



**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023**  
THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

# **ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

# HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023

## BAN TỔ CHỨC:

PGS.TS Võ Thanh Tùng  
PGS.TS Tạ Đức Thịnh  
GS.TS Trần Thanh Hải  
PGS.TS Nguyễn Xuân Thảo  
PGS.TS Nguyễn Văn Lâm  
TS Phan Tuấn Anh  
PGS.TS Lê Văn Thắng  
PGS.TS Lê Hoài Đức  
PGS.TS Đỗ Quang Thiên  
PGS.TS Bùi Trường Sơn  
PGS.TS Nguyễn Trường Thọ  
ThS Nguyễn Thanh Bình  
TS Nguyễn Thị Thanh Huyền

Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam  
Hội Địa chất thủy văn Việt Nam  
Trường Đại học khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP HCM  
Trường Đại học Giao thông vận tải  
Trường Đại học khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế

Đồng Trưởng ban  
Đồng Trưởng ban  
Phó Trưởng ban  
Phó Trưởng ban  
Phó Trưởng ban  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên

## BAN KHOA HỌC:

PGS.TS Bùi Trường Sơn  
PGS.TS Trần Thanh Nhân  
GS.TS Đỗ Minh Đức  
PGS.TS Nguyễn Thị Nụ  
PGS.TS Đậu Văn Ngọ  
PGS.TS Phạm Quý Nhân  
PGS.TS Nguyễn Đức Mạnh  
PGS.TS Nguyễn Quang Tuấn  
TS Nguyễn Bách Thảo  
TS Nguyễn Tiến Hùng  
TS Lê Quang Duyên  
TS Nguyễn Văn Phóng  
TS Nguyễn Thành Dương  
TS Phạm Đức Thọ  
TS Bùi Trọng Vinh  
TS Đào Hồng Hải  
TS Nguyễn Công Định  
TS Nguyễn Thị Thanh Nhân  
TS Trần Thị Phương An  
TS Trần Hữu Tuyên  
TS Nguyễn Thị Thủy  
TS Hoàng Ngô Tự Do  
TS Bùi Thị Thu  
TS Đỗ Thị Việt Hương

Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học tự nhiên - ĐHQGHN  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP HCM  
Hội Địa chất thủy văn Việt Nam  
Trường Đại học Giao thông vận tải  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam  
Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP HCM  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP HCM  
Trường Đại học Giao thông vận tải  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế

Trưởng ban  
Phó Trưởng ban  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên

## BAN THƯ KÝ:

TS Nguyễn Thành Dương  
PGS.TS Trần Thanh Nhân  
TS Nguyễn Thị Thủy  
ThS Phạm Thị Ngọc Hà  
ThS Nguyễn Văn Hùng  
TS Nguyễn Thị Thanh Nhân  
TS Trần Thị Phương An

Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Mỏ - Địa chất  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế

Trưởng ban  
Phó Trưởng ban  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên  
Ủy viên

**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023**

---

**THỪA THIÊN HUẾ, VIỆT NAM  
NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023**

**ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT  
VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN  
BỀN VỮNG - VIETGEO 2023**

**Ban biên tập:**

**TẠ ĐỨC THỊNH  
BÙI TRƯỜNG SƠN  
NGUYỄN VĂN LÂM  
NGUYỄN THÀNH DƯƠNG  
TRẦN THANH NHÀN  
NGUYỄN VĂN HÙNG**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**

# **VIETGEO 2023**

## **ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG - VIETGEO 2023**

**THỪA THIÊN HUẾ, VIỆT NAM  
NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023**

### **ĐƠN VỊ TỔ CHỨC**

Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam  
Hội Địa chất thủy văn Việt Nam  
Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam  
Trường Đại học Mở - Địa chất  
Trường Đại học Giao thông Vận tải  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP Hồ Chí Minh

### **ĐƠN VỊ ĐỒNG HÀNH**

Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế  
Trường Đại học Mở - Địa chất  
Trường Đại học Bách khoa - ĐHQG TP Hồ Chí Minh  
Công ty TNHH XNK Phú Thành Phát  
Công ty TNHH Nam Miền Trung  
Công ty Cổ phần Khoa học Công nghệ Bách khoa TP Hồ Chí Minh  
Trung tâm Nghiên cứu Địa kỹ thuật  
Công ty TNHH Premium Silica Huế  
Công ty Cổ phần tư vấn địa chất CT Đà Nẵng  
Công ty CP Đầu tư phát triển GMC



## LỜI NÓI ĐẦU

Nối tiếp thành công của Hội nghị khoa học VietGeo các năm trước, Hội nghị khoa học toàn quốc VietGeo 2023 “Địa chất công trình - Địa kỹ thuật và Môi trường phục vụ phát triển bền vững” được tổ chức tại Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế (lần thứ 2) trong các ngày 28 và 29 tháng 9 năm 2023. Hội nghị do Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế và Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam đồng chủ trì, các đơn vị phối hợp tổ chức là Hội Địa chất thủy văn Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Trường Đại học Mở - Địa chất, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông Vận tải.

Ban Tổ chức Hội nghị đã nhận được 125 bài báo của các nhà khoa học trong cả nước gửi đến tham gia Hội nghị. Theo kết quả đánh giá của các phản biện, Ban Khoa học đã xem xét, lựa chọn 93 bài báo có chất lượng tốt để đăng trong Kỷ yếu Hội nghị do Nhà Xuất bản Khoa học và Kỹ thuật xuất bản. Các bài báo khoa học trình bày những kết quả nghiên cứu mới theo các chủ đề của Hội nghị, bao gồm:

- Địa chất công trình - Địa kỹ thuật và Địa chất thủy văn;
- Kỹ thuật xây dựng và vật liệu mới;
- Tai biến địa chất và công nghệ quan trắc - cảnh báo sớm;
- Tài nguyên - Môi trường và chuyển đổi số;
- Công nghệ khoan - khai thác.

Hội nghị khoa học toàn quốc VietGeo 2023 lần này không chỉ là diễn đàn để các nhà khoa học chia sẻ, thảo luận những kết quả nghiên cứu mới về các chủ đề nêu trên mà còn là dịp để các tổ chức, cá nhân gặp gỡ, trao đổi, ký kết hợp tác nhằm nâng cao hiệu quả hoạt động khoa học và công nghệ trong các lĩnh vực chuyên môn.

Trong quá trình chuẩn bị tổ chức Hội nghị, Ban Tổ chức đã nhận được sự hỗ trợ cả về tinh thần và vật chất của: Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế, Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam, Hội Địa chất thủy văn Việt Nam, Hội Công nghệ Khoan - Khai thác Việt Nam, Trường Đại học Mở - Địa chất, Trường Đại học Bách khoa - Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh, Trường Đại học Giao thông Vận tải, Công ty TNHH XNK Phú Thành Phát, Công ty TNHH Nam Miền Trung, Trung tâm Nghiên cứu Địa kỹ thuật, Công ty Cổ phần Khoa học Công nghệ Bách khoa Thành phố Hồ Chí Minh, Công ty TNHH Premium Silica Huế, Công ty Cổ phần tư vấn địa chất CT Đà Nẵng, Công ty CP Đầu tư phát triển GMC ... Ban Tổ chức Hội nghị xin gửi tới các tổ chức, cá nhân lời cảm ơn chân thành về sự ủng hộ, giúp đỡ quý báu đó. Ban Tổ chức Hội nghị cũng xin chân thành cảm ơn các nhà khoa học đã viết bài tham gia Hội nghị, cảm ơn các tình nguyện viên và đặc biệt cảm ơn các thành viên Ban Khoa học, Ban Thư ký, những người đã làm việc rất nhiệt tình với trách nhiệm cao, đảm bảo cho sự thành công của Hội nghị.

Ban Tổ chức Hội nghị VietGeo 2023 xin chân thành cảm ơn Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật đã giúp đỡ xuất bản cuốn Kỷ yếu Hội nghị. Do thời gian tuyển chọn, biên tập và in ấn hạn chế nên cuốn Kỷ yếu chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, chúng tôi mong được bạn đọc lượng thứ.

**BAN TỔ CHỨC HỘI NGHỊ**

## **LỜI CẢM ƠN CỦA HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC - ĐẠI HỌC HUẾ**

*Nhằm tăng cường trao đổi kinh nghiệm và các kết quả nghiên cứu khoa học với những nhà khoa học trên toàn quốc, Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế phối hợp với Hội Địa chất công trình và Môi trường Việt Nam đồng tổ chức Hội nghị Khoa học toàn quốc “Địa chất công trình - Địa kỹ thuật và Môi trường phục vụ phát triển bền vững - VietGeo 2023” vào ngày 28 và 29/9/2023 tại Trường Đại học Khoa học - Đại học Huế.*

*Trên cương vị Hiệu trưởng của Trường Đại học Khoa học, thay mặt Ban Giám hiệu Nhà trường, chúng tôi hoan nghênh và cảm ơn các đơn vị đồng tổ chức Hội nghị, đội ngũ các nhà nghiên cứu, nhà khoa học, các nhà lãnh đạo và các chuyên gia, những người sẽ tham gia và tạo nên sự thành công cho Hội nghị này. Với những đóng góp quý báu của quý vị, tôi kỳ vọng và tin rằng Hội nghị Khoa học lần này sẽ hiện thực hóa các mục tiêu mà Ban Tổ chức đã đề ra.*

*Tôi cũng trân trọng gửi lời cảm ơn đến các thành viên Ban Tổ chức Hội nghị, các cơ quan hữu quan, các nhà khoa học đã làm việc rất nhiệt tình và tâm huyết để tổ chức Hội nghị thành công trọn vẹn.*

*Xin trân trọng cảm ơn!*

**HIỆU TRƯỞNG**

**PGS.TS VÕ THANH TÙNG**

# MỤC LỤC

## Chủ đề I. ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ ĐỊA CHẤT THỦY VĂN

- NGUỒN HÌNH THÀNH TRỮ LƯỢNG NƯỚC DƯỚI ĐẤT VÙNG ĐỒNG BẰNG TỈNH HÀ TĨNH  
*Dương Thị Thanh Thủy, Hoàng Thăng Long*..... 6
- NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ CƠ HỌC CỦA VỎ TRỒNG HAI ĐƯỜNG HẦM VÀ KẾT CẤU NGẦM  
CÔNG TRÌNH XÂY DỰNG LÂN CẬN TRONG ĐÔ THỊ  
*Đỗ Ngọc Thái, Nguyễn Thế Mộc Chân*..... 12
- PHÂN TÍCH CHỌN THÔNG SỐ THÍ NGHIỆM BA TRỤC ĐỘNG PHÙ HỢP CHO CÔNG TRÌNH  
ĐIỆN GIÓ Ở VIỆT NAM  
*Nguyễn Văn Phóng, Đỗ Hồng Thắng* ..... 21
- NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA ĐỘ THẨM NƯỚC NGẦM TRONG CÁC LỚP ĐẤT ĐÁ TỚI SỰ  
ỔN ĐỊNH CỦA HỒ MÓNG TẦNG HẦM NHÀ CAO TẦNG TẠI VIỆT NAM  
*Nguyễn Chí Thành*..... 31
- NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ, NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC VÀ MỘT SỐ YẾU TỐ  
CHÍNH ẢNH HƯỞNG ĐẾN SỰ LÀM VIỆC CỦA TƯỜNG CHẮN ĐẤT CỐT LƯỚI ĐỊA KỸ THUẬT  
*Phạm Văn Hùng, Vũ Minh Ngạn, Phạm Minh Tuấn, Mai Văn Toàn*..... 41
- PHÂN NHÓM SUY THOÁI NGUỒN NƯỚC MẠCH LỘ KARST VÙNG NÚI CAO, KHAN HIẾM  
NƯỚC KHU VỰC MIỀN NÚI BẮC BỘ  
*Đào Đức Bằng, Nguyễn Văn Trãi, Nguyễn Minh Việt, Nguyễn Văn Lâm, Trần Vũ Long,  
Kiều Thị Vân Anh, Vũ Thu Hiền, Dương Thị Thanh Thủy, Đỗ Anh Đức, Bùi Mạnh Bằng,  
Nguyễn Văn Thắng* ..... 50
- ĐÁNH GIÁ KHẢ NĂNG ẨM MÒN CỦA NƯỚC NGẦM ĐỐI VỚI CÁC KẾT CẤU BÊ TÔNG MÓNG  
CÔNG TRÌNH KHU VỰC ĐỒNG BẰNG VEN BIỂN PHÍA BẮC TỈNH QUẢNG TRỊ  
*Hoàng Ngô Tự Do, Trần Thị Ngọc Quỳnh, Nguyễn Thị Thanh Nhân, Hoàng Hoa Thám,  
Lê Thanh Phong*..... 57
- NGHIÊN CỨU XÁC ĐỊNH PHƯƠNG ÁN THOÁT NƯỚC MỎ THAN TRÀNG BẠCH,  
ĐÔNG TRIỀU, QUẢNG NINH PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG  
*Trần Quang Tuấn*..... 67
- MỘT SỐ VẤN ĐỀ LIÊN QUAN ĐẾN VIỆC LỰA CHỌN TUYẾN KHI THIẾT KẾ ĐƯỜNG  
Ô TÔ XÂY DỰNG MỚI QUA VÙNG ĐỒI NÚI THEO HƯỚNG TIẾP CẬN MỚI  
*Nguyễn Đức Dâm, Nguyễn Đức Mạnh, Phạm Thái Bình* ..... 77
- XÁC ĐỊNH TỐC ĐỘ NGÂM TRONG ĐỐI KHÔNG BẢO HÒA CỦA CÁC THÀNH TẠO BỎ RỜI  
PHỤC VỤ NGHIÊN CỨU MỘT SỐ THÔNG SỐ DỊCH CHUYỂN KIM LOẠI NẶNG VÀO TẦNG  
CHỨA NƯỚC  
*Trần Quang Tuấn, Đào Đức Bằng, Trần Vũ Long, Nguyễn Văn Lâm, Kiều Thị Vân Anh,  
Vũ Thu Hiền, Dương Thị Thanh Thủy, Nguyễn Bách Thảo, Nguyễn Thanh Minh*..... 86
- VỀ CÔNG TÁC ĐÁNH GIÁ CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG KHÓI ĐÁ RQD BẰNG MÁY GHI HÌNH LỖ  
KHOAN KHẢO SÁT  
*Đào Viết Đoàn* ..... 96

▪ NUMERICAL INVESTIGATION OF LOAD TRANSFER OF DEEP CEMENT MIXING COLUMNS .....	
<i>Pham Minh Tuan, Vo Thanh Long, Nguyen Huy Hoang</i> .....	104
▪ ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH LÚN CỦA TUYẾN ĐÊ CHẴN SÓNG PHÍA NAM TRONG QUÁ TRÌNH THI CÔNG VÀ VẬN HÀNH CÔNG TRÌNH TẠI LUỒNG TÀU SÔNG HẬU, TỈNH TRÀ VINH	
<i>Đoàn Khắc Phú, Nguyễn Hữu Sơn</i> .....	112
▪ NGHIÊN CỨU CÔNG THỨC THỰC NGHIỆM MỐI ƯỚC LƯỢNG SỨC CHỊU TẢI DỌC TRỰC CHO CỌC KHOAN NHỒI DỰA TRÊN DỮ LIỆU THÍ NGHIỆM O-CELL VÀ CHỈ SỐ SPT	
<i>Huỳnh Văn Hiệp, Phạm Hoàng Lâm, Từ Hồng Nhung, Huỳnh Hồng</i> .....	122
▪ NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP GIẢI TÍCH GẦN ĐÚNG ĐỂ DỰ BÁO LÚN CỦA NỀN ĐẤT XUNG QUANH CHO HỒ ĐÀO SÂU	
<i>Lê Giang Sơn, Nguyễn Ngọc Lượng, Phạm Ngọc Tân, Đặng Bảo Lợi, Võ Thanh Toàn, Trịnh Văn Thao, Nguyễn Thành Sơn</i> .....	135
▪ TIÊU CHÍ LỰA CHỌN CÔNG NGHỆ KHAI THÁC CÁC NGUỒN NƯỚC Ở VÙNG NÚI CAO, KHAN HIẾM NƯỚC KHU VỰC TỈNH HÀ GIANG	
<i>Triệu Đức Huy, Phạm Bá Quyền, Hoàng Đại Phúc</i> .....	145
▪ DETERMINATION OF POTENTIAL AREAS FOR FRESHWATER STORAGE OF THE UPPER-MIDDLE PLEISTOCENE AQUIFER IN MEKONG DELTA	
<i>Pham Ba Quyen, Trieu Duc Huy, Hoang Dai Phuc, Phan Thang Long</i> .....	152
▪ XÁC ĐỊNH LƯỢNG CUNG CẤP CỦA NƯỚC MƯA CHO NƯỚC DƯỚI ĐẤT TRONG BAZAN VÙNG BUỒN MÊ THUỘT VÀ QUAN HỆ GIỮA LƯỢNG CUNG CẤP VỚI LƯỢNG MƯA VÀ BỐC HƠI	
<i>Đặng Đình Phúc, Đặng Hữu Nghị, Bùi Thị Vân Anh</i> .....	158
▪ PHÂN TÍCH ỔN ĐỊNH VÀ ẢNH HƯỞNG LÊN CÔNG TRÌNH LÂN CẬN KHI THI CÔNG HỒ ĐÀO SÂU Ở THÀNH PHỐ TUY HÒA, TỈNH PHÚ YÊN	
<i>Nguyễn Văn Hải, Ngô Trung Hiên, Nguyễn Thanh Hải</i> .....	168
▪ NGHIÊN CỨU ĐẶC TRƯNG THẨM NƯỚC CỦA CỌC ĐẤT GIA CỐ XI MĂNG TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM TẠI DỰ ÁN LẠCH HUYỆN, HẢI PHÒNG	
<i>Nguyễn Thị Nụ</i> .....	177
▪ NGHIÊN CỨU ĐẶC ĐIỂM MỘT SỐ MỎ ĐẤT PHONG HÓA Ở KHU VỰC QUẢNG BÌNH- QUẢNG TRỊ PHỤC VỤ LÀM ĐẤT ĐÁP XÂY DỰNG TUYẾN ĐƯỜNG CAO TỐC VẠN NINH - CAM LỘ	
<i>Nguyễn Thành Dương, Nguyễn Thế Hùng</i> .....	183
▪ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐIỀU KIỆN THỦY HÓA ĐẾN HỆ SỐ THỦY HÓA VÀ ĐỘ BỀN NÉN MỘT TRỤC NỖ HÔNG CỦA XỈ HẠT LÒ CAO (GBFS) FORMOSA HÀ TĨNH	
<i>Trần Thị Ngọc Quỳnh, Trần Thanh Nhân, Dương Trung Quốc, Trần Xuân Thạch, Trần Thị Phương An, Nguyễn Thị Thanh Nhân</i> .....	191
▪ NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ THI CÔNG KHOAN CỌC NHỒI FULL CASING	
<i>Trương Văn Tì, Lê Văn Nam, Đặng Trung Thực</i> .....	200
▪ NGHIÊN CỨU PHÂN CHIA CẤU TRÚC NỀN CÔNG TRÌNH VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP NỀN MÓNG ĐỐI VỚI CÔNG TRÌNH NHÀ CAO TẦNG KHU VỰC THÀNH PHỐ TUY HÒA, TỈNH PHÚ YÊN	
<i>Nguyễn Ngọc Quan, Trịnh Văn Thao, Nguyễn Thanh Danh</i> .....	206
▪ ESTABLISH THE TIME-DEPENDENT LINEAR REGRESSION FOR CONCRETE COMPRESSIVE STRENGTH WHEN MARINE SAND AS FINE AGGREGATE IN MID-CENTRAL VIETNAM	
<i>Do Quang Thien, Nguyen Thi Thanh Nhan, Tran Thanh Nhan, Tran Thi Ngoc Quynh, La Duong Hai, Nguyen Thi Hong Nu, Do Quang Khanh</i> .....	215



- GIẢI PHÁP TỐI ƯU XỬ LÝ NỀN ĐƯỜNG ĐẤT YẾU ĐOẠN KM 6+500 ĐẾN KM 8+00 ĐƯỜNG NÓI VỒ CHỈ CÔNG ĐI KHU CÔNG NGHIỆP ĐÔNG QUẾ SƠN VÀ QUỐC LỘ H  
*Nguyễn Thanh Hải, Nguyễn Thị Ngọc Yến, Trần Khắc Vĩ.....*224
- HIỆN TRẠNG, THÁCH THỨC VÀ ĐỀ XUẤT KHUNG ĐÁNH GIÁ AN NINH NGUỒN NƯỚC LƯU VỰC SÔNG THAO  
*Nguyễn Tiến Vinh, Phạm Quý Nhân .....*233
- VẤN ĐỀ XÁC ĐỊNH SỨC CHỐNG CẮT CỦA ĐẤT LOẠI SÉT LẤN DẦM SẠN TRONG THIẾT KẾ NỀN ĐƯỜNG ĐÀO  
*Cao Trọng Công, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Châu Lâm.....*240
- MỘT SỐ YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI SỰ LÀM VIỆC CỦA TRỤ VẬT LIỆU HẠT RỜI TRONG CẢI TẠO NỀN ĐẤT YẾU  
*Nguyễn Hải Hà, Nguyễn Đức Mạnh, Nguyễn Thái Linh, Đặng Hồng Lam, Vũ Bách Tuấn .....*249
- CẤU TRÚC ĐỊA CHẤT THỦY VĂN TẠI VÙNG CỬA SÔNG HẬU, KHU VỰC TÂY NAM BỘ, VIỆT NAM  
*Trần Vũ Long, Nguyễn Hữu Mạnh, Hoàng Đại Phúc, Vũ Thu Hiền.....*257

## **Chủ đề II. KỸ THUẬT XÂY DỰNG VÀ VẬT LIỆU MỚI**

- PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG ĐƯỜNG HÀM TÀU ĐIỆN NGẦM TRONG ĐÔ THỊ BẰNG MÁY ĐÀO HÀM CƠ GIỚI  
*Đỗ Ngọc Thái.....*266
- PHÂN TÍCH ỨNG SUẤT BIẾN DẠNG CỦA ĐẤT ĐÁ XUNG QUANH HAI ĐƯỜNG HÀM KHI CÓ SỰ THAY ĐỔI ĐIỀU KIỆN BỀ MẶT ĐẤT  
*Trần Tuấn Minh, Đặng Trung Thành, Nguyễn Duyên Phong, Đỗ Quang Tuấn.....*277
- NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA PUZOLAN TỰ NHIÊN ĐẾN CHẤT LƯỢNG HỖN HỢP ĐẤT GIA CỐ DỪNG TRONG CÔNG TRÌNH GIAO THÔNG  
*Bùi Trường Sơn, Vũ Bá Thao, Nguyễn Huy Vương, Phạm Minh Tân.....*286
- TỔNG QUAN VỀ SỬ DỤNG CỌC BÊ TÔNG CỐT THÉP ĐƯỜNG KÍNH NHỎ ĐỂ GIA CƯỜNG NỀN MÓNG CÔNG TRÌNH LỊCH SỬ - VĂN HÓA  
*Nguyễn Văn Mạnh, Bùi Văn Đức .....*294
- NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA THAM SỐ HÌNH HỌC ĐẾN BIỂU HIỆN CỦA KẾT CẤU CHỐNG ĐƯỜNG HÀM HÌNH MÓNG NGỰA  
*Nguyễn Tài Tiên, Đỗ Ngọc Anh .....*305
- NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LÝ THUYẾT DÂY MỀM TRONG TÍNH TOÁN KẾT CẤU LƯỚI THÉP SỬ DỤNG TRONG KHAI THÁC HÀM LÒ TẠI CÁC MỎ THAN QUẢNG NINH  
*Nguyễn Phi Hùng, Vũ Minh Ngạn.....*315
- NGHIÊN CỨU CÁC YẾU TỐ ẢNH HƯỞNG TỚI HỆ SỐ THỪA TIẾT DIỆN KHI THI CÔNG CÁC ĐƯỜNG LÒ BẰNG PHƯƠNG PHÁP KHOAN NỔ MÌN TRONG CÁC MỎ THAN HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH  
*Đặng Văn Kiên, Đỗ Ngọc Anh, Trương Văn Hà.....*322
- NGHIÊN CỨU LỰA CHỌN BƯỚC CHỐNG VÌ THÉP CHO ĐƯỜNG LÒ MỨC -50 ÷ -00 NẪM DƯỚI BÃI THẢI ĐIỀU KIỆN MỎ THAN MÔNG DƯƠNG  
*Nguyễn Hữu Sà, Đào Việt Đoàn, Đặng Văn Kiên.....*332
- NGHIÊN CỨU ỨNG XỬ CỦA KẾT CẤU CHỐNG GIỮ KHO CHỨA KHÍ NGẦM LPG CỦA HSVC TẠI CÁI MÉP, VŨNG TÀU BẰNG PHƯƠNG PHÁP SỎ  
*Vũ Tiến Dũng, Đặng Văn Kiên, Joséphine DONNARD .....*341

## PHƯƠNG PHÁP THI CÔNG ĐƯỜNG HÀM TÀU ĐIỆN NGẦM TRONG ĐÔ THỊ BẰNG MÁY ĐÀO HÀM CƠ GIỚI

Đỗ Ngọc Thái

Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Tác giả chịu trách nhiệm: dongocthai@hung.edu.vn

### Tóm tắt

Công tác xây dựng đường hầm tàu điện ngầm đô thị đang rất phát triển để đáp ứng nhu cầu cấp thiết của vấn đề giao thông vận tải, có rất nhiều đường hầm đô thị bố trí nằm nông thi công trong đất yếu. Công tác thi công các đường hầm có thể dẫn tới những dịch chuyển khối đất đá xung quanh, lún mặt đất và thậm chí gây sập đổ, phá hủy các tòa nhà lân cận. Trong những năm qua, máy đào hầm cơ giới được áp dụng thi công các đường hầm đô thị trong điều kiện khó khăn như điều kiện địa kỹ thuật phức tạp hay trong đất yếu. Đặc biệt đối với máy đào hầm cơ giới như máy khiên đào cân bằng khí nén, máy khiên đào cân bằng áp lực đất hay máy khiên đào chất lỏng có áp luôn được phát triển và cải thiện về công nghệ nhằm nâng cao độ ổn định khi thi công các đường hầm trong các điều kiện khó khăn như điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn phức tạp cùng các điều kiện thi công khó khăn. Bài viết trình bày kết quả nghiên cứu phương pháp thi công, hiệu quả của phương pháp và những cải tiến của phương pháp thi công đường hầm tàu điện ngầm trong điều kiện đô thị bằng máy đào hầm cơ giới.

**Từ khóa:** đường hầm; phương pháp đào hầm; máy đào hầm cơ giới; ổn định gương đào.

### 1. Đặt vấn đề

Xây dựng hệ thống đường hầm tàu điện ngầm trong khu vực đô thị đang là xu hướng tất yếu của nhiều quốc gia trên thế giới trong đó có Việt Nam nhằm đáp ứng nhu cầu phát triển hạ tầng cơ sở phục vụ kinh tế, an ninh, quốc phòng. Đây là giải pháp tối ưu để sử dụng quỹ đất trong đô thị và đảm bảo phát triển bền vững.

Trong những năm qua, máy đào hầm cơ giới được sử dụng thi công các đường hầm trong điều kiện xây dựng khó khăn như điều kiện địa kỹ thuật phức tạp hay đất yếu trong thành phố vì phương pháp thi công bằng máy đào hầm cơ giới có thể giảm thiểu độ lún mặt đất hay giảm thiểu những tác động đến các công trình trên mặt đất. Đặc biệt, đối với loại máy khiên đào như máy khiên đào cân bằng khí nén, máy khiên đào cân bằng áp lực đất hay máy khiên đào chất lỏng có áp luôn được cải thiện và phát triển về công nghệ nhằm nâng cao độ ổn định khi thi công các đường hầm trong điều kiện đô thị.

Bằng phương pháp nghiên cứu lý thuyết, khảo sát thực tế, ứng dụng công nghệ thi công, bài viết trình bày phương pháp thi công, hiệu quả của phương pháp và những cải tiến của phương pháp thi công đường hầm tàu điện ngầm trong điều kiện đô thị bằng máy đào hầm cơ giới, chỉ rõ các tham số vận hành máy đào hầm có ảnh hưởng đến hiệu quả và chất lượng xây dựng công trình.

### 2. Nội dung nghiên cứu

#### 2.1. Điều kiện thi công đường hầm tàu điện ngầm đô thị

Bài toán đặt ra đối với các nhà quy hoạch, thiết kế hệ thống công trình ngầm thành phố là yêu cầu quá trình xây dựng công trình ngầm, phát triển cơ sở hạ tầng và không gian ngầm một cách bền vững, các dự án xây dựng phải bảo đảm chất lượng công trình, an toàn lao động, hoàn thành theo tiến độ và dự toán đã được phê duyệt. Không giống như các công trình ngầm được thi công tại khu vực nông thôn hay vùng đồi núi, các dự án xây dựng hệ thống đường hầm tàu điện ngầm trong thành phố có những đặc điểm và yêu cầu sau:

- Vị trí bố trí đường hầm có liên hệ chặt chẽ với mục đích và chức năng sử dụng của công trình, tuy nhiên, vị trí bố trí đường hầm trong thành phố vẫn bị hạn chế bởi nhiều yếu tố khác như sự tồn tại sẵn có của các tòa nhà trên mặt đất, các công trình đường hầm kỹ thuật hay các kiến trúc ngầm khác;

- Các đường hầm tàu điện ngầm trong thành phố thường được bố trí tại độ sâu không lớn, điều đó dẫn đến có những tác động kỹ thuật làm ảnh hưởng đến cấu trúc các lớp đất trực tiếp dưới mặt đất. Lớp đất trực tiếp dưới mặt đất, luôn được dành riêng cho hệ thống cấp thoát nước ngầm, điện cáp và thông tin liên lạc ngầm gọi chung là các đường hầm kỹ thuật. Nếu hệ thống đường hầm kỹ thuật đã được xây dựng trước đó thì cần xác định sự hiện diện của chúng, khả năng sẽ gây ra những cản trở, tiềm tàng những rủi ro trong quá trình thi công đường hầm tàu điện ngầm, do đó hệ thống đường hầm kỹ thuật nên được di dời đến vị trí khác;

- Đường hầm tàu điện ngầm đô thị được thiết kế và thi công một cách khoa học với công nghệ tiên tiến nhất nhưng do vị trí bố trí đường hầm nằm nông, thi công trong đất yếu nên thường gây ra các hiện tượng lún mặt đất, ảnh hưởng đến các công trình xây dựng trên mặt đất.

- Rất nhiều các thành phố có giá trị lớn về mặt lịch sử như có các khu di tích lịch sử, do đó các di tích khảo cổ có thể được tìm thấy tại các lớp đất gần mặt đất. Vấn đề đó cần được cảnh báo sớm và có các giải pháp tìm kiếm và bảo tồn;

- Cần có các giải pháp khảo sát và cập nhật đầy đủ điều kiện địa chất công trình, địa chất thủy văn;

- Các dự án xây dựng đường hầm tàu điện ngầm đô thị, thông thường là các dự án xây dựng cơ sở hạ tầng chiến lược, có tầm quan trọng ảnh hưởng đến an ninh chính trị của quốc gia. Do đó được Nhà nước và các tổ chức tài trợ rất quan tâm và có những yêu cầu đòi hỏi rất cao về chất lượng xây dựng công trình, chi phí xây dựng và tiến độ thực hiện dự án.

## ***2.2. Phương pháp thi công đường hầm tàu điện ngầm đô thị bằng máy đào hầm cơ giới***

Trong lĩnh vực xây dựng công trình ngầm, các phương pháp chính để thi công đường hầm bao gồm phương pháp đào lộ thiên, phương pháp khoan nổ mìn thi công đường hầm thông thường hay phương pháp đào hầm mới của Áo và phương pháp sử dụng máy đào hầm cơ giới. Ngày nay, phương pháp thi công bằng máy đào hầm cơ giới được áp dụng rộng rãi khi xây dựng các đường hầm tàu điện ngầm trong thành phố. Phương pháp thi công bằng máy đào hầm cơ giới ngoài việc đảm bảo chất lượng công trình, sự ổn định cao cho đường hầm còn giảm thiểu được những ảnh hưởng chấn động, dịch chuyển lún bề mặt đất hay bảo vệ các công trình xung quanh khu vực thi công.

Máy đào hầm cơ giới được chia ra:

- Máy đào hầm (Tunnel Boring Machine - TBM) thường được sử dụng thi công trong đá cứng. Loại máy đào hầm (Tunnel Boring Machine - TBM) thường được sử dụng thi công đường hầm giao thông qua núi hoặc đường hầm dẫn dòng thuộc nhà máy thủy điện, v.v...

- Máy khiên đào (Shield machines - SM) được thiết kế để sử dụng thi công đào hầm trong đất đá yếu, đá dễ vỡ và đặc biệt là trong đất. Loại máy khiên đào (SM) thường được sử dụng thi công các đường hầm trong đất yếu thuộc khu vực thành phố. Trong nghiên cứu này, tác giả đi sâu vào nghiên cứu công nghệ thi công của loại máy đào hầm cơ giới: SM - máy khiên đào, thi công đường hầm tàu điện ngầm trong điều kiện đô thị.

Máy khiên đào (SM) là máy đào hầm cơ giới mà đoạn đường hầm từ vị trí đầu cắt tới vị trí vỏ chống cố định đã được chống giữ, bảo vệ bằng vỏ thép (khiên) của máy khiên đào (S. Kanayasu et al, 1995).

Máy khiên đào có nhiều chức năng tập trung thống nhất như công tác khai đào, che chống bảo vệ, lắp đặt vỏ hầm và vận chuyển đất đá. Máy khiên đào thích hợp cho việc thi công đường

hầm qua vùng đất đá mềm yếu, phức tạp có nguy cơ mất ổn định cao, đất đá có khả năng sụt lún ngay vào không gian công trình nếu không có kết cấu chống giữ. Phần đầu cắt được trang bị hệ thống đĩa cắt có nhiệm vụ khai đào phá vỡ khối đất đá, phần kế tiếp có bố trí các kích đẩy cho phép đầu cắt tiến về phía trước, phần đuôi khiên có nhiệm vụ lấp đặt vỏ hầm, vận chuyển đất đá về phía sau và đưa ra ngoài, bơm phụt vữa lấp đầy khoảng trống phía sau vỏ hầm. Máy khiên đào được ra đời rất sớm và được Mark I. Brunel sử dụng lần đầu tiên khi xây dựng tuyến hầm qua sông Thames ở London, đường hầm hoàn thành vào năm 1843, (Vittorio. G, 2017).

Theo phương thức khai đào, đào tách khối đất đá trên gương đào thì máy khiên đào (SM) được phân ra làm hai nhóm:

- Máy khiên đào toàn tiết diện (SM-V Shield machines with full-face excavation);
- Máy khiên đào từng phần (SM-T Shield machines with part-face excavation).

Máy khiên đào toàn tiết diện gương đào là những máy có bộ phận đào là mâm cắt hay bánh cắt. Máy khiên đào từng phần gương đào có bộ phận đào là gầu xúc, đầu đào hay tay cắt. Khiên chắn là vỏ thép bao bọc kín xung quanh khoang khai đào. Ngoài ra các máy khiên đào còn được phân loại bởi phương pháp cân bằng áp lực gương đào, giữ ổn định gương đào thì có các loại máy khiên đào chính như, (Vittorio. G, 2017):

- Máy khiên đào cân bằng áp lực khí nén (SM - Face with compressed air);
- Máy khiên đào cân bằng áp lực vữa hay khiên chất lỏng có áp (SM - Face with slurry support);
- Máy khiên đào cân bằng áp lực đất (SM - Face with earth pressure support EPB).

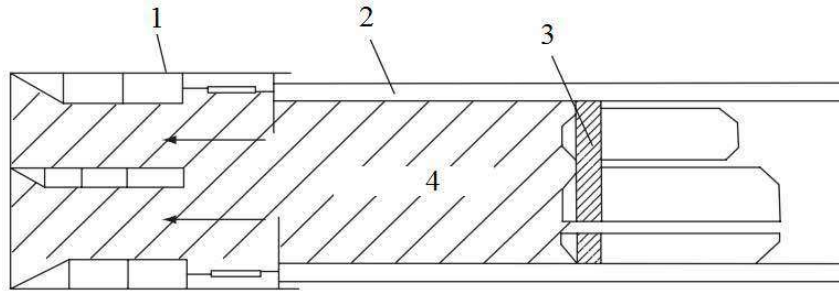
Theo phương pháp cân bằng áp lực gương đào thì các loại máy khiên đào được sử dụng thi công tại một số đường hầm tại nước Nga được trình bày trong bảng 1.

*Bảng 1. Phương pháp cân bằng áp lực gương đào được áp dụng thi công tại một số hầm tại Nga*

Tuyến hầm	Chiều dài, (m)	Năm xây dựng	Phương pháp cân bằng áp lực gương đào	Đường kính vỏ chống, $D_{ngoài}/D_{trong}$ , (m)
Đường hầm metro Lyublino tại Moskva	1600	1988 - 1992	Khiên cân bằng áp lực khí nén	6,0/5,3
Đường hầm kỹ thuật tại Petersburg	1200	1995 - 2000	Khiên cân bằng áp lực đất	3,7/3,2
Đường hầm kỹ thuật tại Moskva	800	1999 - 2000	Khiên cân bằng áp lực khí nén	4,24/3,84
Đường tàu điện ngầm tại Kazan	1188	2000 - 2001	Khiên cân bằng áp lực đất	5,60/5,10
Đường tàu điện ngầm Butov tại Moskva	1900	2000 - 2002	Khiên cân bằng áp lực đất	6,0/5,3
Đường hầm giao thông Lefortova tại Moskva	2222	2001 - 2003	Khiên cân bằng áp lực khí nén	13,75/12,35
Đường tàu điện ngầm Razmyv tại Petersburg	1100	2002 - 2003	Khiên cân bằng áp lực vữa	7,1/6,4

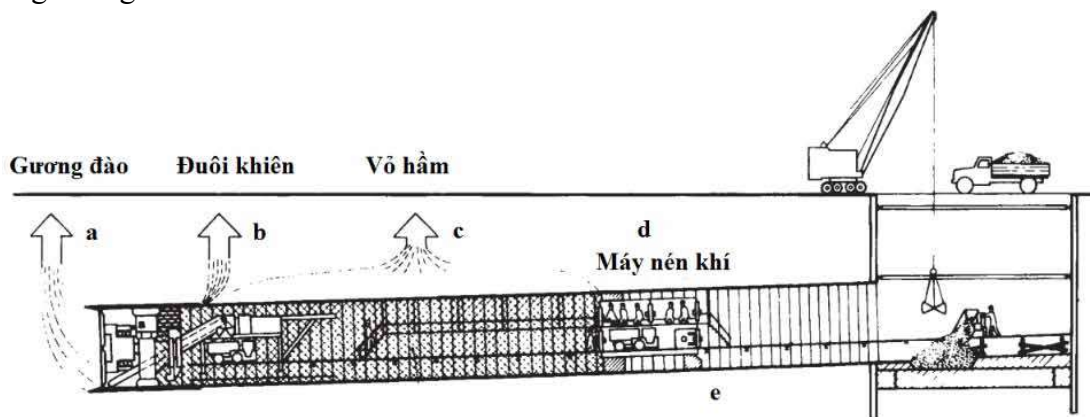
Khoang công tác ở phía sau mâm cắt luôn duy trì áp lực nhằm cân bằng áp lực nước ngầm và áp lực đất đá để giữ ổn định cho gương đào và giảm những dịch chuyển lún trên mặt đất. Theo nguyên lý chống giữ gương bằng phương pháp cân bằng áp lực gương thì máy khiên đào được chia ra: khiên cân bằng áp lực khí nén; khiên cân bằng áp lực vữa hay khiên chất lỏng có áp và khiên cân bằng áp lực đất.

- Máy khiên đào cân bằng áp lực khí nén: Áp dụng đối với đường hầm khi thi công qua địa tầng có chứa nước ngầm, để ngăn chặn không cho nước ngầm xâm nhập vào buồng công tác, do đó buồng công tác luôn được duy trì một áp lực khí nén. Nhờ áp lực khí nén mà nước ngầm không chỉ bị giữ lại mà còn bị đẩy sâu vào trong đất.



Hình 1. Sơ đồ làm việc của máy khiên đào chống giữ gương đào bằng khí nén.  
1- vỏ khiên; 2- vỏ hầm; 3- vách ngăn và van khóa khí nén; 4- áp suất khí nén.

Để không cho nước ngầm xâm nhập, áp suất khí nén phải bằng hoặc cao hơn áp suất nước cao nhất tại mặt gương đào. Tại vị trí thấp nhất của mặt gương đào có áp suất nước ngầm lớn nhất. Do đó, nếu áp suất không khí bên trong đường hầm được điều chỉnh chính xác với áp suất nước thực tế, thì không có nước ngầm xâm nhập vào khoảng trống khai đào. Tuy nhiên, trên thực tế, áp suất không khí bên trong đường hầm vẫn giữ nguyên tại bất kỳ các vị trí trong khoang khai đào. Điều này có nghĩa là áp suất không khí tại khu vực đỉnh của gương đào cao hơn áp suất nước ngầm và do đó sẽ làm cho không khí thoát ra ngoài khu vực này. Ở những khu vực thi công gần mặt đất sẽ có nguy cơ mặt đất bị sụp lún xuống khi các hạt đất trở nên không ổn định do xuất hiện luồng không khí thoát lên.



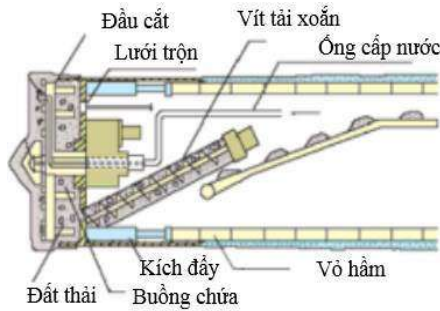
Hình 2. Lượng thất thoát khí nén trong quá trình công tác.

a- thoát khí ở mặt gương đào; b- thoát khí ở đuôi khiên; c- thoát khí qua khe hở (khớp nối) trong vỏ hầm; d- tiêu thụ không khí thông qua thiết bị; e- vận chuyển đất và nước ra khỏi đường hầm bằng khí nén.

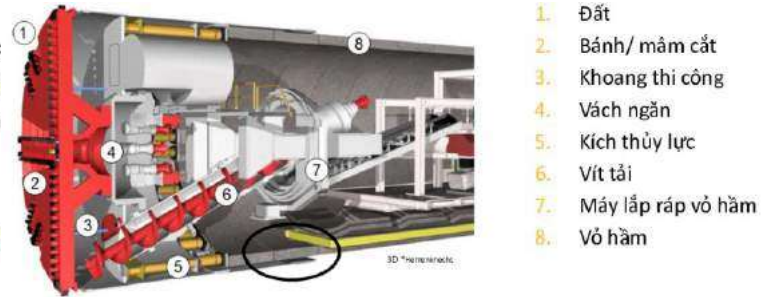
Máy khiên đào chất lỏng có áp hay máy khiên đào cân bằng áp lực vữa: loại máy khiên đào áp lực vữa áp dụng phù hợp cho địa tầng có bề mặt gương có thể chống đỡ bằng dung dịch vữa áp lực, thi công trong những địa hình khó khăn như đất mềm có nước ngầm, đất đào ra được đưa ra ngoài qua ống dẫn, đá cuội, sỏi được nghiền ra và di chuyển ra ngoài qua đường ống. Áp lực nước ngầm, áp lực địa tầng được cân bằng với áp lực dung dịch vữa. Áp lực dung dịch vữa được duy trì thích hợp cho việc tạo lên màng bùn chống đỡ khối đất trước gương. Đĩa cắt phía trước gương cào bóc khối đất ở mặt ngoài màng bùn. Hỗn hợp bùn đất trước gương sau khi được tách bóc được bơm hút đưa lên bề mặt đất để xử lý.

Máy khiên đào có phương pháp chống giữ gương bằng áp lực vữa hay chất lỏng có áp được phát triển mạnh mẽ sau những năm 1960 khi dung dịch bentonit được giới thiệu để sử dụng như một chất hỗ trợ tích cực. Tại Nhật Bản đã phát triển chế tạo thành công những loại máy khiên đào chống giữ gương bằng chất lỏng có áp. Trong kỹ thuật này, chất lỏng làm bằng dung dịch bentonit hoặc đất sét được sử dụng để chống giữ mặt gương đào đường hầm. Dung dịch chất lỏng có áp suất cao được bơm vào buồng khai đào kín phía trước mặt gương đào. Khi chất lỏng có áp suất đi vào khối đất tại mặt gương, một màng bùn được hình thành rất nhanh.





Hình 3. Cấu tạo máy khiên đào chất lỏng có áp.



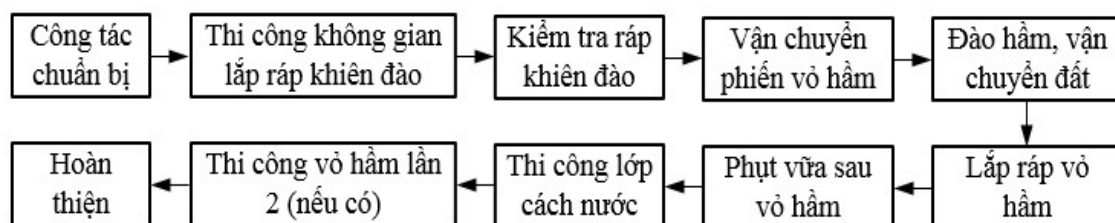
Hình 4. Cấu tạo máy khiên đào cân bằng áp lực đất.

- Máy khiên đào cân bằng áp lực đất: Đất được đào bởi đầu cắt của khiên sẽ được sử dụng để gia cố gương đào. Chất tạo bọt được bơm vào trước đầu cắt làm cho đất kết dính lại đảm bảo kiểm soát chính xác áp lực cân bằng gương đào. Đất sau khi tách bóc ra sẽ theo rãnh dao cắt tiến vào khoang công tác. Khi áp lực trong khoang công tác đủ lớn để chống lại áp lực địa tầng và áp lực nước ngầm thì mặt gương đào sẽ giữ được ổn định mà không bị sụt lở. Yêu cầu cần giữ cho lượng đất trong máng xoắn vít tải và lượng đất trong khoang công tác cân bằng với lượng đất đào ra khi tiến vào trong khoang công tác. Đất đào ra được vận chuyển trong máng xoắn vít tải ở phía sau khoang công tác theo cửa xả được đưa ra ngoài. Khiên cân bằng áp lực đất thích hợp với các địa tầng đất sét, đất có thành phần dính kết, v.v... đồng thời bảo vệ có hiệu quả sự ổn định bề mặt gương đào, giảm được độ lún bề mặt, trong khi thi công dễ dàng thao tác và có tính an toàn cao. Khi thi công qua các tầng đất cát, sỏi, cần trộn thêm dung dịch vữa, phụ gia, v.v... để cải tiến đặc tính của khối đất sau khi đào ra, như tăng tính lưu động, lấp đầy khoang công tác làm ổn định bề mặt gương đào.

Đuôi khiên được thiết kế bố trí lỗ phụt vữa sau vỏ hầm, lấp đầy khoảng trống giữa vỏ hầm và bề mặt lớp đất đá trong máy khiên chống giữ gương đào bằng áp lực đất (EPB) là một cải tiến so với khiên chống giữ gương đào bằng chất lỏng có áp. Hệ thống này có các tính năng sau:

- Có thể được sử dụng đối với điều kiện khối đất có hàm lượng phù sa lớn;
- Ở những khu vực thi công gần mặt đất, không có luồng không khí thoát lên gây mất ổn định cho khối đất gần bề mặt;
- Đào tách khối đất bằng cơ giới đảm bảo hiệu suất tốt hơn và có thể tiếp cận với mặt gương đào điều này đôi khi cần được thực hiện để loại bỏ những sự cố trong thi công;
- Công nghệ này không yêu cầu chống giữ gương đào bằng khí nén hoặc chất lỏng có áp. Sử dụng chính khối đất được tách bóc bằng bánh cắt để phục vụ như một phương tiện để chống giữ gương đào.

Trình tự thi công đường hầm bằng máy khiên đào cân bằng áp lực đất (EPB) trong đất yếu thể hiện qua sơ đồ như trên hình 5, (Trần Quý Đức, 2018).



Hình 5. Trình tự thi công đường hầm bằng máy khiên đào cân bằng áp lực đất.

Giá trị áp lực duy trì lên mặt gương đào được sử dụng thi công các đường hầm tại Nhật Bản theo S. Kanayasu, et al, 1995 được thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2. Phương pháp xác định áp lực gương đào khi thi công các đường hầm tại Nhật Bản

Đường kính hầm (m)	Loại đất	Giá trị áp lực duy trì lên mặt gương đào
<i>1. Sử dụng máy khiên đào cân bằng áp lực đất</i>		
7,45	Đất phù sa	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào
8,21	Đất cát, đất dính	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + áp lực nước ngầm + 20 kPa
5,54	Cát hạt mịn	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + áp lực nước ngầm + giá trị áp lực điều chỉnh
4,93	Đất cát, đất dính	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + giá trị áp lực điều chỉnh (30 ÷ 50) kPa
2,48	Sỏi, đá gốc, đất dính	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + áp lực nước ngầm
7,78	Sỏi, đất dính	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + áp lực nước
7,35	Đất phù sa mềm	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + 10 kPa
5,86	Đất dính kết mềm	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + 20 kPa
<i>2. Sử dụng máy khiên đào chất lỏng có áp</i>		
6,63	Sỏi	Áp lực nước + (10 ÷ 20) kPa
7,04	Đất dính	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào
6,84	Đất dính mềm, đất phù sa	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + áp lực nước + giá trị áp lực điều chỉnh (20 kPa)
7,45	Đất rời, sỏi, đất dính	Áp lực nước + 30 kPa
10	Đất rời, sỏi, đất dính	Áp lực nước + (40 ÷ 80) kPa
10,85	Đất rời, đất dính	Áp lực đất tác dụng lên bề mặt gương đào + áp lực nước + giá trị áp lực điều chỉnh (20 kPa)
7,25	Cát, sỏi, đất dính mềm	Áp lực nước + 30 kPa

Thi công đường hầm tàu điện ngầm trong thành phố có những tác động gây dịch chuyển, sụt lún bề mặt đất gây ảnh hưởng tới độ ổn định của các công trình trên mặt đất. Dự báo trạng thái ứng suất xung quanh đường hầm, giá trị dịch chuyển biến dạng khối đất đá xung quanh đường hầm, giá trị độ lún mặt đất vì vậy đóng vai trò rất quan trọng. Phương pháp bán thực nghiệm được các nhà nghiên cứu R.B. Peck, (1969) và Schmidt, (1974) đề xuất bằng cách đo một số điểm tại hiện trường, kết quả thu được là dưới tác động của công tác thi công đường hầm thì trên mặt đất sẽ hình thành vùng lún có dạng hàm phân phối chuẩn Gauss. Phương pháp dự báo lún bề mặt khi thi công đường hầm tàu điện ngầm thành phố còn có thể sử dụng phương pháp giải tích hoặc phương pháp mô hình số. Để dự báo giá trị lún mặt đất gây ra từ công tác thi công một đường hầm cụ thể có thể kết hợp nhiều phương pháp dự báo và được so sánh với kết quả đo đạc, quan trắc thực tế của các công trình có điều kiện xây dựng tương tự. Trong bảng 3 thể hiện kết quả đo đạc, quan trắc thực tế giá trị lún mặt đất gây ra bởi công tác xây dựng đường hầm trên thế giới.

Bảng 3. Kết quả đo đạc, quan trắc thực tế giá trị lún mặt đất (Vittorio. G, 2017)

TT	Đường hầm	Đường kính, m	Chiều sâu bố trí đường hầm, m	Giá trị lún mặt đất, mm	Kiểu máy khiên đào; loại đất đường hầm thi công qua
1	Đường hầm đường sắt tại thành phố Barcelona, Tây Ban Nha	11,2	30	5,0	Khiên áp lực đất; đất sét và cát.
2	Đường hầm thoát nước ở Sudden Valley, Mỹ	14,3	9,12	43,0	Khiên cân bằng áp lực đất; cát bão hòa nước.
3	Đường hầm tàu điện ngầm đường số 1 ở Madrid, Tây Ban Nha	9,38	15,50	18,0	Khiên áp lực đất; cát và đất sét.

TT	Đường hầm	Đường kính, m	Chiều sâu bố trí đường hầm, m	Giá trị lún mặt đất, mm	Kiểu máy khiên đào; loại đất đường hầm thi công qua
4	Đường hầm tàu điện ngầm số 2 ở Madrid, Tây Ban Nha	9,38	17,00	21,2	Khiên áp lực đất; đất sét và cát.
5	Đường hầm ô tô ở Val-de Marne, Pháp	3,35	7,75	5,3	Khiên cân bằng áp lực vữa; sỏi cát.
6	Đường hầm tàu điện ngầm số 2 tại Thượng Hải, Trung Quốc	11,2	24,50	17,9	Khiên cân bằng áp lực vữa; đất mùn, cát pha.
7	Đường hầm tàu điện ngầm D tại Lyon, Pháp	6,27	16,40	13,5	Khiên cân bằng áp lực vữa; cát sét mịn.

Theo kết quả đo đạc quan trắc thực tế, giá trị lún mặt đất gây ra bởi công tác xây dựng đường hầm trên bảng 3 cho thấy, đối với các đường hầm thi công trong điều kiện thành phố thì phương pháp thi công phổ biến là sử dụng máy khiên đào cân bằng áp lực đất và máy khiên đào cân bằng áp lực vữa. Các đường hầm có kích thước lớn (đường kính lớn hơn 9 m) thì giá trị lún mặt đất có giá trị lớn hơn 17 mm. Các đường hầm có kích thước nhỏ (đường kính nhỏ hơn 4 m) thì giá trị lún mặt đất có giá trị nhỏ từ 5 đến 6 mm. Đường hầm có kích thước trung bình như đường hầm tàu điện ngầm *D* tại Lyon, Pháp có đường kính 6,27 m và độ sâu thi công 16,4 m; sử dụng khiên cân bằng áp lực vữa trong điều kiện thi công cát sét mịn thì kết quả đo đạc, quan trắc giá trị lún mặt đất là 13,5 mm. Như vậy, giá trị lún mặt đất phụ thuộc vào kích thước đường hầm, vị trí thi công đường hầm, điều kiện thi công qua như lớp đất sét, đất mùn hay cát pha, v.v... và phương pháp thi công sử dụng loại máy khiên đào cân bằng áp lực lên gương đào đường hầm.

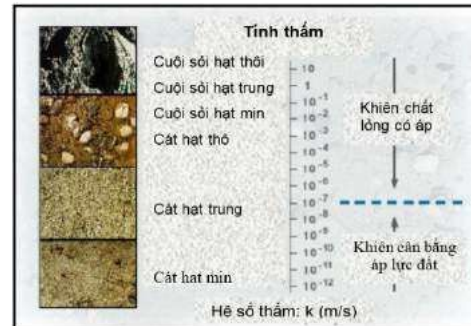
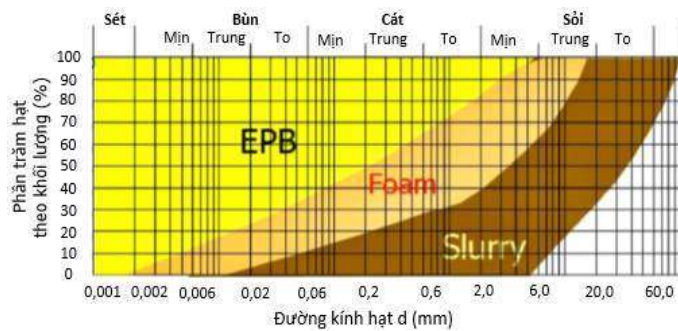
### 2.3. Cơ sở lựa chọn máy đào hầm

Trong lĩnh vực thi công đường hầm tàu điện ngầm đô thị có điều kiện thi công qua đất yếu, các loại máy khiên đào SM (Shield Tunnelling) được áp dụng rộng rãi là SM EPB (Máy khiên đào được hỗ trợ cân bằng áp lực đất) và SM Foam và Slurry (Máy khiên đào chống đỡ mặt gương bằng chất lỏng có áp) như trên hình 6. Phạm vi áp dụng của các loại máy khiên đào đường hầm cho các loại đất có cỡ hạt khác nhau và cho hệ số thấm của đất khác nhau được thể hiện lần lượt trong hình 6.a, và hình 6.b, (Vittorio. G, 2017).

- Máy khiên đào chất lỏng có áp (SM Slurry) có điều kiện thi công lý tưởng trong các loại đất chứa hạt rời dễ dàng tách ra ở bề mặt. Máy (SM Slurry) thường được áp dụng cho địa chất là cát, phần trăm đất sét thấp, đặc biệt hiệu quả với địa chất cát dưới mực nước ngầm.

- Máy khiên đào cân bằng áp lực đất (EPB), khi thi công trong khối đất có phần trăm hạt mịn cao hơn (> 10%), hoặc khi bùn chiếm ưu thế, sẽ làm cho khiên đào (EPB) dễ dàng kiểm soát áp lực đất trong buồng. Các loại máy khiên đào (EPB) đặc biệt phù hợp với các loại đất cổ kết.

Phạm vi áp dụng của các loại máy khiên đào thi công đường hầm cho các loại đất có hệ số thấm khác nhau như trong hình 6.b. Xét về hệ số thấm, máy khiên đào chất lỏng có áp (SM Slurry) sẽ là sự lựa chọn tốt hơn khi hệ số thấm của đất lớn hơn  $10^{-7}$  m/s; trong khi máy khiên đào cân bằng áp lực đất (EPB) có thể áp dụng được khi hệ số thấm nhỏ hơn (Hình 6.b).



a) Khả năng thích hợp của máy khiên đào dựa trên kích thước hạt. Trong đó: SM EPB - Máy khiên đào được hỗ trợ cân bằng áp lực đất; SM Foam và Slurry - Máy khiên đào chống đỡ mặt gương bằng chất lỏng có áp.

b) Khả năng thích hợp của máy khiên đào dựa trên hệ số thấm của đất.

Hình 6. Phạm vi áp dụng của các loại máy đào hầm cho các loại đất khác nhau, (Vittorio. G, 2017).

Đánh giá khả năng áp dụng hiệu quả của máy đào hầm là một lựa chọn khó khăn cho các nhà kỹ thuật trong giai đoạn lập kế hoạch và thiết kế ban đầu của một dự án.

Khả năng ứng dụng máy đào hầm để xây dựng đường hầm phải dựa trên việc đánh giá toàn diện nhiều yếu tố và tham số của đường hầm, địa điểm khu vực thực hiện dự án bao gồm chiều dài đường hầm, khả năng tiếp cận hiện trường, vị trí và không gian khu vực bắt đầu thi công đường hầm, khả năng cung cấp điện, kinh nghiệm tay nghề lao động, đặc tính của các điều kiện địa chất, địa kỹ thuật và nước ngầm.

Nhìn chung, việc áp dụng máy đào hầm cho một dự án nhất định có thể được coi là khả thi về mặt kỹ thuật và kinh tế với các điều kiện sau:

- Chiều dài đường hầm, kích thước tiết diện ngang đường hầm, độ cong hướng tuyến. Chiều dài tối thiểu điển hình là lớn hơn 4 km, nhưng có thể nhỏ hơn nếu điều kiện thuận lợi cho việc sử dụng máy khiên đào;

- Độ dốc đường hầm thường nhỏ hơn 4%, nhưng độ dốc lớn hơn có thể được xây dựng bằng cách sử dụng thiết bị bổ sung đặc biệt;

- Các yêu cầu về không gian thích hợp tại khu vực bắt đầu thi công đường hầm để khởi động, lắp ráp hoàn chỉnh máy đào hầm, nhưng việc thử nghiệm dự phòng một phần có thể được đáp ứng;

- Yêu cầu về không gian thích hợp tại khu vực bắt đầu thi công đường hầm cho việc lắp đặt hệ thống băng tải;

- Có nguồn điện từ nguồn điện lưới hoặc từ trạm điện độc lập gần khu vực thi công;

- Yêu cầu có kinh nghiệm vận hành, thi công tốt về máy đào hầm với tay nghề lao động địa phương.

Việc sử dụng máy đào hầm để xây dựng đường hầm thường yêu cầu sử dụng các chuyên gia điều hành, thợ điện và thợ cơ khí có kinh nghiệm. Trong một số trường hợp, nhà sản xuất máy đào hầm cung cấp các chuyên gia và đào tạo các cán bộ địa phương có thể tham gia thực hiện dự án. Chi phí liên quan đến việc thuê chuyên gia để đào hầm bằng phương pháp máy đào hầm nói chung là rất lớn. Trong khi đó, chi phí liên quan đến nhân công xây dựng đường hầm bằng phương pháp khoan nổ là nhỏ hơn rất nhiều, đặc biệt là ở các nước đang phát triển.

**Các tiêu chí lựa chọn máy đào hầm:** Để lựa chọn thiết bị đào đường hầm trong đất yếu cho phù hợp cần phải căn cứ vào những tiêu chí cần thiết theo khuyến cáo của Hiệp hội Công trình



ngầm và Không gian ngầm thế giới (The International Tunneling and Underground Space Association, ITA - AITES) năm 2000.

Việc lựa chọn máy đào hầm phụ thuộc vào các yếu tố cơ bản là như:

- Đặc tính khối đất đường hầm đào qua;
- Các thông số kỹ thuật công trình đã thiết kế;
- Yêu cầu bảo vệ môi trường xung quanh khu vực thi công.

Cụ thể, khi lựa chọn phải chú ý đến các yếu tố:

- Loại máy đào hầm thích hợp với điều kiện địa chất;
- Loại máy đào hầm có thể sử dụng phương pháp phụ trợ khi cần thiết;
- Loại máy đào hầm thích hợp với chiều dài, đường cong của tuyến hầm;
- Có năng lực thích hợp với những thiết bị, điều kiện địa lý, môi trường thi công;
- Đảm bảo an toàn lao động.

Đặc biệt cần phải thích nghi với điều kiện địa chất của toàn tuyến hầm, điển hình như một số điều kiện tiêu biểu như sau:

- Đất sét yếu có tính lưu động cao;
- Lớp cát dễ sụp lở;
- Lớp cát có nước ngầm;
- Lớp đất có lẫn cuội tảng lớn;
- Lớp đất có những vật như thân cây, v.v...
- Lớp đất phức tạp gồm cả đất mềm yếu và đất cứng.

### 3. Kết quả và thảo luận

Máy đào hầm cơ giới đặc biệt là loại máy khiên đào được sử dụng thi công các đường hầm trong điều kiện xây dựng khó khăn như điều kiện địa kỹ thuật phức tạp hay đất yếu trong thành phố vì phương pháp thi công bằng loại máy khiên đào có thể giảm thiểu độ lún mặt đất hay giảm thiểu những tác động đến các công trình trên mặt đất. Khoang công tác ở phía sau mâm cắt luôn duy trì áp lực nhằm cân bằng áp lực đất đá và áp lực nước ngầm để giữ ổn định cho gương đào và giảm những dịch chuyển lún trên mặt đất.

Theo nguyên lý chống giữ gương đào bằng phương pháp cân bằng áp lực gương thì máy khiên đào có những loại chính là máy khiên đào cân bằng áp lực khí nén; máy khiên đào cân bằng áp lực vữa và máy khiên cân bằng áp lực đất.

Máy khiên đào cân bằng áp lực đất và máy khiên đào cân bằng áp lực vữa được sử dụng hiệu quả khi thi công các đường hầm tàu điện ngầm trong điều kiện thành phố.

Máy khiên đào cân bằng áp lực khí nén được sử dụng hiệu quả khi thi công qua địa tầng có chứa nước ngầm như đường hầm qua biển, dưới lòng sông hồ, v.v...

Công tác duy trì áp lực trên gương đào để giữ cân bằng áp lực gương đào, ổn định gương đào, kiểm soát lượng đất đá dịch chuyển vào trong gương đào, hạn chế độ lún mặt đất. Giá trị áp lực cân bằng gương được xác định phụ thuộc vào đường kính, chiều sâu bố trí đường hầm và đặc tính cơ lý khối đất đá xung quanh đường hầm.

Giá trị áp lực phụt vữa lấp đầy khoảng trống giữa vỏ hầm và bề mặt đất đá ở cũng được tính toán xác định nhằm nâng cao độ ổn định cho đường hầm và giảm thiểu độ lún mặt đất.

Khi xây dựng đường hầm đô thị bằng máy khiên đào cần khảo sát điều kiện địa chất, địa chất thủy văn khu vực thi công đường hầm để lựa chọn phương pháp cân bằng áp lực gương đào và giá trị áp lực duy trì lên gương đào hợp lý.



#### 4. Kết luận

Máy đào hầm cơ giới, đặc biệt là loại máy khiên đào được chế tạo sản xuất để thi công các đường hầm trong điều kiện xây dựng khó khăn như điều kiện địa kỹ thuật phức tạp hay đất yếu trong thành phố, có khả năng chống giữ kịp thời khối đất xung quanh và ngăn nước ngầm xâm nhập vào khoang khai đào, công tác chống giữ bảo vệ được thực hiện bởi lớp vỏ khiên và lớp vỏ hầm phía sau khiên đào.

Công nghệ thi công đường hầm bằng máy đào hầm có những đặc điểm nổi bật như sau:

- Nâng cao tốc độ đào hầm: So với phương pháp khoan nổ mìn thì phương pháp thi công bằng máy đào hầm có tốc độ đào có thể nhanh hơn từ 3 đến 10 lần.

- So với các phương pháp đào hầm khác thì đây là phương pháp đào hầm đảm bảo độ bền, độ ổn định cho đường hầm là cao nhất.

- Phương pháp thi công gây ảnh hưởng đến các công trình xung quanh là nhỏ nhất.

- Giảm sự phụ thuộc vào công nhân, điều này rất có lợi cho những quốc gia có sự thiếu hụt lao động nghiêm trọng ở các nước phát triển như châu Âu, Nhật Bản, Úc, v.v...

- Về trình độ tay nghề của người vận hành: Mặc dù lượng công nhân giảm từ 30 - 40% so với phương pháp khác, tuy vậy, phương pháp này lại yêu cầu trình độ công nhân, người vận hành ở mức cao. Ngoài ra, đi kèm với đó còn là các vấn đề sửa chữa, bảo dưỡng, phụ tùng thay thế, v.v...

- Suất đầu tư ban đầu lớn: So với các phương pháp thi công khác thì suất đầu tư ban đầu khi sử dụng máy đào hầm lại khá cao, có thể lên đến hàng triệu đô la.

- Không linh hoạt thay đổi hình dạng tiết diện đào: Thực tế, máy đào hầm chỉ thi công được mặt cắt hình tròn nên thường được sử dụng trong thi công các công trình ngầm có mặt cắt hình tròn như: đường hầm tàu điện ngầm, đường hầm dẫn nước, điện cáp ngầm, v.v...

#### Tài liệu tham khảo

Đỗ Ngọc Thái, 2018. Bài giảng - Thi công công trình ngầm. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

Đỗ Ngọc Thái, Đặng Văn Kiên, 2019. Phân tích ổn định bề mặt gương đào khi xây dựng đường hầm trong điều kiện đất đá yếu bằng máy khiên đào. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Mỏ - Địa chất. Tập 60, Kỳ 1 năm 2019.

Đỗ Ngọc Thái, Lý Văn Hương, Phạm Thị Phương, Bùi Thị Phương, Trần Văn Đương, Nguyễn Vũ Hiếu, Đỗ Đức Toàn, 2019. Mô hình phân tích dự báo độ lún bề mặt đất khi xây dựng đường hầm đô thị bằng máy khiên đào. Tạp chí Công nghiệp mỏ, số 6 năm 2019.

Trần Quý Đức, 2018. Nghiên cứu dự báo lún mặt đất do đào đường hầm bằng khiên đào trong đất yếu. Học Viện Kỹ thuật quân sự, Hà Nội.

Do Ngoc Thai and Protosenya, A. G. , 2017. The effect of tunnel face support pressure on ground surface settlement in urban areas due to shield tunneling. *Geo - Spatial Technologies and Earth resources*, 415 - 420.

Peck, R.B. (1969). Deep excavations and tunnelling in soft ground. In: *Proc. 7th ICSMFE, State-of-the-art Volume*, Mexico City. Mexico: Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos, pp. 225-290.

S. Kanayasu, I. Kubota, N. Shikibu, 1995. Stability of face during shield tunnelling - a survey of Japanese shield tunneling, *Underground Construction in Soft Ground*, Balkema, Rotterdam (1995) pp. 337-343.

Schmidt, B., (1974). "Prediction of Settlements Due To Tunnelling in Soil: Three Case Histories", *Proceedings, Rapid Excavation and Tunnelling Conference*, V2, pp. 1 179- 1 199.

Vittorio Guglielmetti, 2007. Mechanized Tunneling in Urban Areas: Design methodology and construction control / Vittorio Guglielmetti, Piergiorgio Grasso, Shulin Xu. 2007. - 504 p.

## Metro tunnel construction in urban areas by tunnelling machines

**Do Ngoc Thai**

*Hanoi University of Mining and Geology*

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

### Abstract

Tunneling in urban areas is growing in response to the increased needs for efficient transportation, many urban tunnels are constructed in soft ground at shallow depths. The construction of tunnels in urban areas may cause ground displacement which distort and damage overlying buildings. In the past few decades, tunnel boring machines have been used to drill in increasingly difficult geotechnical conditions such as soft ground like soft clay. This is particularly true for mechanised tunnelling and specific boring machines, as, for examples, the compressed air shield, the earth pressure balanced shield and the slurry shield, have been developed in the recent decades for managing the instability of the excavation profile in unfavourable geotechnical and hydrogeological conditions, with challenge external constraints. This paper presents the research results on new technologies for metro tunnel construction in urban conditions by tunnelling machines.

**Keywords:** *tunnel, tunnelling methods, tunnelling machines, tunnel face stability.*

**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023**  
**ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG**  
**PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

*Chịu trách nhiệm xuất bản*  
**GIÁM ĐỐC - TỔNG BIÊN TẬP**  
**BÙI MINH CƯỜNG**  
*Chịu trách nhiệm bản thảo*  
**TS. NGUYỄN HUY TIẾN**

*Biên tập và sửa bản in:* NGUYỄN THỊ LƯƠNG  
*Dàn trang chế bản:* TRẦN HÀ ANH  
*Họa sĩ bìa:* ĐẶNG NGUYỄN VŨ

**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
70 Trần Hưng Đạo - Hoàn Kiếm - Hà Nội  
ĐT: 024 3942 4543 ; Fax: 024 3822 0658  
Email: [nxbkhkt@hn.vnn.vn](mailto:nxbkhkt@hn.vnn.vn)  
Website: <http://www.nxbkhkt.com.vn>

**CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
28 Đồng Khởi - Quận 1 - TP Hồ Chí Minh  
ĐT: 028 3822 5062

In 60 bản, khổ 20.5×29 cm, tại Công ty TNHH In và Quảng cáo Tân Thành Phát  
Địa chỉ: Số 4b, ngõ 486 đường Ngô Gia Tự, ph. Đức Giang, Q. Long Biên, TP Hà Nội  
Số xác nhận đăng ký xuất bản: 3109-2023/CXBIPH/03-172/KHKT  
Quyết định xuất bản số: 152/QĐ-NXBKHKT, ngày 22 tháng 9 năm 2023  
In xong và nộp lưu chiểu năm 2023.  
Mã ISBN: 978-604-67-2752-1



**KỶ YẾU HỘI NGHỊ KHOA HỌC TOÀN QUỐC VIETGEO 2023**

THỪA THIÊN HUẾ, NGÀY 28 & 29 THÁNG 9 NĂM 2023

## **ĐỊA CHẤT CÔNG TRÌNH - ĐỊA KỸ THUẬT VÀ MÔI TRƯỜNG PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT**  
Số 70 Trần Hưng Đạo, Hoàn Kiếm, Hà Nội  
SĐT: 024 3822 0686 | Hotline: 0989 275 999  
Email: [nxbkhkt@hn.vnn.vn](mailto:nxbkhkt@hn.vnn.vn)  
Website: <https://nxbkhkt.com.vn>



223212H00  
ISBN: 978-604-67-2752-1  
9 786046 727521  
Sách không bán