

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP  
PGS,TS ĐOÀN THẾ TƯỜNG

## HỘI ĐỒNG BIÊN TẬP

PGS,TS PHÙNG MẠNH ĐẮC  
PGS,TS HOÀNG VIỆT HÙNG  
PGS,TS PHẠM QUANG HƯNG  
PGS,TS NGUYỄN BÁ KẾ  
TS PHÙNG ĐỨC LONG  
GS NGUYỄN CÔNG MẪN  
PGS,TS NGUYỄN ĐỨC MẠNH  
PGS,TS NGUYỄN SỸ NGỌC  
PGS,TS VÕ PHÁN  
PGS,TS NGUYỄN HUY PHƯƠNG  
GS,TS TRẦN THỊ THANH  
PGS,TS VƯƠNG VĂN THÀNH  
TS LÊ THIẾT TRUNG  
GS,TS ĐỖ NHƯ TRÁNG  
PGS,TS TRẦN THƯƠNG BÌNH  
TS NGUYỄN TRƯỜNG HUY  
PGS,TS ĐẬU VĂN NGỌ  
PGS,TS TẠ ĐỨC THỊNH  
TS NGUYỄN TUẤN PHƯƠNG

Giấy phép xuất bản số 1358/GPXB -  
Ngày 8-6-1996, Bộ Văn hóa - Thông tin  
Cơ quan xuất bản: Viện Địa Kỹ thuật  
(Liên hiệp các Hội KH&KT Việt Nam)  
152 Lê Duẩn - Đống Đa - Hà Nội  
Tel: 024. 22141917.  
Email: tapchidkt@yahoo.com.vn;  
viendkt@vusta.vn  
Website: www.vgi-vn.vn  
Xuất bản 3 tháng 1 kỳ  
Nộp lưu chiếu: tháng Ba 2024

## Tạp chí ĐỊA KỸ THUẬT

ISSN - 0868 - 279X  
NĂM THỨ 28  
SỐ 1 NĂM 2024

## MỤC LỤC

**NGUYỄN ĐỨC MẠNH, HOÀNG NGỌC TIẾN, PHẠM VIỆT ANH, BUI VIỆT ĐÔNG, NGUYỄN MINH QUÝ:** Đánh giá ổn định của nền đất yếu được gia cố bằng trụ xi măng đất kiểu tường. 3

**NGUYỄN MẠNH TÙNG, BUI VĂN THOM:** Đặc điểm các đới đập vỡ chứa nước khu vực Đông Bắc tỉnh Lào Cai. 9

**PHẠM TRI THỨC, PHAN HUY ĐÔNG:** Nghiên cứu chế tạo cát nhân tạo từ bùn không độc hại nạo vét trong thành phố Hà Nội - Đặc tính biến dạng. 18

**ĐỖ NGỌC THÁI:** Nghiên cứu ảnh hưởng của sơ đồ bố trí hai đường hầm song song đến giá trị lún mặt đất. 27

**ĐẶNG VĂN KIÊN, NGUYỄN HỮU SÀ, ĐÀO NGỌC HIỆP, VŨ ĐÌNH HÙNG:** Nghiên cứu sử dụng kết cấu chống vùi neo tại các khu vực chịu ảnh hưởng của quá trình khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh. 38

**BUI TRƯỜNG SƠN, HOÀNG QUỐC ĐẠT:** Ảnh hưởng của dung dịch khoan trong thi công cọc khoan nhồi. 49

**NGUYỄN VĂN QUANG, VÕ NHẬT LUÂN, ĐỖ NGỌC THÁI, ĐÀO QUANG HUY:** Giải pháp cho quá trình khởi tạo và chạy thử TBM áp dụng tại dự án Metro line 3 Hà Nội. 57

**NGUYỄN VĂN CÔNG, NGUYỄN VĂN NGÔN:** Nghiên cứu mô hình dự báo độ võng của dầm bê tông cốt thanh GFRP 67

**NGUYỄN HỮU SÀ, ĐẶNG VĂN KIÊN, ĐÀO NGỌC HIỆP, VŨ ĐÌNH HÙNG, TRẦN TUẤN ĐIỆP:** Nghiên cứu sự dịch động của đường lò độ sâu lớn và đề xuất giải pháp chống giữ bằng kết cấu vùi neo. 77

**LƯƠNG THỊ BÍCH, TRẦN NGUYỄN HOÀNG HÙNG:** Phân tích hiệu quả cọc Xi măng - đất gia cố đê đất trong điều kiện mực nước sông rút nhanh. 87

**DEPUTY EDITORS-IN-CHIEF**  
**Ass/Prof.Dr. DOAN THE TUONG**

### **EDITORIAL BOARD**

Ass/Prof.Dr. PHUNG MANH DAC  
Ass/Prof.Dr. HOANG VIET HUNG  
Ass/Prof.Dr. PHAM QUANG HUNG  
Ass/Prof.Dr. NGUYEN BA KE  
Dr. PHUNG DUC LONG  
Prof. NGUYEN CONG MAN  
Ass/Prof.Dr. NGUYEN DUC MANH  
Ass/Prof.Dr. NGUYEN SY NGOC  
Ass/Prof.Dr. VO PHAN  
Ass/Prof.Dr. NGUYEN HUY PHUONG  
Prof.Dr. TRAN THI THANH  
Ass/Prof.Dr. VUONG VAN THANH  
Dr. LE THIET TRUNG  
Prof.Dr. DO NHU TRANG  
Ass/Prof.Dr. TRAN THUONG BINH  
Dr. NGUYEN TRUONG HUY  
Ass/Prof.Dr. DAU VAN NGO  
Ass/Prof.Dr. TA DUC THINH  
Dr. NGUYEN TUAN PHUONG

Printing licence No 1358/GPXB  
dated 8 June 1996 by the Minister of Culture and  
Information  
Published by the Vietnam Geotechnical Institute  
(Vietnam Union of Science and Technology  
Associations)  
Add: 152 Le Duan, Dong Da, Hanoi  
Tel: 024.22141917.  
Email: tapchidkt@yahoo.com.vn;  
viendkt@vusta.vn  
Website: www.vgi-vn.vn  
Copyright deposit: March 2024

## **VIETNAM GEOTECHNIAL JOURNAL**

ISSN - 0868 - 279X  
VOLUME 28  
NUMBER 1 - 2024

### **CONTENTS**

- NGUYEN DUC MANH, HOANG NGOC TIEN, PHAM VIET ANH, BUI VIET DONG, NGUYEN MINH QUY:** Deep mixed shear wall on stability of embankments constructed on soft soil. 3
- NGUYEN MANH TUNG, BUI VAN THOM:** Characteristic of water- carrying fissure limestone zones in northeastern of Lao Cai province. 9
- PHAM TRI THUC, PHAN HUY DONG:** Study on the production of artificial sand from non-hazardous dredged sludge in Hanoi city – Deformation characteristics. 18
- DO NGOC THAI:** Studying the effect of the layout of twin tunnels on the value of ground surface settlement. 27
- DANG VAN KIEN, NGUYEN HUU SA, DAO NGOC HIEP, VU DINH HUNG:** Research on the using rock bolts at tunnels under behaviour underground mining operations in Quangninh coal area. 38
- BUI TRUONG SON, HOANG QUOC DAT:** Impact of Drilling Fluids in Construction of Bored Piles. 49
- NGUYEN VAN QUANG, VO NHAT LUAN, DO NGOC THAI, DAO QUANG HUY:** Solution for the launching and initial drive of TBM applied at hanoi metro line 3 project. 57
- NGUYEN VAN CONG, NGUYEN VAN NGON:** Study on prediction model of deflection of GFRP reinforced concrete beam. 67
- NGUYEN HUU SA, DANG VAN KIEN, DAO NGOC HIEP, VU DINH HUNG, TRAN TUAN DIEP:** Research on the surface movement and deformation of drifts in large depth and proposing solutions using rock bolts structures. 77
- LUONG THI BICH, TRAN NGUYEN HOANG HUNG:** Analysis the effectiveness of soil-cement columns to reinforce earth levees under rapid drawdown condition. 87

# NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG KẾT CẤU CHỐNG VÌ NEO TẠI CÁC KHU VỰC CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH KHAI THÁC THAN HÀM LÒ VÙNG QUẢNG NINH

ĐẶNG VĂN KIÊN\*, NGUYỄN HỮU SÀ\*  
ĐÀO NGỌC HIỆP\*\*, VŨ ĐÌNH HÙNG\*\*

## *Research on the using rock bolts at tunnels under behaviour underground mining operations in Quangninh coal area*

**Abstract:** Nowadays, many underground coal mines in Quang Ninh, Vietnam have been exploiting coal seams below the mining waste dump such as Khe Cham II, Mong Duong, and Mao Khe ...coal company. Many mining waste dumps have reached the height of dumping from 100÷300m, especially up to over 500m. The rock mass pressure due to the weight of the rock mass in the mining waste dump is considered an artificial pressure formed from the process of dumping soil and rock, it will be part of the pressure acting on the furnace lines located tunnels under behaviour underground mining operations. The article presents the current status of using rock bolts at tunnels under behaviour underground mining operations in Quangninh coal area based on the actual conditions of Khe Cham II coal mines. The studies used Phase2 software to create simulation models to study behaviour of the underground tunnels in Quangninh coal area. The objective of this study is to highlight the influence of the rock bolts parameters of tunnels on the tunnels behaviour of the underground tunnels in Quangninh coal area. The simulation results will help the consulting and construction companies to calculate the rock pressure acting on the drifts located Quangninh coal area.

**Keywords:** Mine Pressure; rock support behavior; rock bolts, displacement, yielded zone

## 1. Đặt vấn đề

Công tác khai thác mỏ đã gây ra các tác động lớn đến bề mặt đất do đã lấy đi một phần vật chất từ phần vỏ trái đất, dẫn đến sự thay đổi trạng thái vật chất hoặc trạng thái cấu trúc ban đầu của khối đá và làm mất thế cân bằng của ứng suất nén ban đầu trong địa tầng chứa than. Hậu quả là khối đá tự nhiên rơi vào trạng thái “mất cân bằng” ứng suất và sẽ “tự điều chỉnh” để xác lập trạng thái cân bằng mới, trong đó

trạng thái cân bằng về cơ học có ý nghĩa đặc biệt (Phạm Văn Chung, 2010). Quá trình trên diễn ra dưới dạng phân bố lại trạng thái ứng suất và kéo theo hiện tượng dịch chuyển và biến dạng đất đá có tính chất rất đa dạng, phức tạp và phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố địa chất, khai thác, cơ lý đá... [1], [4], [6÷10].

Trong quá trình biến đổi trên, khối đất đá có thể tiến đến trạng thái ổn định hoàn toàn, hoặc trạng thái mất ổn định ở các mức độ khác nhau. Trạng thái mất ổn định cân bằng ứng suất dịch chuyển không đồng đều sẽ gây ra biến dạng. Khoảng trống của đất đá do than được khấu ra sẽ làm mất thế cân bằng lực nên các lớp đất đá

\* Trường Đại học Mỏ-Địa Chất

\*\* Công ty cổ phần Tư vấn đầu tư mỏ và công nghiệp

Vinacomìn

Email: kienxdn@gmail.com

vách (nóc lò) sẽ uốn võng và sập đổ. Khoảng sập đổ lớn hay nhỏ tùy thuộc vào kích thước khoảng trống khai thác. Sự sập đổ các lớp đất đá vách là hiện tượng dịch chuyển và biến dạng đất đá mở. Hiện tượng này sẽ giảm dần khi đất đá lấp đầy khoảng trống khai thác và đất đá vùng trụ vỉa ổn định hoặc sẽ lan truyền lên phía trên và thậm chí lên tới mặt đất nếu đất đá yếu và độ sâu khai thác không lớn. Hậu quả của sự lan truyền này sẽ gây ra bồn dịch chuyển trên mặt đất hoặc xuất hiện tầng bậc, ảnh hưởng đến các công trình tùy theo cường độ biến dạng và được thể hiện qua các hiện tượng dịch chuyển phá hủy (nén vỡ đá, sạt lở, sập lở...).

Cho đến nay, trong lĩnh vực cơ học đá, khai thác mỏ, đã có nhiều phương pháp được ứng dụng để nghiên cứu dịch chuyển biến dạng đất đá và đã có nhiều kết quả nghiên cứu được công bố trên thế giới. Mô hình nghiên cứu dự báo chiều cao vùng phá hủy, tách lớp đã được các nhà khoa học nghiên cứu, điển hình như là các tác giả (Kratzsch, 1983; Mindlin, 1939). Tuy nhiên ở nước ta, trong lĩnh vực khai thác mỏ vấn đề này vẫn còn ít được chú ý. Từ năm 2011 đến nay đã có một số công trình nghiên cứu dịch chuyển biến dạng bằng mô hình vật liệu tương đương được công bố trong nhiều tài liệu khác nhau (Nguyễn Anh Tuấn và n.n.k, 2011; Nguyễn Anh Tuấn và nnk, 2012; Nguyễn Văn Sỹ và n.n.k, 2012; Nguyễn Tam Sơn, 2012; Trần Trung Anh, 2012). Tuy nhiên, qua các tài liệu đó cho thấy việc nghiên cứu mất nhiều công sức, thực hiện trên mô hình nhỏ, nên hệ số tương đương lớn. Nghiên cứu mang tính lý thuyết, không kể đến các công trình đã công bố của nhóm thực hiện đề tài này, để dự báo lún sụt cũng được một số chuyên gia thực hiện. (Nguyễn Anh Tuấn và n.n.k, 2011) đã sử dụng chương trình Phase<sup>2</sup> phân tích lún sụt và quá trình biến đổi cơ học khi khai thác hỗn hợp hầm

lò, lộ thiên. Trong phạm vi nghiên cứu này, bài báo tiến hành nghiên cứu sử dụng kết cấu chống vỉa neo tại các khu vực chịu ảnh hưởng của quá trình khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh thông qua phần mềm RocScience RS2 - Phase<sup>2</sup>. Để phục vụ nghiên cứu, bài báo đã khảo sát quá trình chống giữ, đánh giá độ ổn định các đường lò dựa trên việc nghiên cứu ảnh hưởng tham số kết cấu chống bằng phương pháp số. Các tham số khảo sát chủ yếu ở phần này là độ dài, khoảng cách neo và dự ứng lực neo, độ dài neo cáp và dự ứng lực neo cáp năm loại tham số chính của kết cấu chống.

## **2. Cơ sở lý thuyết và phương pháp nghiên cứu**

### **2.1. Đặc điểm kết cấu chống giữ của hệ thống đường lò ảnh hưởng bởi quá trình khai thác**

Các đường lò dọc vỉa đá ở mỏ than Khe Chàm III thường có tiết diện sử dụng được thiết kế theo mục đích sử dụng và phù hợp theo sản lượng khai thác từng khu vực. Trên **Hình 1** thể hiện kích thước tiết diện đào của đường lò dọc vỉa đá ở mức -190 vỉa 14.5 và trục dọc đường lò nằm dưới khu bãi thải Bàng Nâu sau khi bị nén lún. Hiện tại các đường lò đào trong than tại khu vực dưới bãi thải chủ yếu được đào bằng phương pháp khoan nổ mìn và chống giữ bằng khung chống thép CBII. Các đường lò khu vực nghiên cứu của vỉa 14.5 gồm các đoạn lò đào qua vỉa than hoặc qua các lớp đá có độ ổn định kém thì sau khi chống tạm bằng khung chống thép tiến hành chống cố định bằng vỏ chống bê tông. Những vị trí đặc biệt trong lò, có thể xuất hiện bùng nền, cũng được chống cố định bằng vỏ chống bê tông cốt thép kết hợp với dầm vòm ngược để chống bùng nền.



a) Đường thượng Vận tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị biến dạng



b) Đường thượng Vận tải 14.5 khu Đông Nam, Khe Chàm III bị lún nóc

Hình 1. Hiện trạng đường lò bị phá hủy dưới bãi thải Bàng Nâu (Đặng Văn Kiên và n.n.k, 2022)

## 2.2. Các kết quả nghiên cứu đạt được và vấn đề nghiên cứu

Các nghiên cứu cũng tiến hành nghiên cứu cho một trường hợp đường lò dọc vỉa đào trong than khu vỉa 14.5 thuộc mỏ than Khe Chàm III. Vị trí đường lò xem xét trong mô hình nằm bên sườn dốc bãi thải - áp lực lệch là trạng thái nguy hiểm với các phương án còn lại đường lò nằm ở trung tâm bãi thải Vùng I. Kết quả mô hình số cho thấy phương án sử dụng khung thép SVP 27, bước chống 0,8 m; Neo CDCT L = 2,4 m (axa = 0,8x0,8 m); Neo Cáp L = 6 m (axa = 1,6x1,6 m) cho chuyển vị nhỏ nhất so với các phương án nghiên cứu khác. Do vậy, phương án

trên được kiến nghị sử dụng để chống giữ các đường lò khu vực vỉa 14.5 đào trong than dưới khu vực bãi thải mỏ Khe Chàm III.

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu dưới các điều kiện chống giữ khác nhau quy luật phá hủy và biến dạng trong khối đá xung quanh đường lò chuẩn bị khu vực bị ảnh hưởng của bãi thải, mỗi nhân tố lựa chọn 4 cấp độ khảo sát, tổng cộng thành lập 15 mô hình các tham số chính trong mô hình thể hiện như trên Bảng 1 và Hình 2. Kết quả khảo sát bài toán bằng mô hình số được thể hiện trên các Hình 3 ÷ Hình 10 và Bảng 2.

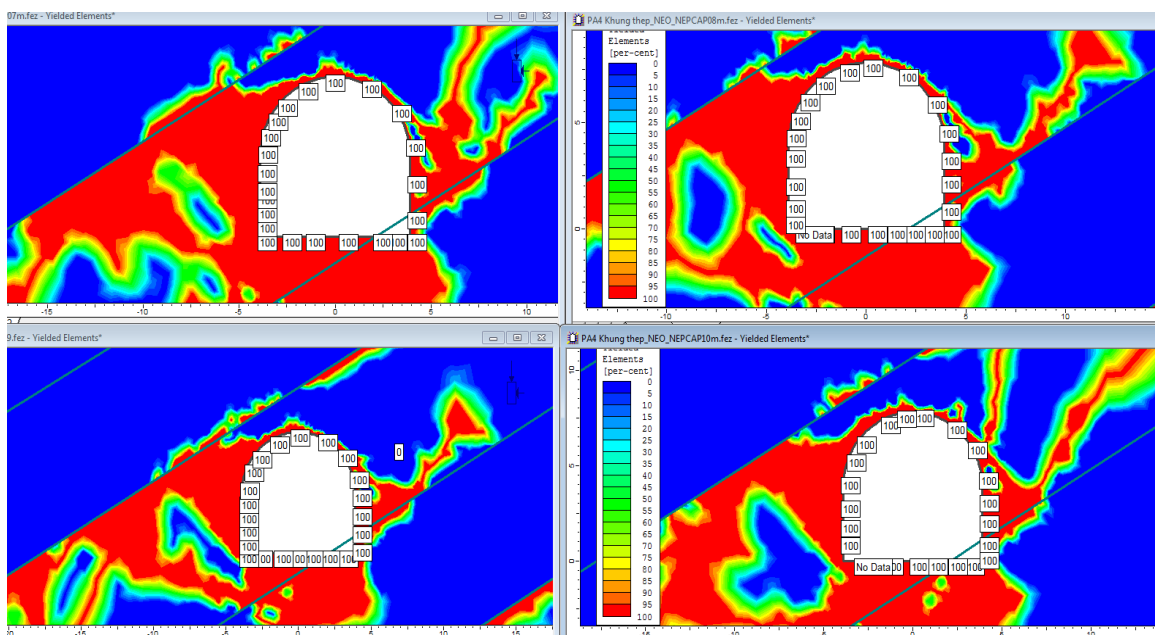
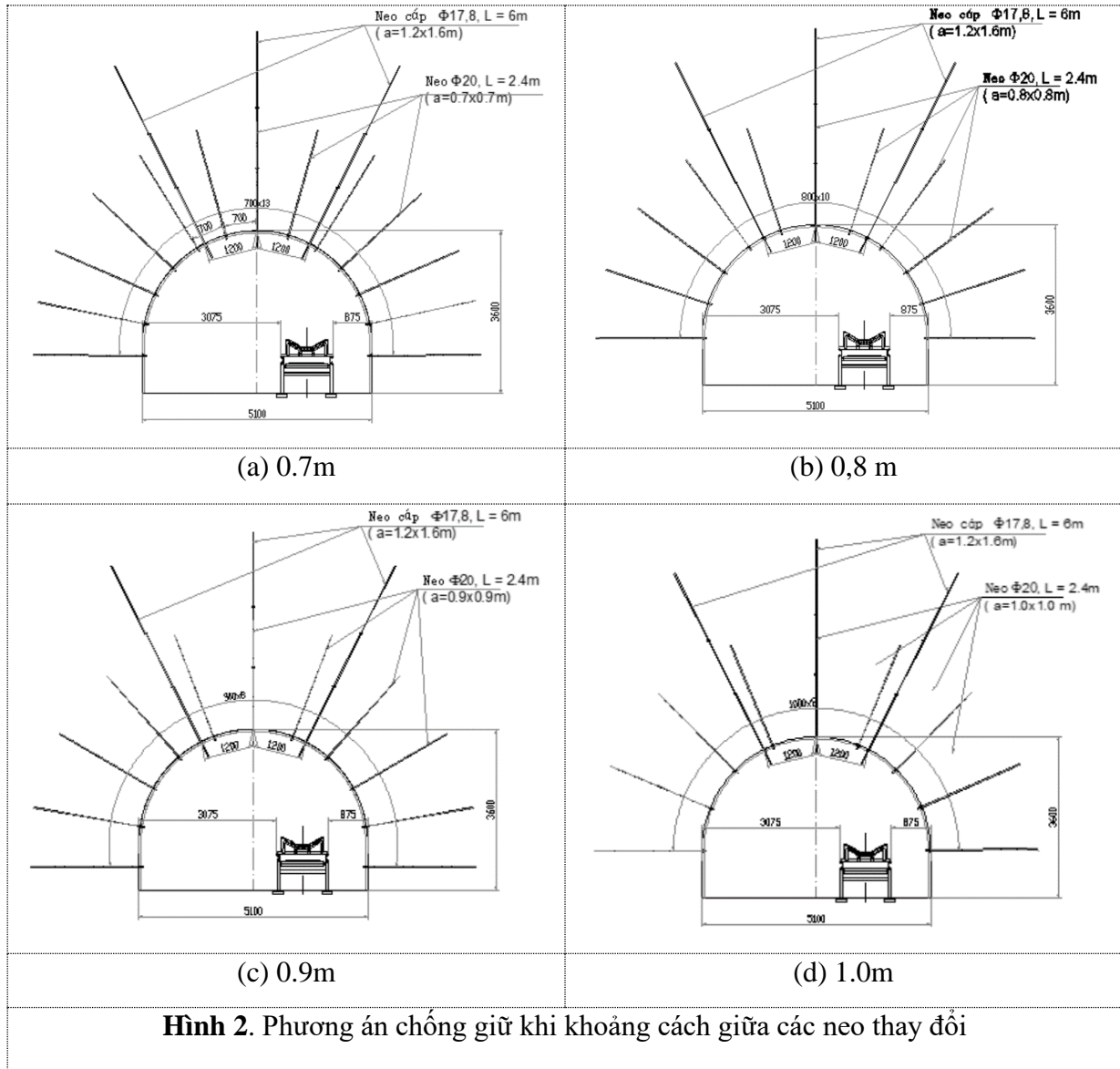
**Bảng 1.** Bảng giá trị tham số của mô hình

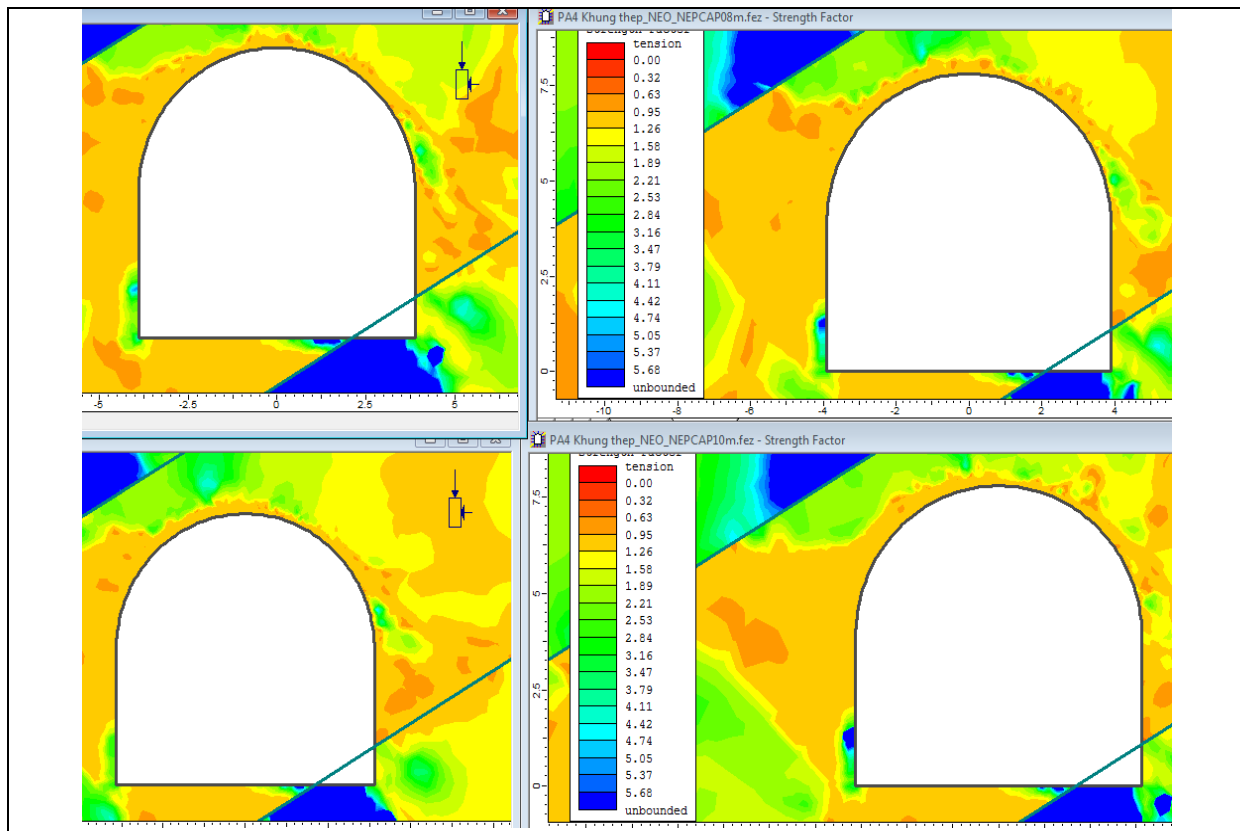
Tham số nghiên cứu			1	2	3	3
Neo CDCT	Chiều dài neo	Chiều dài neo/m	1,5	1,8	2,1	2,4
		Số hiệu mô hình	CDN-1#	CDN-2#	CDN-3#	CDN -4#
	Khoảng cách neo	Khoảng cách neo/m	0.7	0,8	0,9	1.0
		Số hiệu mô hình	KCN-1#	KCN-2#	KCN-3#	KCN -4#
	Dự ứng lực neo	Dự ứng lực/kN	10	15	20	25
		Số hiệu mô hình	DUL-1#	DUL -2#	DUL-3#	DUL -4#
Neo cáp	Chiều dài neo cáp	Chiều dài neo cáp	6	6	6	6
		Số hiệu mô hình	CDC -1#	CDC 2#	CDC-3#	CDC -4#
	Dự ứng lực neo cáp	Dự ứng lực neo cáp/MN	0.2	0.3	0.4	0.5
		Số hiệu mô hình	DUC -1#	DUC 2#	DUC-3#	DUC- 4#

Trong đó khi khoảng cách bố trí neo thay đổi phương án kết cấu chống thể hiện như trên Hình 4.

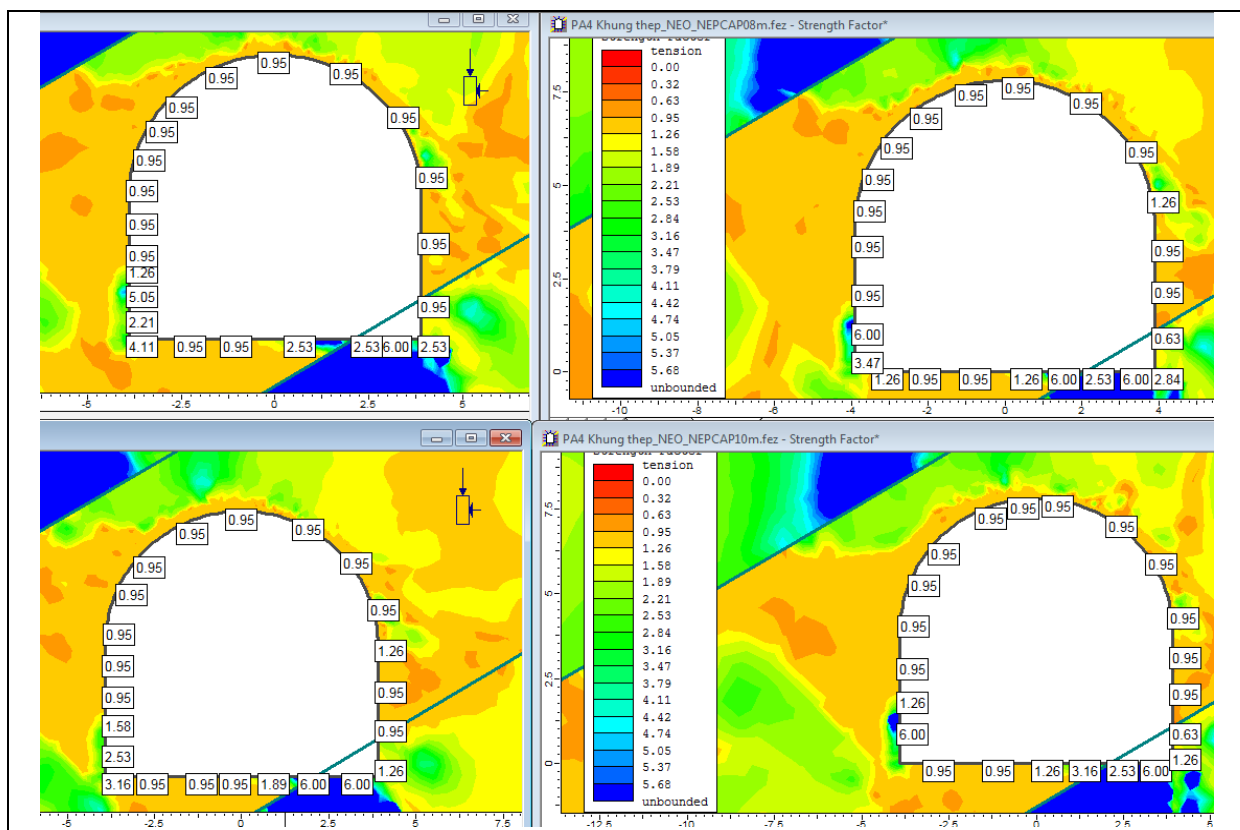


### Khảo sát ảnh hưởng của mật độ neo CDCT

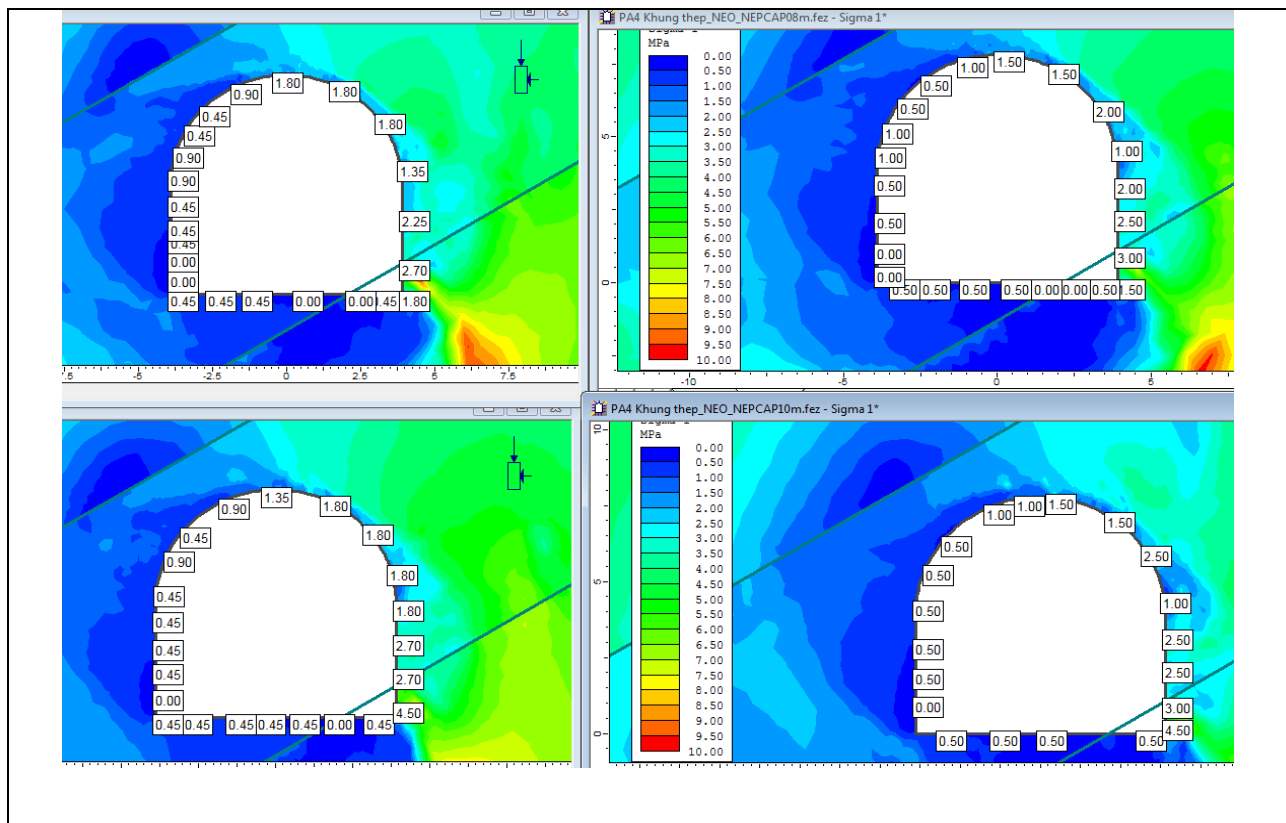




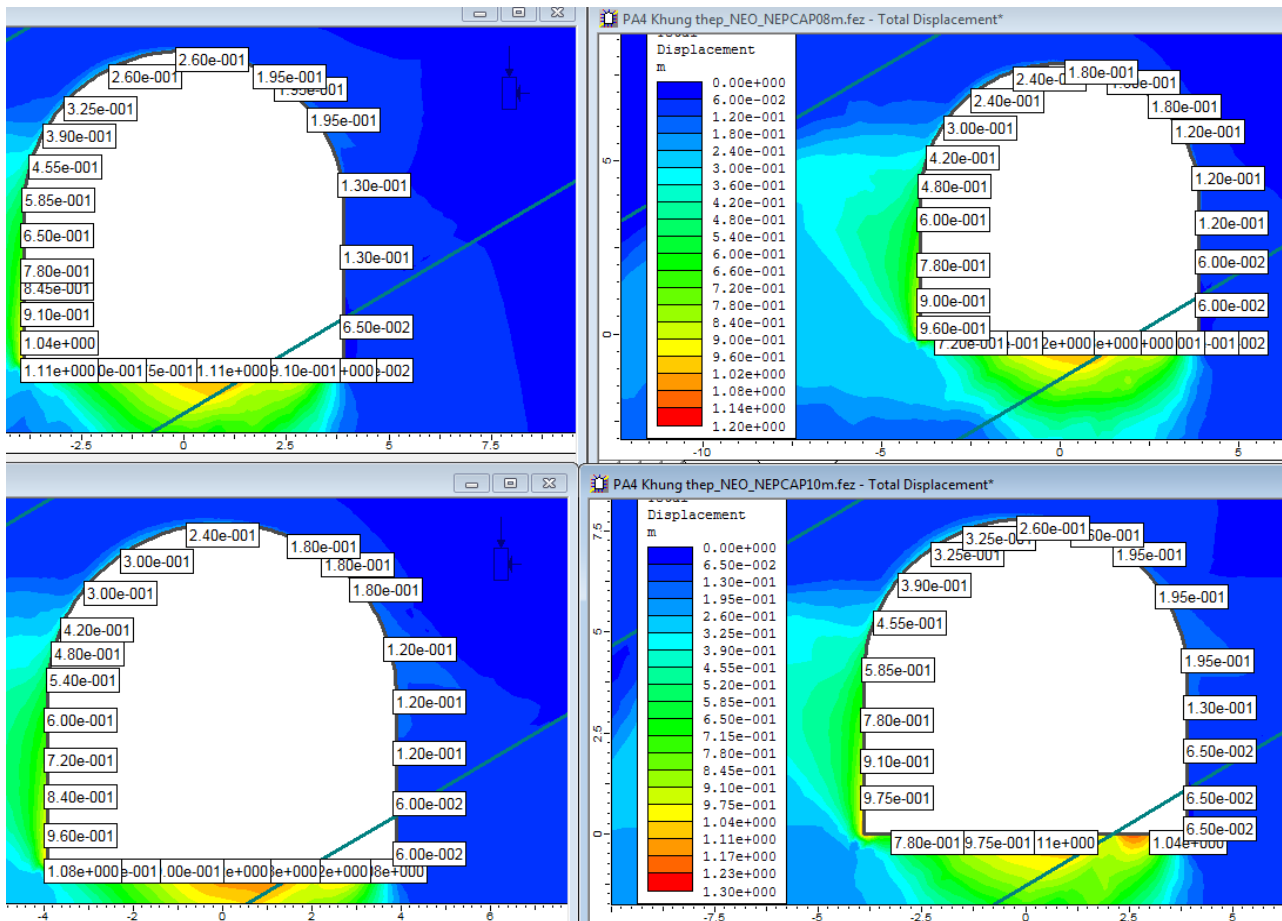
**Hình 4.** Hệ số bền của vùng đất đá xung quanh đường lò khi thay đổi chiều dài neo cáp và mật độ neo CDCT



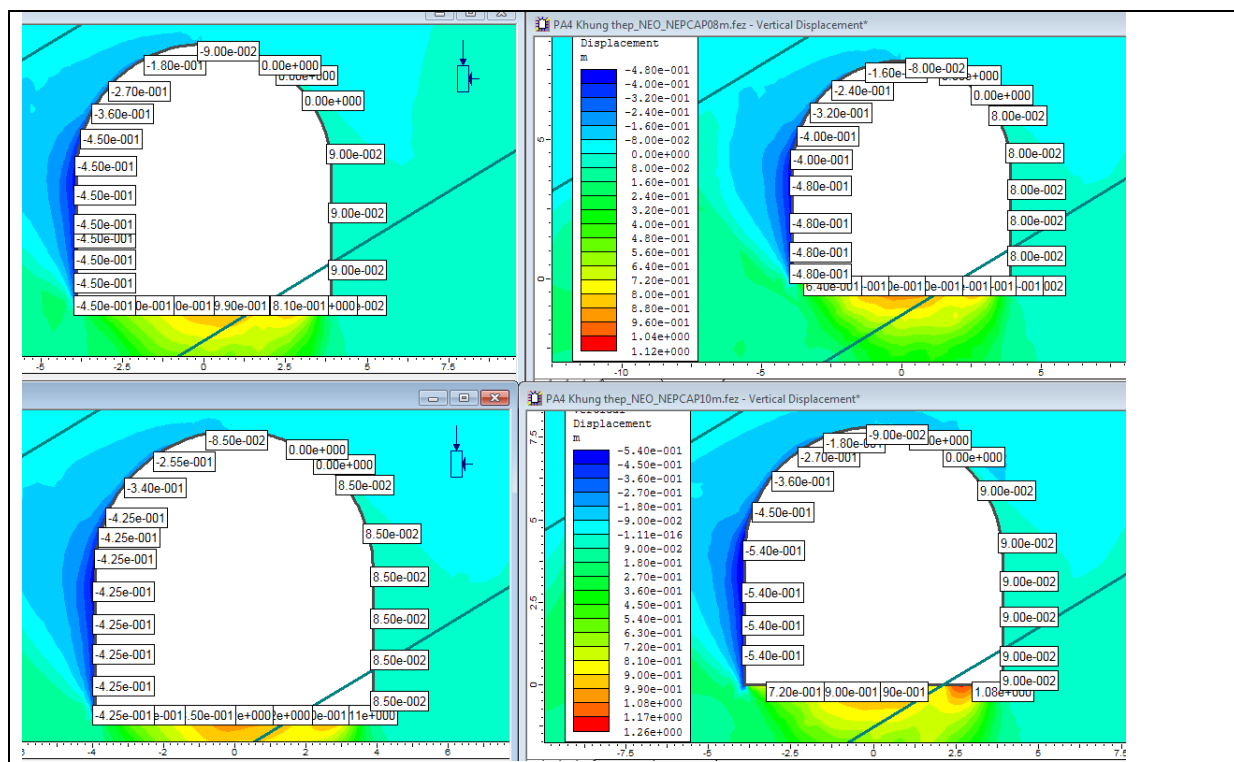
**Hình 5.** Giá trị hệ số bền trên biên lò



**Hình 6.** Giá trị ứng suất chính xung quanh đường lò khi thay đổi chiều dài neo cáp và mật độ neo CDCT







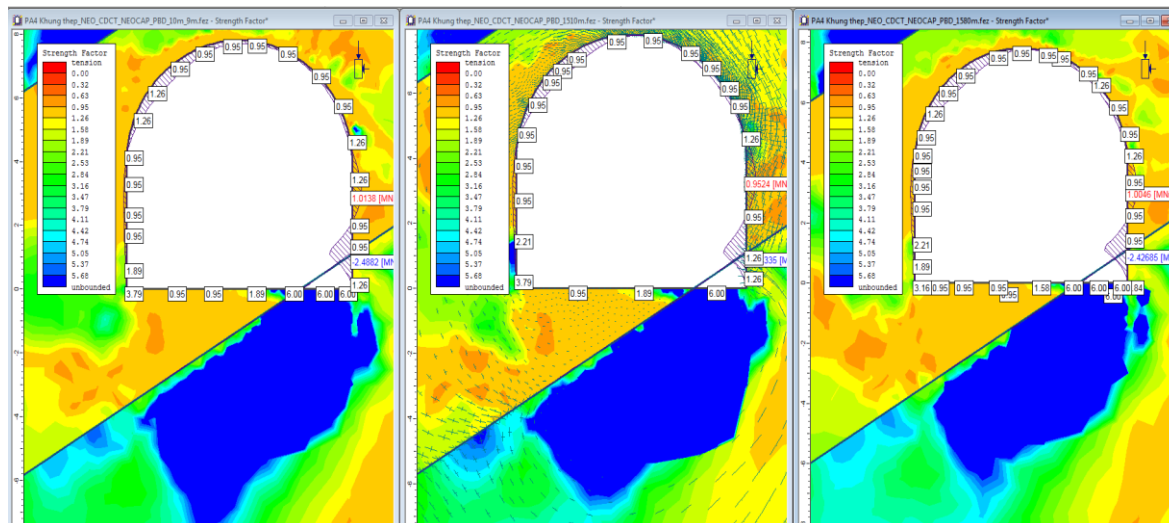
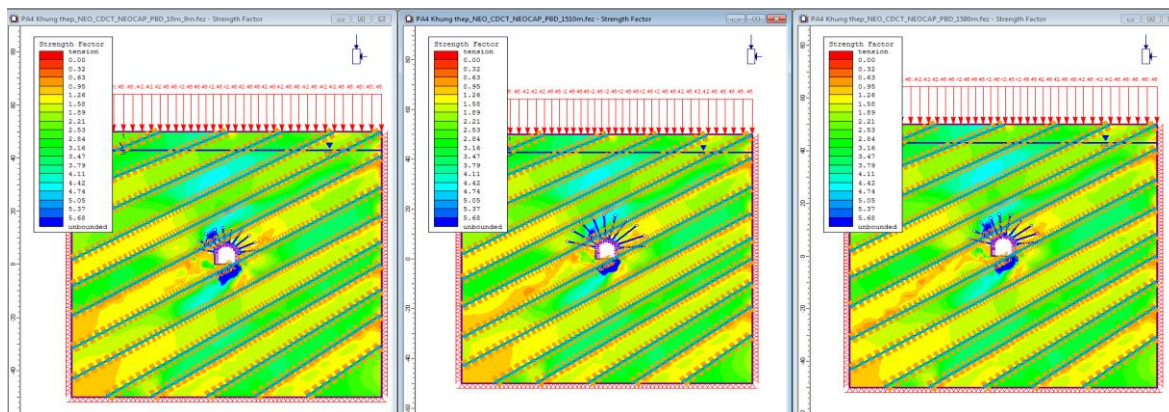
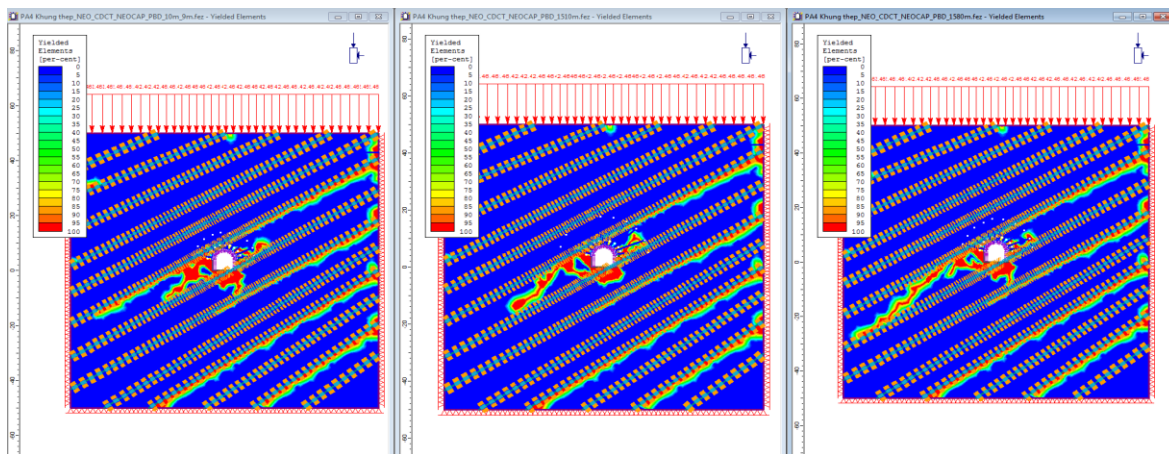
**Hình 7.** Biểu dạng theo phương thẳng đứng xung quanh đường lò khi thay đổi chiều dài neo cáp và mật độ neo CDCT

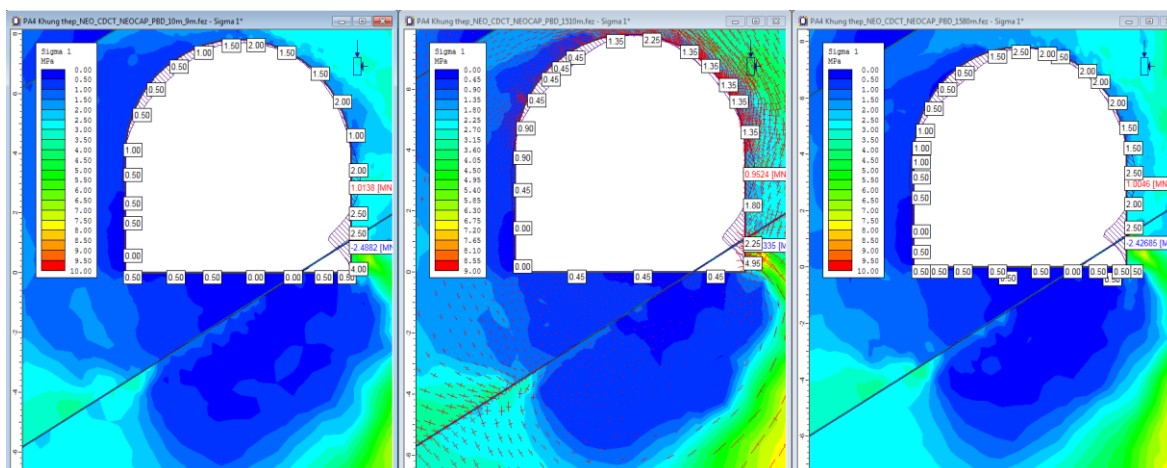
**Bảng 2.** Chuyển vị lớn nhất tại nóc đường lò nằm tại trung tâm bãi thải, tải trọng phân bố đều tại nóc lò

Stt	Các phương án chống lò	Chuyển vị lớn nhất trên biên (mm)
1	PA1: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m(axa =0,7x0,7m), Neo Cáp L =6m	180
2	PA2: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m, (axa =0,8x0,8m), Neo Cáp L =6m	280
3	PA3: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m, (axa =0,9x0,9m), Neo Cáp L =6m	340
4	PA4: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m, (axa =1,0x1,0m), Neo Cáp L =6m	360

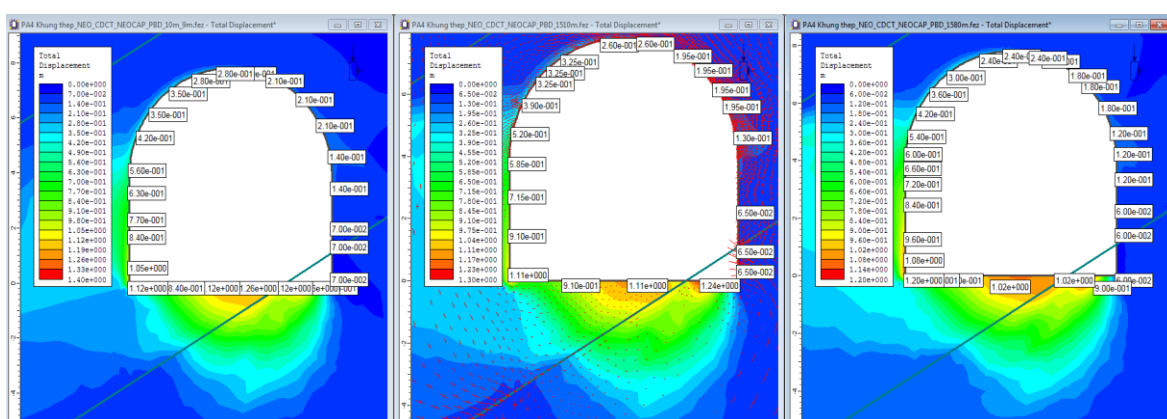
Theo kết quả trên Bảng 2 cho thấy phương án Phương án 3 khi lò chống bằng khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m (axa =0,8x0,8m), Neo Cáp L =6m cho chuyển vị nhỏ trong giới hạn cho phép nên kiến nghị được sử dụng; Ngoài ra để hạn chế chuyển vị hông lò tăng cường 1 số thanh neo cáp.

Trong phần nghiên cứu tiếp theo, nhóm tác giả tiến hành khảo sát ảnh hưởng của chiều dài neo cáp với 3 trường hợp chiều dài neo cáp khác nhau khi: L = 6,0m; L = 8,0; L = 9,0m. Kết quả mô hình thể hiện từ Hình 11 đến Hình 15 và Bảng 3 phía dưới





**Hình 11.** Giá trị ứng suất chính xung quanh đường lò khi thay đổi chiều dài neo cáp và mật độ neo CDCT



**Hình 12.** Tổng biến dạng xung quanh đường lò khi thay đổi chiều dài neo cáp và mật độ neo CDCT

**Bảng 3.** Chuyển vị lớn nhất của đường lò nằm tại trung tâm bãi thải, tải trọng phân bố đều tại nóc lò

Stt	Các phương án chống lò	Chuyển vị lớn nhất trên biên (mm)
1	PA1: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m (axa =0,8x0,8m), Neo Cáp L =6m	280
2	PA2: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m, (axa =0,8x0,8m), Neo Cáp L =8,0m	260
3	PA3: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m,(axa =0,8x0,8m), Neo Cáp L =9m	240

Theo kết quả trên Bảng 2 cho thấy phương án Phương án 3 khi lò chống bằng khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m, Neo Cáp L =9,0m (axa =0,8x0,8m) cho chuyển vị nhỏ nhất là 240mm; trường hợp PA1: Khung thép SVP 27, Neo CDCT L =2,4m(axa =0,8x0,8m), Neo Cáp L =6m cho chuyển vị lớn nhất là 280mm. Do vậy chuyển vị lớn nhất trên biên lò tỉ lệ nghịch với chiều dài neo cáp và giá trị có thể chấp nhận

được khi L =6,0m đồng thời tạo điều kiện thuận lợi cho thi công, giảm chi phí. Ngoài ra, để hạn chế chuyển vị hông lò tăng cường 1 số thanh neo cáp;

### 3. Kết quả và thảo luận

Công tác chống giữ ổn định các đường lò trong mỏ than hầm lò vẫn luôn là một chủ đề nóng đặt ra hiện nay và được nhiều nhà khoa học quan tâm nghiên cứu. Trên cơ sở kinh

nghiệm của nước ngoài và thực tế những tồn tại trong quá trình quy hoạch, thiết kế, thi công chống giữ đường lò nằm trong vùng ảnh hưởng bãi thải lộ thiên trong TKV. Kết quả bài báo cho phép rút ra một số kết luận sau:

- Phương pháp mô phỏng số, với các phần mềm thương mại, tỏ ra là công cụ đắc lực, cho phép xây dựng được các mô hình số có thể chú ý được nhiều yếu tố ảnh hưởng từ các điều kiện địa chất, các tính chất cơ học của các loại đá và khối đá cũng như các điều kiện công nghệ, yếu tố tự nhiên, khi phân tích, dự báo ổn định đường lò; cho phép làm rõ tình huống, các điều kiện có thể dẫn đến mất ổn định đường lò, sự xuất hiện đa dạng và phức tạp của các dạng mất ổn định trong các mối tác động tương quan giữa các yếu tố.

- Kết quả nghiên cứu thu được thông qua việc sử dụng phần mềm Phase2 được xây dựng bằng phương pháp phần tử hữu hạn với việc thay đổi các tham số kết cấu chống, trong các nghiên cứu điển hình là chiều dài, mật độ của neo ngắn CDCT và neo cáp dài cho thấy ảnh hưởng lớn đến ứng xử của đường lò (thông qua các thông số ứng suất, chuyển vị, hệ số an toàn và vùng phá hủy xung quang đường lò ứng với từng trường hợp).

- Tại vùng than Quảng Ninh điều kiện địa chất luôn biến động, thay đổi theo từng khu vực, nên các mô hình số được xây dựng trong đề tài, đúc rút từ kinh nghiệm thi công, từ các kết quả quan trắc, theo dõi trong thi công cho phép dự báo khả năng có thể dẫn đến mất ổn định trong đào lò tại khu vực có ảnh hưởng của khu vực khai thác hầm lò và bề mặt;

- Mặc dù phương pháp mô hình số khá vạn năng, nhưng vẫn có những vấn đề, yêu cầu các dữ liệu đầu vào, điều kiện biên sát với điều kiện thực tế điều kiện địa chất mỏ. Do vậy, việc khảo sát địa chất, đánh giá đầy đủ các tác động của bãi thải đến hệ thống đường lò cho phép dự báo thời gian xuất hiện mất ổn định, liên quan với các mô hình phức tạp về biểu hiện cơ học của đá, khối đá phía dưới bãi thải mỏ.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Nguyễn Quang Phích. Cơ học đá. NXB Xây dựng. Hà Nội- 2008.

[2] Phạm Minh Đức, Nguyễn Văn Phương, Nông Việt Hùng, Trịnh Đăng Hưng, Nghiêm Xuân La, Ngô Văn Định và nnk. Báo cáo đề tài. *Nghiên cứu áp dụng giải pháp kỹ thuật công nghệ để chống giữ các đường lò trong điều kiện áp lực mỏ lớn tại một số mỏ hầm lò Quảng Ninh* -Viện Khoa Học Công nghệ Mỏ. Hà Nội- 2005.

[3] Phạm Minh Đức, Nguyễn Văn Phương và nnk. Báo cáo đề tài “Nghiên cứu các giải pháp tổng hợp nhằm giảm chống xén, nâng cao ổn định đường lò mỏ” Hà Nội -2007.

[4] Nguyễn Quang Phích và nnk. Báo cáo đề tài cấp nhà nước “Nghiên cứu ứng dụng và phát triển mô hình phân tích, dự báo tai biến địa chất, kỹ thuật đối với công trình ngầm, công trình khai thác mỏ ở Việt Nam”. Hà Nội -2015.

[5] Ngô Đức Quyền và nnk. Báo cáo đề tài cấp tập đoàn TKV “Nghiên cứu lựa chọn kết cấu chống hợp lý cho các đường lò thuộc vùng than Quảng Ninh phục vụ công tác tư vấn thiết kế”. Tập đoàn Công nghiệp Than và Khoáng sản. Hà Nội- 2018;

[6] Gale W. J. and Fabianczyk M.W. Design approach to assess coal mine roadway stability and support requirements. Australia 1993 (Phương pháp nghiên cứu, đánh giá sự ổn định đường lò trong mỏ than).

[7] Sicherheit gegen Niederbruch im Untertagebau. Alexander H. Schneider. ETH Zürich, 2002 (An toàn phòng chống sập lò trong quá trình khai thác mỏ);

[8] Paul Avinash et al., Design of Support System and Stability Evaluation for Underground Workings of Gare Palma Coal Mine – A Case Study. Modelling, Measurement and Control C. September 2018.

[9] Методические указания по определению параметров управления горным давлением в типовых горногеологических условиях разработки мощных пологих пластов - ВНИМИ. 1981

(Hướng dẫn xác định các thông số và kiểm soát áp suất đá trong điều kiện khai thác và địa chất điển hình);

[10] Управление горным давлением - Борисов А.А. и др. Москва. 1983 (Quản lý áp lực đá);

[11] Управление состоянием массива горных пород - Голик В.И., Исмаилов Т.Т. Кемерово. 2008 (Quản lý khối đá);