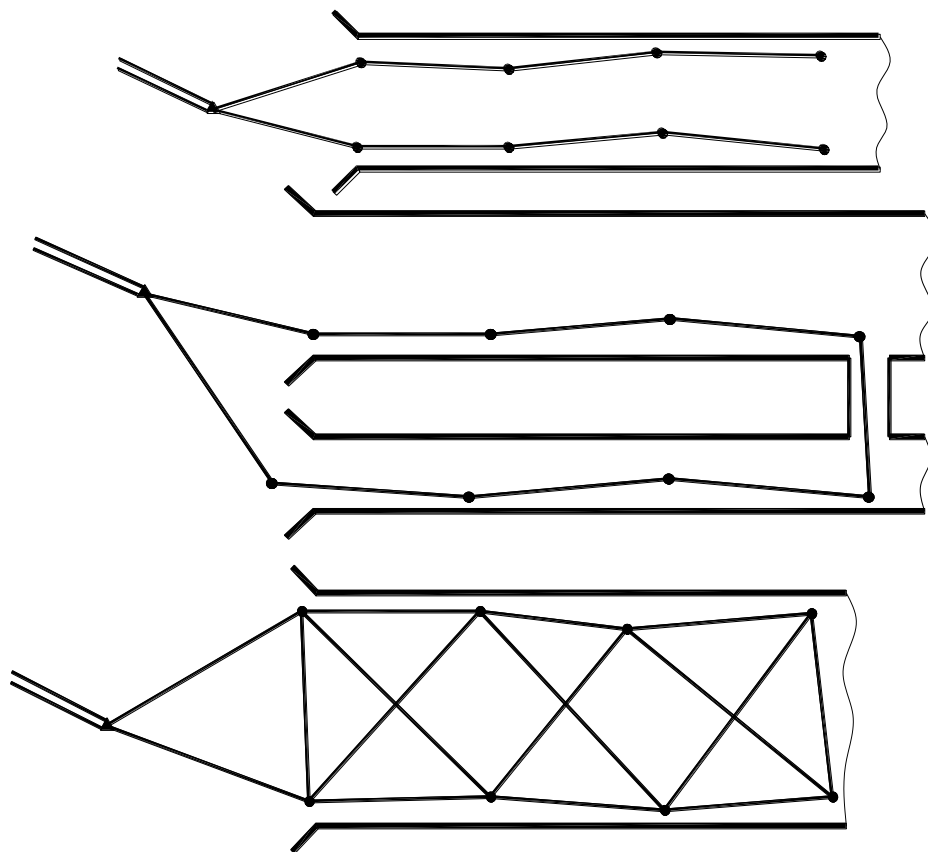
- Lưới khống chế trắc địa trong hầm



Lưới chuyển trong hầm tạo thành vòng khép

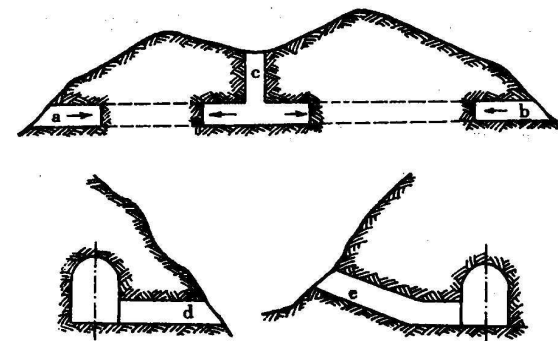
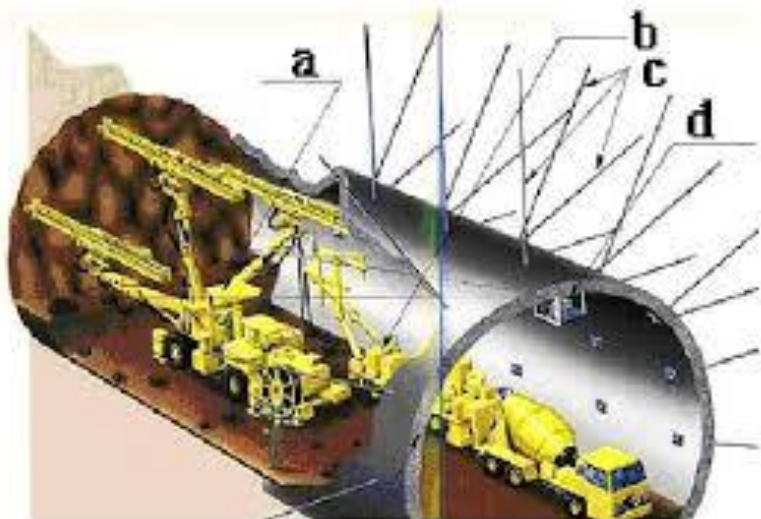


Đường chuyển trong hầm tạo thành vòng khép



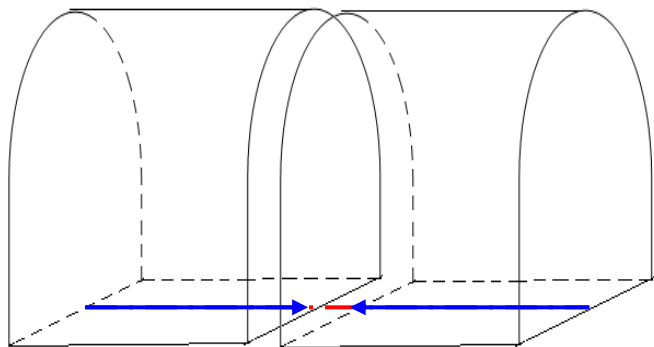


3.1. Đào hầm theo phương pháp truyền thống

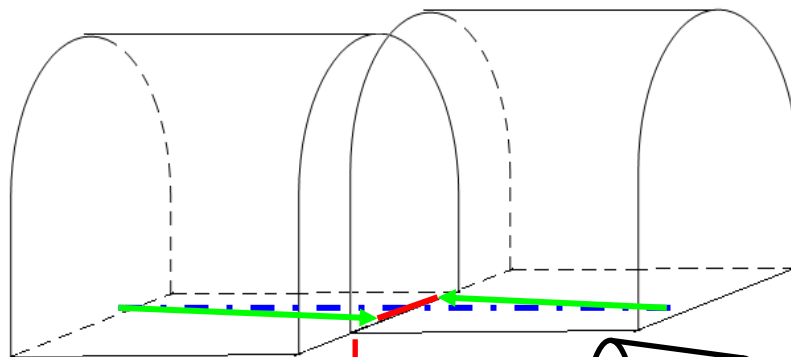




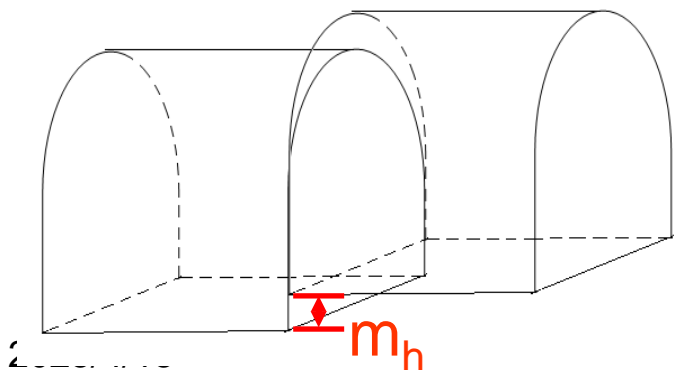
3.1. Đào hầm theo phương pháp truyền thống



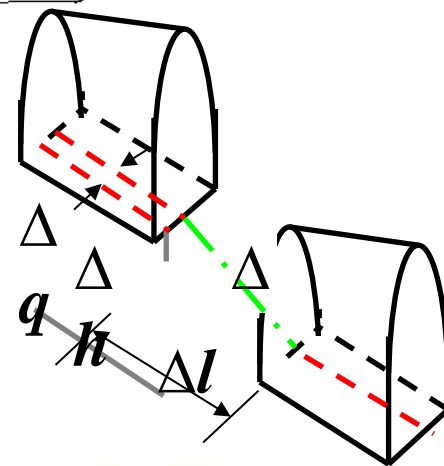
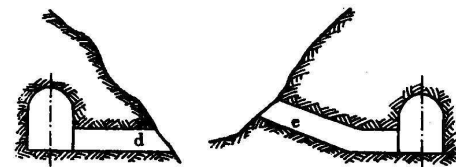
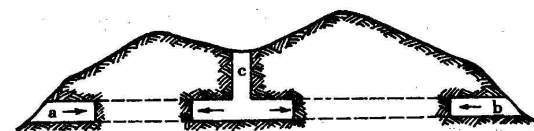
m_l



m_q

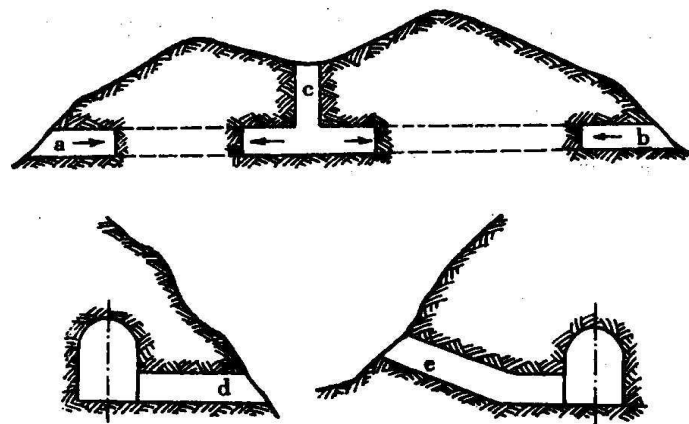


m_h



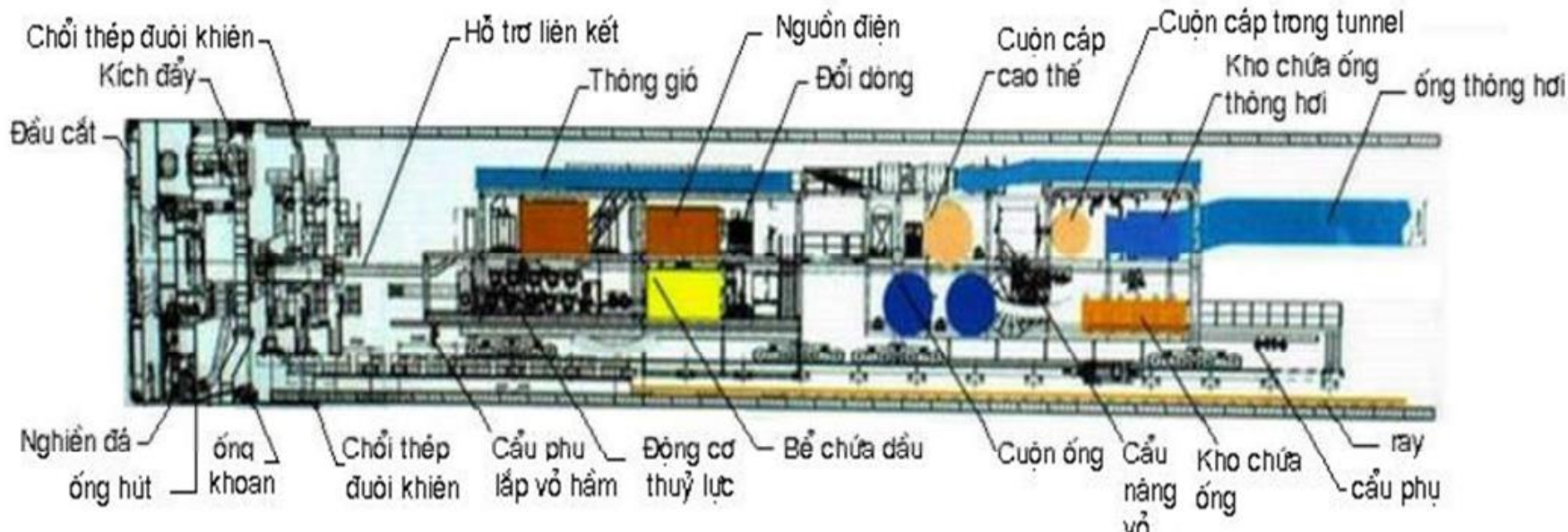


- Định hướng trắc địa trong hầm



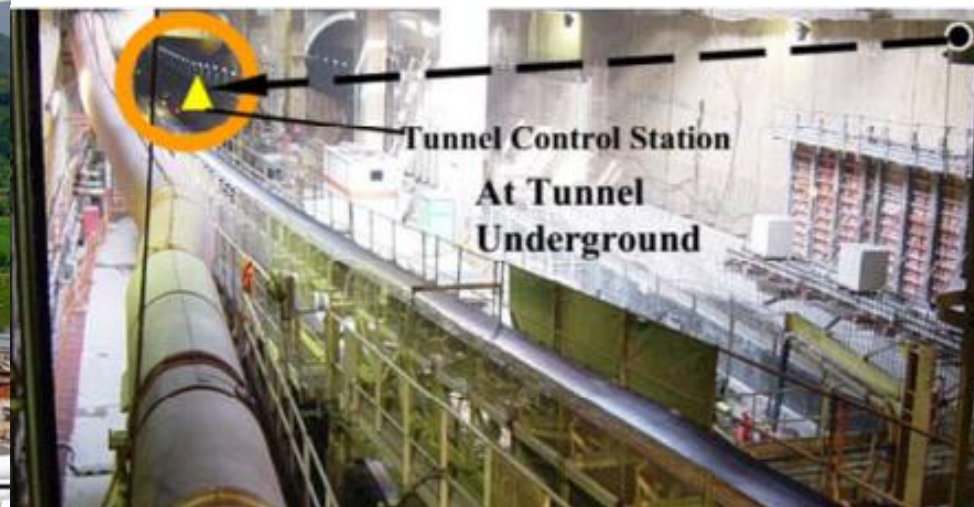
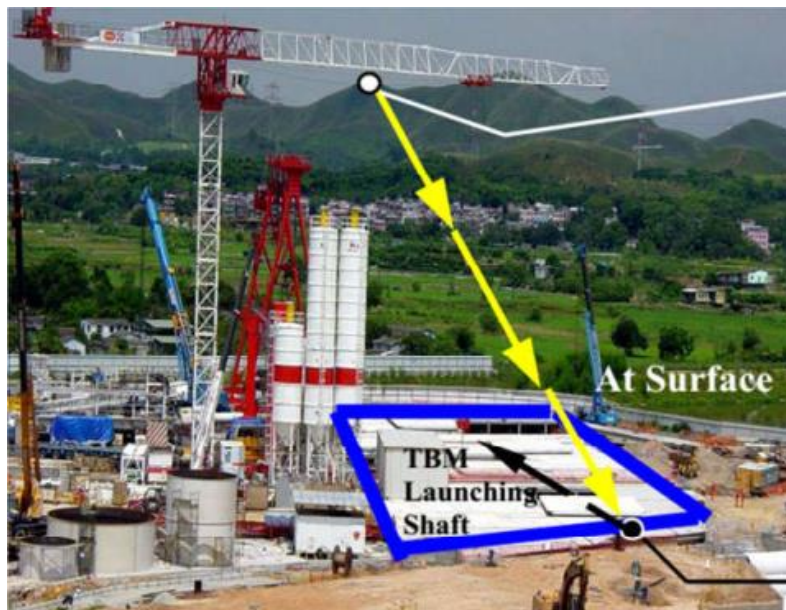
3.2. Đào hầm theo phương pháp TBM

Đào hầm theo pp này là đào hầm theo 1 hướng:



3.2. Đào hầm theo phương pháp TBM

Công tác trắc địa trong thi công trên mặt đất và đo liên hệ:



*Điểm khống chế mặt bằng
trên mặt đất gần cửa hầm,
giếng đứng.*

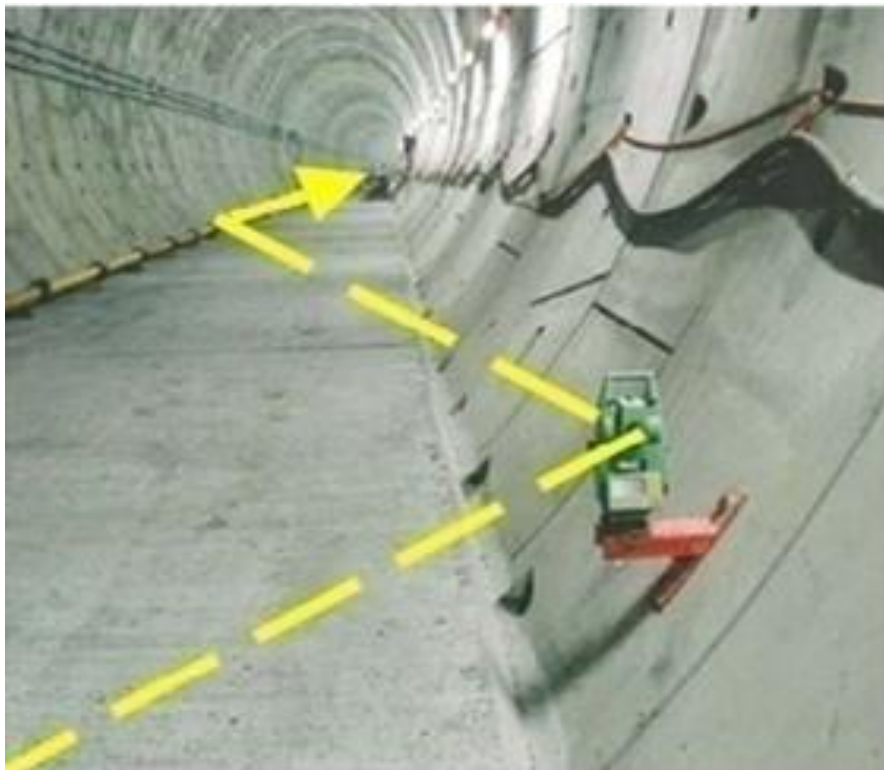
*Điểm mốc trắc địa được chuyển
xuống hầm*





3.2. Đào hầm theo phương pháp TBM

Hệ thống định hướng của TBM:



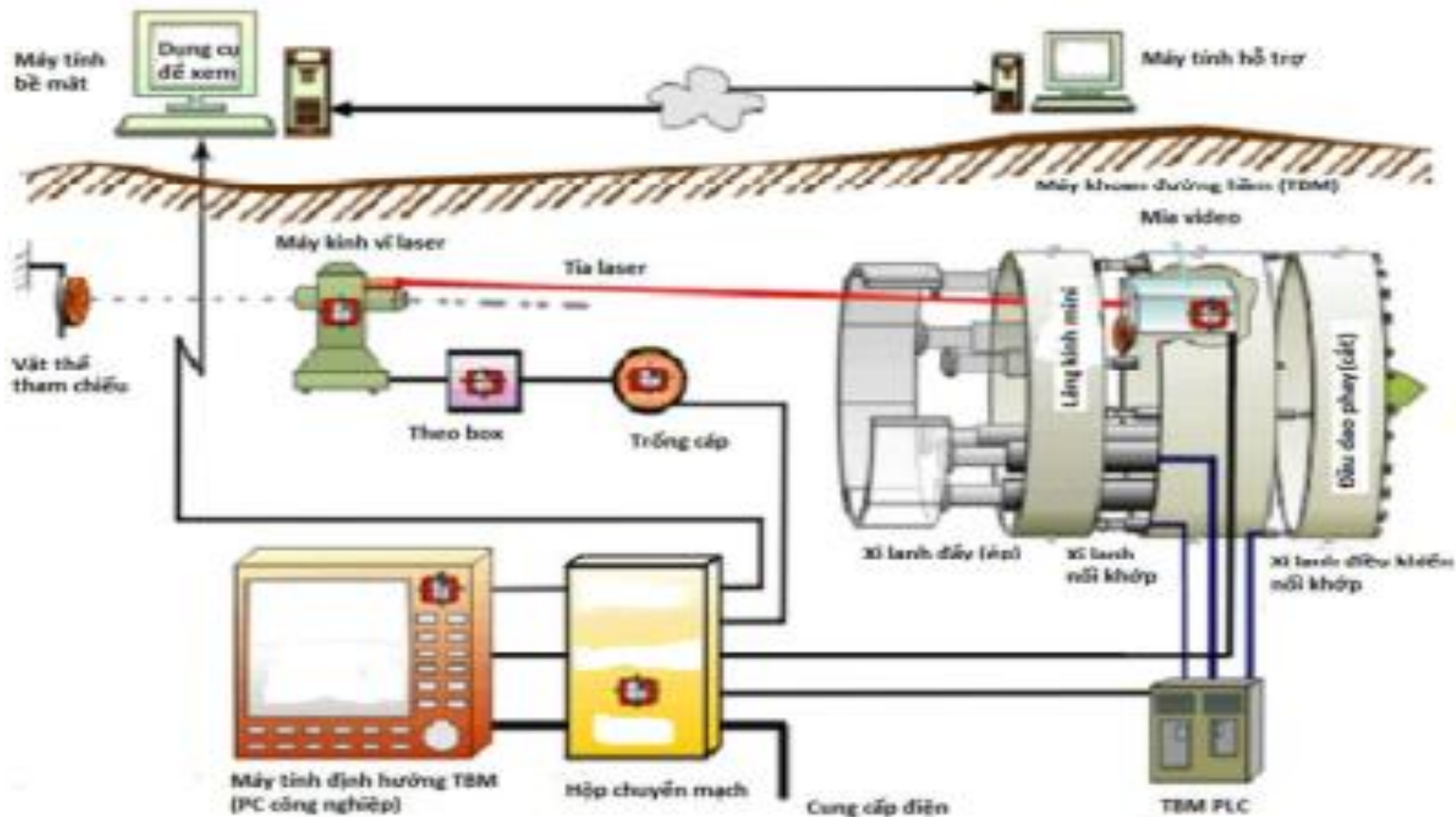
Chuyển tọa độ trắc địa qua đường chuyển kép trong hầm





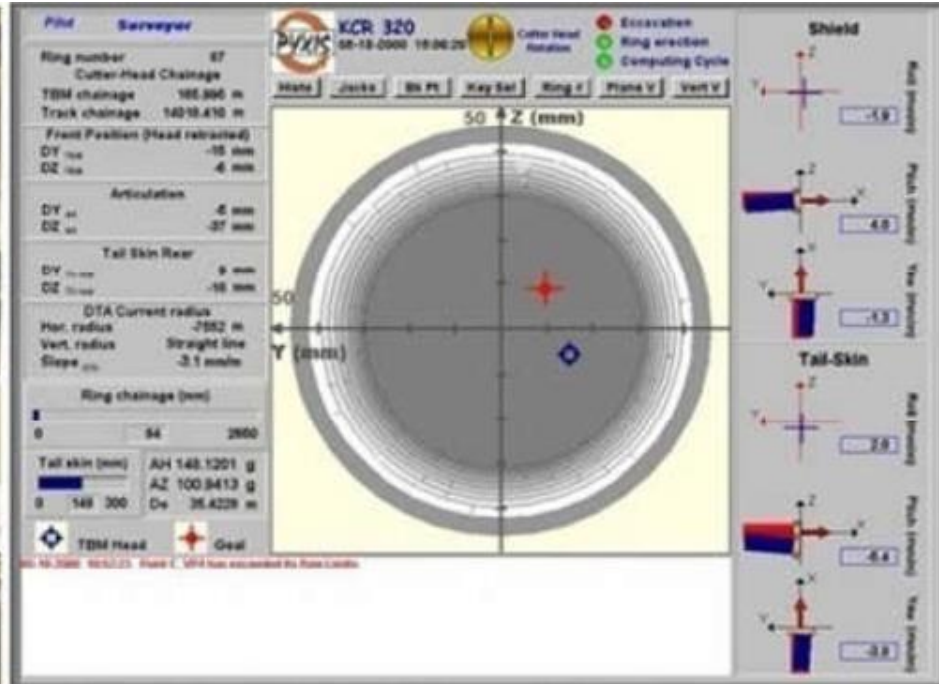
3.2. Đào hầm theo phương pháp TBM

Hệ thống định hướng của TBM:



3.2. Đào hầm theo phương pháp TBM

Hệ thống định hướng của TBM:



Buồng điều khiển TBM

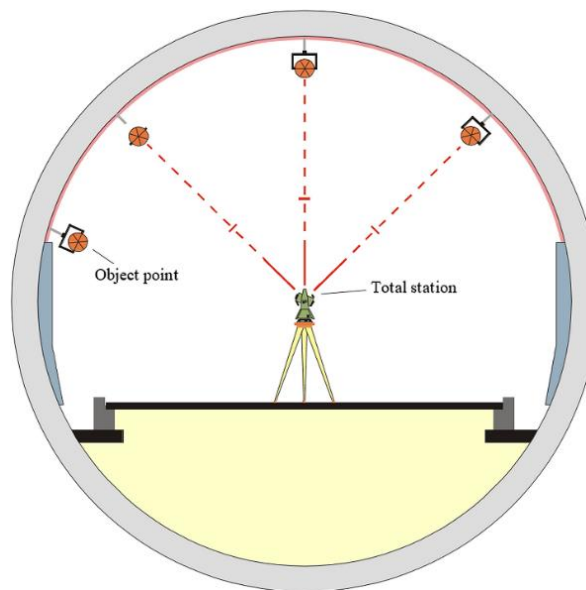
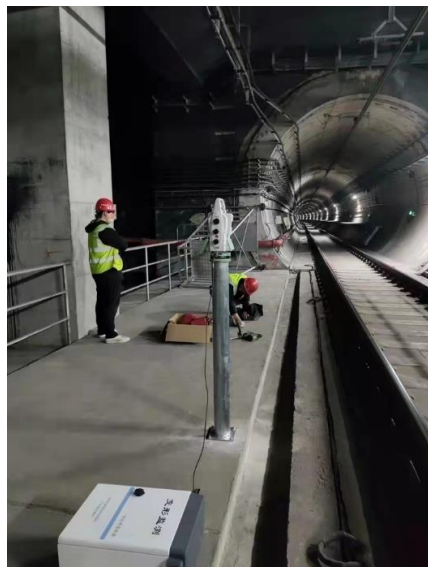
Độ lệch vị trí trục đường hầm





4. Giải pháp quan trắc đường hầm và đường ray tàu cao tốc

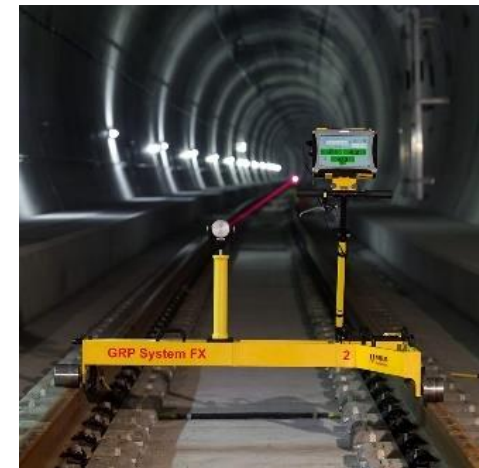
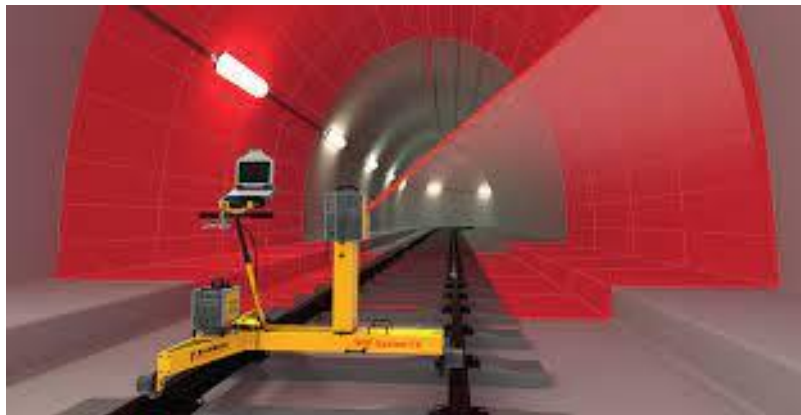
4.1 Quan trắc đường hầm





4. Giải pháp quan trắc đường hầm và đường ray tàu cao tốc

4.1 Quan trắc đường ray





5. Thảo luận và kết luận

5.1. Thảo luận

- Trong giai đoạn thi công, công tác trắc địa giúp xác định vị trí, cao độ và hướng tuyến của đường sắt cao tốc, đảm bảo việc thi công đúng theo thiết kế
- Trong giai đoạn sử dụng, công tác trắc địa đóng vai trò vô cùng quan trọng để quan trắc biến dạng đường sắt cao tốc và vỏ hầm, đảm bảo và cảnh báo kịp thời mọi thông số kỹ thuật được duy trì trong ngưỡng an toàn.





5. Thảo luận và kết luận

5.2. Kết luận

Công tác trắc địa không chỉ là nền tảng để thi công chính xác mà còn là "tai mắt" trong việc quan trắc và duy trì sự an toàn, bền vững của đường sắt cao tốc qua đường hầm. Thiếu trắc địa thì sẽ thất bại khi làm dự án, tăng chi phí sửa chữa hoặc thậm chí gây nguy hiểm trong quá trình sử dụng. Vì vậy, đây là một khâu không thể thiếu và cần được đầu tư kỹ lưỡng về công nghệ lẫn nhân lực.





Xin chân thành cảm ơn!





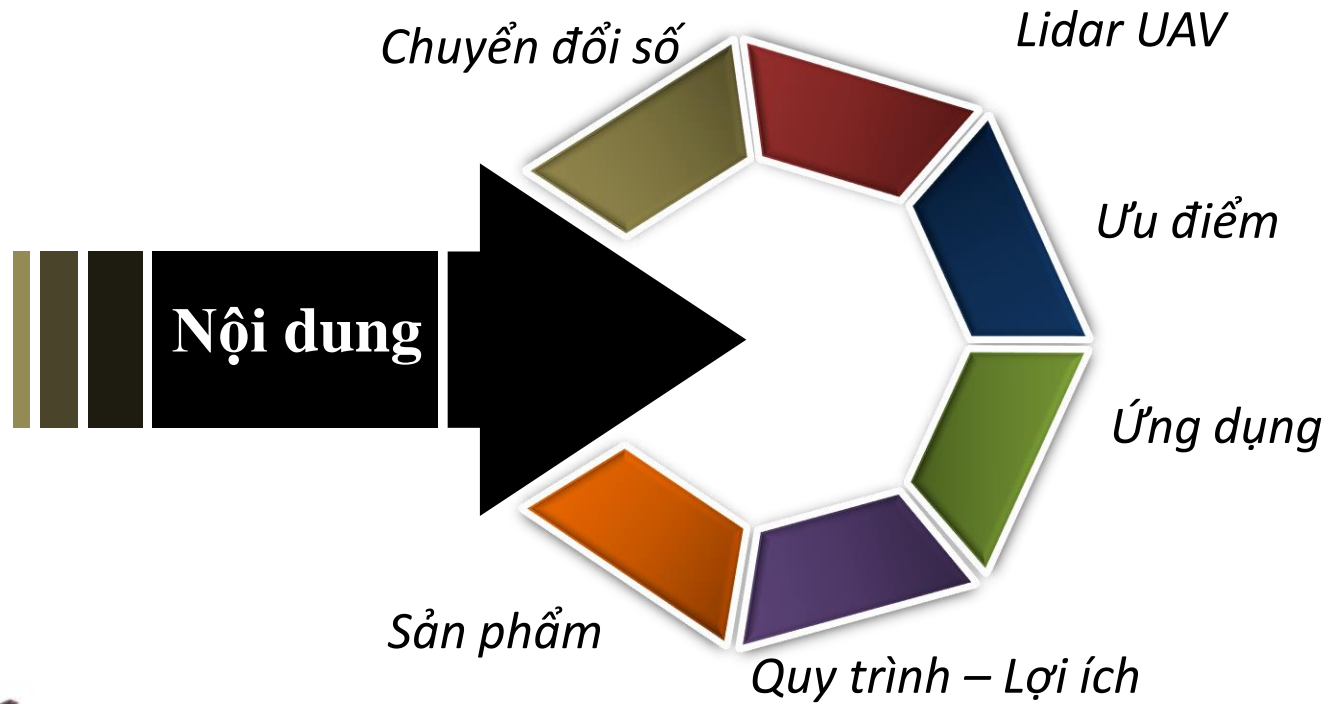
BÁO CÁO HỌC THUẬT

CÔNG NGHỆ LIDAR UAV: BƯỚC TIẾN TRONG CHUYỂN ĐỔI SỐ QUY TRÌNH KHẢO SÁT VÀ XÂY DỰNG ĐƯỜNG SẮT CAO TỐC



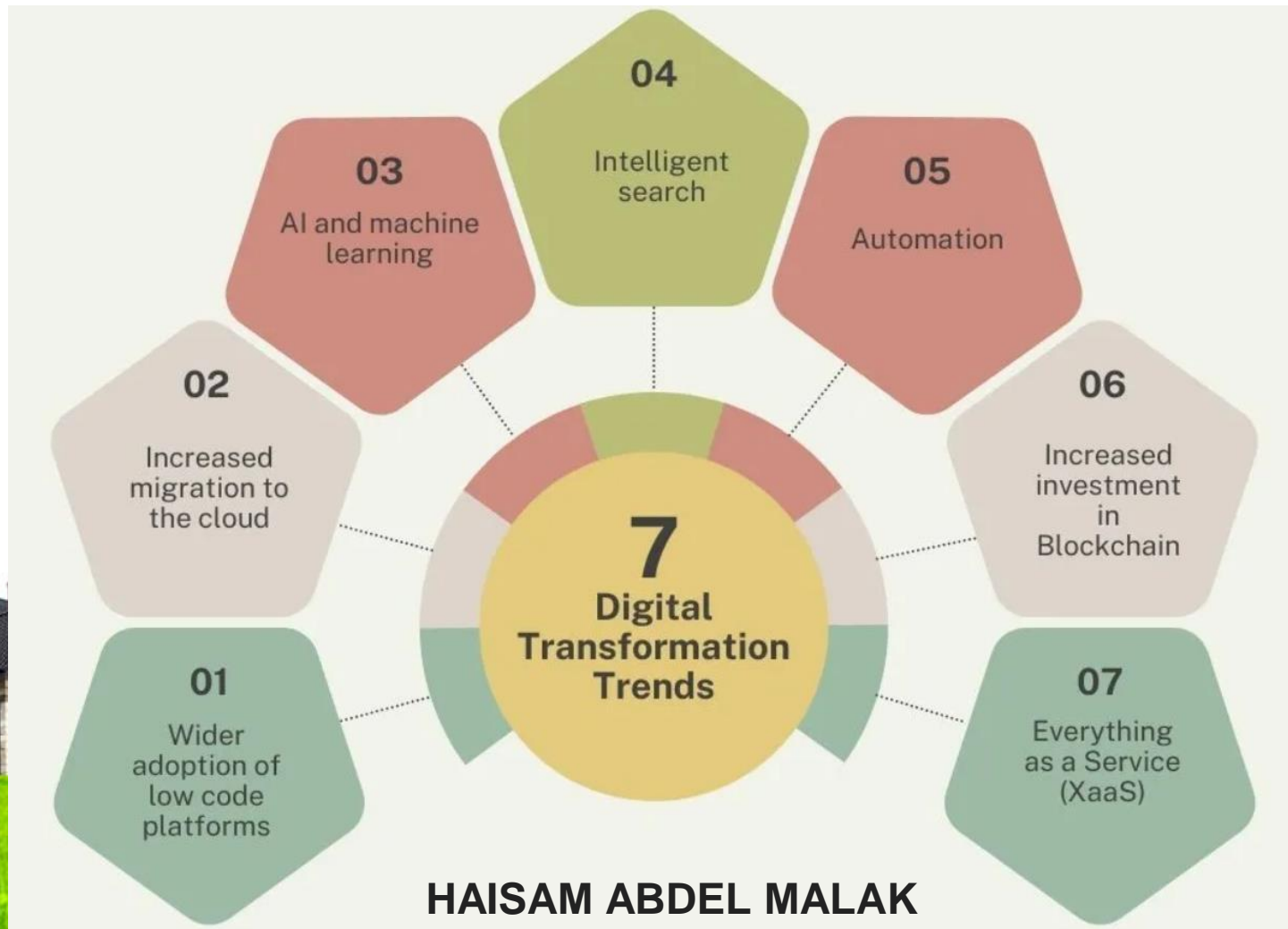
TRẦN TRUNG ANH
Khoa Trắc địa – Bản đồ và QLĐĐ
Nhóm nghiên cứu GES
HÀ NỘI, 18-4-2025

Nội dung



Bối cảnh và Tầm quan trọng của Chuyển đổi số (1)

- Xu hướng chuyển đổi số toàn cầu.

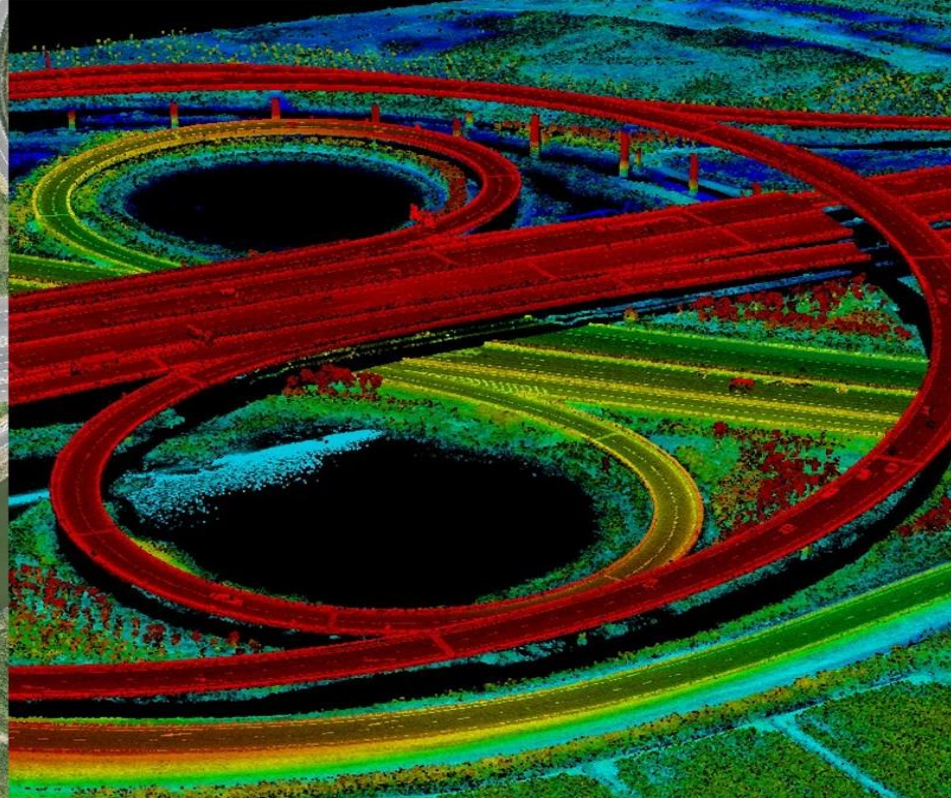
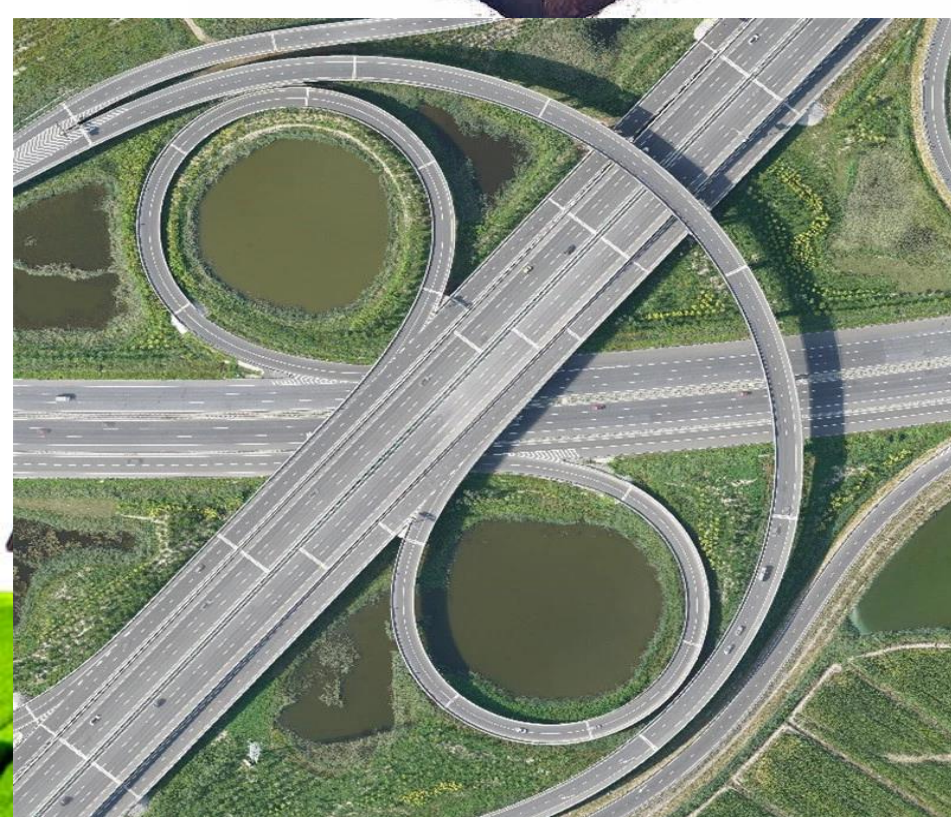
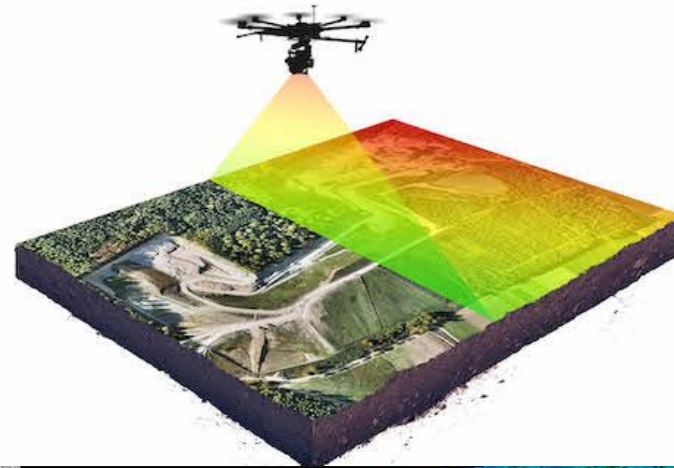


Bối cảnh và Tầm quan trọng của Chuyển đổi số (2)

- Tầm quan trọng của chuyển đổi số trong quy trình khảo sát và xây dựng đường sắt cao tốc:
 - Tăng hiệu quả (Efficiency).
 - Nâng cao độ chính xác (Accuracy).
 - Giảm chi phí (Cost Reduction).
 - Tiết kiệm thời gian (Time Saving).
 - Cải thiện tính bền vững (Sustainability).

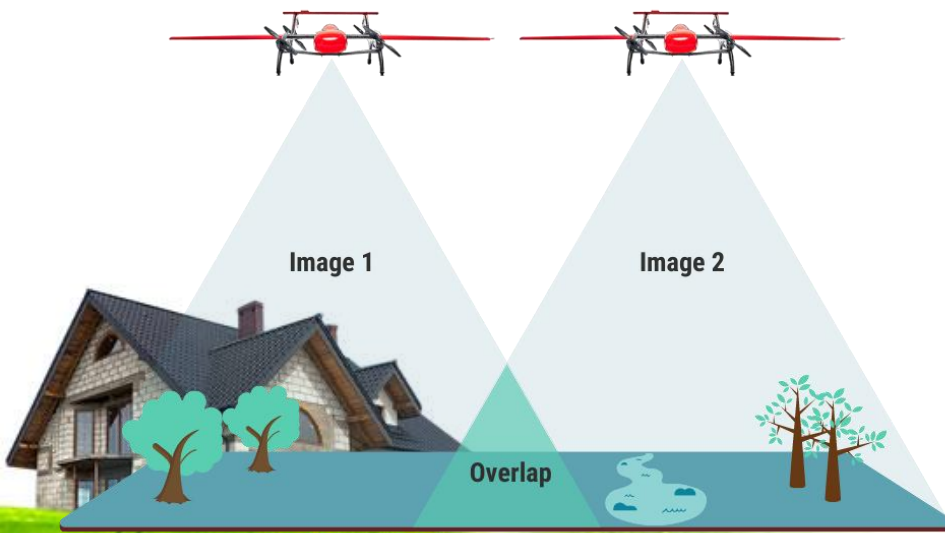


Công nghệ Lidar UAV

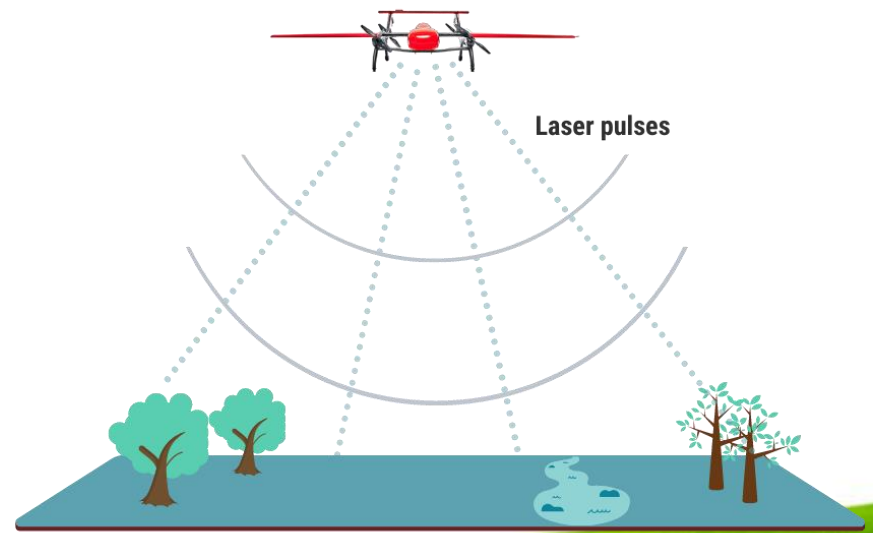


Photogrammetry vs Lidar

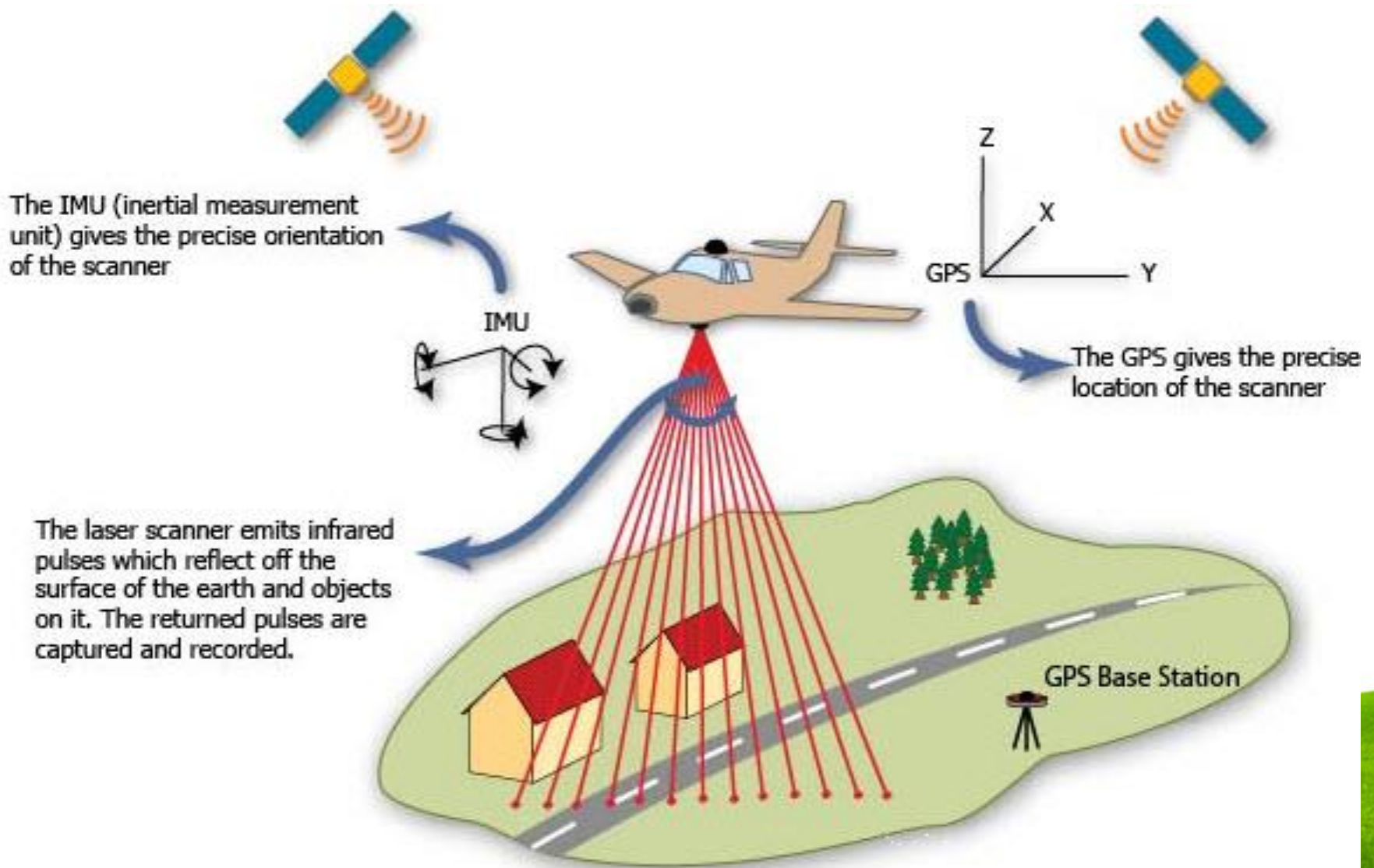
Photogrammetry



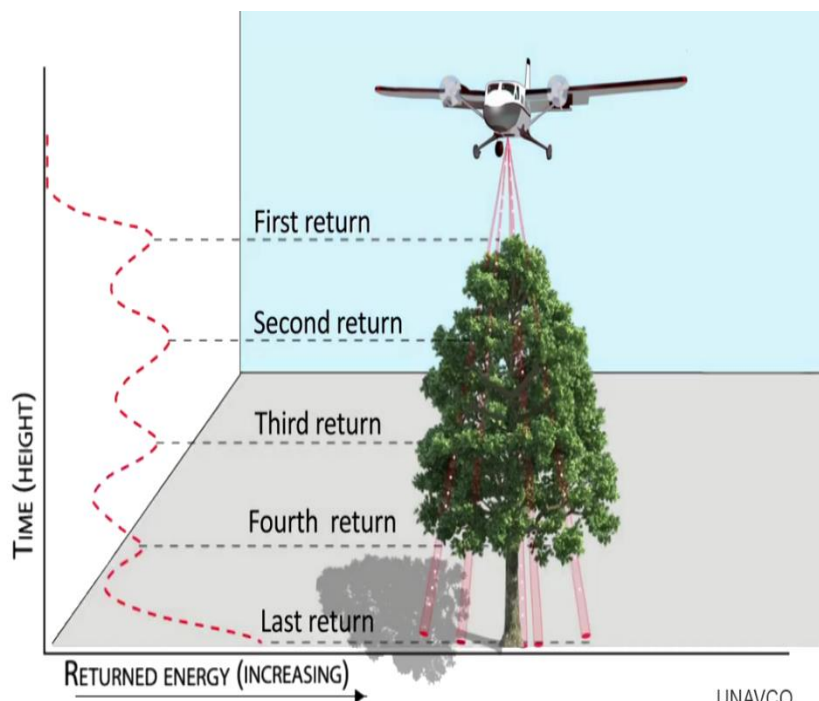
LiDAR



Cấu trúc hệ thống Lidar UAV

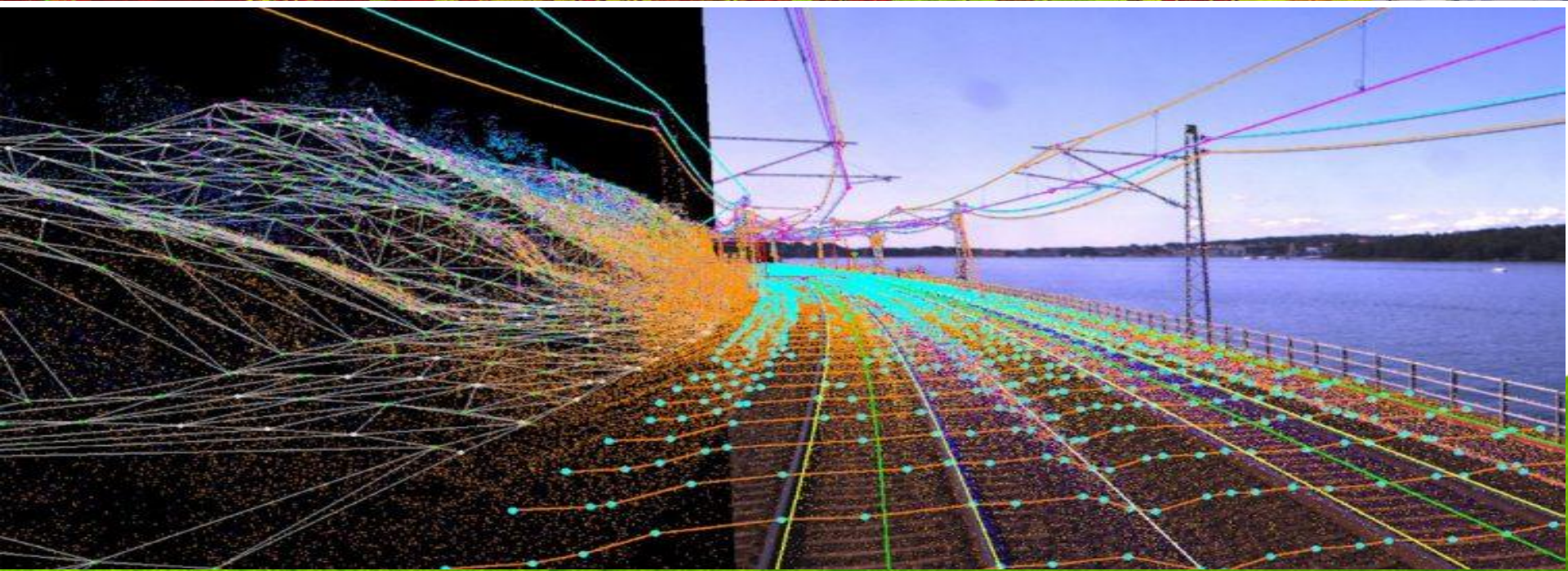


Công nghệ Lidar UAV (tích hợp Photogrammetry)



Kích thước	155x128x176mm
Trọng lượng	905±5g
Công suất	28w 58w tối đa
Ip	IP54
Máy bay hỗ trợ	M300 RTK và M350 RTK; bay theo dáng địa hình, định vị tâm chụp chính xác
Phạm vi phát hiện	Độ phản xạ 450m @ 50%, 0klx; Độ phản xạ 250m @ 10%, 100klx
Độ chính xác của hệ thống	Ngang: 5 cm @ 150 m; Dọc: 4 cm @ 150 m. tốc độ bay 15m/s
LiDAR	5; 905nm (chủ động quét ban đêm)
Camera RGB	4/3 inch; 20MP

Công nghệ Lidar UAV (tích hợp Photogrammetry)



Ưu điểm của Lidar UAV

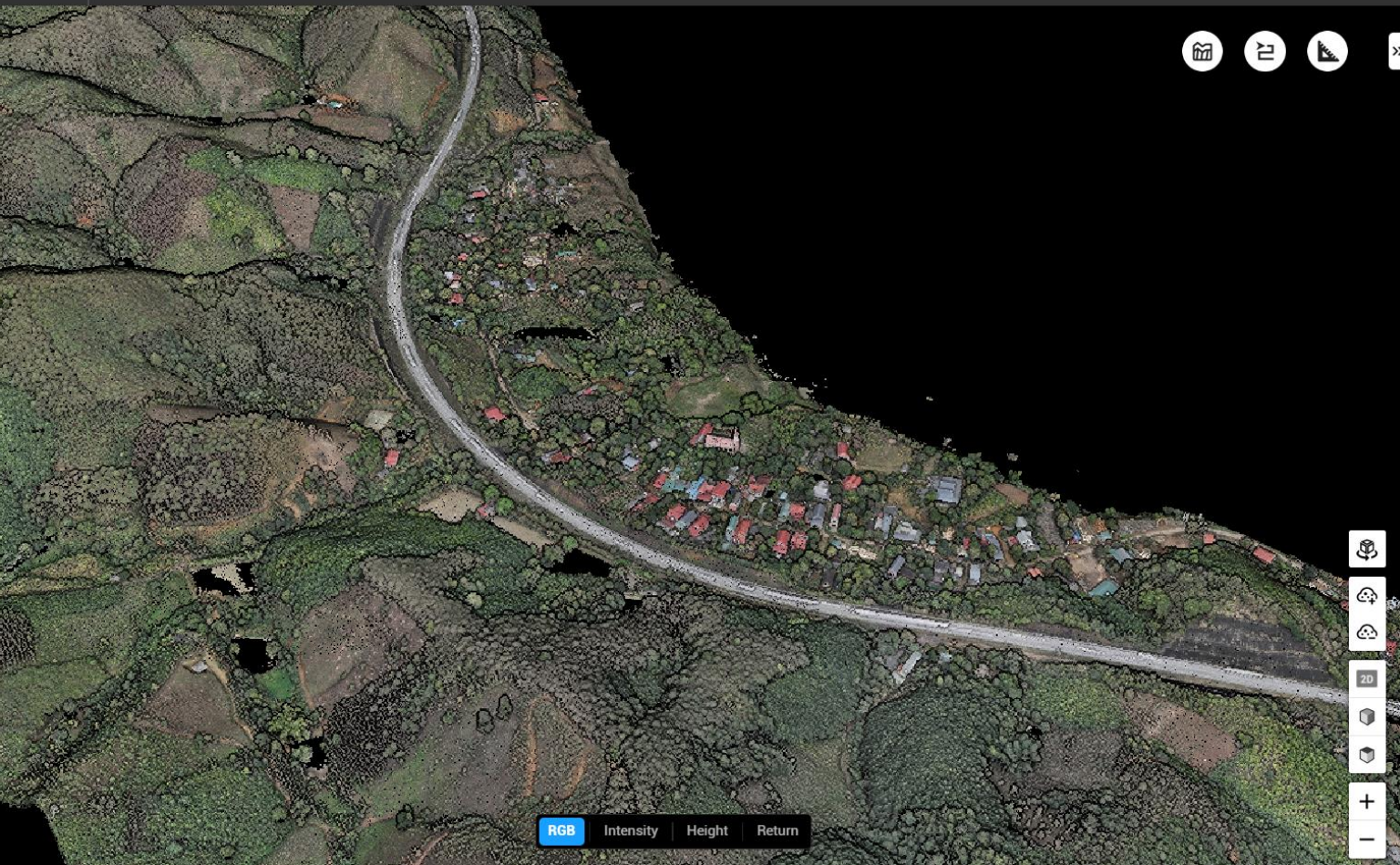
- Tốc độ thu thập dữ liệu nhanh chóng.
- Khả năng tiếp cận địa hình khó khăn.
- Độ chính xác cao.
- Mật độ điểm dày đặc.
- Khả năng thu thập dữ liệu đa tầng.
- Giảm thiểu rủi ro cho người khảo sát.
- Có thể thu thập số liệu ban đêm
- Tích hợp Đo ảnh cho hình ảnh trung thực, đồng bộ về dữ liệu



Ứng dụng trong Giai đoạn Khảo sát Địa hình

- Thu thập dữ liệu địa hình chi tiết cho lập kế hoạch tuyến đường sắt.
- Tạo Mô hình Địa hình Số (DTM) và Mô hình Số Bề mặt (DSM).
- Xác định các yếu tố địa hình quan trọng (độ dốc, địa chất, thủy văn...).
- Khảo sát tuyến hiện trạng và công trình lân cận





22-2-VT1

Files

5 set(s) of data

Base Station Center Point Settings

Parameters

Scenario

Point Cloud Processing

Point Cloud

2D Map

3D Mesh

Ground Point Classification

DEM

Contour

Advanced

Accuracy Control and Check

Output Coordinate System

Arbitrary Coordinate System

Known Coordinate System

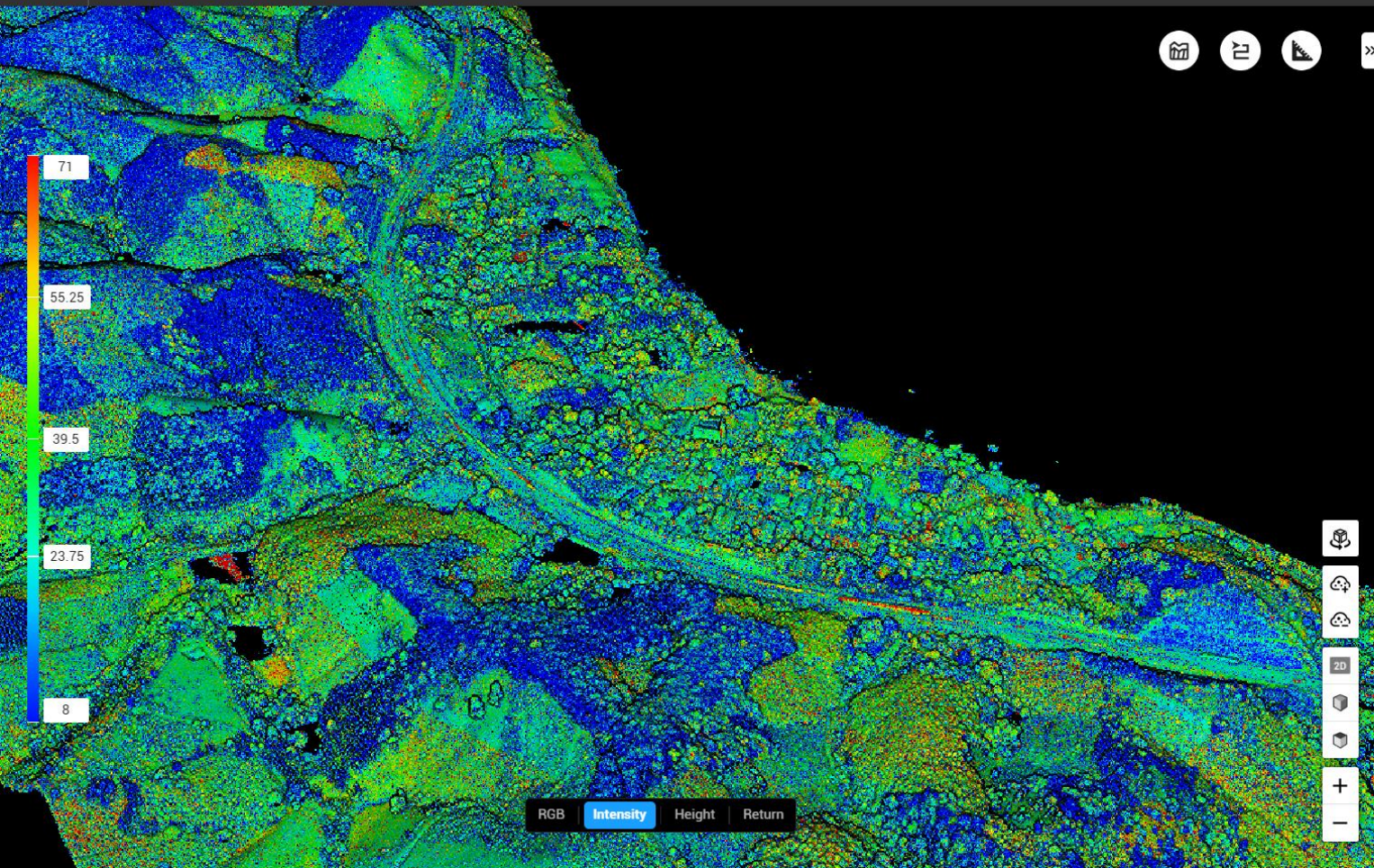
Start Processing

RGB Intensity Height Return

Ứng dụng trong Giai đoạn Thiết kế

- Tạo mô hình 3D phục vụ thiết kế tuyến, công trình phụ trợ.
- Tính toán khối lượng đào đắp chính xác.
- Phân tích địa hình và tối ưu hóa thiết kế





22-2-VT1

Files

5 set(s) of data > +

Base Station Center Point Settings

Parameters

Scenario

Point Cloud Processing

Point Cloud

2D Map ☒

3D Mesh ☒

Ground Point Classification ☒

DEM ☒

Contour ☒

Advanced

Accuracy Control and Check >

Output Coordinate System

☐ Arbitrary Coordinate System

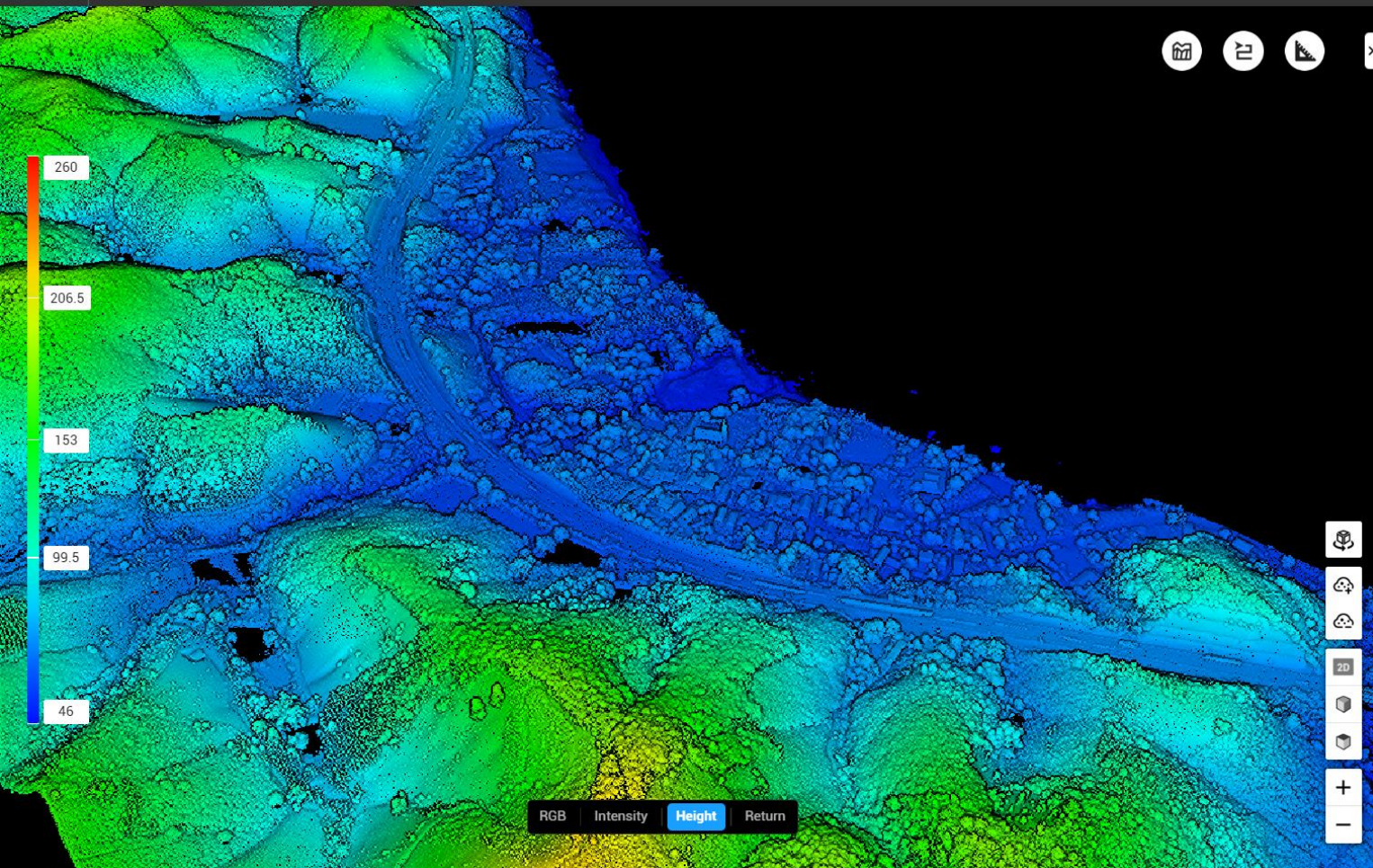
☒ Known Coordinate System

Start Processing

Ứng dụng trong Giai đoạn thi công

- Giám sát tiến độ thi công bằng cách so sánh dữ liệu Lidar định kỳ với mô hình thiết kế.
- Kiểm tra chất lượng thi công (độ bằng phẳng, cao độ).
- Đo đạc và tính toán khối lượng vật liệu đã sử dụng.
- Quản lý an toàn lao động (mô hình 3D trực quan).





22-2-VT1



Files

5 set(s) of data



Base Station Center Point Settings



Parameters

Scenario

Point Cloud Processing

Point Cloud

2D Map



3D Mesh



Ground Point Classification



DEM



Contour



Advanced

Accuracy Control and Check



Output Coordinate System

Arbitrary Coordinate System



Known Coordinate System



Start Processing

Ứng dụng trong giai đoạn bảo trì

- Khảo sát định kỳ để theo dõi sự thay đổi địa hình và công trình.
- Phát hiện sớm các vấn đề tiềm ẩn (sạt lở, lún).
- Hỗ trợ lập kế hoạch bảo trì và sửa chữa.



Quy trình xử lý số liệu

LiDAR point clouds

National or regional
Airborne Laser Scanning (ALS)
surveys



Example:
AHN3 point cloud dataset
from the Netherlands



Data acquisition
(laser scanning)

LiDAR
point clouds

Retrieval to
data storage

Laserfarm workflow

Efficient, scalable and distributed
processing of multi-terabyte LiDAR
point clouds

Re-tiling

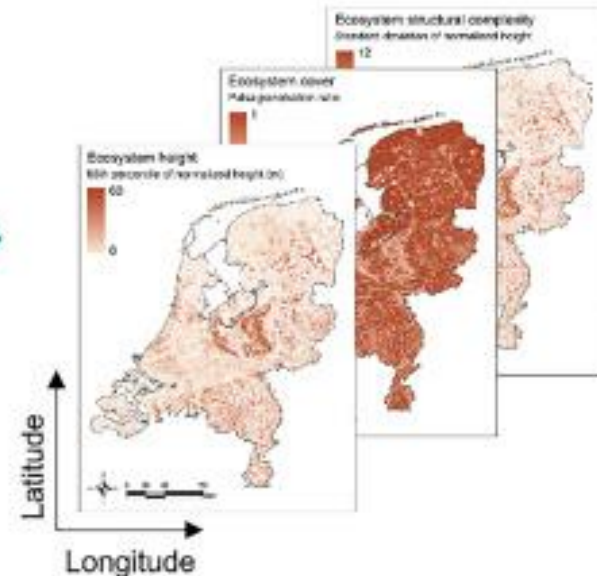
Normalization

Feature extraction

Rasterization

Geospatial data products

High-resolution raster layers with
ecosystem structure metrics at
national and regional extents



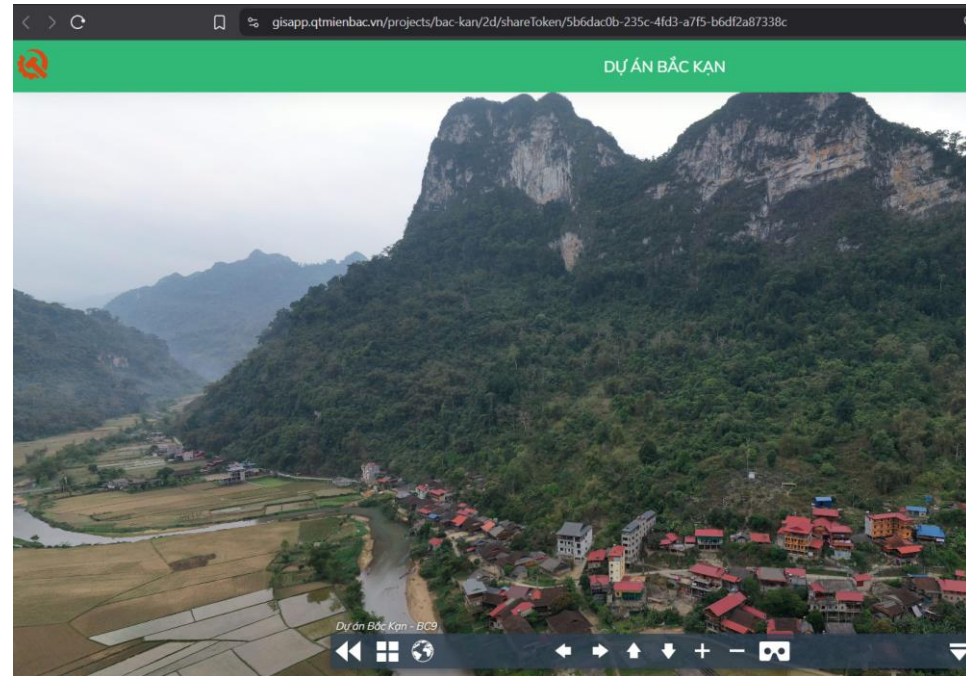
Lợi ích - Tiết kiệm Thời gian và Chi phí

- Giảm thời gian khảo sát và xử lý dữ liệu.
- Tối ưu hóa việc sử dụng nguồn lực (nhân lực, thiết bị).



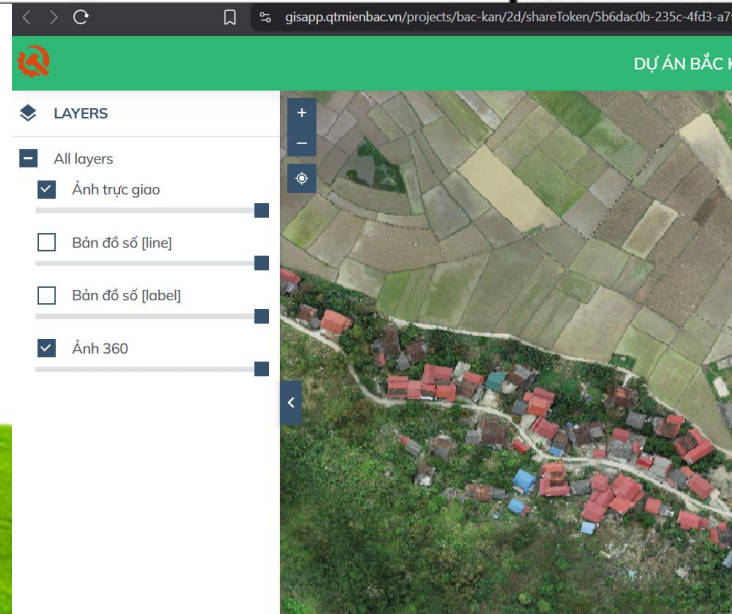
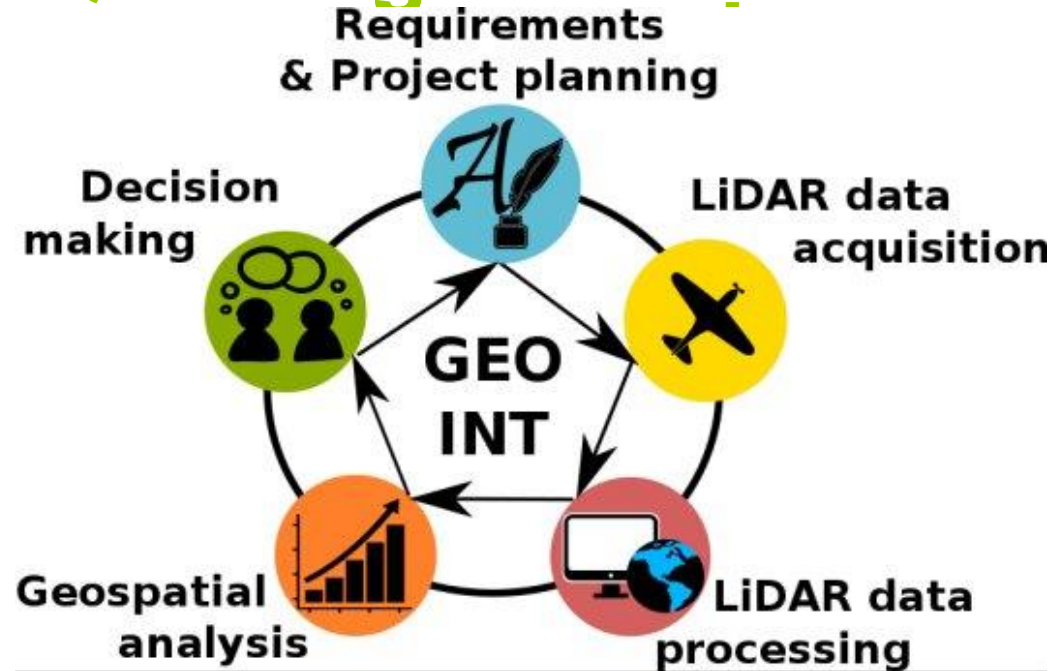
Lợi ích - Cải thiện Ra quyết định, Minh bạch và Hợp tác

- Dữ liệu trực quan giúp các bên liên quan hiểu rõ hơn về dự án.
- Tăng cường tính minh bạch trong quá trình thực hiện.
- Tạo điều kiện thuận lợi cho sự hợp tác giữa các bộ phận.



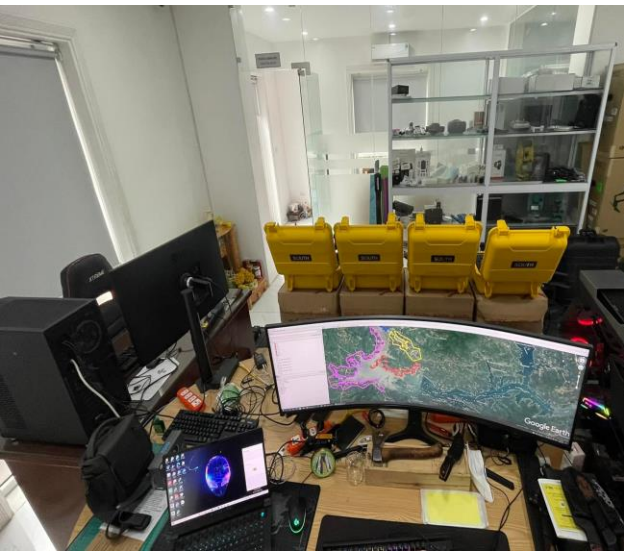
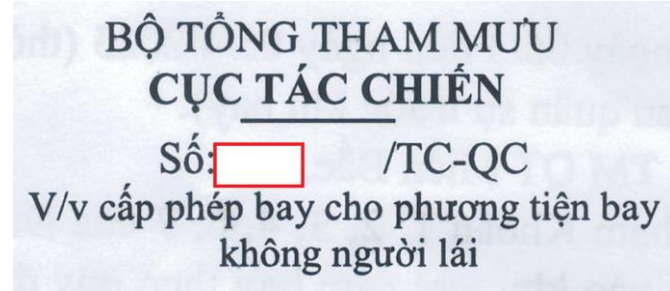
Lợi ích - Hỗ trợ QL Vòng đời Dự án

- Dữ liệu Lidar có thể được sử dụng trong suốt vòng đời dự án (từ khảo sát đến bảo trì).
- Tạo cơ sở dữ liệu thống nhất và dễ dàng truy cập.



Thách thức

- Chi phí đầu tư ban đầu.
- Yêu cầu về kỹ năng chuyên môn.
- Các vấn đề pháp lý và quy định.
- Khả năng xử lý lượng lớn dữ liệu.



Xu hướng Phát triển

- PT cảm biến Lidar nhỏ gọn, chính xác hơn.
- Tiến bộ trong công nghệ UAV (thời gian bay, tải trọng). UAV swarm (bầy đàn)
- Phát triển thuật toán xử lý dữ liệu tự động và thông minh hơn (AI).
- Tích hợp sâu hơn với BIM và các CN số khác.

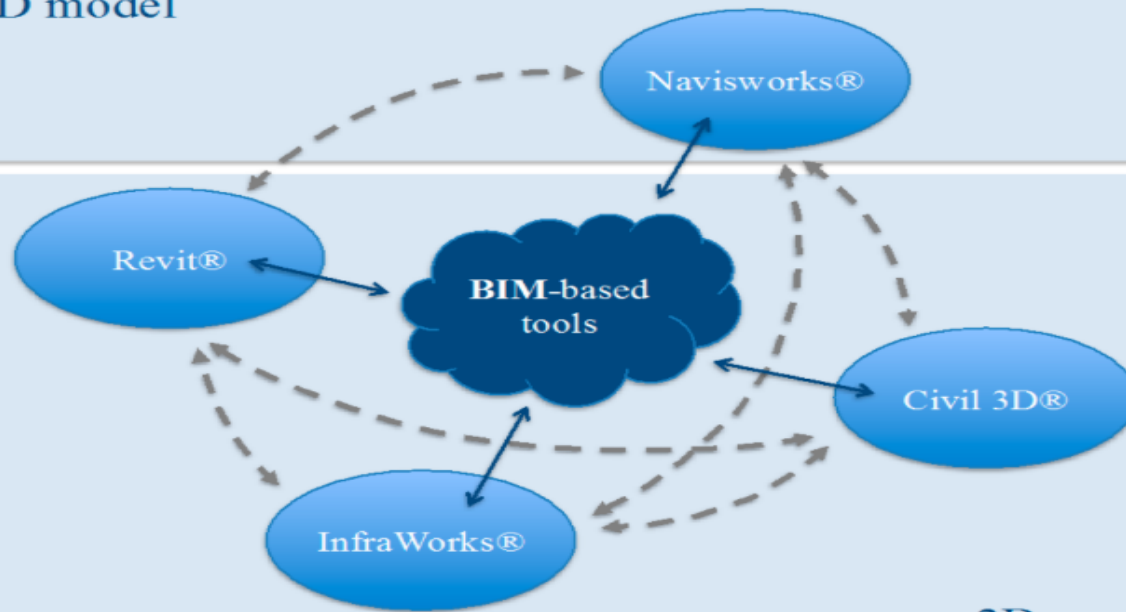


BIM



Modeling and Interoperability

4D model




3D model

Extracting Information

Planning
Scheduling

Quantities
Graphic outputs
Track geometry quality

 ApLAS2025

← ApLAS License

Downsample Point Cloud



Cloud Point DSM2DEM


Cloud Point Distribution Filter

Volume calculation from Point Clouds

ApLAS 2025.16

Cloud Point Processing
Author: Tran Trung Anh
Mobi: 0987831886
mail: trantrunganh@humg.edu.vn
Hanoi University of Mining and Geology
No.18 Vien Street - Duc Thang Ward- Bac Tu Liem District - Ha Noi



 ApLAS2025

← ApLAS License

Downsample Point Cloud

Cloud Point DSM2DEM

Cloud Point Distribution Filter

Volume calculation from Point Clouds

Cloud Point IN (LAS, LAZ, PLY)

Ground OUT (*.PLY)



DSM



DEM

Parameters for the Filter

gridResolution (m)

3.0

...

MaxWindowRadius

3

...

ElevationThreshold(m)

0.2

...

SlopeThreshold (%)

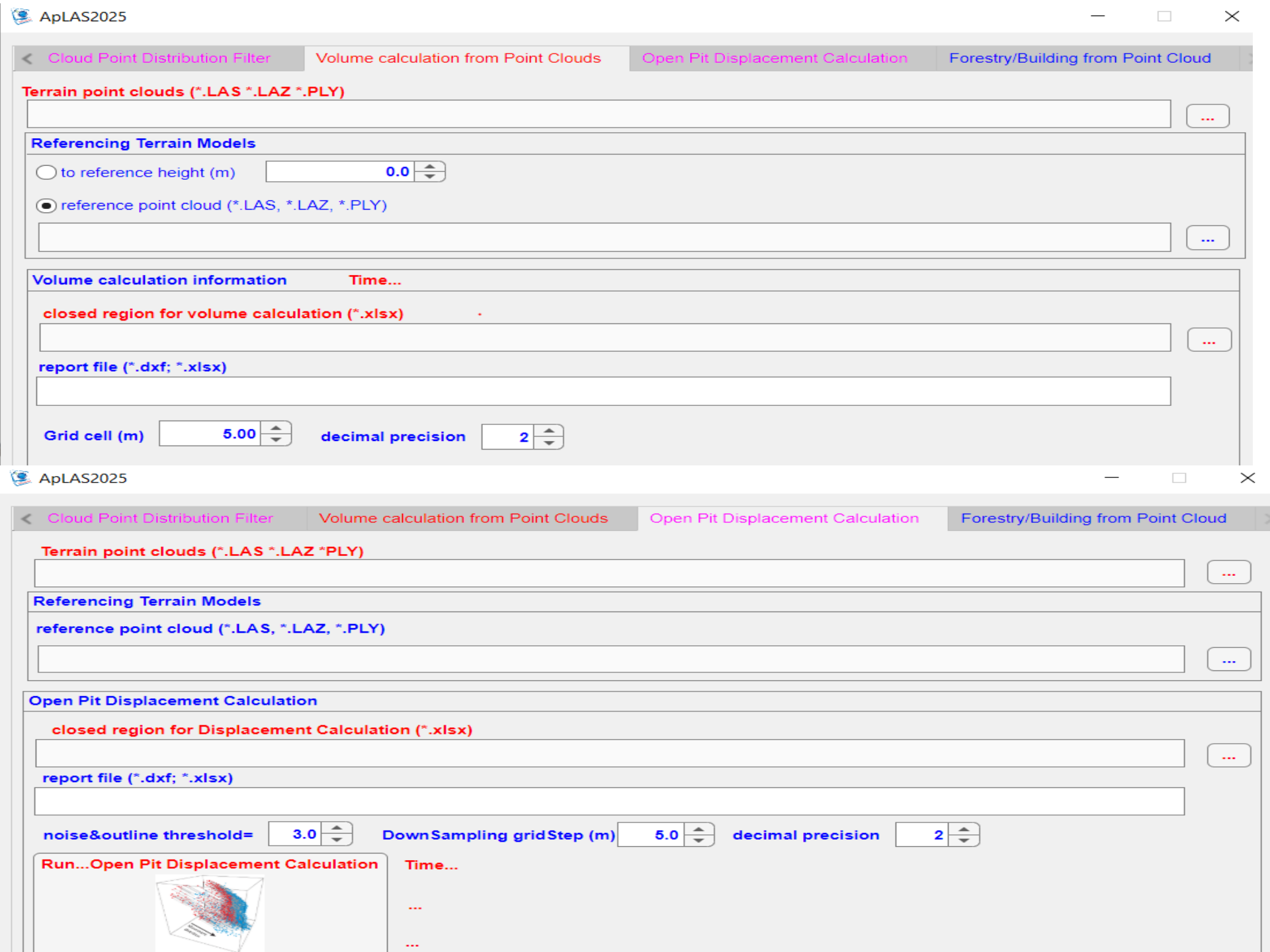
15

...

☐ Save unground point color (*.ply)

Run...Cloud Point DSM2DEM





KẾT LUẬN

- Hiệu quả và Độ chính xác vượt trội: Lidar UAV cung cấp dữ liệu nhanh chóng, chính xác và chi tiết hơn.
- Tiết kiệm Thời gian và Chi phí: Khả năng giảm thiểu thời gian khảo sát, xử lý dữ liệu và tối ưu hóa nguồn lực.
- Hỗ trợ Quyết định Thông minh: Dữ liệu trực quan và dễ hiểu giúp đưa ra các QĐ chính xác và kịp thời trong suốt vòng đời dự án.
- Tăng cường Tính Minh bạch và Hợp tác: Mô hình số hóa tạo điều kiện cho sự phối hợp hiệu quả giữa các bên liên quan.
- Quản lý Vòng đời Dự án Toàn diện: Lidar UAV hỗ trợ từ giai đoạn khảo sát ban đầu đến quản lý và bảo trì công trình.
- Việc ứng dụng Lidar UAV là một bước tiến quan trọng trong việc số hóa quy trình làm việc, tạo ra các mô hình số chính xác và hỗ trợ việc áp dụng các công nghệ tiên tiến khác (như BIM, AI), trong việc xây dựng một hệ sinh thái dữ liệu số cho ngành xây dựng đường cao tốc.
- "Công nghệ Lidar UAV đang mở ra một kỷ nguyên mới cho ngành xây dựng đường sắt cao tốc, mang đến sự hiệu quả, chính xác và bền vững chưa từng có"



"XIN CHÂN THÀNH CẢM ƠN!"

