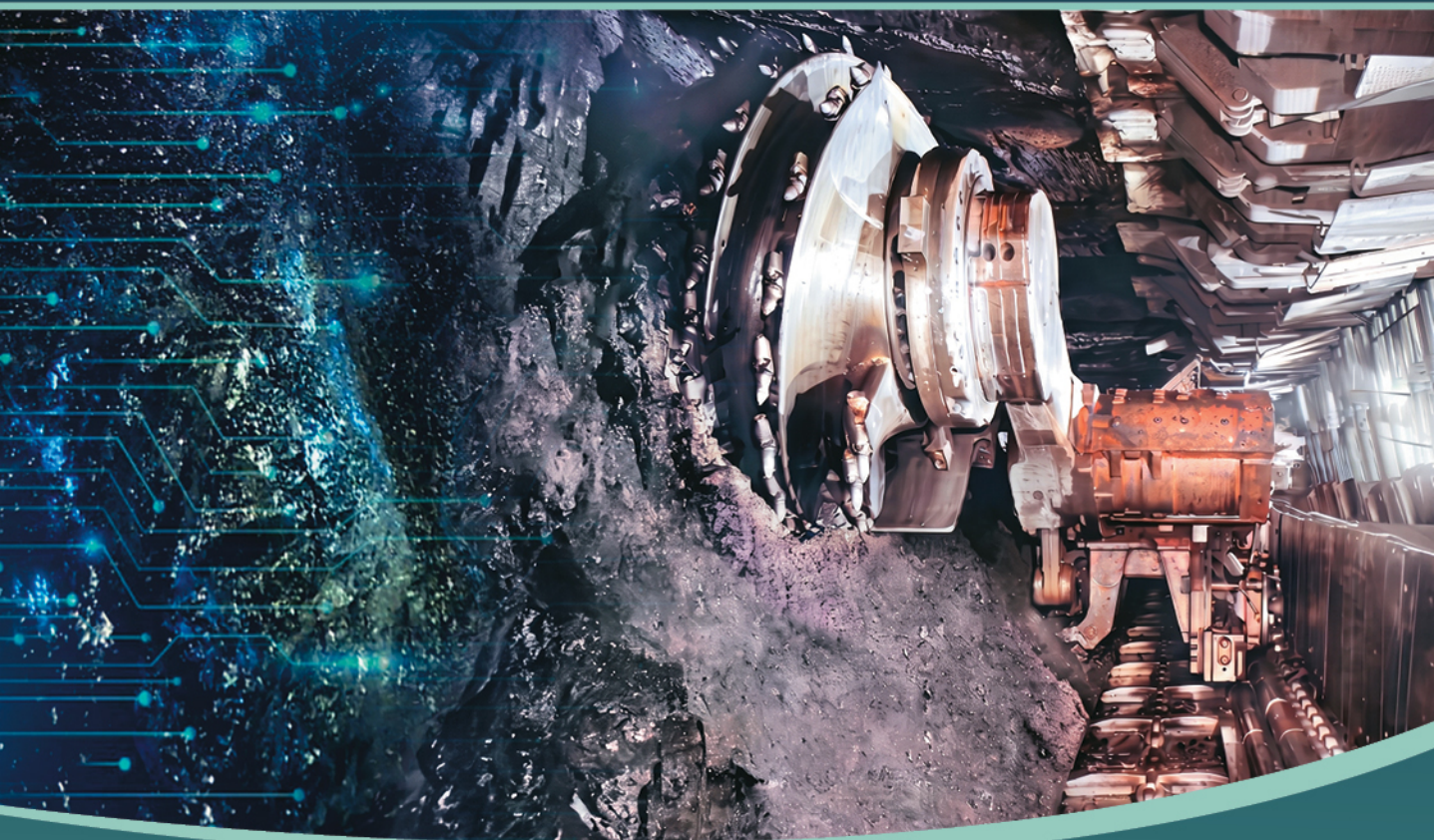




TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA

# PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

## KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ VÀ MÔI TRƯỜNG

Sustainable Development of Mining Science, Technology and Environment



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA

# PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

## KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ VÀ MÔI TRƯỜNG



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN  
2026

## LỜI NÓI ĐẦU

Hội nghị khoa học quốc gia “*Phát triển bền vững khoa học công nghệ Mỏ và Môi trường*” - SDM 2026 được Trường Đại học Mỏ - Địa chất phối hợp với Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam cùng các đối tác tổ chức nhân dịp Kỷ niệm 60 năm thành lập Bộ môn Khai thác hầm lò.

Hội nghị là diễn đàn quan trọng để các nhà khoa học, nhà quản lý, chuyên gia và doanh nghiệp gặp gỡ, trao đổi, chia sẻ kinh nghiệm thực tiễn, công bố các kết quả nghiên cứu mới và đề xuất những giải pháp tiên tiến trong quản lý tài nguyên, khai thác và sử dụng hợp lý khoáng sản, bảo vệ môi trường, hướng tới phát triển bền vững ngành công nghiệp khai khoáng.

Trong quá trình chuẩn bị và tổ chức, Hội nghị đã nhận được sự quan tâm, hưởng ứng tích cực của đông đảo các nhà khoa học, chuyên gia và nhà quản lý trong và ngoài nước. Ban Tổ chức đã tiếp nhận 60 bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực chuyên môn của Hội nghị. Trên cơ sở đánh giá, phân biện nghiêm túc, Ban Biên tập đã lựa chọn được 37 báo cáo có chất lượng để xuất bản trong Tuyển tập báo cáo toàn văn, tập trung vào các chủ đề chính:

- Công nghệ và thiết bị khai thác mỏ;
- An toàn, vệ sinh lao động trong ngành mỏ;
- Môi trường mỏ bền vững và có trách nhiệm;
- Chuyển đổi số và xanh trong lĩnh vực quản lý tài nguyên, khai thác khoáng sản;

Toàn bộ thông tin khoa học về Hội nghị, trong đó có Tuyển tập các báo cáo toàn văn, được công bố và đăng tải trên website chính thức của Hội nghị tại địa chỉ: <https://khaithachamlo.humg.edu.vn/>.

Ban Tổ chức trân trọng cảm ơn Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam với vai trò đơn vị đăng cai, cùng các cơ quan, đơn vị đồng tổ chức đã tích cực phối hợp và góp phần quan trọng vào thành công của Hội nghị. Xin chân thành cảm ơn các nhà khoa học đã gửi tới Hội nghị những công trình nghiên cứu có giá trị; cảm ơn Ban Biên tập, các chuyên gia phân biện và Ban Thư ký đã nỗ lực, trách nhiệm trong suốt quá trình chuẩn bị, biên tập và tổ chức.

Ban Tổ chức rất mong tiếp tục nhận được sự quan tâm, hợp tác và những ý kiến đóng góp quý báu của các cơ quan, tổ chức, nhà khoa học và doanh nghiệp để các kỳ Hội nghị ngày càng nâng cao chất lượng, góp phần thúc đẩy sự phát triển bền vững trong lĩnh vực tài nguyên, khai thác mỏ và môi trường.

**BAN TỔ CHỨC**

BAN TỔ CHỨC

| Họ và tên               | Đơn vị công tác              | Nhiệm vụ       |
|-------------------------|------------------------------|----------------|
| GS.TS. Trần Thanh Hải   | Trường Đại học Mở - Địa chất | Trưởng ban     |
| PGS.TS. Nguyễn Thế Vinh | Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| PGS.TS. Đỗ Ngọc Anh     | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên        |
| PGS.TS. Bùi Mạnh Tùng   | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên        |
| TS. Nguyễn Cao Khải     | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên        |
| TS. Nguyễn Văn Thịnh    | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên        |

BAN KHOA HỌC VÀ BIÊN TẬP

| Họ và tên                 | Đơn vị công tác                       | Nhiệm vụ       |
|---------------------------|---------------------------------------|----------------|
| PGS.TS. Nguyễn Thế Vinh   | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Trưởng ban     |
| PGS.TS. Nguyễn Viết Nghĩa | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Phó Trưởng ban |
| PGS.TS. Bùi Mạnh Tùng     | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Phó Trưởng ban |
| TS. Nguyễn Cao Khải       | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Phó Trưởng ban |
| GS.TS. Võ Trọng Hùng      | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| GS.TSKH. Lê Như Hùng      | Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam | Ủy viên        |
| PGS.TS. Trần Xuân Hà      | Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam | Ủy viên        |
| PGS.TS. Trần Văn Thanh    | Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam | Ủy viên        |
| PGS.TS. Đỗ Mạnh Phong     | Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam | Ủy viên        |
| PGS.TS. Phùng Mạnh Đắc    | Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam | Ủy viên        |
| TS. Lê Văn Thao           | Hội Khoa học và Công nghệ Mở Việt Nam | Ủy viên        |
| PGS.TS. Lê Tiến Dũng      | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| PGS.TS. Phạm Văn Hòa      | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| PGS.TS. Nguyễn Phi Hùng   | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| PGS.TS. Vũ Trung Tiến     | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| PGS.TS. Nguyễn Anh Tuấn   | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| TS. Đỗ Anh Sơn            | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| TS. Nguyễn Văn Thịnh      | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |
| TS. Đào Văn Chi           | Trường Đại học Mở - Địa chất          | Ủy viên        |

| Họ và tên              | Đơn vị công tác              | Nhiệm vụ |
|------------------------|------------------------------|----------|
| TS. Phạm Đức Hưng      | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên  |
| TS. Vũ Thái Tiến Dũng  | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên  |
| TS. Lê Quang Phục      | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên  |
| TS. Nguyễn Văn Quang   | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên  |
| ThS. Phạm Văn Quân     | Viện Khoa học Công nghệ Mở   | Ủy viên  |
| ThS. Nguyễn Hồng Cường | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên  |

**BAN THƯ KÝ**

| Họ và tên                | Đơn vị công tác              | Nhiệm vụ       |
|--------------------------|------------------------------|----------------|
| PGS.TS. Bùi Mạnh Tùng    | Trường Đại học Mở - Địa chất | Trưởng ban     |
| PGS.TS. Lê Tiến Dũng     | Trường Đại học Mở - Địa chất | Phó Trưởng ban |
| TS. Vũ Thái Tiến Dũng    | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên        |
| TS. Nguyễn Văn Quang     | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên        |
| ThS. Đinh Thị Thanh Nhân | Trường Đại học Mở - Địa chất | Ủy viên        |

## MỤC LỤC

|   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |
|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|   | LỜI NÓI ĐẦU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3  |
|   | BỘ MÔN KHAI THÁC HẦM LÒ: 60 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN (1966 - 2026) & 70 NĂM ĐÀO TẠO NGÀNH KHAI THÁC MỎ HẦM LÒ (1956 - 2026)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 12 |
| 1 | ĐỊNH HƯỚNG ĐỔI MỚI VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ KHAI THÁC THAN HẦM LÒ TẠI TKV GIAI ĐOẠN 2026 - 2030<br><br>Vũ Anh Tuấn <sup>1</sup> , Nguyễn Minh Tuyên <sup>1,*</sup><br><sup>1</sup> Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam                                                                                                                                                                                                                                                     | 17 |
| 2 | TÍNH TOÁN THÔNG GIÓ MỎ KHI TỔ CHỨC KHAI THÁC ĐỒNG THỜI 6 LÒ CHỢ CỦA TẦNG -230/-150 CÔNG TY THAN MẠO KHẾ - TKV<br>Nguyễn Cao Khải <sup>1,2,*</sup> , Vũ Thái Tiến Dũng <sup>1,2</sup> , Đinh Thị Thanh Nhân <sup>1,2</sup> , Vũ Đức Nghĩa <sup>1,3</sup><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)<br><sup>3</sup> Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam                   | 29 |
| 3 | ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH NỔ MÌN KHI ĐÀO LÒ ĐẾN ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA ĐƯỜNG LÒ LÂN CẬN: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP MỘT ĐƯỜNG LÒ TẠI CÔNG TY THAN VÀNG DANH<br>Bùi Mạnh Tùng <sup>1</sup> , Ngô Thành Tâm <sup>2</sup> , Trần Trung Thái <sup>3</sup> , Nguyễn Chí Thành <sup>1,*</sup><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh Quảng Ninh<br><sup>3</sup> Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV                                                 | 41 |
| 4 | NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO DỰ BÁO DIỆN TÍCH GƯƠNG LÒ SAU KHI NỔ MÌN TẠI MỘT SỐ ĐƯỜNG LÒ ĐIỂN HÌNH TRONG KHAI THÁC HẦM LÒ KHU VỰC QUẢNG NINH<br>Đỗ Hoàng Hiệp <sup>1,2</sup> , Nguyễn Việt Hùng <sup>3</sup> , Bùi Mạnh Tùng <sup>1</sup> , Nguyễn Chí Thành <sup>1,*</sup><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Công ty 35 - Chi nhánh Tổng Công ty Đông Bắc<br><sup>3</sup> Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp - Vinacomin | 60 |
| 5 | MECHANICAL BEHAVIOR OF CFRP-CONFINED HIGH-WATER MATERIAL UNDER DYNAMIC LOADING<br>Feiyang Feng <sup>1</sup> , Baiyun Yu <sup>1</sup> , Shuling Meng <sup>2</sup> , Hongchao Zhao <sup>3,*</sup><br><sup>1</sup> School of Geology and Mining Engineering, Xinjiang University<br><sup>2</sup> China West Construction Group Co., Ltd.<br><sup>3</sup> State Key Laboratory of Intelligent Construction and Healthy Operation and Maintenance of Deep Underground Engineering          | 70 |
| 6 | NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU NỒNG ĐỘ BỤI TẠI MẶT BẰNG CẢNG KHE DÂY THUỘC CÔNG TY CẢNG - CHI NHÁNH TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC<br>Bùi Thanh Sơn <sup>1</sup> , Bùi Quang Sáng <sup>1</sup> , Nguyễn Văn Thịnh <sup>2,*</sup> , Nguyễn Viết Thắng <sup>2</sup><br><sup>1</sup> Công ty Cảng - Chi nhánh Tổng Công ty Đông Bắc<br><sup>2</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất                                                                                                                 | 80 |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |            |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>7</b>  | <b>CƠ GIỚI HÓA TRONG KHAI THÁC HẦM LÒ TẠI MỎ THAN HÀ LÂM: THỰC TRẠNG VÀ ĐỊNH HƯỚNG CHIẾN LƯỢC PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG GIAI ĐOẠN 2026 - 2030</b><br><b>Nguyễn Hữu Đạt<sup>1</sup>, Vũ Ngọc Thắng<sup>2</sup>, Đinh Trung Kiên<sup>2</sup>, Đỗ Trung Thành<sup>1</sup>, Vũ Bá Trương<sup>1*</sup></b><br><i><sup>1</sup>Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin</i><br><i><sup>2</sup>Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam</i>                                                                                                         | <b>88</b>  |
| <b>8</b>  | <b>NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP PHUN ÉP NƯỚC TĂNG ĐỘ LIÊN KẾT CỦA THAN TẠI CÁC GƯƠNG LÒ ĐÀO QUA VỈA THAN MỀM YẾU, BỎ RỜI TẠI CÔNG TY THAN KHE CHÀM - TKV</b><br><b>Trần Quốc Đoàn<sup>1</sup>, Nguyễn Cao Khải<sup>2,3,*</sup>, Đặng Văn Kiên<sup>2</sup>, Đỗ Trọng Tấn<sup>1</sup></b><br><i><sup>1</sup>Công ty Than Khe Chàm - TKV</i><br><i><sup>2</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất</i><br><i><sup>3</sup>Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)</i>                                           | <b>98</b>  |
| <b>9</b>  | <b>GIẢI PHÁP XÂY DỰNG CÔNG VIÊN TRONG KHU VỰC MỎ THAN NA DƯƠNG, CÔNG TY THAN NA DƯƠNG, TỔNG CÔNG TY CÔNG NGHIỆP MỎ VIỆT BẮC TKV - CTCP</b><br><b>Nguyễn Đăng Hiệp<sup>1</sup>, Nguyễn Cao Khải<sup>2,3,*</sup>, Nguyễn Quốc Tuấn<sup>1</sup></b><br><i><sup>1</sup>Công ty Than Na Dương - VVMI</i><br><i><sup>2</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất</i><br><i><sup>3</sup>Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)</i>                                                                                 | <b>105</b> |
| <b>10</b> | <b>NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH LƯỢNG GIÓ CẦN ĐƯA VÀO MỎ THAN HẦM LÒ TRONG NGÀY KHÔNG LÀM VIỆC</b><br><b>Trần Xuân Hà<sup>1</sup>, Đào Văn Chi<sup>2,*</sup>, Nguyễn Hồng Cường<sup>2</sup></b><br><i><sup>1</sup>Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam</i><br><i><sup>2</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất</i>                                                                                                                                                                                                                  | <b>115</b> |
| <b>11</b> | <b>AN TOÀN TRONG KHAI THÁC THAN HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH: THỰC TRẠNG CÔNG TÁC AN TOÀN VỆ SINH LAO ĐỘNG, CÁC VẤN ĐỀ CỐT LỖI VÀ ĐỊNH HƯỚNG CHIẾN LƯỢC</b><br><b>Phạm Đức Thang<sup>1,*</sup>, Hoàng Hùng Thắng<sup>1</sup>, Nguyễn Ngọc Minh<sup>1</sup>, Lê Quang Phục<sup>2</sup></b><br><i><sup>1</sup>Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh</i><br><i><sup>2</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất</i>                                                                                                                                          | <b>123</b> |
| <b>12</b> | <b>GIẢI PHÁP NÂNG CAO TỐC ĐỘ ĐÀO LÒ TẠI KHU N.V MỎ THAN KHE TAM, CÔNG TY THAN DƯƠNG HUY - TKV</b><br><b>Cao Việt Phương<sup>1</sup>, Nguyễn Thế Cường<sup>1</sup>, Nguyễn Văn Thịnh<sup>2,*</sup></b><br><i><sup>1</sup>Công ty Than Dương Huy - TKV</i><br><i><sup>2</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất</i>                                                                                                                                                                                                                                 | <b>135</b> |
| <b>13</b> | <b>THÀNH LẬP HỘ CHIẾU CHỐNG GIỮ CHO CÁC ĐƯỜNG LÒ DƯỚI KHU VỰC MOONG LỘ THIÊN NÚI BÉO TẠI MỎ THAN HÀ LÂM</b><br><b>Vũ Trung Tiến<sup>1,2,*</sup>, Đào Viết Đoàn<sup>1</sup>, Đỗ Anh Sơn<sup>1</sup></b><br><i><sup>1</sup>Trường Đại học Mở - Địa chất</i><br><i><sup>2</sup>Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)</i>                                                                                                                                                                              | <b>143</b> |
| <b>14</b> | <b>COMPUTER-AIDED DESIGN AND PLANNING METHODOLOGY FOR OPEN-PIT AND UNDERGROUND DIMENSION STONE MINES: EUROPEAN EXPERIENCES AND APPLICABILITY IN VIETNAM</b><br><b>Nguyen Anh Tuan<sup>1,2,*</sup>, Pham Van Viet<sup>1,2</sup>, Pham Van Hoa<sup>1</sup>, Ngo Thanh Tuan<sup>2</sup></b><br><b>Pham Tuan Cuong<sup>1</sup>, Tran Trung Anh<sup>1,2</sup>, Do Anh Son<sup>1</sup></b><br><i><sup>1</sup>Hanoi University of Mining and Geology</i><br><i><sup>2</sup>Research Centre for Mining and Electro-Mechanical Engineering, HUMG</i> | <b>157</b> |

|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>15</b> | TÍNH TOÁN KIỂM ĐỊNH KẾT CẤU TƯỜNG BÊ TÔNG HẦM CHỨA NƯỚC TẠI CÔNG TY CỔ PHẦN THAN MÔNG DƯƠNG - VINACOMIN<br><b>Nguyễn Phi Hùng<sup>1</sup>, Bùi Mạnh Tùng<sup>1</sup>, Phạm Đức Hưng<sup>1</sup>, Trần Trung Thái<sup>2,*</sup></b><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV                                                                                                     | 171 |
| <b>16</b> | MECHANISM OF OVERSIZE BLOCK GENERATION AND BLOCK SIZE CONTROL IN LARGE-SCALE OPEN-PIT COAL MINE BLASTING<br><b>Hongyan Xu<sup>1</sup>, Fei Gao<sup>2</sup>, Hui Chen<sup>2,*</sup></b><br><sup>1</sup> Xuefeng Science and Technology Group, Xinjiang University, Urumqi, 830000, China<br><sup>2</sup> School of Geological and Mining Engineering, Xinjiang University, Urumqi, 830000, China                                        | 179 |
| <b>17</b> | GIẢI PHÁP KỸ THUẬT NÂNG CAO HIỆU QUẢ THU HỒI THAN NÓC TRONG LÒ CHỢ CƠ GIỚI HÓA ĐỒNG BỘ VỈA 7 MỎ THAN HÀ LÂM<br><b>Phạm Đức Hưng<sup>1,*</sup>, Đỗ Anh Sơn<sup>1</sup>, Nguyễn Phi Hùng<sup>1</sup>, Đào Văn Chi<sup>1</sup>, Phạm Văn Quân<sup>2</sup></b><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin                                                                         | 193 |
| <b>18</b> | TỔNG QUAN VỀ HỆ SỐ SỨC CẢN MA SÁT CỦA CÁC LOẠI ĐƯỜNG LÒ TRÊN THẾ GIỚI VÀ VIỆT NAM<br><b>Đào Văn Chi<sup>1</sup>, Phạm Đức Hưng<sup>1,*</sup>, Đỗ Anh Sơn<sup>1</sup><br/>Phạm Tú Phương<sup>2</sup>, Đàm Huy Tài<sup>2</sup>, Nguyễn Minh Đức<sup>3</sup></b><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Công ty Cổ phần Tư vấn đầu tư Mỏ và Công nghiệp - Vinacomin<br><sup>3</sup> Cục Công nghiệp, Bộ Công Thương | 204 |
| <b>19</b> | ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ ÁP DỤNG CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HÓA KHAI THÁC TẠI CÁC MỎ THAN HẦM LÒ THUỘC TKV VÀ ĐỊNH HƯỚNG PHÁT TRIỂN GIAI ĐOẠN 2026 - 2030<br><b>Dương Đức Hải<sup>1,*</sup>, Đào Hồng Quảng<sup>1</sup>, Đỗ Văn Hoàng<sup>1</sup></b><br><sup>1</sup> Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin                                                                                                                                            | 217 |
| <b>20</b> | KẾT QUẢ TƯ VẤN THIẾT KẾ CÁC MỎ THAN HẦM LÒ KHAI THÁC TRONG ĐIỀU KIỆN PHỨC TẠP CỦA TKV<br><b>Phạm Văn Quân<sup>1,2,*</sup>, Đỗ Văn Hoàng<sup>2</sup>, Thân Văn Duy<sup>2</sup></b><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin                                                                                                                                                  | 226 |
| <b>21</b> | MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO DỰ BÁO VẬN TỐC HẠT CỤC ĐẠI PPV TẠI ĐƯỜNG LÒ CHỊU ẢNH HƯỞNG CỦA CÔNG TÁC NỔ MÌN<br><b>Nguyễn Chí Thành<sup>1</sup>, Phạm Quang Nam<sup>2</sup>, Bùi Mạnh Tùng<sup>1,*</sup></b><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Trường Đại học Điện lực                                                                                                                                           | 235 |
| <b>22</b> | GÓC NHÌN VỀ HOÀN THIÊN VĂN HÓA AN TOÀN LAO ĐỘNG TRONG KHAI THÁC THAN HẦM LÒ Ở MỎ THAN VÀNG DANH KHI XUỐNG SÂU<br><b>Lê Quang Phục<sup>1,*</sup>, Phạm Đức Thang<sup>2</sup>, Nguyễn Đăng Hiệp<sup>3</sup></b><br><sup>1</sup> Trường Đại học Mỏ - Địa chất<br><sup>2</sup> Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh<br><sup>3</sup> Công ty Than Na Dương - VVMI                                                                          | 244 |

# THÀNH LẬP HỆ CHIỀU CHỐNG GIỮ CHO CÁC ĐƯỜNG LÒ DƯỚI KHU VỰC MOONG LỘ THIÊN NÚI BÉO TẠI MỎ THAN HÀ LÂM

Vũ Trung Tiến<sup>1,2,\*</sup>, Đào Viết Đoàn<sup>1</sup>, Đỗ Anh Sơn<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Trường Đại học Mỏ - Địa chất

<sup>2</sup>Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)

## TÓM TẮT

Đề bảo vệ và duy trì các đường lò theo đúng chức năng, nhiệm vụ và thời gian phục vụ trong quá trình khai thác mỏ than hầm lò, việc lựa chọn đúng và phù hợp kết cấu chống giữ, cũng như tính toán và thành lập hệ chiều chống giữ cho từng đường lò là rất cần thiết. Khi các đường lò được đào dưới khu vực moong lộ thiên đã kết thúc, sẽ tiềm ẩn nguy cơ mất an toàn liên quan đến áp lực mỏ, cũng như hiện tượng bực nước và bùn lầy có thể xảy ra trong quá trình đào lò và khai thác. Trong bài viết này, nhóm tác giả đã lựa chọn loại vỉ chống, đồng thời xây dựng hệ chiều chống giữ cho đường lò được đào dưới khu vực moong lộ thiên đã kết thúc khai thác nhằm đảm bảo an toàn cho đường lò trong thời gian sử dụng. Để đạt được kết quả nghiên cứu, các tác giả đã sử dụng phương pháp khảo sát hiện trường, thu thập và đánh giá tài liệu, kết hợp phương pháp mô hình số. Thông qua phân tích kết quả mô hình mô phỏng số tính toán nội lực vỉ chống cho các đường lò được đào dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo, các tác giả đã lựa chọn được vỉ chống thép SVP-22 và SVP-33 cho các đường lò một đường xe và hai đường xe, đồng thời lập được hệ chiều chống giữ cho các đường lò tương ứng với các bước chống 0,3 m tại mỏ than Hà Lâm. Kết quả nghiên cứu có thể làm cơ sở cho mỏ than Hà Lâm xem xét, triển khai áp dụng vào thực tế sản xuất, cũng như lập kế hoạch đào lò phục vụ cho khu khai thác phù hợp nhằm đảm bảo an toàn trong quá trình khai thác các vỉa than tại khu vực dưới moong lộ thiên đã kết thúc khai thác. Đồng thời, kết quả nghiên cứu này cũng có thể áp dụng cho các mỏ than khác có điều kiện địa chất tương tự tại vùng than Quảng Ninh.

**Từ khóa:** vỉ chống; hệ chiều chống giữ; đường lò; moong lộ thiên; mỏ than Hà Lâm

## 1. Đặt vấn đề

Trong khai thác mỏ than hầm lò, việc đào các công trình mỏ phục vụ cho việc khai thác các lò chợ phía dưới moong hoặc rìa moong lộ thiên đang khai thác hoặc đã kết thúc khai thác là vấn đề rất khó khăn và phức tạp. Thực tế cho thấy rằng, nếu không có giải pháp kỹ thuật và công nghệ khai thác, cũng như đào chống lò phù hợp để áp dụng cho từng điều kiện cụ thể thì nguy cơ tiềm ẩn về mất an toàn có thể xảy ra trong quá trình khai thác và bảo vệ lò. Một trong những nguy cơ mất an toàn liên quan đến việc khai thác vỉa than, đào đường lò dưới khu vực moong lộ thiên là hiện tượng bực nước và bùn lầy, hiện tượng trượt lở bờ moong lộ thiên do áp lực thay đổi. Hiện nay, tại các mỏ vùng than Quảng Ninh đang dần chuẩn bị và khai thác xuống mức sâu, có một số mỏ đang khai thác ở mức -300, có một số mỏ đang trong quá trình đào lò đến mức -400 hoặc có mỏ sâu hơn. Thông qua khảo sát tại hiện trường các mỏ cho thấy rằng, hầu hết các mỏ khai thác than hầm lò vùng Quảng Ninh đều phải thực hiện chống xén các đường lò chuẩn bị, có mỏ chống xén đường lò hàng năm với khối lượng rất lớn. Trong đó, áp lực mỏ là một trong những yếu tố và nguyên nhân chính làm cho đường lò bị ảnh hưởng dẫn đến nén, lún và phá hủy vỉ chống. Các đường lò được đào và cần bảo vệ dưới khu vực moong lộ thiên, dưới khu vực bãi thải thì áp lực mỏ cũng sẽ tăng và bị ảnh hưởng lớn hơn. Một số mỏ vùng than Quảng Ninh cũng đang thực hiện khai thác và đào lò dưới khu vực moong lộ thiên. Trong đó, mỏ than Hà Lâm là một trong những mỏ hầm lò có điều kiện khai thác dưới khu vực moong lộ thiên đã kết thúc khai thác.

\*Tác giả liên hệ

Email: vutrongtien@humg.edu.vn

Liên quan đến vấn đề nêu trên, nhiều tác giả đã đưa ra giải pháp đào chống các công trình ngầm mỏ (Nguyễn Văn Đức & Võ Trọng Hùng, 1997; Bộ môn Xây dựng Công trình Ngầm và Mỏ, 2020), cũng như các giải pháp và vật liệu chống giữ công trình ngầm mỏ (Đào Viết Đoàn & Tăng Văn Lâm, 2015; Đào Viết Đoàn, 2018). Ngoài ra, hiện nay còn có nhiều phương pháp nghiên cứu, đánh giá, dự báo áp lực mỏ và tìm được các giải pháp phù hợp cho việc đào và chống giữ các đường lò trong những điều kiện địa chất phức tạp, mỏ than sâu cũng như các đường lò nằm dưới khu vực moong lộ thiên. Một số nghiên cứu điển hình dùng phương pháp mô hình số tính toán và dự báo mức độ ảnh hưởng khi đào đường lò đến công trình trên mặt bằng tại mỏ than Hà Lâm (Tien Trung Vu & Doan Viet Dao, 2022), các nghiên cứu dự báo áp lực mỏ lên các đường lò, cũng như lựa chọn kết cấu chống phù hợp cho các đường lò dưới khu vực moong lộ thiên đã được thực hiện tại một số mỏ than Mông Dương, Hà Lâm (Tien Trung Vu & Doan Viet Dao, 2023; 2023; 2026). Các nghiên cứu dùng phương pháp mô hình số mô phỏng tính toán chiều rộng trụ than bảo vệ các đường lò, lựa chọn vị trí phù hợp bố trí các đường lò chuẩn bị trong điều kiện phức tạp, khai thác các vỉa gần nhau đã được thực hiện tại các mỏ than Khe Châm, Thống Nhất, Vàng Danh (Le Quang Phuc & Le Tien Dung, 2024; Le Quang Phuc & Nguyen Khac Linh, 2025; Q. P. Le & T. T. Vu, 2025). Các nghiên cứu về độ ổn định cho các đường lò tại các mỏ than sâu vùng Quảng Ninh (Dang Van Kien, Vo Trong Hung và cộng sự, 2021), mô phỏng số về ảnh hưởng của áp lực mỏ lên các đường lò dưới khu vực bãi thải (Đỗ Xuân Hội, Đặng Văn Kiên, và Đỗ Ngọc Anh, 2022), cũng như nghiên cứu ảnh hưởng của vị trí bố trí đường lò dưới khu vực bãi thải đến kết cấu vì chống tại vùng than Quảng Ninh (Đặng Văn Kiên, Đỗ Ngọc Anh và cộng sự, 2022).

Các nghiên cứu điển hình nêu trên cũng đã đề cập đến áp lực mỏ, kết cấu chống, vị trí bố trí đường lò trong điều kiện dưới moong lộ thiên, dưới khu vực bãi thải, cũng như trong những điều kiện địa chất phức tạp. Tuy nhiên, việc tính toán nội lực trong vì chống trong các đường lò dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm nhằm xây dựng hệ chiếu chống giữ phù hợp chưa được đề cập và nghiên cứu cụ thể. Xuất phát từ bài toán thực tế tại mỏ than Hà Lâm, trong bài báo này, nhóm tác giả đã tiến hành nghiên cứu nhằm xây dựng được hệ chiếu chống giữ cho đường lò dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo đã kết thúc khai thác và đã đổ thải. Phương pháp mô hình số đã được ứng dụng trong nghiên cứu này, trên cơ sở phân tích kết quả mô hình số, nhóm tác giả đã tính toán, xây dựng được hệ chiếu chống giữ cho đường lò một đường xe và đường lò hai đường xe theo tiết diện mẫu của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Kết quả của nghiên cứu này có thể làm cơ sở cho mỏ than Hà Lâm xem xét, lập kế hoạch đào lò cho khu vực khai thác, đồng thời cũng là cơ sở cho mô hình tính toán cho điều kiện các đường lò của các vỉa khác nằm dưới khu vực moong lộ thiên nhằm đảm bảo an toàn trong quá trình khai thác.

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

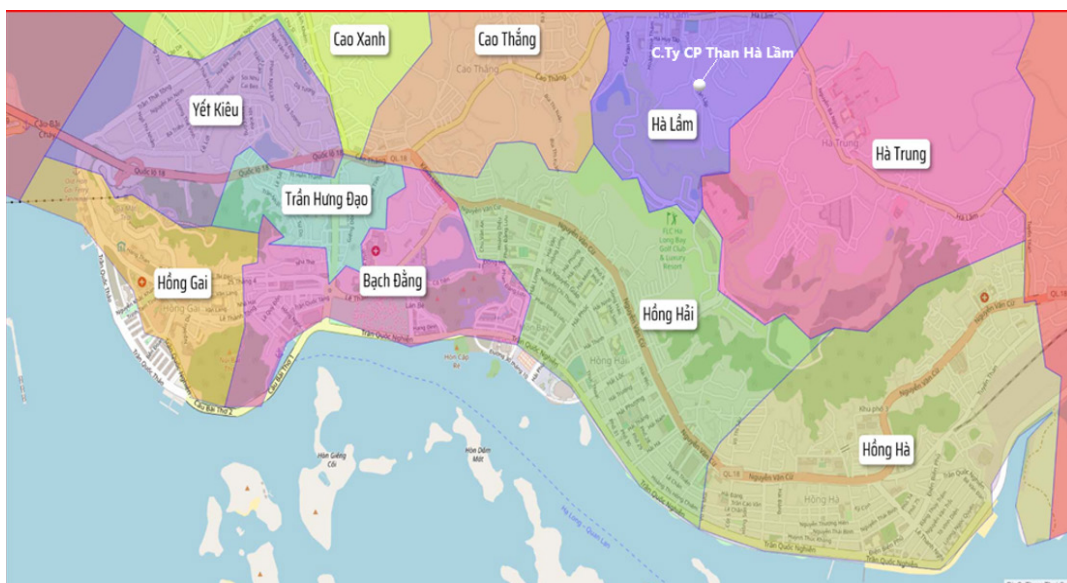
### **2.1. Khu vực nghiên cứu**

Khu mỏ than Hà Lâm thuộc địa bàn phường Hà Lâm, cách trung tâm Hạ Long 7 km về phía Đông - Đông Bắc.

- Phía Bắc giáp mỏ Suối Lại.
- Phía Nam giáp đường 18A.
- Phía Tây giáp mỏ Bình Minh.
- Phía Đông giáp mỏ Núi Béo.

Cơ sở tài liệu thăm dò các giai đoạn trước, kết hợp với hiện trạng thăm dò, khai thác lộ thiên và hầm lò đến 31/12/2008 của mỏ than Hà Lâm, Núi Béo đã xác định: Trong diện tích khu mỏ than Hà Lâm tồn tại 14 vỉa than, gồm các vỉa: 14B, 14(10), 13(9), 11(8), 10(7), 9(6), 8(5), 7(4), 6(3), 5(2), 4(1), 3(1A), 2(B), 1(C). Tên vỉa ở ngoài ngoặc đơn là tên gọi chung còn trong ngoặc là tên gọi cũ. Trong đó có 9 vỉa có giá trị công nghiệp gồm 14(10), 13(9), 11(8), 10(7), 9(6), 7(4), 6(3), 5(2), 4(1). Các vỉa V.14B, 8(5), 3(1A) ít có giá trị công nghiệp nên không tiến hành tổng hợp mỏ tả. Đặc điểm các vỉa than của khu mỏ than Hà Lâm theo thứ tự từ dưới lên như sau:

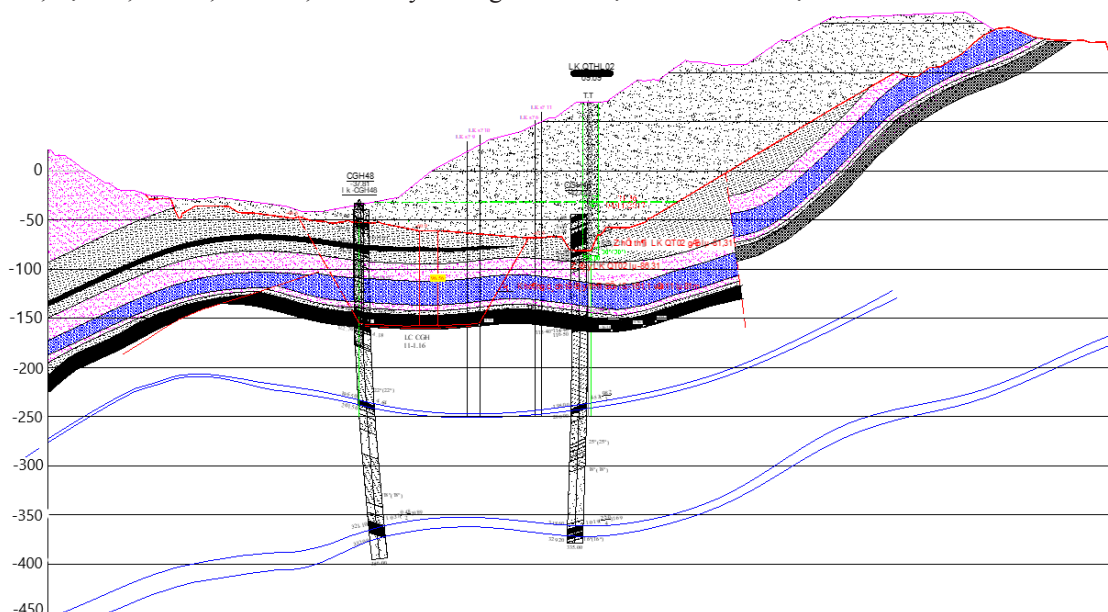
- Vị trí mỏ than Hà Lâm, xem Hình 1:



Hình 1. Vị trí địa lý Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin

- Mặt cắt địa chất điển hình:

Mặt cắt địa chất điển hình thể hiện tại Hình 2 (Công ty Than Hà Lâm, 2017). Từ trên mặt cắt địa chất điển hình tuyến số 40 moong lộ thiên Núi Béo cho thấy rằng, vỉa than số 11 nằm tại mức -150, như vậy vỉa 11 cách mặt đất khoảng từ 120 - 200 m; hay nói cách khác, chiều sâu đường lò khi khai thác vỉa 11 tại đáy moong lộ thiên khoảng 200 m. Bên dưới vỉa 11 là các vỉa 10 và vỉa 7. Trong đó vỉa 10 uốn lượn nằm từ mức -280 đến mặt đất, phần lộ vỉa đã khai thác bằng phương pháp lộ thiên xong và đã đổ thải đến cốt cao +150. Vỉa 7 cũng uốn lượn nằm từ mức -450 đến mặt đất, phần lộ vỉa đã khai thác bằng phương pháp lộ thiên xong và đã đổ thải đến cốt cao +150. Cũng từ mặt cắt địa chất tuyến số 40, chúng ta có thể thấy sự phân bố các lớp đất đá trong tuyến đến mức -450, bao gồm các loại đất đá như: đất đá thải, sạn kết, cát kết, bột kết, sét kết, sét than, than. Đáy moong mỏ than lộ thiên Núi Béo tại mức -54.



Hình 2. Mặt cắt địa chất điển hình moong khai thác lộ thiên Núi Béo

## 2.2. Đặc điểm điều kiện địa chất khu vực nghiên cứu

Các loại đá tham gia vào cột địa tầng khu mỏ gồm: cuội kết, sạn kết, cát kết, sét kết, sét than, và các vỉa than. Các lớp đá nằm xen kẽ nhau tạo thành các nhịp trầm tích tương đối ổn định trong những diện hẹp. Đặc điểm địa chất công trình từng loại đá như sau (Công ty Than Hà Lâm, 2017).

- Cuội kết: Thường có màu xám sáng, chiếm tỷ lệ không đáng kể trong địa tầng, phân bố chủ yếu ở trụ vỉa 3, chiều dày mỏng. Thành phần chủ yếu là các hạt thạch anh, canxit, được gắn kết bằng xi măng silic bền vững, rất rắn chắc.

- Sạn kết: Lớp sạn kết trong diện tích khai thác mỏ than Hà Lâm có mặt hầu hết trong các lỗ khoan thăm dò, có màu xám sáng, xám trắng, chiếm tỷ lệ trung bình 18,09% trong địa tầng, phân bố chủ yếu ở trụ vỉa, chiều dày thay đổi liên tục từ 0,5 m đến vài chục mét. Thành phần chủ yếu là các hạt thạch anh, canxit được gắn kết bằng xi măng silic bền vững, rất rắn chắc.

- Cát kết: Thường có màu xám tro, xám sáng, cấu tạo phân lớp dày, đôi nơi cấu tạo khối, khe nứt phát triển. Chiều dày biến đổi phức tạp từ 0,5 m đến hàng chục mét, cá biệt có những lớp chiều dày đến 25 m duy trì khá liên tục theo cả đường phương và hướng dốc, hạt từ mịn đến thô được gắn kết bằng xi măng silic rất bền vững. Trong các mặt cắt loại đá này chiếm tỷ lệ trung bình 32,18% cột địa tầng.

- Bột kết: Màu xám tro, xám đen chiếm tỷ lệ trung bình 33,00% trong địa tầng, thành phần chủ yếu là các khoáng vật sét và các hạt thạch anh hạt mịn, được gắn kết bằng keo silic rắn chắc và xi măng sét. Cấu tạo phân lớp dày đến phân lớp trung bình. Chiều dày các lớp bột kết biến đổi rất phức tạp từ 0,3 m đến 20 m và thường nằm gần vách trụ các vỉa than.

- Sét kết: Màu xám đen chiếm tỷ lệ khoảng 6,19% trong địa tầng, cấu tạo phân lớp mỏng là chủ yếu. Chiều dày lớp biến đổi 0,3 - 2 m, cục bộ có nơi lên đến 4 m. Các lớp sét kết thường nằm sát vách trụ các vỉa than, thuộc loại đá nửa cứng đến cứng. Trong quá trình khoan thăm dò loại đá này thường bị trương nở làm cho đường kính lỗ khoan bị hẹp lại gây khó khăn cho công tác thi công, đồng thời ở nóc các lò khai thác lớp này thường sập cùng với quá trình lấy than.

- Than antraxit: Màu đen ánh kim chiếm tỷ lệ trung bình 8,59% trong địa tầng, cấu tạo phân lớp mỏng đến vừa, chiều dày lớp biến đổi 0,5 - 2 m, tùy thuộc vào từng vỉa than, có vỉa lên đến vài chục mét. Than antraxit thuộc loại đá nửa cứng đến cứng.

## 2.3. Công tác đào chống lò dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm

- Về các mức khai đào đường lò dưới moong lộ thiên Núi Béo: Các vỉa than khu vực mỏ than Hà Lâm có cấu tạo khá phức tạp, vỉa than có chiều dày lớn, than mềm yếu, nhiều vỉa uốn lượn, thay đổi, nằm xen kẽ các khối đá. Ở các độ sâu khác nhau đều có các vỉa than nên các mức khai đào đường lò nhiều từ những mức bên trên đến mức -300, chính vì vậy cần phải đánh giá áp lực tác dụng lên đường lò tại các mức để lựa chọn kết cấu chống cho phù hợp với mỗi mức;

- Về công tác phá vỡ khối than đá khi đào lò dưới moong lộ thiên Núi Béo: khi khai đào các đường lò chủ yếu sử dụng phương pháp khoan nổ mìn để phá vỡ khối than đá, khi sử dụng phương pháp này sẽ làm cho khối đá xung quanh đường lò bị phá hủy gây gia tăng áp lực khối đá tác dụng lên kết cấu chống lò;

- Về kết cấu chống giữ dưới moong lộ thiên Núi Béo: các đường lò tại rìa moong và dưới moong Núi Béo đều sử dụng loại hình kết cấu chống thép lòng máng với các mã hiệu tương ứng thép SVP-17, SVP-22, SVP-27, SVP-33 hoặc loại tương đương, bước chống trong khoảng từ 0,3 - 0,8 m/vì;

- Về diện tích tiết diện đường lò dưới moong lộ thiên Núi Béo: Diện tích các đường lò khu vực dưới moong Núi Béo bao gồm các đường lò cơ bản và các đường lò chuẩn bị, thường sử dụng các loại diện tích 7 m<sup>2</sup>; 9,6 m<sup>2</sup>; 11 m<sup>2</sup>; 13 m<sup>2</sup>; 16 m<sup>2</sup> và 17,9 m<sup>2</sup>;

- Về hình dạng đường lò dưới moong lộ thiên Núi Béo: các đường lò chủ yếu sử dụng loại hình vòm tường thẳng và loại hình thang;

- Về công tác đào xén mở rộng đường lò tại rìa moong Núi Béo: Tại các mức đã khai thác khi đào lò qua lớp đá mềm yếu như bột kết, sét kết, than chống bằng kết cấu chống thép với bước chống 0,8 m/vì, đường lò thường xuyên bị nén bẹp và phải đào mở rộng, sau khi đào mở rộng đường lò vẫn sử dụng kết cấu chống bằng thép bước chống bằng 0,5 m/vì;

- Về công tác đổ thải: Đất đá đào ra được vận tải đổ thải vào moong lộ thiên Núi Béo, có những vị trí chiều cao bãi thải đã lên đến 300 m, với chiều cao đổ thải lớn như vậy sẽ tạo ra áp lực địa tầng nhân tạo

tác dụng vào các đường lò nằm ở các mức dưới moong lộ thiên. Do đó, khi tính toán áp lực tác dụng lên đường lò cần kể đến áp lực của phần đất đá đổ thải bên trên mặt bằng để lựa chọn loại hình kết cấu chống giữ phù hợp cho các đường lò dưới moong lộ thiên.

Như vậy, có thể thấy rằng, ở các mức khác nhau công tác đào chống lò gần như không thay đổi, đặc biệt là loại hình kết cấu chống và bước chống cũng không khác nhau, điều này không đúng với thực tế là khi khai thác càng xuống sâu thì áp lực tác dụng lên đường lò càng lớn. Đây là một trong những nguyên nhân làm cho các đường lò sau khi đào xong một thời gian ngắn thường bị nén bẹp, bóp méo. Chính vì vậy, cần đánh giá áp lực tác dụng lên đường lò ở các mức khác nhau dưới moong lộ thiên để lựa chọn loại hình kết cấu chống và bước chống cho phù hợp.

#### **2.4. Phương pháp nghiên cứu**

Để nghiên cứu áp lực tác dụng lên đường lò, lựa chọn kết cấu chống giữ cho đường lò đào dưới khu vực moong lộ thiên, các tác giả đã lựa chọn các phương pháp khảo sát hiện trường, phân tích và đánh giá, kết hợp phương pháp ứng dụng mô hình số dùng phần mềm Phase2 để xây dựng mô phỏng. Phase2 là một trong những phần mềm được sử dụng nhiều trong thiết kế các đường lò trong mỏ than hầm lò. Sau đây sẽ giới thiệu sơ bộ về phần mềm Phase2 (Phase2 Model Program Reference Manual, 1998; Trần Tuấn Minh, 2014). Phase2 là chương trình được xây dựng trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn (FEM - Finite Element Method) được áp dụng rộng rãi trong thiết kế các công trình khai thác mỏ. Kết quả sau khi mô phỏng có thể phân tích ứng suất, biến dạng, véc tơ chuyển dịch của đất đá, vùng phá hủy khối đá xung quanh lò chợ, đường lò, đường lò trạm, hố móng, bờ dốc...

Phase2 có thể mô phỏng được các phương pháp khai thác phức tạp như phương pháp khai thác theo hướng dốc, theo đường phương, khai thác theo từng chu kỳ tiến gương lò chợ, thi công chia gương áp dụng cho các đường lò đào trong khối đá yếu, gian máy của các đường lò trạm trong mỏ. Phase2 có khả năng mô phỏng quá trình phá hủy khối đất đá xung quanh lò chợ cũng như ảnh hưởng của công tác khai thác đến sụt lún bề mặt đất.

#### **2.5. Thành lập mô hình mô phỏng**

##### **2.5.1. Kích thước mô hình mô phỏng**

Kích thước mô hình mô phỏng cho bài toán có ý nghĩa rất quan trọng, ảnh hưởng tới độ chính xác của kết quả phân tích. Để xác định kích thước hợp lý của mô hình, nhóm tác giả đã thực hiện một loạt các thử nghiệm trên mô hình số với kích thước khác nhau. Từ đó xác định kích thước mô hình tối thiểu mà vẫn đảm bảo độ chính xác cần thiết. Nói cách khác, chuyển vị và ứng suất tại các điểm gần biên mô hình xấp xỉ với các giá trị tương ứng của trường ứng suất nguyên sinh.

Kích thước của mô hình moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm là mô hình biến dạng phẳng hai chiều được mô phỏng theo kích thước theo mặt cắt ngang thực tế có kích thước chiều rộng là 680 m và chiều cao lớn nhất là 471 m.

##### **2.5.2. Kích thước đường lò khảo sát**

Kích thước đường lò dọc via trong mô hình khảo sát được lựa chọn dựa trên các kích thước tiết diện mẫu điển hình của lò dọc via một đường xe và hai đường xe hiện đang áp dụng tại các đơn vị của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. Đường lò dọc via có biên dạng tường thẳng, vòm bán nguyệt. Dựa vào công dụng của đường lò có thể chia ra đường lò một đường xe và đường lò hai đường xe. Diện tích các đường lò một đường xe có kích thước tiết diện nhỏ hoặc có diện tích trung bình, diện tích tiết diện đào từ 7 - 12 m<sup>2</sup>. Diện tích các đường lò hai đường xe có diện tích tiết diện lớn, diện tích tiết diện đào khoảng 12 - 20 m<sup>2</sup>.

##### **2.5.3. Mô phỏng kết cấu chống**

Hiện nay loại hình kết cấu chống sử dụng chủ yếu cho các đường lò dọc via tại các mỏ hầm lò khu vực Quảng Ninh là vòm thép lòng máng SVP. Tùy thuộc vào điều kiện của từng đường lò mà lựa chọn vòm thép SVP có khả năng mang tải khác nhau. Với đường lò một đường xe khi đào đường lò ở độ sâu nhỏ hơn 300 m thường sử dụng thép SVP-22 còn đối với đường lò hai đường xe thường sử dụng loại thép

SVP-27 hoặc SVP-33. Các thông số về đặc tính của vi thép SVP-22, SVP-27 và SVP-33 sử dụng trong mô hình thể hiện trong Bảng 1.

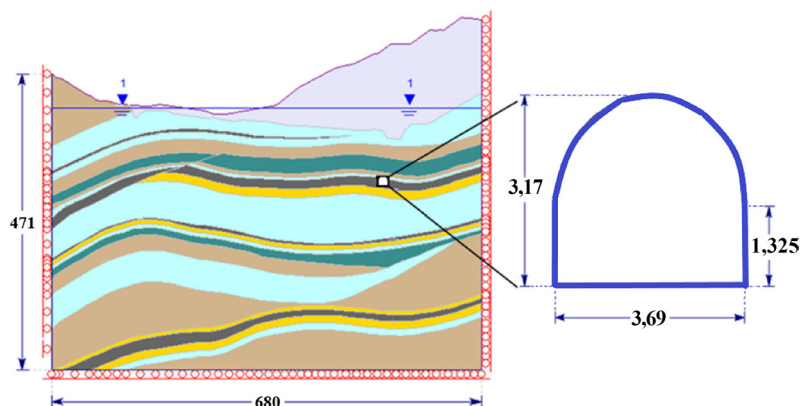
Bảng 1. Các thông số của vi chống thép SVP

| Thông số            | Ký hiệu    | Đơn vị          | SVP-22  | SVP-27 | SVP-33 |
|---------------------|------------|-----------------|---------|--------|--------|
| Chiều cao           | h          | mm              | 110     | 123    | 137    |
| Diện tích tiết diện | S          | cm <sup>2</sup> | 27,91   | 34,37  | 42,54  |
| Mô men chống uốn    | $W_x$      | cm <sup>3</sup> | 74,8    | 100,2  | 138,8  |
| Mô men quán tính    | $I_x$      | cm <sup>4</sup> | 428,6   | 646,1  | 948,3  |
| Mô đun Young        | E          | MPa             | 210,000 |        |        |
| Hệ số Poisson       | $\nu$      | -               | 0,25    |        |        |
| Độ bền nén          | $\sigma_c$ | MPa             | 500     |        |        |
| Độ bền kéo          | $\sigma_t$ | MPa             | 500     |        |        |

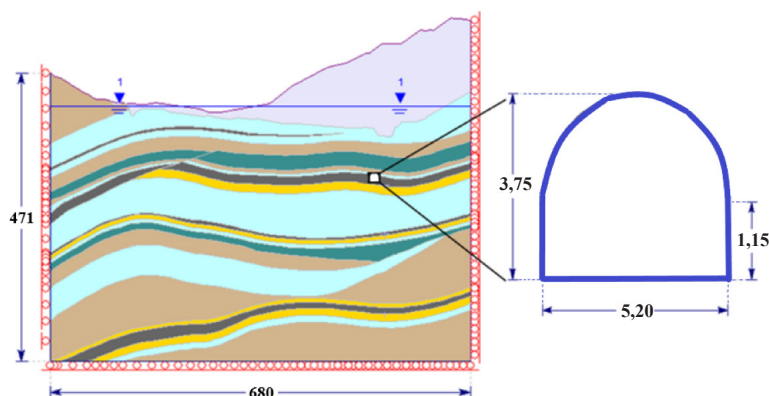
Như vậy, căn cứ vào mặt cắt điển hình qua tuyến 40 moong khai thác lộ thiên Núi Béo tại hình 2, phân tích các thông số vi chống, kích thước tiết diện đường lò theo quy định của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam, mô hình mô phỏng được thành lập cho các đường lò được đào dưới khu vực moong lộ thiên, mức -150, trong vỉa 11 của mỏ than Hà Lầm, cụ thể như sau:

+ Hình 3 mô phỏng kích thước mô hình và vị trí đường lò một đường xe với diện tích 9,6 m<sup>2</sup>, tương ứng chiều rộng 3,69 m, chiều cao 3,17 m, chống giữ bằng vi chống thép SVP-22, bước chống được tính toán, so sánh để lựa chọn là 0,3 m; 0,5 m và 0,7 m.

+ Hình 4 mô phỏng kích thước mô hình và vị trí đường lò hai đường xe với diện tích 17,9 m<sup>2</sup>, tương ứng chiều rộng 5,2 m, chiều cao 3,75 m, chống giữ bằng vi chống thép SVP-33, bước chống được tính toán, so sánh để lựa chọn là 0,3 m; 0,5 m và 0,7 m.



Hình 3. Mô hình mô phỏng kết cấu chống giữ cho đường lò một đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo



Hình 4. Mô hình mô phỏng kết cấu chống giữ cho đường lò hai đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo

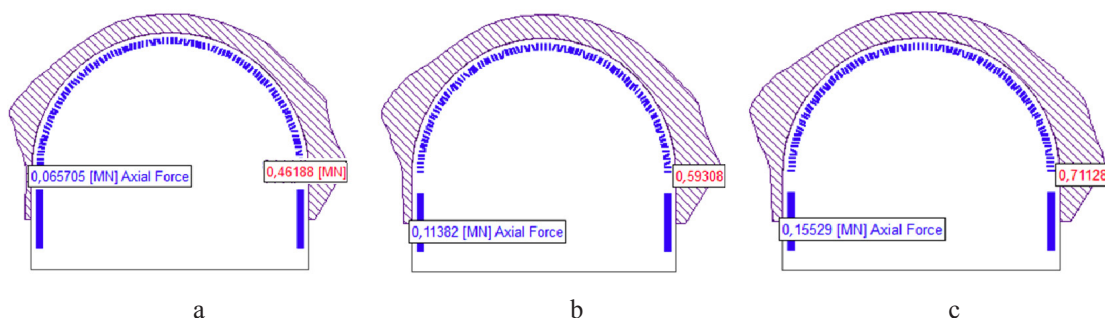
### 3. Kết quả và thảo luận

Từ kết quả mô hình mô phỏng, nhóm tác giả tiến hành phân tích nội lực trong vì chống cho các đường lò một đường xe và đường lò hai đường xe tương ứng với các bước chống 0,3 m; 0,5 m và 0,7 m.

#### 3.1. Nội lực trong vì chống đối với đường lò một đường xe

##### 3.1.1. Lực dọc trong vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe

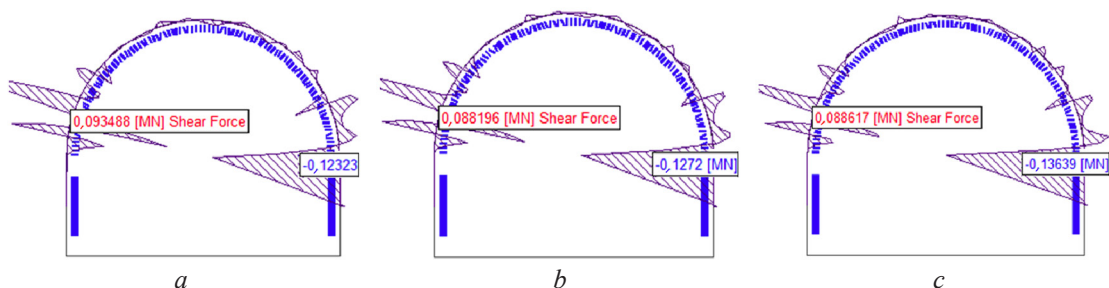
Kết quả phân tích lực dọc (thẳng đứng) trong vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe được thể hiện tại Hình 5. Từ kết quả này cho thấy rằng, khi khoảng cách vì chống bằng 0,3 m, lực dọc lớn nhất tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,46188 MN (Hình 5a), khi khoảng cách vì chống bằng 0,5 m, lực dọc lớn nhất cũng tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,59308 MN (Hình 5b) và khi bước chống bằng 0,7 m, lực dọc lớn nhất đạt giá trị 0,71128 MN (Hình 5c).



Hình 5. Lực dọc trong vì thép SVP-22 cho đường lò một đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm; a - bước chống 0,3 m; b - bước chống 0,5 m; c - bước chống 0,7 m

##### 3.1.2. Lực cắt trong vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe

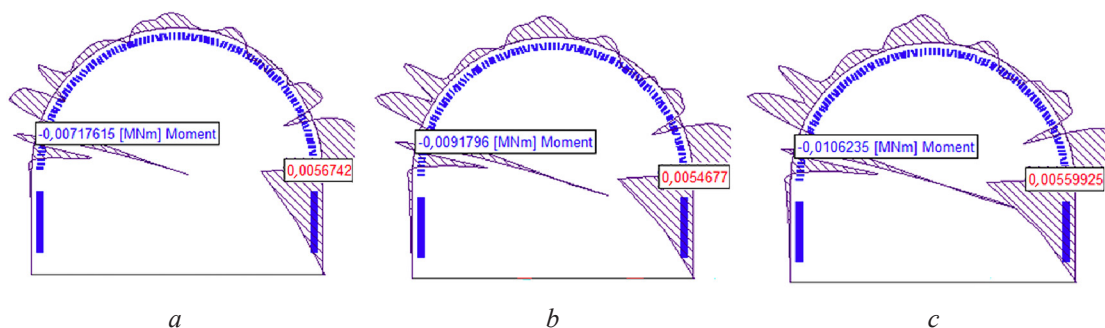
Kết quả phân tích lực cắt trong vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe được thể hiện tại Hình 6. Từ kết quả này cho thấy rằng, khi khoảng cách vì chống bằng 0,3 m, lực cắt lớn nhất tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,1232 MN (Hình 6a), khi khoảng cách vì chống bằng 0,5 m, lực cắt lớn nhất cũng tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,1272 MN (Hình 6b) và khi bước chống bằng 0,7 m, lực cắt lớn nhất đạt giá trị 0,1363 MN (Hình 6c).



Hình 6. Lực cắt trong vì thép SVP-22 cho đường lò một đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm; a - bước chống 0,3 m; b - bước chống 0,5 m; c - bước chống 0,7 m

### 3.1.3. Mô men trong vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe

Kết quả phân tích mô men trong vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe được thể hiện tại Hình 7. Từ kết quả này cho thấy rằng, khi khoảng cách vì chống bằng 0,3 m, mô men lớn nhất tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,00717 MNm (Hình 7a), khi khoảng cách vì chống bằng 0,5 m, mô men lớn nhất cũng tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,00917 MNm (Hình 7b) và khi bước chống bằng 0,7 m, mô men lớn nhất đạt giá trị 0,01062 MNm (Hình 7c).

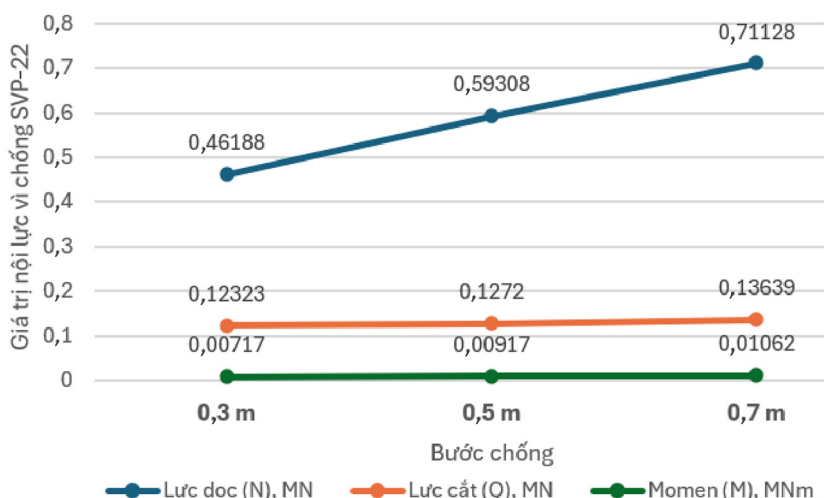


Hình 7. Mô men trong vì thép SVP-22 cho đường lò một đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm; a - bước chống 0,3 m; b - bước chống 0,5 m; c - bước chống 0,7 m

Như vậy, từ kết quả phân tích nội lực trong vì chống SVP-22 tại Hình 5, 6 và 7, ta có thể tổng hợp được giá trị nội lực lớn nhất trong vì thép đó cho đường lò một đường xe dưới khu vực moong lộ thiên được trình bày tại Bảng 2. Trên cơ sở các giá trị tại Bảng 2, biểu đồ giá trị nội lực lớn nhất trong vì thép SVP-22 được xây dựng như Hình 8. Phân tích kết quả từ Bảng 2 và Hình 8 cho thấy rằng, giá trị nội lực trong kết cấu chống (lực dọc, lực cắt và mô men) tăng tỷ lệ thuận với khoảng cách tăng của bước chống của vì thép; hay nói cách khác, khi tăng bước chống của vì SVP-22, áp lực khối đá tác dụng lên kết cấu chống tăng, từ đó làm tăng nội lực trong kết cấu chống. Các vị trí xuất hiện nội lực lớn nhất thường nằm ở phía tường (chân vòm) do kết cấu chống phải chịu áp lực lệch từ áp lực moong bãi thải và điều kiện thể nằm của vỉa.

Bảng 2. Tổng giá trị nội lực lớn nhất trong vì thép SVP-22 cho đường lò một đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm

| Bước chống      | 0,3 m      | 0,5 m     | 0,7 m     |
|-----------------|------------|-----------|-----------|
| Lực dọc (N), MN | 0,46188    | 0,59308   | 0,71128   |
| Lực cắt (Q), MN | 0,12323    | 0,1272    | 0,13639   |
| Mô men (M), MNm | 0,00717615 | 0,0091796 | 0,0106235 |

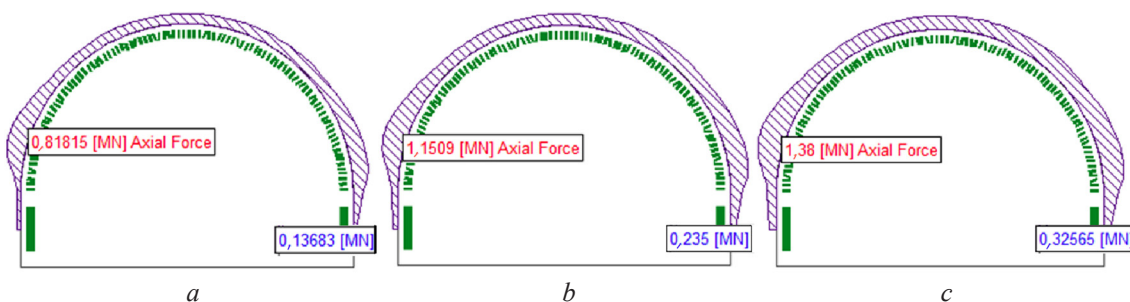


Hình 8. Biểu đồ giá trị nội lực vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe

### 3.2. Nội lực trong vì chống đối với đường lò hai đường xe

#### 3.2.1. Lực dọc trong vì chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe

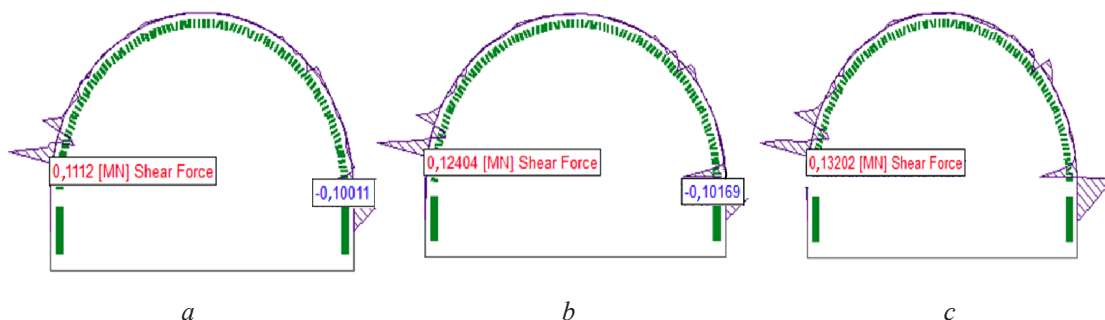
Kết quả phân tích lực dọc (thẳng đứng) trong vì chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe được thể hiện tại Hình 9. Từ kết quả này cho thấy rằng, khi khoảng cách vì chống bằng 0,3 m, lực dọc lớn nhất tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,81815 MN (Hình 9a), khi khoảng cách vì chống bằng 0,5 m, lực dọc lớn nhất cũng tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 1,1509 MN (Hình 9b) và khi bước chống bằng 0,7 m, lực dọc lớn nhất đạt giá trị 1,38 MN (Hình 9c).



Hình 9. Lực dọc (thẳng đứng) trong vì thép SVP-33 cho đường lò hai đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm; a - bước chống 0,3 m; b - bước chống 0,5 m; c - bước chống 0,7 m

#### 3.2.2. Lực cắt trong vì chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe

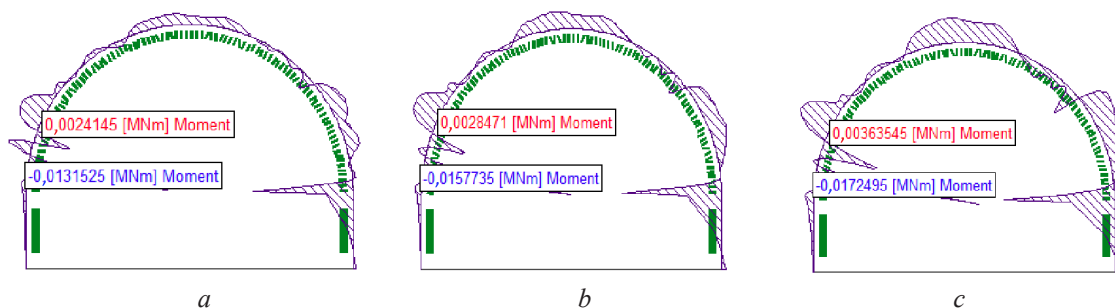
Kết quả phân tích lực cắt trong vì chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe được thể hiện tại Hình 10. Từ kết quả này cho thấy rằng, khi khoảng cách vì chống bằng 0,3 m, lực cắt lớn nhất tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,1112 MN (Hình 10a), khi khoảng cách vì chống bằng 0,5 m, lực cắt lớn nhất cũng tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,12404 MN (Hình 10b) và khi bước chống bằng 0,7 m, lực cắt lớn nhất đạt giá trị 0,13202 MN (Hình 10c).



Hình 10. Lực cắt trong vì thép SVP-33 cho đường lò hai đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm; a - bước chống 0,3 m; b - bước chống 0,5 m; c - bước chống 0,7 m

### 3.2.3. Mô men trong vì chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe

Kết quả phân tích mô men trong vì chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe được thể hiện tại Hình 11. Từ kết quả này cho thấy rằng, khi khoảng cách vì chống bằng 0,3 m, mô men lớn nhất tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,01315 MNm (Hình 11a), khi khoảng cách vì chống bằng 0,5 m, mô men lớn nhất cũng tập trung tại chân vòm và đạt giá trị 0,01577 MNm (Hình 11b) và khi bước chống bằng 0,7 m, mô men lớn nhất đạt giá trị 0,01724 MNm (Hình 11c).

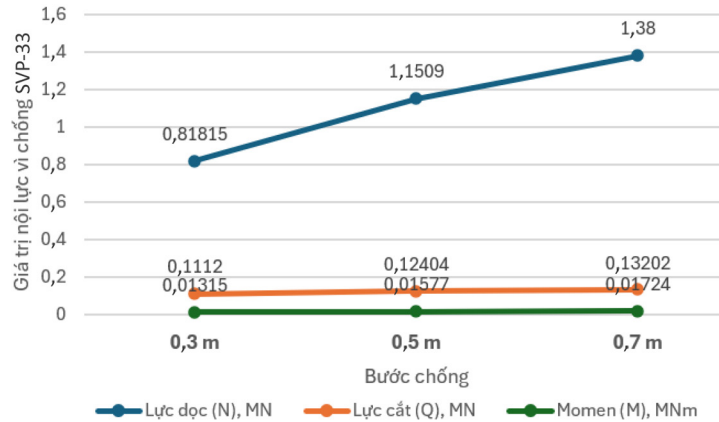


Hình 11. Mô men trong vì thép SVP-33 cho đường lò hai đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm; a - bước chống 0,3 m; b - bước chống 0,5 m; c - bước chống 0,7 m

Như vậy, từ kết quả phân tích nội lực trong vì chống SVP-33 tại Hình 9, 10 và 11, ta có thể tổng hợp được giá trị nội lực lớn nhất trong vì thép đó cho đường lò hai đường xe dưới khu vực moong lộ thiên được trình bày tại Bảng 3. Trên cơ sở các giá trị tại Bảng 3, biểu đồ giá trị nội lực lớn nhất trong vì thép SVP-33 được xây dựng như Hình 12. Phân tích kết quả từ Bảng 3 và Hình 12 cho thấy rằng, giá trị nội lực trong kết cấu chống (lực dọc, lực cắt và mô men) đều cũng tăng tỷ lệ thuận với khoảng cách tăng của bước chống của vì thép hay nói cách khác, khi tăng bước chống của vì SVP-33, áp lực khối đá tác dụng lên kết cấu chống cũng tăng, từ đó làm tăng nội lực trong kết cấu chống. Các vị trí xuất hiện nội lực lớn nhất thường nằm ở phía tường (chân vòm) do kết cấu chống phải chịu áp lực lệch từ áp lực moong bãi thải và điều kiện thể nằm của vĩa.

Bảng 3. Giá trị nội lực lớn nhất trong vì thép SVP-33 cho đường lò hai đường xe dưới moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm

| Bước chống      | 0,3 m     | 0,5 m     | 0,7 m     |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|
| Lực dọc (N), MN | 0,81815   | 1,1509    | 1,38      |
| Lực cắt (Q), MN | 0,1112    | 0,12404   | 0,13202   |
| Mô men (M), MNm | 0,0131525 | 0,0157735 | 0,0172495 |



Hình 12. Biểu đồ giá trị nội lực và chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe

### 3.3. Kiểm tra, tính toán đánh giá độ bền và chịu lực cho vi chống

Để tính toán và kiểm tra khả năng chịu lực của vi chống, trước hết tính toán ứng suất trong kết cấu vi chống  $\sigma_{\max}$  và hệ số an toàn K được tính theo các công thức (1) và (2) như sau (Yun, L và cộng sự, 2005):

$$|\sigma_{\max}| = \left| \frac{N}{F} + \frac{M_{\max}}{W_x} \right| \quad (1)$$

Trong đó:

$\sigma_{\max}$ : Ứng suất trong kết cấu tại điểm có mô men lớn nhất;

N: Lực dọc trong kết cấu tại điểm mô men lớn nhất, MN;

$M_{\max}$ : Mô men lớn nhất trong kết cấu, MNm;

F: Diện tích mặt cắt ngang của kết cấu thép, m<sup>2</sup>. Đối với chống SVP-22, F = 0,002791 m<sup>2</sup>; đối với vi chống SVP-33, F = 0,00425 m<sup>2</sup>;

$W_x$ : Mô men chống uốn của kết cấu, m<sup>3</sup>.

Hệ số an toàn K được tính theo công thức sau:

$$K = |\sigma_{\max}| / [\sigma] \quad (2)$$

Trong đó:

$[\sigma]$ : Độ bền chịu uốn của thép, MPa. Đối với thép hợp kim thấp, có độ dày từ 100 - 120 mm,  $[\sigma] = 275$  MPa.

Thay các thông số và kết quả tính toán nội lực tương ứng của vi thép SVP-22, SVP-33 từ Bảng 1, Bảng 2 và Bảng 3 vào các công thức (1) và (2) nêu trên, ta có thể tính toán được ứng suất  $\sigma_{\max}$  trong kết cấu vi chống và hệ số an toàn K được trình bày tại Bảng 4.

Bảng 4. Kết quả kiểm tra độ bền và ứng suất của vòm thép SVP-22 và SVP-33

| Diện tích đường lò (m <sup>2</sup> ) | Bước chống (m) | Loại vi chống | N (MN) | $M_{\max}$ (MNm) | $\sigma_{\max}$ (MPa) | K    |
|--------------------------------------|----------------|---------------|--------|------------------|-----------------------|------|
| 9,6 (một đường xe)                   | 0,3            | SVP-22        | 0,4618 | 0,00717          | 165,46                | 1,66 |
|                                      | 0,5            |               | 0,593  | 0,00917          | 212,47                | 1,29 |
|                                      | 0,7            |               | 0,7112 | 0,01062          | 254,82                | 1,08 |
| 17,9 (hai đường xe)                  | 0,3            | SVP-33        | 0,8181 | 0,01315          | 192,49                | 1,43 |
|                                      | 0,5            |               | 1,1509 | 0,01577          | 270,80                | 1,02 |
|                                      | 0,7            |               | 1,38   | 0,01724          | 324,71                | 0,85 |

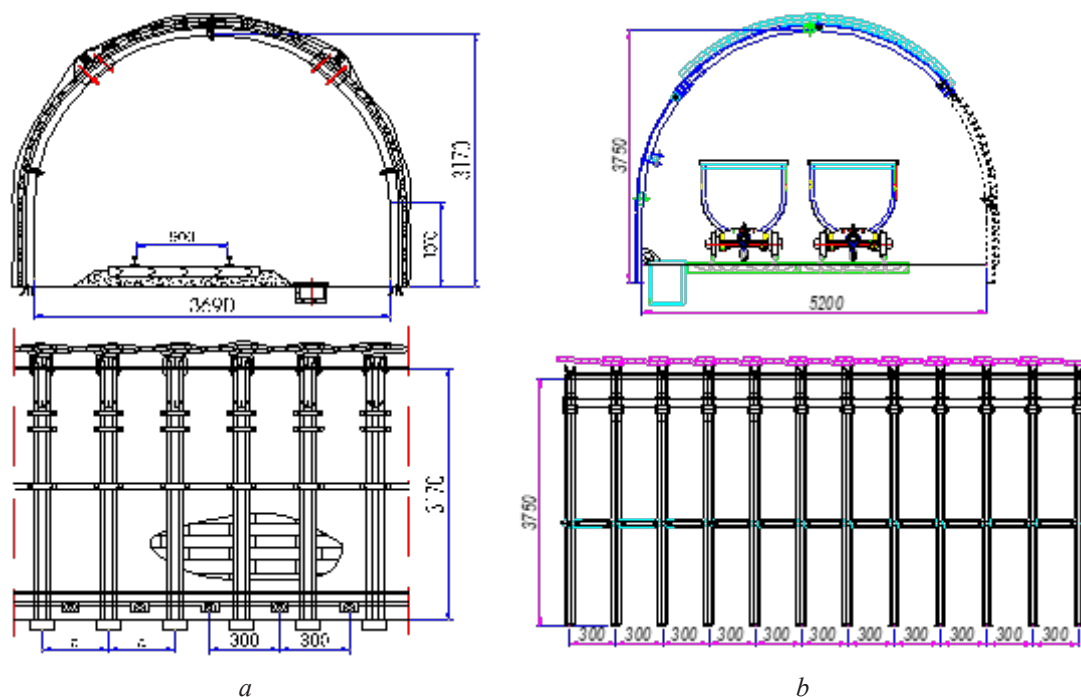
Phân tích kết quả từ Bảng 4 chỉ ra rằng, ứng suất trong kết cấu vì chống tăng khi bước chống tăng, đồng thời hệ số an toàn cũng giảm đối với cả hai loại tiết diện đường lò một đường xe và hai đường xe. Ứng suất lớn nhất của vì chống SVP-22 đạt 254,82 MPa khi bước chống 0,7, đồng thời hệ số an toàn thấp nhất là 1,08. Ứng suất lớn nhất của vì chống SVP-33 đạt 324,71 MPa khi bước chống 0,7, đồng thời hệ số an toàn thấp nhất là 0,85.

### 3.4. Hệ chiều chống giữ đường lò

Trên cơ sở kết quả phân tích và tính toán tại Bảng 4 cho thấy, tương ứng với mỗi bước chống, loại vì chống, loại tiết diện đường lò sẽ có hệ số an toàn khác nhau. Theo đó, nhóm tác giả chọn bước chống có hệ số an toàn cao nhất để thành lập hệ chiều chống giữ cho đường lò dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm, cụ thể như sau:

+ Đối với đường lò một đường xe: Diện tích tiết diện 9,6 m<sup>2</sup>; loại vì chống sử dụng SVP-22; bước chống 0,3 m, tương ứng với hệ số an toàn cao nhất ( $K = 1,66$ ). Hệ chiều chống lò được thể hiện tại Hình 13a;

+ Đối với đường lò hai đường xe: Diện tích tiết diện 17,9 m<sup>2</sup>; loại vì chống sử dụng SVP-33; bước chống 0,3 m, tương ứng với hệ số an toàn cao nhất ( $K = 1,43$ ). Hệ chiều chống lò tại Hình 13b.



Hình 13. Hệ chiều chống giữ các đường lò điển hình dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm; a - đường lò một đường xe, tiết diện 9,6 m<sup>2</sup>; vì chống SVP-22; bước chống 0,3 m; b - đường lò hai đường xe, tiết diện 17,9 m<sup>2</sup>; vì chống SVP-33; bước chống 0,3 m

## 4. Kết luận

Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả đã thành lập và phân tích mô hình tính toán nội lực trong kết cấu chống thép SVP-22 và SVP-33 với các bước chống 0,3 m/vì, 0,5 m/vì và 0,7 m/vì cho hai loại kích thước đường lò là một đường xe và hai đường xe được đào dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm. Từ kết quả tính toán nội lực trong kết cấu vì chống (lực dọc, lực cắt và mô men) cho thấy rằng, với bước chống tăng thì nội lực trong kết cấu vì chống cũng tăng và ngược lại. Điều này cho thấy khi tăng bước chống thì vì chống phải chịu tải trọng lớn hơn, do vậy nội lực trong kết cấu vì chống cũng tăng.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy rằng, chiều dày vỉa than, chiều sâu đặt đường lò, vị trí của đường lò so với vị trí tương quan của moong lộ thiên cũng có ảnh hưởng rất lớn đến khả năng chịu lực của kết

cấu vì chống khi đào đường lò dọc vỉa than. Cụ thể tại đường lò đào dưới lòng moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm chiều sâu đặt đường lò là 170 m, chiều dày vỉa than bằng 12 m, khi phân tích kết quả tính toán từ mô hình mô phỏng số đã lựa chọn kết cấu chống cho đường lò một đường xe (tiết diện 9,6 m<sup>2</sup>) lựa chọn vì thép SVP-22, khoảng cách giữa các vì chống có thể chọn 0,3 m/vì; kết cấu vì chống cho đường lò hai đường xe (diện tích 17,9 m<sup>2</sup>) lựa chọn thép SVP-33 thì khoảng cách giữa các vì chống có thể chọn 0,3 m/vì.

Việc lựa chọn và thành lập hộ chiếu cho các đường lò bước chống bằng 0,3 m/vì, loại vì chống SVP-22 cho đường lò một đường xe diện tích 9,6 m<sup>2</sup>; bước chống cũng bằng 0,3 m/vì, vì chống SVP-33 cho đường lò hai đường xe diện tích 17,9 m<sup>2</sup> đào dưới khu vực moong lộ thiên Núi Béo tại mỏ than Hà Lâm đều là giải pháp chống giữ có hệ số an toàn cao nhất theo kết quả tính toán trong nghiên cứu này. Do đó, đây cũng là tài liệu có thể được dùng làm cơ sở cho mỏ than Hà Lâm xem xét và triển khai vào thực tế sản xuất.

### Lời cảm ơn

Các tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn đến các cán bộ Phòng KCM và Ban lãnh đạo Công ty Cổ phần Than Hà Lâm - Vinacomin đã tạo điều kiện thuận lợi trong việc khảo sát hiện trường, cung cấp dữ liệu. Đồng thời, nhóm tác giả cũng trân trọng cảm ơn Ban biên tập Hội nghị SDM 2026, các thầy cô giáo Bộ môn Khai thác hầm lò, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, cũng như những người phản biện ẩn danh đã đóng góp những ý kiến quý báu để hoàn thành nghiên cứu này.

### Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Đức, & Võ Trọng Hùng, 1997. *Công nghệ xây dựng công trình ngầm*. Tập 1: Thi công lò bằng, lò nghiêng và hầm trạm trong mỏ. NXB Giao thông Vận tải. Hà Nội.
2. Đào Viết Đoàn, 2018. *Kết cấu neo chống giữ công trình ngầm và mỏ*. NXB Xây dựng, số trang: 380, chỉ số: ISBN: 978-604-82-2332-8.
3. Bộ môn Xây dựng Công trình ngầm và Mỏ, 2020. *Bài giảng Đào chống lò*. Lưu hành nội bộ Bộ môn Xây dựng Công trình Ngầm và Mỏ.
4. Đào Viết Đoàn, & Tăng Văn Lâm, 2015. *Bê tông công trình ngầm và mỏ*. NXB Xây dựng, số trang: 378, chỉ số: ISBN: 978-604-82-1419-7.
5. Vu, T. T., & Dao, V. D. 2022. Assessing the impact of underground working (tunneling) in the II section of Seam 14 on surface construction works at Ha Lam Coal Mine (Vietnam). *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (4), 39 - 44. <https://doi.org/10.33271/nvngu/20224/039>
6. Tien Trung Vu, Doan Viet Dao, & Son Anh Do, 2023. Determination of the rock pressure by numerical modeling method when digging roadways under the open-pit mine area at the Ha Lam Coal Mine, Quang Ninh. *Earth and Environmental Sciences, Mining for Digital Transformation, Green Development and Response to Global Change (Green EME 2023)*, Thành phố Hồ Chí Minh, 346 - 356.
7. Tien Trung Vu, & Doan Viet Dao, 2023. Determination of steel arch support distance for roadways under the open-pit mine: a case study at the Mong Duong Coal Mine (Vietnam). *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, (3), 39 - 45. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-3/039>
8. Vu Trung Tien, Dao Viet Doan, Do Anh Son, & Le Quang Phuc, 2026. Identification of the Rock Pressure when Excavation Tunnels Underneath the 790 Open-Pit Mine Edge in the Mong Duong Coal Mine, Vietnam. *Journal of the Polish Mineral Engineering Society*, 4(2), 227 - 238. <https://doi.org/10.29227/IM-2025-02-04-027>
9. Le Quang Phuc, & Le Tien Dung, 2024. Numerical simulation on effect of coal pillar width on stability of retained roadway: A case study of Khe Cham Coal Mine, Vietnam. *Journal of Sustainable Mining*, 23(1), 1 - 9. <https://jsm.gig.eu/journal-of-sustainable-mining/vol23/iss1/1/>
10. L. Q. Phuc, N. K. Linh, N. V. Babyr, & N. V. Thang, 2025. Stress environment and roof support needs for roadways ahead of the coal face: Case study from Ha Lam coal mine. *Geology and Geophysics of Russian South*, 15(4), 270-284. <https://geosouth.ru/article/view/1318/1081>

11. Le, Q. P., & Vu, T. T. 2025. Numerical modeling analysis of floor stress distribution under coal pillars and roadway stability in close-distance coal seams. *Mining of Mineral Deposits*, 19(4), 1 - 11. <https://doi.org/10.33271/mining19.04.001>
12. Dang Van Kien, Vo Trong Hung, Do Ngoc Anh, Do Ngoc Thai, & Dao Van, 2021. Stability of Deep Underground Mine Drift through Complex Geology Conditions in Quang Ninh Coal Area. *Inzynieria Mineralna*, 46(2), 221-230. <https://doi.org/10.29227/IM-2020-02-27>
13. Đỗ Xuân Hội, Đặng Văn Kiên, & Đỗ Ngọc Anh, 2022. Nghiên cứu ảnh hưởng của áp lực lên các đường lò dưới bãi thải bằng phương pháp mô hình số. *Tạp chí Địa kỹ thuật*, 2, 39 - 50.
14. Đặng Văn Kiên, Đỗ Ngọc Anh, Lê Chí Kiên, Ngô Đức Quyền, Mai Xuân Thanh Tuấn, & Nguyễn Hữu Sà, 2022. Nghiên cứu ảnh hưởng của tương quan vị trí đường lò phía dưới bãi thải mặt mỏ đến ứng xử cơ học của kết cấu chống giữ đường lò tại vùng than Quảng Ninh. *Tuyển tập báo cáo Hội nghị toàn quốc Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD 2022)*, 830 - 839.
15. Quang Ninh Province Maps. Truy cập từ: [https://diaochongthai.com/ban-do-quang-ninh/#Ban\\_do\\_Quang\\_Ninh\\_moi\\_nhat\\_hien\\_nay](https://diaochongthai.com/ban-do-quang-ninh/#Ban_do_Quang_Ninh_moi_nhat_hien_nay). Ngày truy cập: 14.03.2026.
16. Ha Lam Coal Company - Department of mining technology, 2017. *Explanation, design drawings for the construction of the crosscuts at +75 and -300 levels*. Quang Ninh (Vietnamese).
17. Phase2 Model Program Reference Manual. (1998 - 2001 Rocscience Inc). Truy cập từ: [https://www.rocscience.com/downloads/phase2/Phase2\\_ModelReference.pdf](https://www.rocscience.com/downloads/phase2/Phase2_ModelReference.pdf)
18. Trần Tuấn Minh, 2014. *Giáo trình Ứng dụng tin học trong xây dựng công trình ngầm và mỏ*. NXB Xây dựng, Hà Nội.
19. Yun, L., Helin, Z., Xiao, H., Yuhong, L., Jiufeng, W., et al. 2005. *Practical handbook of the newest regulations and general techniques for mining works*. Jilin Electronic Publishing House. ISBN: 7900359466/D-6.

## DEVELOPMENT OF A SUPPORT PLAN FOR TUNNELS BENEATH THE NUI BEO OPEN-PIT MINE AREA AT HA LAM COAL MINE

Vu Trung Tien<sup>1,2,\*</sup>, Dao Viet Doan<sup>1</sup>, Do Anh Son<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Hanoi University of Mining and Geology

<sup>2</sup>Research Group: Sustainable Development of Mining Science, Technology and Environment (SDM)

### ABSTRACT

To ensure the safety, functionality, and service life of underground tunnels in coal mining, it is essential to select appropriate support systems and develop suitable support plans for different tunnel types. When tunnels are excavated beneath previously mined open-pit areas, they are exposed to increased risks associated with rock pressure, as well as potential hazards such as water inrush and mud inflow during excavation and operation. In this study, appropriate support types were selected and corresponding support plans were developed for tunnels excavated beneath completed open-pit mining areas to ensure long-term stability and safety. The research methodology combined field surveys, data collection and analysis, and numerical modeling. Based on the results of numerical simulations evaluating the internal forces acting on tunnel support systems beneath the Nui Beo open-pit area, SVP-22 and SVP-33 steel supports were selected for single-track and double-track tunnels, respectively. The corresponding support plans were designed with a support spacing of 0.3 m for application at the Ha Lam coal mine. The findings of this study provide a scientific basis for the Ha Lam coal mine to implement suitable support solutions in practice and to plan tunnel excavation safely beneath completed open-pit areas. In addition, the results may be applicable to other coal mines with similar geological conditions in the Quang Ninh coalfield.

**Keywords:** support system; support plan; tunnel; open-pit mine area; Ha Lam coal mine

TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA

# PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

## KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ VÀ MÔI TRƯỜNG

**NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN**

Địa chỉ: 207 đường Giải Phóng, phường Bạch Mai, Hà Nội

Website: <http://nxb.neu.edu.vn> - Email: [nxb@neu.edu.vn](mailto:nxb@neu.edu.vn)

Điện thoại/ Fax: (024) 36280280/ Máy lẻ: 5722

Chịu trách nhiệm xuất bản: TS. Đỗ Văn Sang,  
*Phó Giám đốc phụ trách Nhà xuất bản*

Chịu trách nhiệm nội dung: GS.TS. Lê Quốc Hội,  
*Tổng biên tập Nhà xuất bản*

Biên tập: Trịnh Thị Quyên

Sửa bản in và đọc sách mẫu: Trịnh Thị Quyên

Chế bản và thiết kế bìa: Vương Nguyễn

---

In 150 bản, khổ 19x26.5 cm tại Công ty TNHH Đầu tư Thương mại và Dịch vụ Nam Huế  
Địa chỉ: 109 phố Trần Đại Nghĩa, phường Bạch Mai, Hà Nội.  
Mã số ĐKXB: 1712-2026/CXBIPH/3-143/ĐHKTQD  
Mã số ISBN: 978-632-615-267-8  
Quyết định xuất bản số: 152/QĐ-NXBĐHKTQD ngày 08 tháng 5 năm 2026  
In xong và nộp lưu chiểu năm 2026.



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA

# PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

## KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ VÀ MÔI TRƯỜNG

Sustainable Development of Mining Science, Technology and Environment



ISBN: 978-632-615-267-8



Sách không bán