

Kính gửi: Ông Nguyễn Phi Hùng  
Trưởng Đại học Mỏ-Địa chất  
Phường Đức Thắng, Quận Bắc Từ Liêm, HÀ NỘI

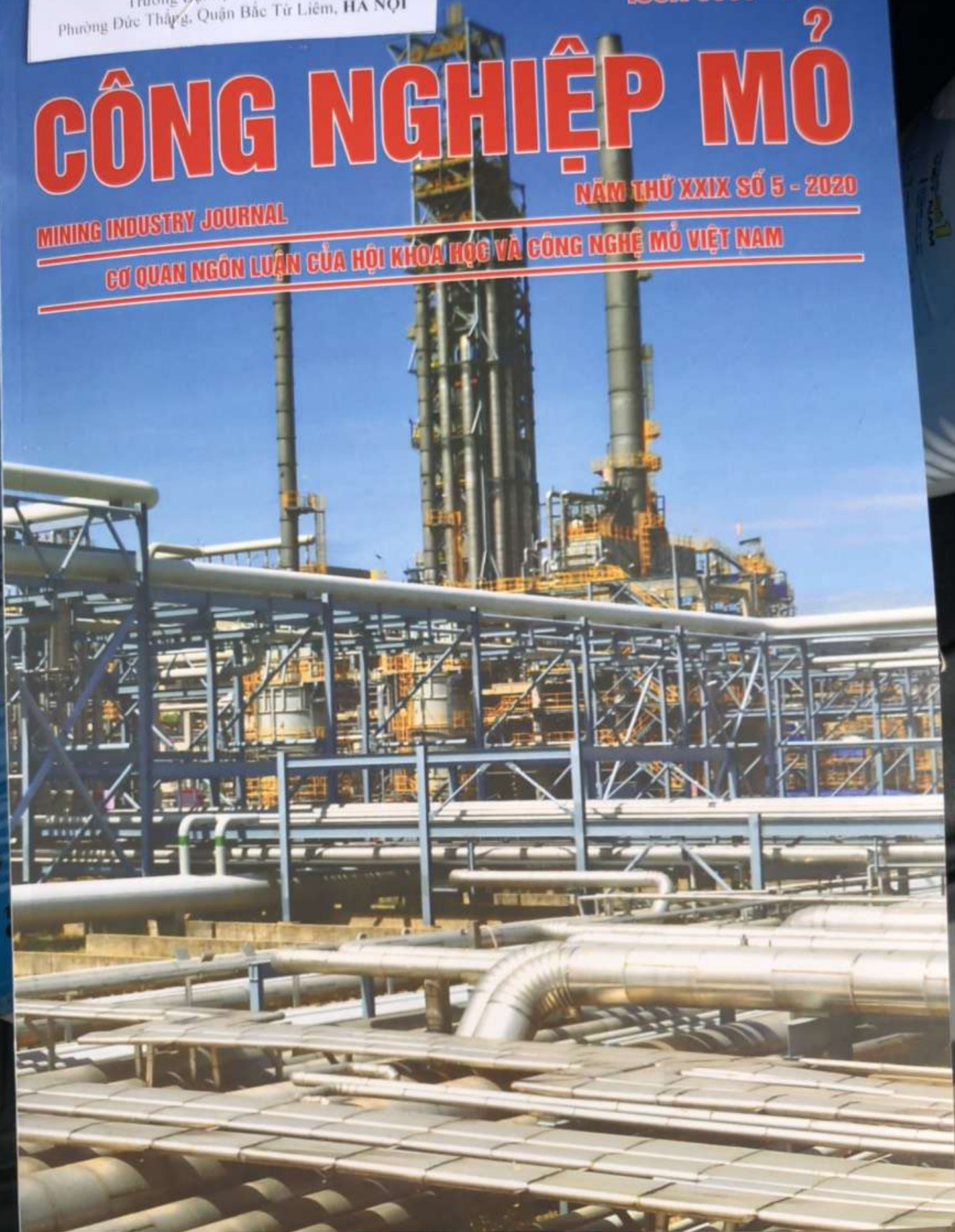
ISSN 0868 - 7052

# CÔNG NGHIỆP MỎ

NĂM THỨ XXIX SỐ 5 - 2020

MINING INDUSTRY JOURNAL

CƠ QUAN NGÔN LUẬN CỦA HỘI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ MỎ VIỆT NAM



# TẠP CHÍ CÔNG NGHIỆP MỎ

CƠ QUAN NGÔN LUẬN  
CỦA HỘI KH&CN MỎ VIỆT NAM

NĂM THỨ XXIX  
SỐ 5 - 2020

◊ Tổng biên tập:  
GS.TS.NGND. VÕ TRỌNG HÙNG

◊ Phó Tổng biên tập  
kiêm Thư ký Toà soạn:  
TS. TẠ NGỌC HẢI

◊ Ủy viên Phụ trách Trị sự:  
KS. TRẦN VĂN TRẠCH

◊ Ủy viên Ban biên tập:  
TS. NGUYỄN BÌNH

PGS.TS. PHÙNG MẠNH ĐẮC  
TSKH. ĐINH NGỌC ĐĂNG  
TS. NGHIÊM GIA

PGS.TS.NGUT. HỒ SĨ GIAO  
TS. NGUYỄN HỒNG MINH

GS.TS.NGUT. VÕ CHÍ MỸ  
PGS.TS. NGUYỄN CẢNH NAM  
KS. ĐÀO VĂN NGÂM

TS. ĐÀO ĐẮC TẠO  
TS. PHAN NGỌC TRUNG  
GS.TS.NGND. TRẦN MẠNH XUÂN

## ♦ TOÀ SOẠN:

Số 655 - Phạm Văn Đồng  
Bắc Từ Liêm-Hà Nội  
Điện thoại: 36649158; 36649159  
Fax: (844) 36649159

Email: info@vinamin.vn  
Website: http://vinamin.vn

♦ Tạp chí xuất bản với sự cộng tác  
của: Trường Đại học Mỏ-Địa chất;  
Viện Khoa học và Công nghệ Mỏ-  
Luyện kim; Viện Khoa học Công  
nghệ Mỏ; Viện Dầu khí

♦ Giấy phép xuất bản số:  
319/GP-BVHTT ngày 23/7/2002  
của Bộ Văn hoá Thông tin

♦ In tại Công ty CTCP  
KH & CN Hoàng Quốc Việt  
18 Hoàng Quốc Việt - Hà Nội  
Điện thoại: 024.37562778

♦ Nộp lưu chiếu:  
Tháng 10 năm 2020

## MỤC LỤC

### □ TIÊU ĐIỂM

- ◊ Định hướng phát triển sản xuất kinh doanh của Tập đoàn Công nghiệp Than-Khoáng sản Việt Nam đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2030 Lê Minh Chuẩn 1

### □ KHAI THÁC MỎ

- ◊ Một cách tiếp cận trong việc xác định chiều sâu khai thác hợp lý cho các mỏ đã xây dựng nằm dưới mức thoát nước tự chảy Nguyễn Tuấn Thành, 5  
Phan Hồng Việt
- ◊ Nghiên cứu ảnh hưởng chiều dày tấm đệm neo đến phân bố ứng suất và biến dạng tiếp tuyến trên vòng đệm Đào Việt Đoàn 12
- ◊ Khai thông thân quặng số 2 nằm giữa ranh giới moong lộ thiên và hầm lò đã kết thúc khai thác cho mỏ vàng Nam Mai, Quảng Nam Nguyễn Phi Hùng 17

### □ XÂY DỰNG CÔNG TRÌNH NGẦM VÀ MỎ

- ◊ Ảnh hưởng của nước ngầm đến tính ổn định của công trình ngầm Trần Tuấn Minh 22  
và nnk
- ◊ Nghiên cứu xác định thời gian ổn định và thời điểm phải nâng cao khả năng chịu tải cho công trình ngầm Võ Trọng Hùng 28
- ◊ Phương pháp dự báo độ lún mặt đất khi thi công hai đường hầm song song Đỗ Ngọc Thái 34

### □ TUYỂN VÀ CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN

- ◊ Giải pháp thiết bị công nghệ và hóa chất thuốc tuyển để tuyển quặng đất hiếm xâm nhiễm mịn mỏ đất hiếm Yên Phú Phạm Đức Phong 39  
và nnk
- ◊ Nghiên cứu phương pháp xác định hàm lượng thiếc trong hợp kim thiếc hàn không chì SAC Phan Thị Thanh Hà, 45  
Lê Thị Như Thủy

### □ CƠ KHÍ VÀ CƠ ĐIỆN MỎ

- ◊ Nghiên cứu ảnh hưởng của độ lệch điện áp tới tổn thất công suất trong mạng điện mỏ Phạm Trung Sơn 49
- ◊ Mạch xác định pha rò điện cho mạng điện 1140 V trong mỏ than hầm lò Đinh Văn Thắng 52
- ◊ Ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo giải thuật lan truyền ngược để dự báo sự biến đổi tính chất cơ lý đá phục vụ công tác nổ mìn Đào Hiếu, 56  
Đặng Văn Chí

### □ THÔNG GIÓ, AN TOÀN VÀ BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG

- ◊ Nghiên cứu mô hình cung ứng dịch vụ nổ mìn và khai thác mỏ tại mỏ đá vôi Long Sơn, Thanh Hóa - Một số đề xuất cho khu vực Bắc Trung Bộ Nguyễn Anh Thơ, 61  
Trần Khắc Hùng

### □ ĐỊA CƠ HỌC, ĐỊA TIN HỌC, ĐỊA CHẤT, TRẮC ĐỊA

- ◊ Đánh giá độ chính xác tọa độ phẳng xác định bằng hệ thống trạm CORS của Việt Nam Nguyễn Văn Sáng 67
- ◊ Đánh giá mức độ ô nhiễm kim loại nặng trong môi trường đất và nước mặt khu vực khai thác quặng đồng và apatit tại tỉnh Lào Cai Nguyễn Phương 71  
và nnk

### □ KINH TẾ, QUẢN LÝ

- ◊ Phát triển ngành công nghiệp nhôm Việt Nam cần tư duy và cách làm mới Trịnh Tiến Dũng, 78  
Nguyễn Văn Thắng
- ◊ Một số giải pháp đảm bảo công ăn việc làm cho người lao động Việt Nam trong xu thế toàn cầu hóa Nguyễn Thị Mơ 84  
và nnk
- ◊ Tăng cường sử dụng quặng sắt thiếu kết cho luyện gang lò cao ở Việt Nam Nghiêm Gia 90  
Nguyễn Quang Dũng

### □ SÁNG KIẾN, CẢI TIẾN

- ◊ Công ty Kho vận và Cảng Cẩm Phả-Vinacomin áp dụng công nghệ mới trong quản lý luồng hàng hải Bùi Văn Tuấn, 96  
Nguyễn Thái Ninh

### □ THÔNG TIN, SỰ KIỆN

- ◊ Tin ngành mỏ Việt Nam
- ◊ Tin ngành mỏ thế giới

CNM 99  
Trần Văn Trạch 105

Ảnh Bìa 1: Một phần nhà máy lọc dầu Dung Quất (Ảnh VTH)

# ẢNH HƯỞNG CỦA NƯỚC NGẦM ĐẾN TÍNH ỔN ĐỊNH CỦA CÔNG TRÌNH NGẦM

TRẦN TUẤN MINH, NGUYỄN THÀNH ĐỒ,  
NGUYỄN PHƯƠNG NAM - Trường Đại học Mỏ-Địa chất  
Email: trantuanminh@khoaxaydung.edu.vn

## 1. Đặt vấn đề

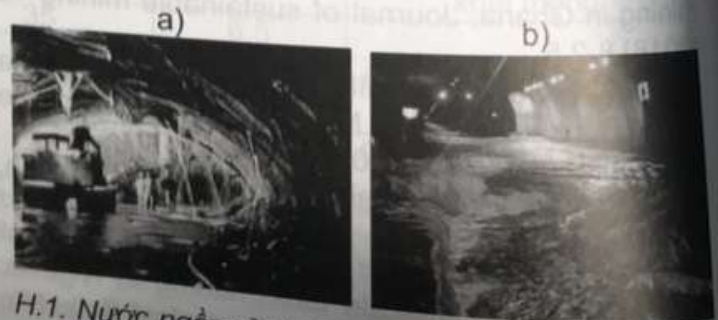
Nước ngầm là yếu tố thường xuyên tồn tại khi xây dựng các công trình ngầm ở những khu vực đất đá có tính chứa nước và mực nước ngầm cao gần bề mặt đất. Theo quan sát và tìm hiểu thực tế thì nước ngầm có ảnh hưởng lớn đến quá trình thi công cũng như phân tích tính toán ổn định công trình ngầm. Nói chung, việc nghiên cứu ảnh hưởng của nước ngầm đến độ ổn định các đường hầm đã được nghiên cứu ở nhiều quốc gia trên thế giới đặc biệt là các quốc gia và các khu vực thành phố nằm gần các con sông, biển với mực nước ngầm cao gần bề mặt đất. Evert Hoek (2000); Tingsheng Zhao và các cộng sự (2017) đã nghiên cứu ảnh hưởng của nước ngầm đến độ ổn định của gương hầm khi thi công các đường hầm tàu điện ngầm bằng khiên đào. Năm 2016, Qiujing Panand, Daniel Dias (2016) đã xem xét ảnh hưởng của áp lực lỗ rỗng đến độ ổn định của gương hầm khi thi công các đường hầm trong môi trường đất yếu. Tuy nhiên, các nghiên cứu trên thường chưa chú ý đến sự thay đổi chiều cao mực nước ngầm cũng như áp lực lỗ rỗng của nước trong đất đến giá trị chuyển vị của đất đá trên biên đường hầm và sự thay đổi của nội lực trong vỏ chống do sự thay đổi của các yếu tố trên. Điều này đòi hỏi phải có các nghiên cứu và lý thuyết và thực quan cụ thể hơn trong tương lai gần.

Ở Việt Nam việc nghiên cứu ảnh hưởng của nước ngầm cũng đã được nhiều nhà khoa học quan tâm, có thể kể đến như các nhà khoa học ở trường Đại học Xây dựng, trường Đại học Kiến trúc, trường Đại học Mỏ-Địa chất và các trường đại học khác có các khoa và chuyên ngành về khoa học trái đất. Nguyễn Quang Phích (2007), Nguyễn Sỹ Ngọc (2005) cũng đã định hướng về ảnh hưởng của nước ngầm đến tính ổn định của các mẫu đá. Võ Trọng Hùng (2006) nêu lên mối tương quan giữa độ bền của mẫu đá khi thay đổi giá trị độ ẩm

trong mẫu trong các điều kiện thí nghiệm khác nhau. Năm 2014, Vũ Hoàng Ngọc đã giới thiệu tổng thể ảnh hưởng của nước ngầm và điều kiện địa chất tới công tác thiết kế và thi công công trình giao thông ngầm tại Hà Nội trên Tạp chí Xây dựng Đô thị. Trần Tuấn Minh (2016) cũng đã quan tâm đến bài toán với đường hầm tròn khai đào trong môi trường đất đá đồng nhất mà đất đá trong vùng biến dạng dẻo bị dẫn nở thể tích. Tuy nhiên, việc tìm hiểu ảnh hưởng của sự thay đổi mực nước ngầm cũng như áp lực lỗ rỗng trong đất đá chứa nước đến độ ổn của định đường hầm vẫn chưa được các tác giả trên quan tâm. Hơn nữa yếu tố nước ngầm cũng có sự thay đổi độ cao theo mùa, theo con nước của các dòng sông, nên nó có những đặc tính phức tạp riêng. Ở trong bài này nhóm tác giả đề cập đến vấn đề sự thay đổi chiều cao mực nước ngầm với bài toán cho các đường hầm nằm nông gần bề mặt đất.

## 2. Ảnh hưởng của nước ngầm đến mức ổn định của công trình ngầm

Nước ngầm có thể ảnh hưởng trực tiếp hoặc gián tiếp đến các hoạt động thi công xây dựng cũng như trong quá trình vận hành các đường hầm (hình H.1). Trong quá trình thi công khi nước vào sẽ làm đường hầm bị ngập nước, công tác khai đào xúc bốc và vận tải gặp nhiều khó khăn (hình H.1.a).



H.1. Nước ngầm ảnh hưởng đến công trình ngầm; a - Khi thi công (Evert Hoek, 2000); b - Khi sử dụng ở đường hầm (Yong Fan et al 2016)

Thực tế quá trình thiết kế xây dựng các đường hầm ngầm đáng lên làm vỏ hầm bị yếu, theo thời gian vỏ hầm có thể bị sập đổ làm nước chảy vào trong đường hầm (hình H.1.b), điều này đòi hỏi người thiết kế phải có đầy đủ cũng như chi tiết các thông số về điều kiện địa chất thủy văn khu vực khai đào và tư duy thiết kế cần được quan tâm chủ yếu khi mực nước ngầm thay đổi.

Khi thi công đường hầm thì sự thay đổi mực nước ngầm cũng như áp lực nước ngầm ảnh hưởng và tác dụng đến gương hầm cũng gây ra ảnh hưởng xấu đến hiệu quả của công tác khai đào các đường hầm (hình H.2), đặc biệt là khi đào hầm bằng các máy khoan hầm. Khi áp lực chống giữ gương không đủ để chống lại áp lực nước ngầm xung quanh thì làm cho bùn đất có thể chàn vào bên trong đường hầm, nước ngầm có tính ăn mòn làm mòn răng cắt đầu cắt cũng như các thiết bị của máy khoan hầm.



H.2. Đường hầm được khai đào bên dưới bề mặt ngang của mực nước ngầm

### 3. Mô hình phân tích số ảnh hưởng của chiều cao mực nước ngầm đến ổn định công trình ngầm

Để phân tích ảnh hưởng của chiều cao mực nước ngầm đến sự ổn định của đường hầm trong phân tích nhóm tác giả sử dụng phần mềm số Phase 2. Giả sử đường hầm có mặt cắt ngang đơn giản dạng tường thẳng vòm bán nguyệt có chiều rộng  $B=10\text{ m}$  và chiều cao  $h=10\text{ m}$ . Đường hầm được khai đào ở gần bề mặt đất trong môi trường đất cát và sét pha có chứa nước, trong nghiên cứu

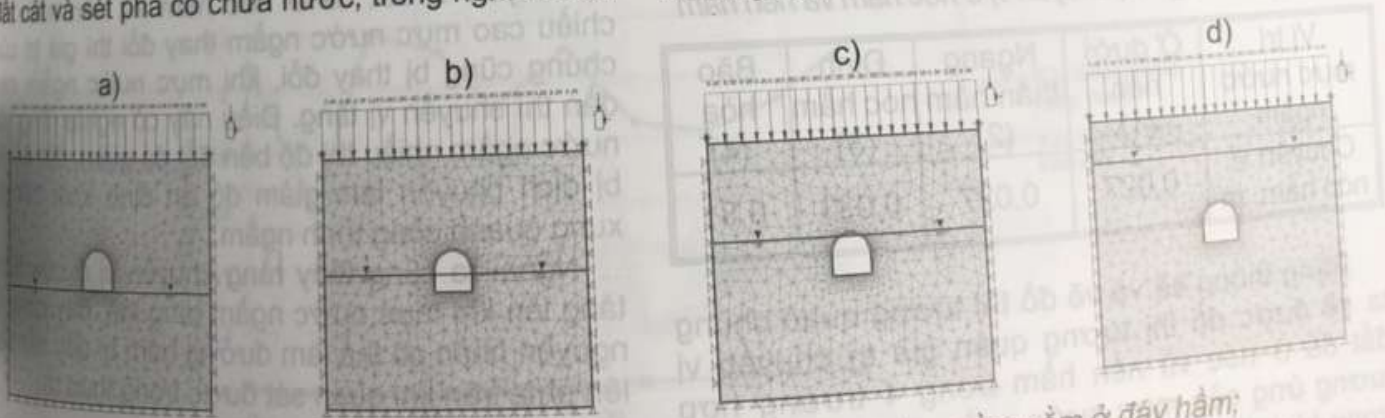
này sẽ thay đổi bề mặt ngang mực nước ngầm từ vị trí bên dưới đáy hầm đến vị trí ngang thân hầm, trên đỉnh nóc hầm và trong trường hợp đường hầm hoàn toàn nằm trong nước tức là đất đá bão hòa nước. Các thông số phân tích cho mô hình giả định được mô tả như trong Bảng 1.

Sử dụng phần mềm Phase 2 với các thông số đầu vào như trên, chúng ta có thể thiết lập được các mô hình cho bài toán nghiên cứu như trong hình H.3. Ở đây điều kiện biên được lựa chọn tương ứng là bề mặt đất được coi là bằng phẳng nên phía trên mô hình được lựa chọn dạng biên dạng tự do còn 2 bên cạnh và bên dưới mô hình cách xa tâm đường hầm khoảng 6 lần nửa chiều rộng đường hầm có thể coi là không chịu ảnh hưởng của đường hầm nên chọn là cố định.

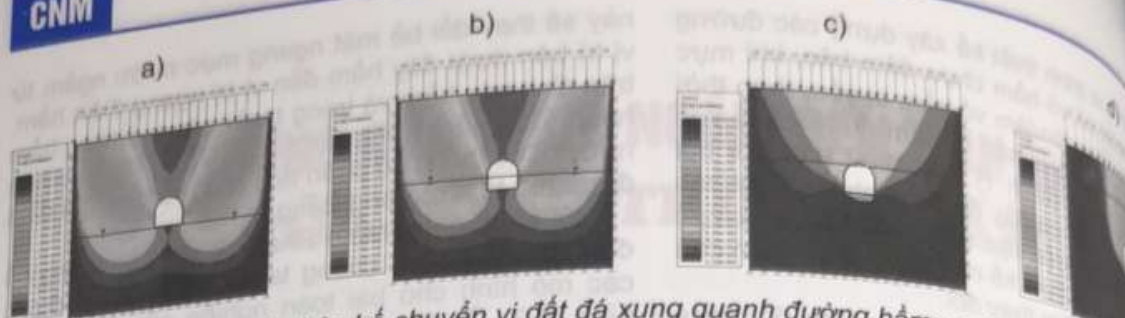
Bảng 1. Các thông số đầu vào cho phân tích

No	Tên tham số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Trọng lượng thể tích	$\gamma$	0,018	MN/m <sup>3</sup>
2	Độ bền kéo	$\sigma_k$	0,15	MPa
3	Lực dính kết	c	0,2	MPa
4	Góc ma sát trong	$\varphi$	25	Độ
5	Mô đun đàn hồi	E	1200	MPa
6	Hệ số Poisson	$\mu$	0,35	-
7	Góc dẫn nở thể tích	$\psi$	0	Độ
8	Góc ma sát trong dư	$\varphi_{re}$	20	Độ
9	Lực dính kết dư	$c_{re}$	0,12	MPa
10	Mô hình vật liệu	Đàn-dẻo	-	-

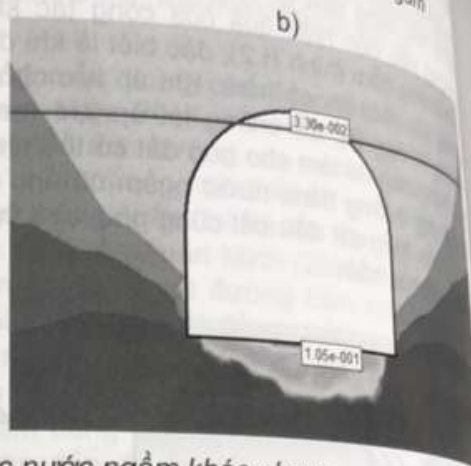
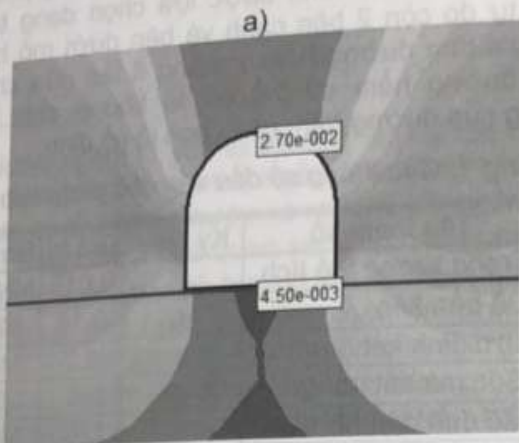
Độ sâu đặt đường hầm ở dưới sâu 40m tính từ đỉnh nóc hầm nên ở phía trên đỉnh mô hình sẽ được gán bằng lực phân bố tương đương  $P=0,018 \times 20=0,36\text{ MPa}$ ; đất đá được coi là đồng nhất; tỷ số ứng suất nguyên sinh nằm ngang và thẳng đứng do công trình ngầm đặt sâu 40 m có thể coi là công trình nằm nông, chọn bằng 0,5. Do đường hầm nằm nông, thường ứng suất thẳng đứng lớn hơn ứng suất nằm ngang nên tỷ số giữa ứng suất thẳng đứng và nằm ngang  $K < 1$ .



H.3. Các trường hợp phân tích cho bài toán: a - Mực nước ngầm nằm ở đáy hầm; b - Ở trung tâm; c - Ở đỉnh hầm; d - Nằm bên dưới mực nước ngầm



H.4. Kết quả phân bố chuyển vị đất đá xung quanh đường hầm: a - Mức nước ngầm nằm ở đáy hầm; b - Ở trung tâm; c - Ở đỉnh hầm; d - Nằm bên dưới mức nước ngầm



H.5. Chuyển vị đất đá ở vị trí mực nước ngầm khác nhau: a - Khi mực nước ngầm ở dưới nền; b - Khi mực nước ngầm ở nóc đường hầm

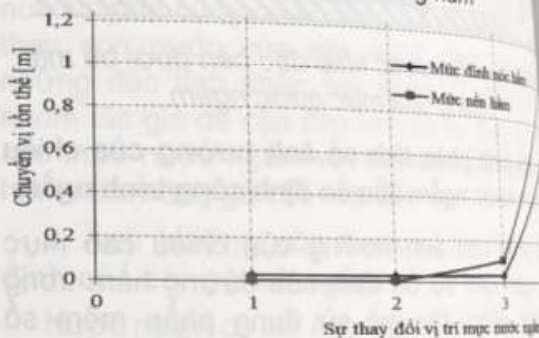
Tuy nhiên, trong thực tế cũng có những trường hợp mặc dù đường hầm nằm nông nhưng tỷ số ứng suất này lại có giá trị lớn hơn 1 ( $K > 1$ ), trường hợp này không được đề cập trong nghiên cứu này (hình H.3).

Sau phân tích chúng ta có thể thu được sự phân bố của chuyển vị đất đá xung quanh đường hầm với các trường hợp mực nước ngầm so với đường hầm khác nhau. Kết quả được mô tả trong hình H.4. Chúng ta xem xét giá trị chuyển vị lớn nhất ở đỉnh nóc hầm và bên dưới nền hầm sau phân tích (hình H.5) và tập hợp các giá trị chuyển vị tại 2 điểm này tương ứng cho 4 trường hợp khác nhau của bài toán được tập hợp như trong Bảng 2.

Bảng 2. Các giá trị chuyển vị ở nóc hầm và nền hầm

Vị trí mực nước ngầm	Ở dưới nền (1)	Ngang thân hầm (2)	Đỉnh nóc hầm (3)	Bão hòa (4)
Chuyển vị nóc hầm, m	0,027	0,027	0,033	0,81

Bảng thống kê và vẽ đồ thị tương quan chúng ta vẽ được đồ thị tương quan giá trị chuyển vị đất đá ở nóc và nền hầm trong 4 trường hợp tương ứng của mực nước ngầm khác nhau như trong hình H.6.



H.6. Mối quan hệ giữa chuyển vị ở nóc và nền hầm khi thay đổi vị trí mực nước ngầm trong mô hình

Quan sát kết quả từ đồ thị có thể thấy rằng giá trị chuyển vị đất đá ở nóc hầm và nền hầm theo chiều cao mực nước ngầm thay đổi thì giá trị chuyển vị cũng bị thay đổi, khi mực nước ngầm tăng dần thì chuyển vị tăng. Điều này có nghĩa rằng mực nước ngầm nhiều thì độ bền đất đá giảm, đất đá bị dịch chuyển làm giảm độ ổn định khối đất xung quanh công trình ngầm.

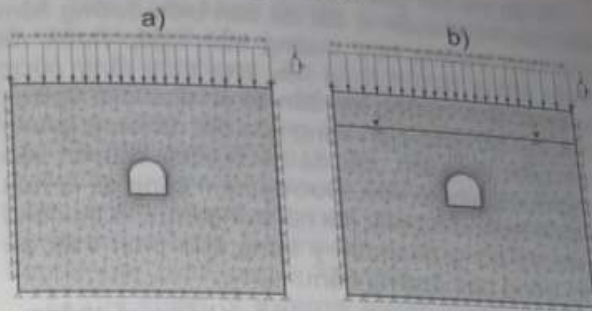
Ngoài ra cũng thấy rằng chuyển vị ở nền hầm tăng lên khi mực nước ngầm tăng lên, đây cũng là nguyên nhân có thể làm đường hầm bị đẩy nổi lên phía trên khi quan sát được trong thực tế.

#### 4. Ảnh hưởng của áp lực lỗ rỗng đến ổn định đường hầm

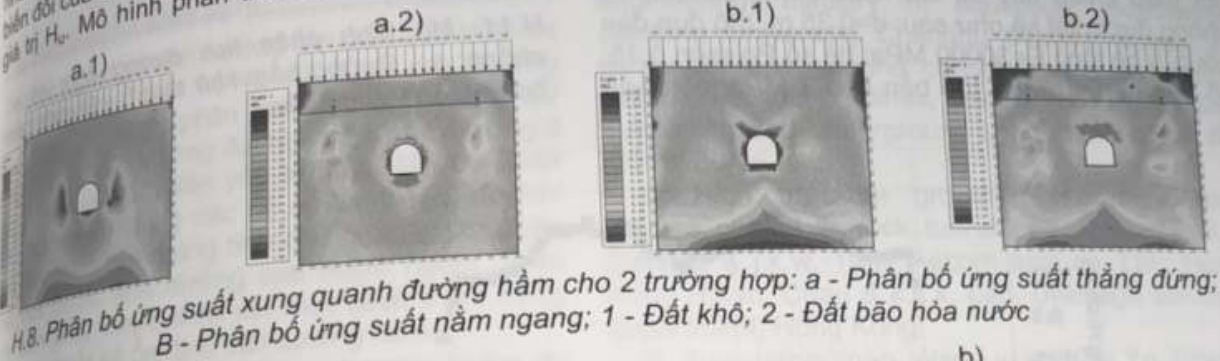
Mô hình trong những tham số của nước ngầm ảnh hưởng lớn đến mức ổn định của công trình ngầm là thông số áp lực lỗ rỗng của đất đá. Lỗ rỗng là thông số tồn tại thường xuyên trong đất đá nó làm thay đổi thể tích khối đất đá cũng làm cho áp lực đất đá tác dụng lên đường hầm tăng lên. Thông thường trong trường hợp coi môi trường đất đá có điều kiện thủy tĩnh chứa nước thì  $H_u=1$ .

Thực tế giá trị  $P_u$  được tính toán phụ thuộc vào chiều cao mực nước ngầm, tuy nhiên thông số này tính toán rất phức tạp do hạn chế của nghiên cứu nhóm nghiên cứu chọn ngẫu nhiên để xem xét sự biến đổi của các giá trị chuyển vị đất đá khi thay đổi giá trị  $H_u$ . Mô hình phân tích số cho bài toán này

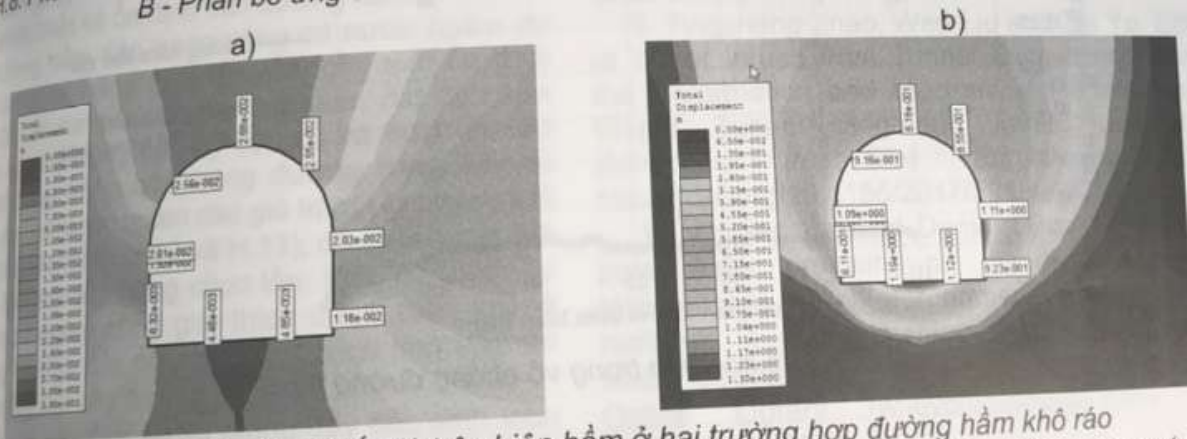
được mô tả như trong hình H.7.



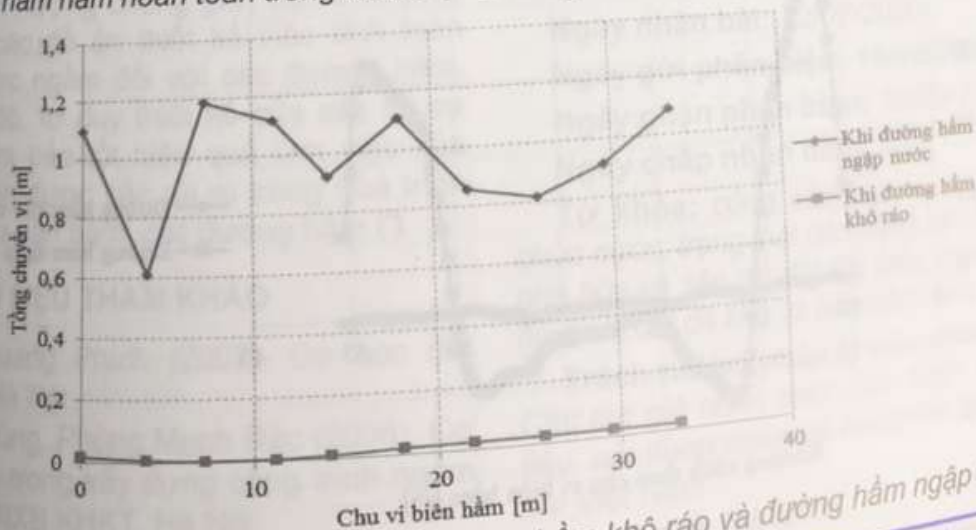
H.7. Mô hình sự thay đổi điều kiện nước ngầm khi phân tích: a - Đất khô  $H_u=0$ ; b - Đất đá bão hòa nước  $H_u=1$



H.8. Phân bố ứng suất xung quanh đường hầm cho 2 trường hợp: a - Phân bố ứng suất thẳng đứng; B - Phân bố ứng suất nằm ngang; 1 - Đất khô; 2 - Đất bão hòa nước



H.9. Giá trị chuyển vị đất đá trên biên hầm ở hai trường hợp đường hầm khô ráo và đường hầm nằm hoàn toàn trong nước: a - Đường hầm khô ráo; b - Đường hầm ngập nước



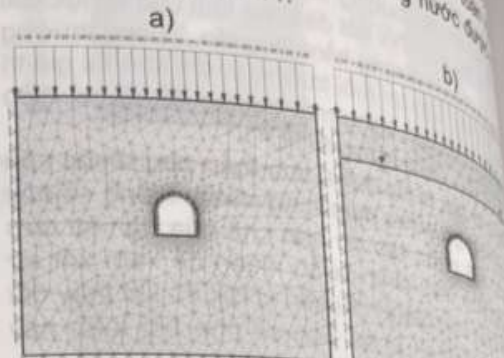
H.10. Chuyển vị trên biên hầm khi đường hầm khô ráo và đường hầm ngập nước

Nhận xét kết quả thấy rằng, khi đường hầm còn khô ráo thì chuyển vị đất đá trên biên đường hầm nhỏ hơn trường hợp đường hầm ngập nước rất nhiều (hình H.10). Điều này cho thấy rằng nước ngầm có ảnh hưởng lớn đến độ ổn định của đường hầm, nó làm cho biến dạng của đất đá xung quanh biên hầm tăng lên, đất đá dễ bị dịch chuyển vào trong đường hầm hơn. Đường hầm cũng dễ bị mất ổn định hơn, điều này đòi hỏi trong thực tế thi công người thi công phải chú ý trong quá trình thiết kế và thi công các đường hầm.

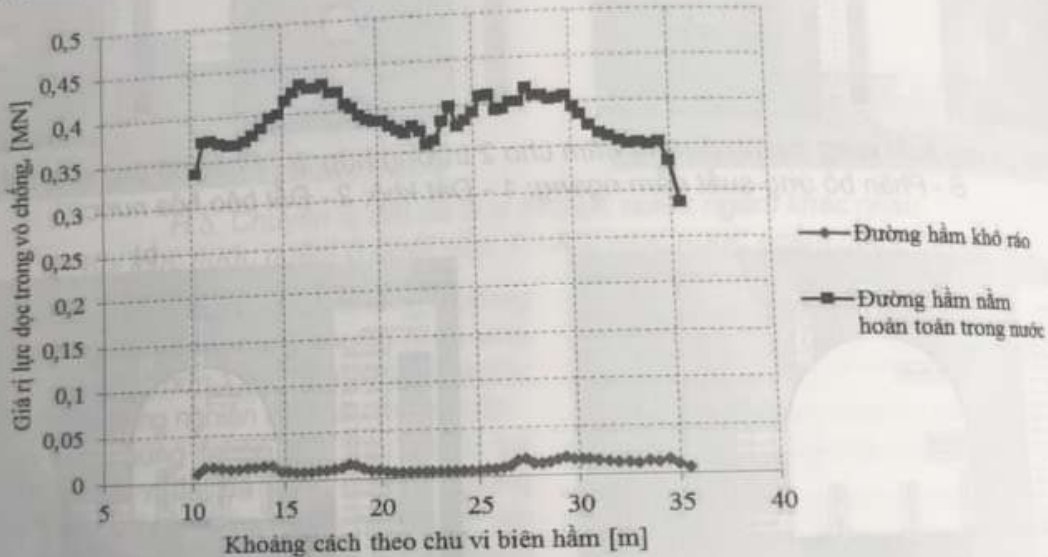
**5. Khi đường hầm được chống bằng vỏ chống**

Trường hợp khi đường hầm hoàn toàn khô ráo và ngập nước được chống bằng vỏ chống bê tông cốt thép chiều dày 35 cm. Các thông số của vỏ chống được liệt kê như sau:  $d=0,35$  m, mô đun đàn hồi của bê tông  $E=30000$  MPa; hệ số Poisson 0,15; độ bền nén 40 MPa, độ bền kéo 3 MPa; cốt thép

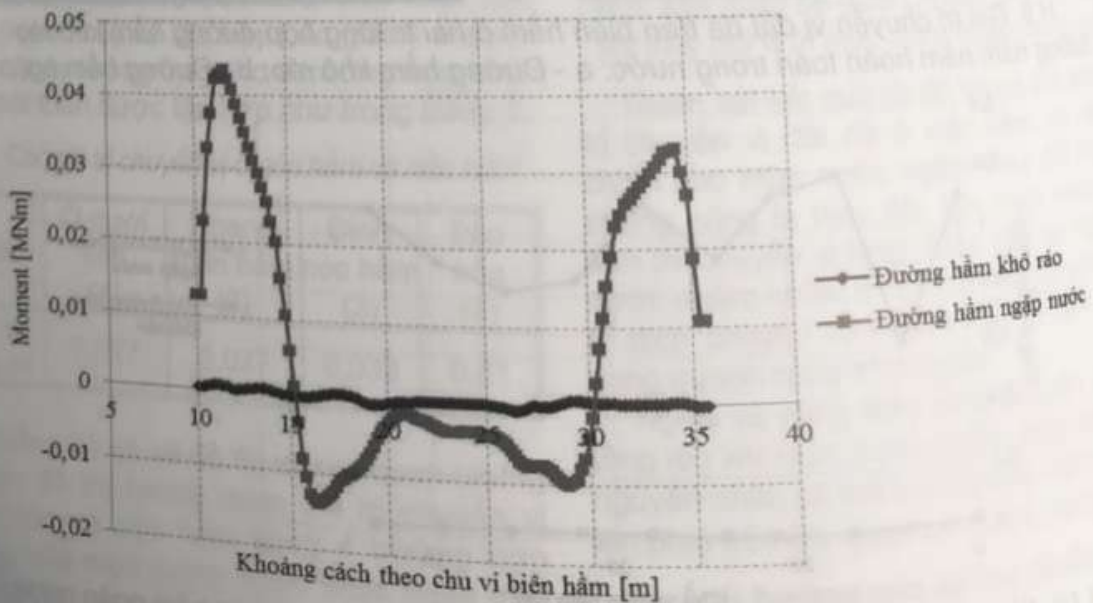
sử dụng với khoảng cách  $d=25$  cm, thép (vỏ) bên trong đường hầm sau phân tích cho thấy khô và hầm hoàn toàn chìm trong nước ngầm tả như trong hình H.11.



H.11. Mô hình phân tích đường hầm có vỏ chống: a - Đường hầm khô ráo; b - Đường hầm hoàn toàn trong nước



H.12. Lực dọc bên trong vỏ chống đường hầm



H.13. Mô men bên trong vỏ chống sau phân tích

Bảng phân tích quy luật phân bố chuyển vị bên trong đường hầm sau phân tích trong nước. Kết quả H.12 và H.13. Qua phân tích kết cấu tăng lên, đường hầm tác động của nước ngầm (điều này đòi hỏi các kỹ sư thiết kế nước ngầm và...

**6. Kết luận**

Nước ngầm công cũng như hầm. Các lý do dùng ở trong các chú ý và quan tâm thường sự việc lựa chọn này cần phải quá trình thiết kế Đường hầm làm tăng khả năng của đất đá xung quanh vào khoảng thêm áp lực cấu tầng lên giá trị có thể lên lực nước đường hầm áp lực đẩy Đối với trong các khác biệt đưa vào thêm áp Nâng ca địa kỹ thi công

1. NXB X
2. V
- học đ
- và kh
- 3.

Bảng phân tích chúng ta cũng có thể thu được quy luật phân bố của nội lực (lực dọc và mô men uốn) bên trong vỏ chống bê tông cốt thép của đường hầm sau phân tích tương ứng cho 2 trường hợp với đường hầm khô ráo và đường hầm ngập nước. Kết quả được mô tả như trong hình H.12 và H.13. Quan sát kết quả trên hình H.12 và H.13 thấy rằng, do ảnh hưởng của nước ngầm tác động lên kết cấu vỏ hầm nên áp lực đất đá cũng tăng lên, đường hầm bị ảnh hưởng nhiều hơn do tác động của nước ngầm (mô men và lực dọc đều tăng). Điều này đòi hỏi khi thiết kế kết cấu chống nước ngầm tác dụng lên vỏ hầm nhiều hơn.

**6. Kết luận và kiến nghị**

Nước ngầm có ảnh hưởng lớn đến quá trình thi công cũng như thiết kế và sử dụng các đường hầm. Các lý thuyết phân tích tính toán đang sử dụng ở trong các trường đại học hiện nay thường ít chú ý và quan tâm đến yếu tố này. Nếu có quan tâm thường sử dụng các hệ số tra Bảng, đôi khi việc lựa chọn còn mang tính chủ quan chưa phản ánh hết được ảnh hưởng của nước ngầm. Điều này cần phải được xem xét một cách tỉ mỉ trong quá trình thiết kế ổn định các đường hầm.

Đường hầm đào trong vùng có nước ngầm thì làm tăng khả năng dịch chuyển, gây mất ổn định của đất đá xung quanh đường hầm, đất đá chứa nước có khả năng dễ gây sập đổ và trượt lở cao vào khoảng trống bên trong đường hầm. Khi có thêm áp lực nước ngầm các giá trị nội lực trong kết cấu tăng lên (hình H.12 và H.13), độ chênh các giá trị có thể lên đến hàng chục lần. Việc có thêm áp lực nước ngầm cũng giải thích được hiện tượng đường hầm bị đẩy nổi trong quá trình làm việc do áp lực đẩy nổi của đường hầm.

Đối với các thiết kế và giảng dạy các sinh viên trong các trường đại học cần thiết phải chỉ ra sự khác biệt và định hướng chống giữ, cần thiết phải đưa vào trong các đồ án thiết kế việc tính toán thêm áp lực nước ngầm đối với các đường hầm. Nâng cao trình độ, tư duy thiết kế của các kỹ sư địa kỹ thuật, đảm bảo tốt hiệu quả làm việc của đường hầm, tránh được các rủi ro trong quá trình thi công cũng như vận hành các đường hầm. □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Nguyễn Quang Phích (2007). Cơ học đá. NXB Xây dựng, Hà Nội.
2. Võ Trọng Hùng, Phùng Mạnh Đắc (2006). Cơ học đá ứng dụng trong xây dựng công trình ngầm và khai thác mỏ. NXB KHKT, Hà Nội.
3. Nguyễn Sỹ Ngọc (2005). Cơ học đá. NXB

Giao thông Vận tải, Hà Nội.

4. Trần Tuấn Minh (2016). Giáo trình cơ học đá và khối đá. NXB Xây dựng

5. Vũ Hoàng Ngọc (2014). Ảnh hưởng của nước ngầm và điều kiện địa chất tới công tác thiết kế và thi công công trình giao thông ngầm tại Hà Nội. Tạp chí Xây dựng đô thị.

6. Big tunnels in bad rock 2000 terzaghi lecture, Evert hoek. Asce journal of geotechnical and geoenvironmental engineering. Vol. 127, no. 9. September 2001, pages 726-740.

7. The effect of external water pressure on the liner behavior of large Cross-section tunnels. Yong Fang, Jianning Guo, Jacob Grasmick, Mike Mooney. A key laboratory of transportation tunnel engineering, ministry of education, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China. B center for underground construction & tunneling, Colorado school of mines, golden, co 80401, USA. Tunnelling and underground space technology 60 (2016) 80-95

8. High pressure grouting for groundwater ingress control in rock tunnels and caverns. K.f. Garshol & j.k.w. Tam. Aecom asia co. Ltd., Hong Kong H.k.m. Chau & k.c.k. Lau. Drainage services department, Hong Kong.

9. Tingsheng Zhao, Wen Liu and Zhi Ye. Effects of Water Inrush from Tunnel Excavation Face on the Deformation and Mechanical Performance of Shield Tunnel Segment Joints. Journal of Advances in Civil Engineering. 2017, <https://doi.org/10.1155/2017/5913640>.

10. Qiuqing Panand Daniel Dias. The effect of pore water pressure on tunnel face stability. International journal for numerical and analytical methods in geomechanics slnt. J. Numer. Anal. Meth. Geomech. (2016) Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com). DOI: 10.1002/nag.2528.

**Ngày nhận bài:** 12/07/2020

**Ngày gửi phản biện:** 18/08/2020

**Ngày nhận phản biện:** 29/09/2020

**Ngày chấp nhận đăng bài:** 10/10/2020

**Từ khóa:** công trình ngầm; môi trường đất yếu chứa nước; trạng thái cân bằng ban đầu; dịch chuyển, phá hủy và sập đổ đất đá; biến dạng; chuyển vị; mất ổn định; đất đá khô và bão hòa nước

**Trách nhiệm pháp lý của các tác giả bài báo:** Các tác giả hoàn toàn chịu trách nhiệm về các số liệu, nội dung công bố trong bài báo theo Luật Báo chí Việt Nam

(Xem tiếp trang 33)