

BẢN TIN KHOA HỌC



Số 2/2024 (Số 43)

CƠ KHÍ

NĂNG LƯỢNG - MỎ

ISSN: 2354 - 1164

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES

VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

**CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 69 NĂM  
NGÀY GIẢI PHÓNG VÙNG MỎ  
(25/4/1955 - 25/4/2024)**



*Kính biểu!*



CƠ KHÍ

ISSN: 2354 - 1164

**NĂNG LƯỢNG - MỎ**

MECHANICAL ENGINEERING BULLETIN FOR MINING AND ENERGY INDUSTRIES  
VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN

CHÀO MỪNG KỶ NIỆM 69 NĂM  
NGÀY GIẢI PHÓNG VÙNG MỎ  
(25/4/1955 - 25/4/2024)



*Kính biểu!*

## CHIU TRÁCH NHIỆM NỘI DUNG

### TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP:

**TS. Nguyễn Thu Hiền**

Viện trưởng Viện Cơ khí  
Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

### PHÓ TRƯỞNG BAN BIÊN TẬP:

**TS. Đỗ Trung Hiếu**

Phó Viện trưởng Viện Cơ khí  
Năng lượng và Mỏ - Vinacomin

### BAN BIÊN TẬP:

**TS. Lê Thanh Bình** – Ủy viên Thư ký

ThS. Nguyễn Chân Phương – Ủy viên

TS. Nguyễn Trọng Tài – Ủy viên

TS. Trần Ngọc Minh – Ủy viên

ThS. Trần Đức Thọ – Ủy viên

ThS. Nguyễn Xuân Trường – Ủy viên

ThS. Nguyễn Thị Kiều Linh – Ủy viên

ThS Phan Xuân Thông – Ủy viên

ThS Phạm Hà Trung – Ủy viên

ThS. Phạm Văn Hiếu – Ủy viên

ThS Lê Văn Thông – Ủy viên

### TÒA SOẠN:

Địa chỉ: Số 565 Nguyễn Trãi, P. Thanh Xuân  
Nam, Q. Thanh Xuân, Hà Nội

ĐT: (024) 3552 5553 Fax: (024) 3854 3154

Email: info@iemm.com.vn

Giấy phép xuất bản số 35/GP-XBBT ngày  
30/6/2023 của Cục Báo chí

# MỤC LỤC

Số 2/2024 (Số 43 – Tháng 3-4/2024)

## TIN TỨC

- 1 - 3 THÁNG ĐẦU NĂM 2024 TKV NỘP NGÂN SÁCH NHÀ NƯỚC 6,28 NGHÀN TỶ ĐỒNG
- 3 - ĐẢNG ỦY THAN QUẢNG NINH TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ QUÝ II/2024
- 5 - ĐẨY MẠNH CÔNG TÁC ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN SẢN XUẤT
- 7 - VIẾT TIẾP TRUYỀN THỐNG VÙNG MỎ ANH HÙNG

## ĐIỆN - TỰ ĐỘNG HÓA

- 9 - NGHIÊN CỨU LỖI CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ ROTO LỒNG SÓC 3 PHA 1,5 KW 4 CỰC TRONG TRƯỜNG HỢP SỰ CỐ THANH DẪN ROTO

## CÔNG NGHỆ VẬT LIỆU

- 16 - ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CẤU TRÚC ĐẾN TÍNH HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG CỦA VẬT LIỆU MẠNG VI PHÂN TỬ DẠNG HÌNH THÁP

## CÔNG NGHIỆP MỎ

- 22 - GIẢI PHÁP CHUẨN BỊ LÒ CHỢ THEO HƯỚNG XIÊN CHÉO NHẪM TĂNG HIỆU QUẢ CHỐNG TRÔI TRƯỢT ĐỒNG BỘ THIẾT BỊ CƠ GIỚI HÓA KHAI THÁC

## KHOA HỌC ỨNG DỤNG

- 28 - MÔ HÌNH LÝ THUYẾT VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA LÃNH ĐẠO SỐ VÀ SỰ LINH HOẠT CỦA TỔ CHỨC ĐẾN SỰ SẴN SÀNG CHUYỂN ĐỔI SỐ
- 34 - TÍCH HỢP CÔNG NGHỆ VIỄN THĂM VÀ SỐ LIỆU QUAN TRẮC THỰC ĐỊA GIÁM SÁT Ô NHIỄM CHẤT PHÓNG XẠ TRONG NƯỚC BIỂN
- 42 - XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÂN BỐ HÀM LƯỢNG CÁC THÔNG SỐ Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ TỪ DỮ LIỆU VỆ TINH SENTINEL 5P TROPOMI

## 3 THÁNG ĐẦU NĂM 2024, TKV NỘP NGÂN SÁCH NHÀ NƯỚC 6,28 NGHÀN TỶ ĐỒNG

Sáng ngày 01/4/2024, Tập đoàn tổ chức Hội nghị giao ban trực tuyến điều hành sản xuất tháng 4/2024 tại hai điểm cầu Hà Nội và Trung tâm Điều hành sản xuất tại Quảng Ninh. Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải chủ trì Hội nghị.



Hội nghị giao ban trực tuyến điều hành sản xuất tháng 4/2024 tại điểm cầu Hà Nội



Đầu cầu Trung tâm Điều hành sản xuất tại Quảng Ninh

Theo báo cáo của Ban Kế hoạch, kết thúc tháng 3/2024, TKV đã sản xuất 3,82 triệu tấn than nguyên khai, than tiêu thụ đạt 4,89 triệu tấn; đất bóc đạt 15,1 triệu m<sup>3</sup>; đào lò đạt hơn 22.600 m. Sản xuất 116 nghìn tấn khoáng sản Alumin quy đổi, tiêu thụ alumin đạt 152 nghìn tấn. Tinh quặng đồng sản xuất 10,3 nghìn tấn, hơn 2.660 tấn đồng tấm; 600 tấn kẽm thỏi; 19.500 tấn phôi thép. Ngoài ra, đã sản xuất và

tiêu thụ 935 triệu kWh điện; sản xuất gần 7.000 tấn thuốc nổ, tiêu thụ: 10.500 tấn. Sản xuất gần 17.500 tấn Amon Nitrat, tiêu thụ 17.466 tấn. Nhờ những kết quả trên đã giúp doanh thu tổng số tháng 3/2024 của TKV đạt 16.228 tỷ đồng.

Như vậy, trong quý I/2024, doanh thu toàn Tập đoàn ước đạt 40.432 tỷ đồng, bằng 23,1% kế hoạch năm, bằng 101,5% so với cùng kỳ. Than thương phẩm đạt 13,63 triệu tấn, bằng 116% so với cùng kỳ. Than nguyên khai sản xuất 9,87 triệu tấn, bằng 101 % so với cùng kỳ. Bốc xúc đất đá đạt gần 34 triệu m<sup>3</sup> bằng 138% so cùng kỳ. Tổng số mét lò đào đạt 61.148 m. Than tiêu thụ đạt 12,24 triệu tấn, bằng 106,5% so với cùng kỳ, trong đó cung cấp cho các hộ điện 11 triệu tấn, bằng 106,5% cùng kỳ.

Chỉ tính riêng 3 tháng đầu năm, TKV đã sản xuất 2,46 tỷ kWh điện bằng 111% so cùng kỳ. Bên cạnh đó, sản xuất Alumin quy đổi đạt 352

nghìn tấn, tiêu thụ 330,7 nghìn tấn. Hoá chất, vật liệu nổ công nghiệp sản xuất 21.850 tấn, bằng 125% cùng kỳ...

Các chỉ tiêu cơ bản đều đạt và vượt kế hoạch điều hành đã giúp TKV nộp ngân sách Nhà nước 6,28 ngàn tỷ đồng trong quý I/2024. Tiền lương toàn TKV 16,8 triệu đồng/ng-th, bằng 102,5% kế hoạch, trong đó sản xuất than đạt 17,5 triệu đồng/ng-th.

Tháng 4/2024, Tập đoàn đặt kế hoạch sản xuất 3,7 triệu tấn than nguyên khai; 997 triệu kWh; Sản phẩm Alumina 127 ngàn tấn; Sản xuất thuốc nổ 5.800 tấn.

Ghi nhận kết quả đạt được của tháng 3 và quý I/2024, Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đề nghị trong tháng 4/2024 cần quyết liệt chỉ đạo điều hành sản xuất để đảm bảo cung cấp đủ than cho các nhà máy nhiệt điện trong các tháng cao điểm mùa khô năm 2024, cùng với đó là đảm bảo vận hành ổn định các nhà máy nhiệt điện của Tập đoàn; sớm ban hành định mức kinh tế kỹ thuật trong công tác pha trộn than, trong đó cần làm bài bản công tác đấu thầu các công đoạn xúc bốc, vận chuyển, pha trộn than...



*Tổng Giám đốc Tập đoàn Đặng Thanh Hải đề nghị trong tháng 4/2024 cần quyết liệt chỉ đạo điều hành sản xuất để đảm bảo cung cấp đủ than cho các nhà máy nhiệt điện trong các tháng cao điểm mùa khô năm 2024*

Tổng Giám đốc chỉ đạo các đơn vị tiếp tục làm tốt công tác bảo vệ môi trường, phòng chống mưa bão, đặc biệt cần thường xuyên quan trắc dịch động các bờ mỏ lộ thiên trong TKV. Bên cạnh đó, sớm ban hành Đề án “Bảo tồn và phát triển các công trình văn hoá vật thể của toàn Tập đoàn”; triển khai các hoạt động hướng tới chào mừng kỷ niệm 30 năm ngày thành lập Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam (10/10/1994-10/10/2024).

*Theo <http://vinacomin.vn>*

## ĐẢNG ỦY THAN QUẢNG NINH TRIỂN KHAI NHIỆM VỤ QUÝ II/2024

Chiều ngày 2/4, Đảng ủy Than Quảng Ninh tổ chức Hội nghị Ban chấp hành mở rộng sơ kết công tác Quý I, triển khai nhiệm vụ Quý II/2024.



*Đảng ủy Than Quảng Ninh tổ chức Hội nghị Ban chấp hành mở rộng sơ kết công tác Quý I, triển khai nhiệm vụ Quý II/2024*

Báo cáo tại hội nghị do đồng chí Nguyễn Mạnh Tường – Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy TQN trình bày, nêu rõ, Quý I/2024, bám sát sự chỉ đạo của Tỉnh ủy Quảng Ninh, nhiệm vụ chính trị của Tập đoàn, Đảng ủy TQN đã tập trung lãnh đạo công tác xây dựng, chỉnh đốn Đảng, kiện toàn BCH Đảng bộ; phối hợp với Đảng ủy Tập đoàn lãnh đạo hoàn thành toàn diện các chỉ tiêu kế hoạch SXKD Quý I/2024, đảm bảo đáp ứng than cho nền kinh tế, đặc biệt là than cấp cho các nhà máy nhiệt điện. Trong đó, than nguyên khai sản xuất đạt trên 10 triệu tấn, than tiêu thụ đạt 12,4 triệu tấn. Đặc biệt, sản lượng than cấp cho các hộ điện tăng 11% so với cùng kỳ năm 2023. Đồng thời, lãnh đạo cấp ủy cơ sở chỉ đạo cơ quan chuyên môn, công đoàn chăm lo tốt đời sống vật chất, tinh thần cho người lao động, nhất là trong dịp Tết Nguyên đán Giáp Thìn; tiền lương bình quân của người lao động khối sản xuất than đạt trên 16,6 triệu đồng/ng-th, cao hơn so với cùng kỳ năm 2023.

Đảng ủy TQN cũng đã tăng cường phối hợp với Đảng ủy TKV trên mọi mặt công tác; hoàn thành tổng kết các chuyên đề về công tác xây dựng Đảng, như: Tổng kết 15 năm thi hành Điều

lệ Đảng, tổng kết công tác xây dựng đảng nhiệm kỳ 2020-2025; tổng kết 5 năm thực hiện Chỉ thị số 35-CT/TW của Bộ Chính trị về Đại hội Đảng các cấp; tổng kết công tác kiểm tra, giám sát và thi hành kỷ luật của Đảng nhiệm kỳ 2020-2025; 10 năm thực hiện Chỉ thị số 39-CT/TW ngày 18/08/2014 của Bộ Chính trị về công tác bảo vệ chính trị nội bộ. Đảng ủy TQN cũng đã thực hiện Chỉ thị số 14-CT/ĐU về lãnh đạo hợp nhất Công ty CP Than Đèo Nai và Công ty CP Than Cọc Sáu. Cấp ủy các đơn vị cũng đã lãnh đạo, chỉ đạo đảm bảo an ninh trật tự, tài nguyên ranh giới mỏ; tuyển chọn gọi công nhân lên đường nhập ngũ và đón bộ đội xuất ngũ trở về đơn vị.



*Đ/c Nguyễn Mạnh Tường – Phó Bí thư Thường trực Đảng ủy TQN báo cáo sơ kết công tác Quý I, triển khai nhiệm vụ Quý II/2024*

Quý II/2024, Đảng ủy TQN tiếp tục bám sát Nghị quyết số 20-NQ/TU của Tỉnh ủy Quảng Ninh về phương hướng nhiệm vụ năm 2024, Quyết định số 1256-QĐ/TU ngày 07/12/2023 của Tỉnh ủy Quảng Ninh về việc phê duyệt Đề án đổi mới phương thức, nâng cao năng lực lãnh đạo, sức chiến đấu của Đảng bộ TQN trong giai đoạn mới; các Nghị quyết trọng tâm của Đảng ủy Tập đoàn và Đảng ủy TQN trong thực hiện nhiệm vụ năm 2024. Đảng ủy TQN cũng sẽ quyết liệt triển khai Đề án tái cơ cấu TKV đến năm 2025

đã được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1263/QĐ-TTg ngày 27/10/2023; lãnh đạo thực hiện hoàn thành các chỉ tiêu kế hoạch SXKD Quý II/2024.



*Đ/c Phạm Hồng Thái – Phó Bí thư Đảng ủy TQN chủ trì thảo luận tại hội nghị*

Phát biểu kết luận, đồng chí Vũ Anh Tuấn – Ủy viên Ban Thường vụ Tỉnh ủy, Bí thư Đảng ủy TQN, Phó Tổng giám đốc Tập đoàn nhấn mạnh, Quý I/2024 Đảng ủy TQN đã phối hợp chặt chẽ với Đảng ủy TKV lãnh đạo, chỉ đạo thực hiện nhiệm vụ chính trị. Mặc dù gặp nhiều khó khăn, song Tập đoàn đã hoàn thành tốt kế hoạch SXKD, đảm bảo than cho nền kinh tế và cho sản xuất điện. Nhiệm vụ Quý II/2024, phối hợp với Đảng ủy TKV lãnh đạo, chỉ đạo hợp nhất Công ty CP Than Đèo Nai và Cọc Sáu, thực hiện công tác tổ chức, cán bộ của Đảng bộ và hệ thống chính trị của Công ty hợp nhất; xây dựng kế hoạch tổ chức Đại hội Đảng các cấp tiến tới Đại hội Đảng bộ tỉnh và Đại hội Đảng toàn quốc theo chỉ đạo của Tỉnh ủy Quảng Ninh; tăng cường công tác kiểm tra, giám sát, nhất là đối với chi bộ, xây dựng chi bộ vững mạnh; đẩy mạnh công tác xây dựng, chỉnh đốn Đảng, xử lý nghiêm các trường hợp vi phạm...



*Đ/c Vũ Anh Tuấn – Ủy viên Ban Thường vụ Tỉnh ủy, Bí thư Đảng ủy TQN, Phó TGD Tập đoàn phát biểu kết luận hội nghị*

Đối với nhiệm vụ SXKD, Đảng ủy TQN phối hợp với Đảng ủy TKV lãnh đạo, chỉ đạo đầy mạnh sản xuất, với các chỉ tiêu phân đầu Quý II/2024: Than nguyên khai sản xuất 10 triệu tấn; than tiêu thụ 14,5 triệu tấn; doanh thu trên 45,5 nghìn tỷ đồng; chăm lo tốt việc làm, đời sống cho người lao động; đáp ứng yêu cầu điều hành theo kế hoạch năm và nhu cầu của thị trường, nhất là đảm bảo cung cấp than cho sản xuất điện trong các tháng mùa khô và cao điểm nắng nóng 2024. Triển khai phương án sản xuất trong mùa mưa bão, hoàn thiện các công trình PCMB trước Cốc Vũ; chú trọng công tác ATVSLĐ, đảm bảo an ninh trật tự, bảo vệ tài sản, tài nguyên, ranh giới mỏ. Đồng chí Bí thư Đảng ủy TQN đề nghị các đồng chí Ủy viên BCH Đảng bộ TQN, các đồng chí Bí thư, Giám đốc các đơn vị tiếp tục nêu cao vai trò trách nhiệm, lãnh đạo, chỉ đạo hoàn thành xuất sắc các nhiệm vụ Quý II và 6 tháng đầu năm 2024.

*Theo <http://vinacomin.vn>*

## ĐẨY MẠNH CÔNG TÁC ĐẦU TƯ PHÁT TRIỂN SẢN XUẤT



*Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy chủ trì hội nghị thúc đẩy công tác đầu tư, tiến độ thực hiện các dự án lớn, trọng điểm*

Thực hiện chỉ đạo của Phó Tổng Giám đốc Phan Xuân Thủy, Ban Đầu tư đã báo cáo trước Hội nghị dự kiến tình hình đầu tư Quý I năm 2024, phân tích những khó khăn, vướng mắc trong quá trình triển khai thực hiện và đề ra giải pháp để thúc đẩy công tác đầu tư. Theo báo cáo, dự kiến thực hiện đầu tư Tập đoàn các công ty TKV Quý I/2024 đạt 2.066 tỷ đồng, bằng 30% so với giá trị kế hoạch đầu tư chính thức năm 2024, so với cùng kỳ năm 2023 bằng 144%; trong đó công nghiệp than thực hiện 1.799 tỷ đồng, bằng 36% kế hoạch, khoáng sản thực hiện 134 tỷ đồng, bằng 25% kế hoạch, công nghiệp điện 17 tỷ đồng, bằng 3% kế hoạch, Vật liệu nổ công nghiệp - hóa chất và lĩnh vực khác thực hiện 116 tỷ đồng, bằng 15% kế hoạch... Báo cáo cũng đánh giá kết quả thực hiện một số dự án lớn như “Dự án khai thác hầm lò dưới mức -150 mỏ Mạo Khê”, “Dự án

khai thác hầm lò mỏ Khe Chàm II/IV”...



*Đại diện Ban ĐT báo cáo tình hình thực hiện công tác đầu tư quý I/2024, các đề xuất, giải pháp thúc đẩy đầu tư năm 2024*

Tại hội nghị, các đơn vị đã phát biểu tham gia các vấn đề liên quan đến công tác đầu tư, về thủ tục đầu tư, thuê đất, công tác đền bù GPMB, công tác đấu thầu... và các khó khăn vướng mắc

trong quá trình thực hiện, các đề xuất, kiến nghị...

Kết luận Hội nghị, Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy nhấn mạnh, công tác đầu tư có vai trò quan trọng nhằm duy trì, phát triển sản xuất, đặc biệt là cho những năm tới. Do vậy, Lãnh đạo Tập đoàn luôn quan tâm chú trọng chỉ đạo đẩy mạnh công tác đầu tư, thúc đẩy công tác đầu tư từ đầu tư các dây chuyền sản xuất, công nghệ, thiết bị cho đến mặt bằng, môi trường..., trong đó ưu tiên đầu tư thiết bị, công nghệ có tính đồng bộ, phục vụ sản xuất và cải thiện điều kiện làm việc, điều kiện đi lại nhằm nâng cao năng suất lao động, đảm bảo an toàn lao động, tăng giờ làm việc hữu ích, giảm nhân lực, giảm sức lao động cho công nhân.



*Phó TGD Tập đoàn Phan Xuân Thủy chỉ đạo đẩy mạnh công tác đầu tư phát triển sản xuất trên cơ sở tuân thủ các quy định của pháp luật, Luật đấu thầu, các quy định của TKV*

Phó Tổng Giám đốc Tập đoàn Phan Xuân Thủy chỉ đạo, yêu cầu các đơn vị cần xác định rõ vai trò trách nhiệm của người đứng đầu trong thực hiện đầu tư, tập trung đẩy mạnh công tác đầu

tư, đảm bảo việc hoàn thành kế hoạch đầu tư năm 2024 TKV đã giao, thông qua; Rà soát, bổ sung kế hoạch đầu tư, đẩy mạnh công tác đầu tư phát triển sản xuất trên cơ sở tuân thủ các quy định về quản lý đầu tư, đấu thầu của Nhà nước và TKV. Đẩy mạnh công tác chuẩn bị các dự án phát triển mỏ, khoáng sản, Bauxit, công nghiệp điện... trong đó đặc biệt chú trọng thực hiện các dự án như “Dự án khai thác hầm lò mỏ Khe Chàm II/IV”, “Dự án khai thác hầm lò dưới mức -150 mỏ Mạo Khê”, “Dự án khai thác xuống sâu dưới mức -220 mỏ Bình Minh”...; chuẩn bị các điều kiện cần thiết để khởi công các dự án: Dự án Cụm mỏ Đèo Nai - Cọc Sáu, dự án khai thác hầm lò khu Tân Yên - mỏ Đông Tràng Bạch, dự án khai thác hầm lò phần mở rộng mỏ Hà Ráng, dự án đầu tư xây dựng nhà máy sản xuất Amoniac..., sớm hoàn thành công tác chuẩn bị dự án mở rộng nâng công suất mỏ đồng Sin Quyền, hoàn tất các thủ tục để khởi công gói thầu EPC nhà máy chính - dự án Nhà máy nhiệt điện Na Dương II. Phó Tổng Giám đốc yêu cầu các đơn vị tư vấn nâng cao chất lượng, sản phẩm tư vấn...; yêu cầu các chủ đầu tư nâng cao trách nhiệm, năng lực hệ thống quản lý đầu tư, đảm bảo tuân thủ quy định hiện hành, hạn chế tối đa sai sót trong quá trình thực hiện. Phó Tổng Giám đốc chỉ đạo các đơn vị nghiên cứu lập Ban chỉ đạo thúc đẩy công tác đầu tư của đơn vị; yêu cầu các Ban chuyên môn của TKV lập và triển khai giám sát, đánh giá đầu tư, đôn đốc thực hiện các dự án đầu tư, đảm bảo hiệu quả, đáp ứng kịp thời cho sản xuất.

Theo <http://vinacomin.vn>



## VIẾT TIẾP TRUYỀN THỐNG VÙNG MỎ ANH HÙNG

Hòa trong niềm hân hoan cả nước hướng về kỷ niệm Ngày giải phóng miền Nam, thống nhất đất nước (30/4/1975 - 30/4/2024), 70 năm chiến thắng Điện Biên Phủ (7/5/1954 - 7/5/2024), nhân dân Quảng Ninh càng thêm tự hào hướng đến kỷ niệm 69 năm Ngày giải phóng Vùng mỏ (25/4/1955 - 25/4/2024).

Nhiều phong trào thi đua trong cán bộ, đảng viên và nhân dân, công nhân Vùng mỏ đang được triển khai với khí thế sôi nổi, tinh thần vượt khó, sức mạnh đoàn kết..., tạo thành sức mạnh tổng hợp đưa Quảng Ninh vươn lên phát triển mạnh mẽ.

### Phát huy truyền thống “Kỷ luật và Đồng tâm”

“Kỷ luật và đồng tâm” là truyền thống của người dân Vùng mỏ, là biểu tượng sức mạnh đoàn kết, tinh thần làm việc hăng say, tiếp tục hăng hái thi đua xây dựng ngành Than phát triển bền vững, vùng mỏ Quảng Ninh ngày càng giàu đẹp hơn.



*Khai thác than tại Quảng Ninh*

Cùng với đó, dưới sự lãnh đạo của Đảng, sự đoàn kết thống nhất trong đội ngũ lãnh đạo tỉnh cùng niềm tin vững chắc là niềm tin, sự đoàn kết của cả hệ thống chính trị, sự đồng thuận lớn của các tầng lớp nhân dân, Quảng Ninh đã có những bước đi vững chắc với những quyết sách đúng đắn, tự tin trên hành trình đổi mới và vươn xa.

Chúng tôi đến đây vào những ngày toàn dân Quảng Ninh đang hăng hái thi đua lập thành tích kỷ niệm Ngày Giải phóng Vùng mỏ. Được gặp gỡ và trò chuyện với các chứng nhân lịch sử, những thế hệ thanh niên chúng tôi hôm nay càng

hiều thêm về con người và vùng đất lịch sử này. Những đổi thay trên Vùng mỏ là niềm tự hào để mỗi người con vùng đất này có thêm động lực và sức mạnh xây dựng quê hương giàu mạnh, ngày càng phát triển.

Sinh ra và lớn lên tại vùng than, ông Đặng Đình Cư (sinh năm 1933), trú tại khu 2A, phường Hồng Hải, TP. Hạ Long tự hào cho biết: Theo tiếng gọi của Tổ quốc, ông tham gia nhập ngũ, chiến đấu tại chiến trường Điện Biên Phủ, là chiến sỹ Đại đoàn 312 đơn vị phòng không chiến đấu tại đèo Pha Đin huyền thoại một thời.

Sau kháng chiến, ông về công tác tại tỉnh nhà rồi phục viên. Dù tuổi đã cao nhưng ông vẫn luôn dõi theo các hoạt động, thông tin về quá trình đổi mới, phát triển của tỉnh. “Mỗi khi ra đường, tôi đều cảm nhận diện mạo thành phố Hạ Long và các địa phương trong tỉnh ngày càng khang trang, nhiều nhà cao tầng xây mới, kinh tế - xã hội phát triển, đời sống người dân được nâng cao. Niềm vui lớn hơn hết là đến nay toàn tỉnh không còn hộ nghèo theo tiêu chí của Trung ương” - ông Đặng Đình Cư vui mừng cho biết.

Còn anh Phạm Quang Hiến – công nhân Công ty than Quang Hanh tại TP. Cẩm Phả không giấu được niềm vui chia sẻ: “Chúng tôi rất vui bởi năm qua, Công ty đã hoàn thành xuất sắc chỉ tiêu, kế hoạch sản xuất kinh doanh đặt ra, góp phần vào kết quả thắng lợi chung của cả Tập đoàn. Tăng trưởng kinh tế của tỉnh năm 2023 đạt 2 con số. Đời sống vật chất và tinh thần của người lao động được quan tâm chăm lo tốt hơn. Chế độ tiền lương, tiền thưởng cũng cao hơn, như anh em trong phân xưởng tôi đạt bình quân trên 15 triệu đồng/người/tháng. Trong những ngày tháng Tư lịch sử này, phát huy tinh thần “Kỷ luật và Đồng

tâm”, đội ngũ cán bộ, công nhân chúng tôi sẽ đoàn kết, sáng tạo, nỗ lực vượt qua mọi khó khăn, phấn đấu hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao, góp phần ổn định sản xuất kinh doanh của Công ty, duy trì tăng trưởng, hoàn thành vượt mức và toàn diện các mục tiêu của năm 2024 của Tập đoàn”.  
Vùng mỏ khởi sắc

Là huyện miền núi có nhiều khó khăn, sau hơn 10 năm xây dựng nông thôn mới, với sự nỗ lực, đoàn kết, vượt qua mọi khó khăn, thách thức, huyện Ba Chẽ đã vươn lên và đạt được những kết quả tích cực, được công nhận huyện đạt chuẩn nông thôn mới năm 2022. Kinh tế phát triển, đời sống người dân nâng cao, thu nhập bình quân đạt 66 triệu đồng/người/năm, tỷ lệ nghèo đa chiều toàn huyện là 0,79%.



*Ngành công nghiệp “không khói” được Quảng Ninh xác định là ngành mũi nhọn*

Phó Chủ tịch UBND huyện Ba Chẽ Khiếu Anh Tú cho biết: Địa phương luôn xác định công cuộc xây dựng nông thôn mới không có điểm kết thúc. Trong đó, công tác quy hoạch đều hướng đến quan điểm mục tiêu phát triển hạ tầng, kinh tế - xã hội đồng bộ và khai thác cao nhất tiềm năng, thế mạnh, văn hóa, thiên nhiên, con người, nhất là mục tiêu người dân được tiếp cận, được thụ hưởng, được nâng cao đời sống cả về vật chất và tinh thần. Đặc biệt, tập trung nâng cao chất lượng bảo vệ môi trường, xây dựng cảnh quan nông thôn sáng - xanh - sạch - đẹp và an toàn, cơ cấu lại sản xuất, nâng cao hiệu quả kinh tế nông nghiệp, phát triển nông nghiệp sinh thái, nông

thôn hiện đại, nông dân văn minh, khá giả.

Với sự nỗ lực của cả hệ thống chính trị, sự chung sức đồng lòng của nhân dân các dân tộc trong tỉnh, tỉnh Quảng Ninh đã vượt qua rất nhiều khó khăn, thử thách trong năm 2023 để đạt được những thành quả rất đáng tự hào, lập nên những kỳ tích trong giai đoạn đổi mới, thể hiện qua kết quả tăng trưởng kinh tế đạt 11,03% và là năm thứ 9 liên tiếp (2015 - 2023) tăng trưởng 2 con số, 5 năm liên tục giữ vị trí dẫn đầu Chỉ số SIPAS (2019 - 2023) và hoàn thành toàn diện 15/15 chỉ tiêu về xây dựng Đảng, kinh tế, xã hội, môi trường.

“Viết tiếp những trang sử vẻ vang, truyền thống cách mạng “Kỷ luật và Đồng tâm” của Vùng mỏ anh hùng, Đảng bộ, chính quyền, nhân dân các dân tộc tỉnh Quảng Ninh càng ý thức hơn về trách nhiệm to lớn trước yêu cầu, nhiệm vụ trong giai đoạn mới, trước mong muốn của nhân dân và trách nhiệm của địa phương đối với sự phát triển của đất nước. Dưới sự lãnh đạo của Đảng, Đảng bộ, chính quyền, quân và dân Quảng Ninh quyết tâm nêu cao tinh thần, phát huy cao độ truyền thống yêu nước và cách mạng, đoàn kết, trách nhiệm, nỗ lực phấn đấu vượt qua mọi khó khăn, thử thách, xây dựng đất nước ngày càng hưng thịnh, xây dựng vùng đất địa đầu Đông Bắc của Tổ quốc ngày càng giàu đẹp như mong muốn của Chủ tịch Hồ Chí Minh vĩ đại” - Bí thư Tỉnh ủy Quảng Ninh Nguyễn Xuân Kỳ khẳng định.

Với quyết tâm cao, nỗ lực lớn của Tỉnh ủy, HĐND, UBND và sự đoàn kết, chung sức đồng lòng của các cấp, ngành, địa phương, Quảng Ninh sẽ tiếp tục khơi dậy khát vọng của nhân dân Vùng mỏ anh hùng, bất khuất, quyết tâm phấn đấu xây dựng Quảng Ninh trở thành địa phương phát triển, hạnh phúc, một vùng đất năng động, sáng tạo, hướng tới đích lâu dài là phát triển bền vững, tăng trưởng xanh, không để ai bị bỏ lại phía sau.

Theo <http://baotainguyenmoitruong.vn>

# NGHIÊN CỨU LỖI CỦA ĐỘNG CƠ KHÔNG ĐỒNG BỘ ROTO LỒNG SÓC 3 PHA 1,5 KW 4 CỰC TRONG TRƯỜNG HỢP SỰ CỐ THANH DẪN ROTO

*ThS. Lưu Bình, ThS. Nguyễn Thu Hương, ThS. Ngô Văn Hà*

*Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

*NCS. Trần Thanh Tuyền – Trường Đại học Trung Nam, Hồ Nam, Trung Quốc*

**Tóm tắt:** Trong quá trình làm việc của động cơ điện thường xuất hiện các lỗi khác nhau dẫn đến sự cố động cơ dừng hoạt động, ảnh hưởng đến độ tin cậy và quá trình vận hành làm việc của hệ thống. Các lỗi dẫn đến sự cố của động cơ như lỗi stato, lỗi roto, lỗi vòng bi. Trong số các lỗi này, lỗi roto do sự cố nứt roto làm hở mạch thanh dẫn roto là vấn đề hay gặp ở các động cơ roto lồng sóc. Trong bài báo này, nhóm tác giả phân tích các hư hỏng roto trong động cơ không đồng bộ (KĐB) roto lồng sóc. Nhóm tác giả sử dụng phương pháp phần tử hữu hạn (FEM) và ứng dụng phần mềm Ansys Electronics nghiên cứu và phân tích trên mô hình thực nghiệm mô phỏng động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực khi xảy ra sự cố thanh dẫn roto lồng sóc.

**Từ khóa:** Động cơ không đồng bộ; lỗi roto; phần mềm Ansys Electronics; phần tử hữu hạn.

## 1 Đặt vấn đề

Cho đến nay, động cơ điện xoay chiều KĐB ba pha là loại truyền động công nghiệp phổ biến nhất [1] và mặc dù chúng tương đối tin cậy nhưng trong quá trình làm việc chắc chắn sẽ bị hỏng và do đó cần phải được theo dõi tình trạng. Việc giám sát tình trạng của những động cơ điện thường là khó khăn do sự kết hợp phức tạp của các hiệu ứng cơ học và từ tính xảy ra bên trong động cơ.

Động cơ điện xoay chiều KĐB được điều khiển bởi biến tần thường gặp các xung điện áp do bật và tắt nhanh. Hơn nữa, động cơ điện luôn phải làm việc trong các môi trường ăn mòn và bụi bẩn cao. Những yêu cầu như vậy đã dẫn đến những cải tiến về vật liệu cách nhiệt và quy trình xử lý. Tuy nhiên, có rất ít sự phát triển về thiết kế và sản xuất roto lồng sóc. Do đó, lỗi thanh dẫn roto do hỏng hóc hiện chiếm một tỷ lệ lớn trong tổng số lỗi động cơ điện KĐB roto lồng sóc [2]. Nói chung, mô hình hóa và mô phỏng hoạt động của động cơ điện KĐB roto lồng sóc sẽ cung cấp thông tin giúp dự đoán và xác định lỗi, đặc biệt hữu ích trong việc đạt được cái nhìn sâu sắc về quá trình làm việc của động cơ. Mô hình hóa của động cơ KĐB roto lồng sóc với lỗi thanh dẫn roto

đã trải qua một quá trình nghiên cứu lâu dài trên thế giới [1-4]. Tất nhiên trong những năm qua, các phương pháp phát hiện lỗi khác đã được đưa ra, chẳng hạn như đo sóng hài trong mô men xoắn động cơ và từ thông dọc trục. Cho đến nay, việc đánh giá tình trạng lỗi thanh dẫn roto thường được dựa trên phân tích dấu hiệu thay đổi của dòng điện stato.

Trong bài báo này, phân tích phần tử hữu hạn được áp dụng để thực hiện phân tích hiệu quả làm việc của động cơ KĐB khi có lỗi roto.

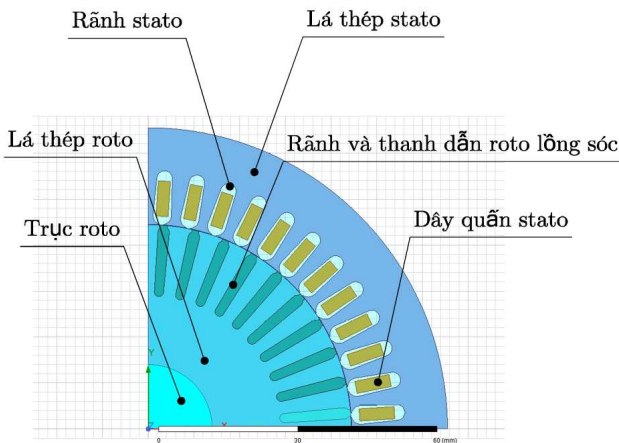
## 2 Cơ sở nghiên cứu

Roto lồng sóc của động cơ điện thường được chế tạo từ đồng hoặc hợp kim của đồng hoặc nhôm. Các vành ngăn mạch trên roto lồng sóc của động cơ có kích thước lớn hơn thường được chế tạo bằng hợp kim đồng hoặc nhôm, trong khi lồng roto của chúng thường chế tạo bằng nhôm đúc. Các thanh roto trong máy điện có nhiệm vụ tạo ra mômen đủ lớn khi máy khởi động từ trạng thái dừng.

Thanh dẫn roto bị hỏng được coi là một lỗi nghiêm trọng trong động cơ KĐB lồng sóc. Sự xuất hiện của bất kỳ hư hỏng nào trong thanh roto sẽ dẫn đến hư hỏng thứ cấp trong động cơ và làm giảm hiệu suất làm việc của động cơ. Ở trường

hợp này, động cơ cần được bảo dưỡng hoặc thay thế bằng động cơ mới làm tăng chi phí vận hành.

Hỏng hóc roto [5] có thể được gây ra bởi các lỗi về điện như khuyết tật hay nứt thanh dẫn roto hoặc lỗi kết cấu cơ khí như độ lệch tâm của roto. Lỗi đầu tiên về điện xảy ra do ứng suất nhiệt, điểm nóng hoặc ứng suất mỏi trong các hoạt động tức thời như khởi động, đặc biệt là ở các động cơ lớn. Một thanh dẫn bị nứt làm thay đổi đáng kể mô men xoắn và trở nên nguy hiểm đối với sự an toàn và hoạt động ổn định của máy điện. Các thanh roto bị hỏng thường có thể không gây ra sự cố ngay lập tức cho động cơ KĐB. Tuy nhiên nếu cứ để như vậy, lỗi có thể phát triển thêm và các mảnh nứt, gãy của thanh dẫn roto có thể va vào phần đầu nối dây quấn nằm ngoài lõi thép của stato dẫn đến hư hỏng nghiêm trọng.



Hình 1: Mô hình 1/4 mặt cắt ngang roto và stato của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực

Giả sử tốc độ động cơ không đổi, tần số lỗi được đưa ra kiểm tra và xác định thanh roto bị hỏng. Các thanh roto bị gãy (đứt) có thể được xác định tần số lỗi bằng công thức tính toán sau [6]:

$$f_{brb} = f \left( k \left( \frac{1-s}{p} \right) \pm s \right) \quad (1)$$

Trong đó:  $f_{brb}$  – tần số lỗi khi thanh dẫn roto bị hỏng (Hz);  $f$  – tần số lưới điện (Hz),  $s$  – hệ số trượt;  $p$  – số đôi cực của stato;  $k$  – là hệ số không đổi ( $k = 1, 2, 3, \dots$ )

Một thanh dẫn roto bị hỏng gây ra một số hiệu ứng trong động cơ KĐB. Một hiệu ứng

thường xảy ra là sự xuất hiện của các thành phần tần số phụ của dòng điện stato. Chúng được tìm thấy ở bên trái và bên phải của thành phần tần số cơ bản. Do đó, các gợn sóng tốc độ gây ra bởi các xung mô men xoắn [6] tạo ra dải tần số bên phải và thành phần dải tần số bên trái được gây ra bởi sự không đồng bộ điện và từ trong lồng roto của động cơ cảm ứng [7]. Tần số phụ này được cho bởi:

$$f_b = f(1 \pm 2ks) \quad (2)$$

Trong trường hợp roto không đối xứng, từ trường quay ngược ở tần số trượt ( $-sf$ ) sẽ xuất hiện. Từ trường quay ngược này sẽ tạo ra một suất điện động trong cuộn dây stato đứng yên ở tốc độ  $(1-2s)f$ , xuất hiện trong phổ của dòng điện stato ở phía bên trái của tần số cơ bản. Theo đó, nó thường được coi là thành phần biên trái của phổ dòng điện stato do các thanh roto bị hỏng. Thành phần biên trái biểu thị sự biến thiên tuần hoàn của dòng điện. Nó cũng gây ra xung mô men xoắn với tần số  $2sf$ , từ đó tạo ra dao động tốc độ ở cùng tần số. Do dao động tốc độ này trong roto, một dải biên phải tại  $(1+2s)f$ , là một hàm của quán tính, sẽ được tạo ra trong cuộn dây của stato.

### 3 Nghiên cứu động cơ trên phần mềm Ansys Maxwell

#### 3.1 Phương pháp phần tử hữu hạn

Các phương pháp số thích hợp hơn cho việc phân tích trường điện từ của máy điện. Các phương pháp số phổ biến sử dụng trong nghiên cứu máy điện là phương pháp sai phân hữu hạn (FDM), phương pháp phần tử biên (BEM) và phương pháp phần tử hữu hạn (FEM). Những phương pháp này có ưu điểm và nhược điểm riêng của chúng, tuy nhiên, phương pháp phần tử hữu hạn kết hợp hầu hết các ưu điểm của hai phương pháp kia mà không phát sinh những nhược điểm đáng kể. Phương pháp này đặc biệt phù hợp để phân tích các máy điện trong đó cần tính đến nhiều yếu tố, chẳng hạn như hình học

phức tạp, vật liệu từ tính và điện, dòng điện cảm ứng, sự kết hợp của các hiệu ứng nhiệt và cơ học...

Trong FEM, một thiết bị điện từ được chia thành một số lượng lớn các phần tử nhỏ. Hành vi của từng phần tử riêng lẻ được mô tả bằng một phương trình. Theo đó, một bộ phương trình cực lớn thu được mô tả toàn bộ thiết bị. Tập hợp lớn các phương trình đồng thời này có thể được giải bằng lập trình máy tính để trích xuất hành vi của các phần tử riêng lẻ.

**3.2 Nghiên cứu và phân tích làm việc của động cơ KĐB 1,5kW 4 cực**

Trong phần thực nghiệm, nhóm tác giả sẽ xây dựng mô hình mô phỏng động cơ KĐB 1,5kW 4 cực với thông số như Bảng 1.

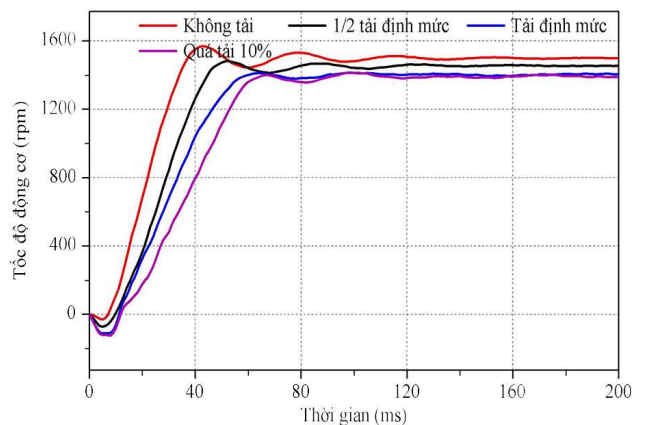
**Bảng 1. Bảng thông số động cơ KĐB 1,5kW 4 cực**

Thông số	Giá trị	Đơn vị
Công suất định mức	1,5	kW
Điện áp định mức	380	V
Tần số định mức	50	Hz
Mô men định mức	10,2	Nm
Số đôi cực	2	
Tốc độ định mức	1405	Vòng/phút
Hiệu suất	83,2	%
Hệ số công suất	0,88	
Khe hở không khí	0,1	mm
Số rãnh stato	48	Rãnh
Số rãnh roto	40	Rãnh
Chiều dài của lõi thép stato - roto	84	mm
Đường kính ngoài stato	131	mm
Đường kính trong roto	88,8	mm
Vật liệu chế tạo của lõi thép stato-roto	Steel1008	
Lớp quấn dây stato	Một lớp	

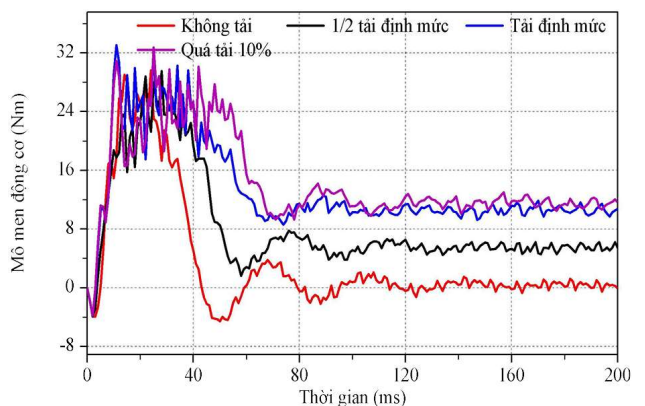
Gần đây, nghiên cứu về đặc tính điện từ của động cơ KĐB sử dụng FEM đã thu hút được sự quan tâm lớn. Phần mềm ANSYS Electronics là một trong những phần mềm mô phỏng trường

điện từ thương mại dành cho các kỹ sư đang làm việc để thiết kế và phân tích các thiết bị cơ điện và điện từ 3-D và 2-D [8-9]. Trong nghiên cứu này, động cơ KĐB ba pha (1,5 kW, 380 VAC, 4 cực) được nghiên cứu và phân tích bằng phần mềm ANSYS Electronics.

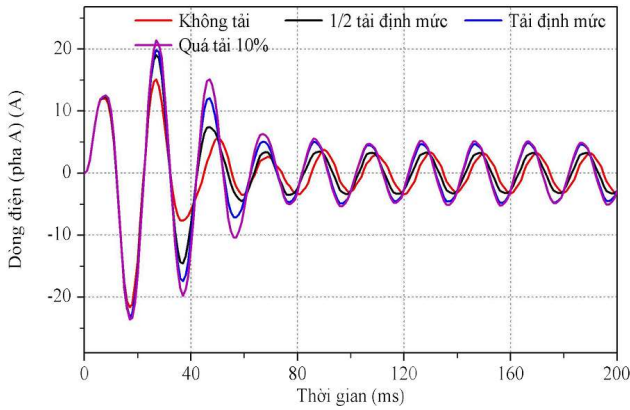
Mô phỏng động cơ KĐB ở các mức tải khác nhau cho tình trạng không có lỗi roto của động cơ KĐB như không tải, 1/2 tải, tải định mức và quá tải 10%. Kết quả mô phỏng động cơ ở trạng thái không lỗi với bốn mức tải được sử dụng cho các nghiên cứu tiếp theo. Về vấn đề này, trước hết, xác định được các dao động của dòng điện, tốc độ và mô men xoắn theo thời gian ở bốn mức tải đối với động cơ không có lỗi. Biểu đồ của những dữ liệu này được trình bày lần lượt trong các hình 2-4.



*Hình 2: Kết quả mô phỏng tốc độ động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto bình thường theo thời gian với 4 mức tải khác nhau*



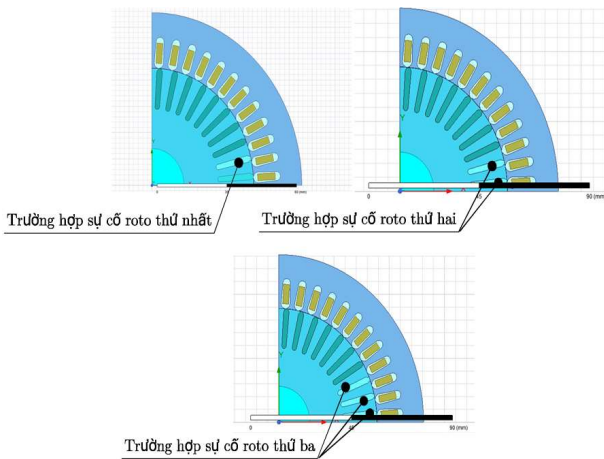
*Hình 3: Kết quả mô phỏng mô men động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto bình thường theo thời gian với 4 mức tải khác nhau*



Hình 4: Kết quả mô phỏng dòng điện pha A của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto bình thường theo thời gian với 4 mức tải khác nhau

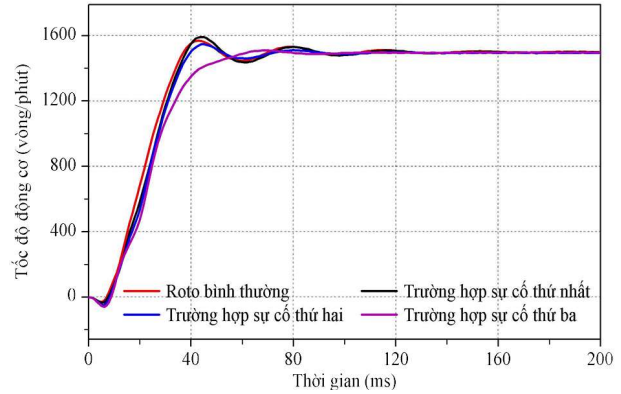
Như trong các hình 2-4, không có nhiều khác biệt về thời gian khởi động của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực khi hoạt động ở mức không tải và 1/2 tải định mức. Trong những điều kiện này, kết quả chỉ ra rằng động cơ chuyển sang trạng thái ổn định với ít hơn 120 mili giây. Tuy nhiên, hiệu suất của động cơ sẽ khác khi hoạt động ở mức tải cao hơn (tải định mức, quá tải 10%), thời gian để động cơ chuyển sang trạng thái ổn định nhanh hơn (thời gian khởi động là 100 mili giây).

Tiếp theo, nhóm tác giả trình bày ảnh hưởng của các thanh dẫn roto bị hỏng đến quá trình làm việc của động cơ KĐB. Các phân tích được thực hiện bằng phần mềm ANSYS Electronics 2021 R1 2D cho động cơ bị lỗi với thanh dẫn bị hỏng dưới các mức tải khác nhau: Không tải, 1/2 tải định mức, tải định mức và quá tải 10%.

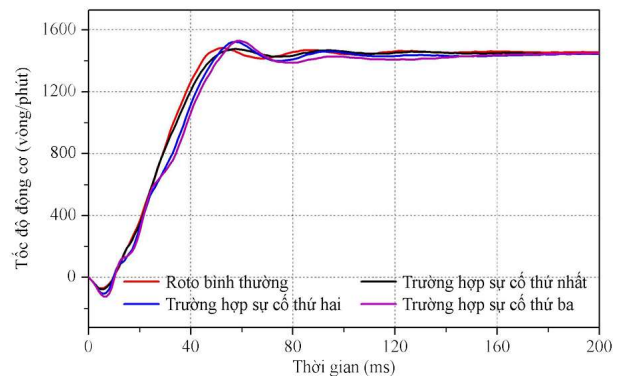


Hình 5: Các trường hợp sự cố thanh dẫn Roto của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực

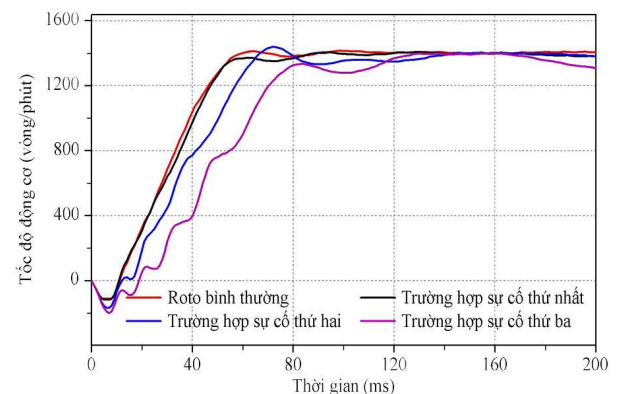
Mô hình Maxwell 2D của động cơ có thanh dẫn roto bị hỏng được mô tả trong Hình 5. Để xác định ảnh hưởng của thanh bị hỏng đối với thời gian khởi động của động cơ, dữ liệu tương tự thu được đối với động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực có roto bình thường đã được trình bày ở phần trên.



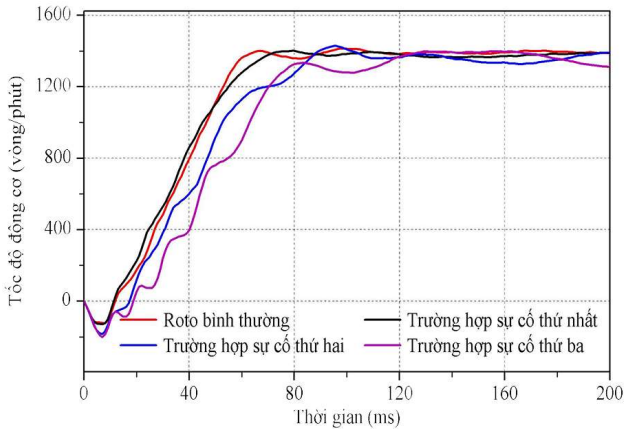
Hình 6: Kết quả mô phỏng tốc độ động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ không tải



Hình 7: Kết quả mô phỏng tốc độ động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ 1/2 tải định mức

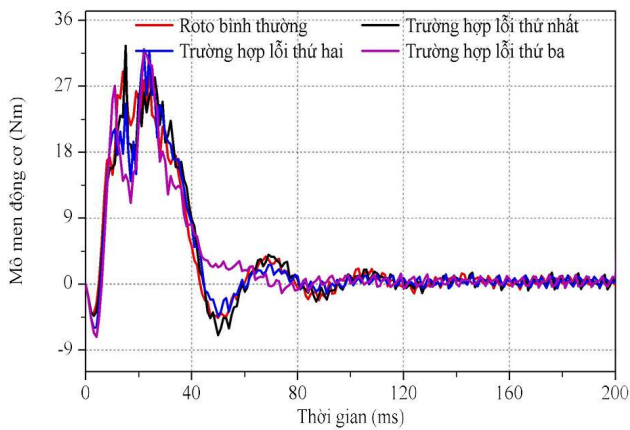


Hình 8: Kết quả mô phỏng tốc độ động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ tải định mức

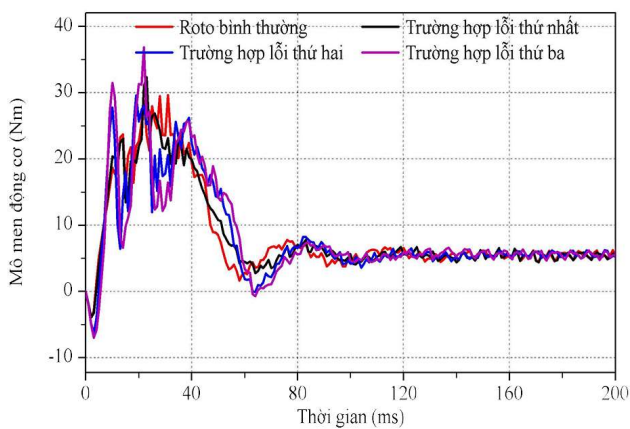


Hình 9: Kết quả mô phỏng tốc độ động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ quá tải 10%

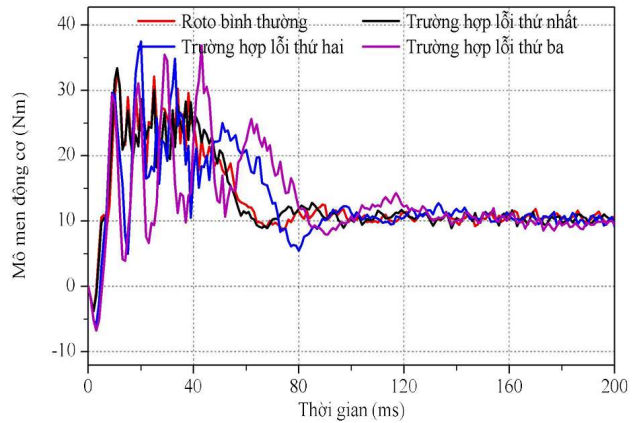
Trong các hình 6-9 cho thấy tốc độ của động cơ khi làm việc ở chế độ không tải với các sự cố khác nhau.



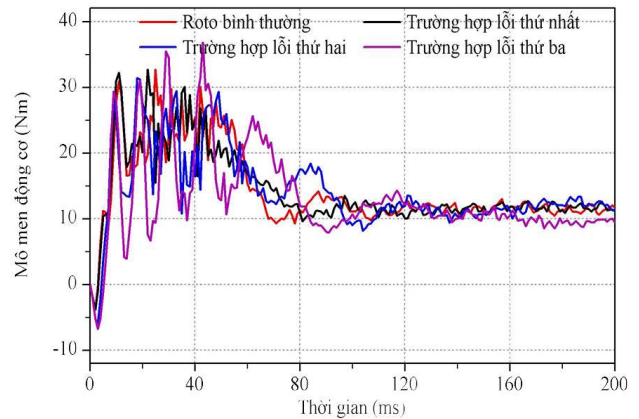
Hình 10: Kết quả mô phỏng mô men động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ không tải



Hình 11: Kết quả mô phỏng mô men động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ 1/2 tải ĐM



Hình 12: Kết quả mô phỏng mô men động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ tải ĐM

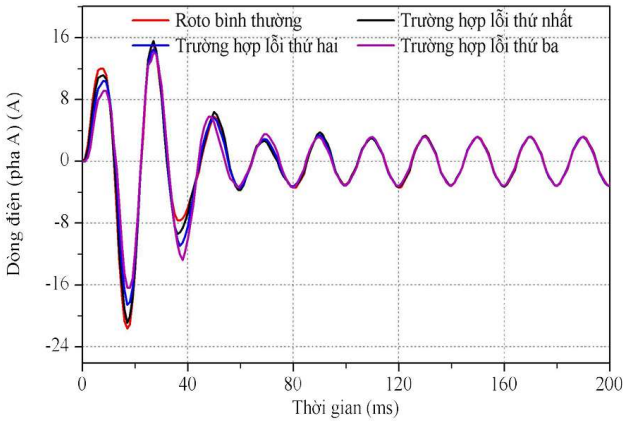


Hình 13: Kết quả mô phỏng mô men động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn sự cố với 4 trường hợp khác nhau chế độ quá tải 10%

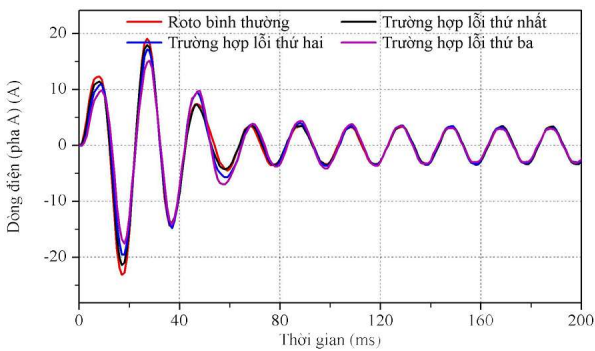
Trong các hình 10-13 cho thấy kết quả mô phỏng của mô men động cơ KĐB với các trường hợp sự cố roto ở các chế độ khác nhau. Với Hình 10, có thể biên độ dao động của mô men khi lỗi nhiều thanh dẫn roto sẽ tăng lên, điều này đúng với lý thuyết của động cơ KĐB. Đối với các hình 11-13, có thể thấy khi tải tăng thì biên độ mô men khởi động cũng tăng, đồng thời thời gian khởi động cũng tăng lên.

Các hình 14-17 cho thấy đặc tính của dòng điện khi khởi động trong các trường hợp xảy ra sự cố. Kết quả cho thấy, dòng điện trong các chế độ đều có dao động tương tự nhau, nhưng dòng điện vẫn có dạng hình sin, khi roto xảy ra lỗi nhiều thanh dẫn thì dòng điện khởi động dao động với biên độ giảm nhưng sóng của dòng điện

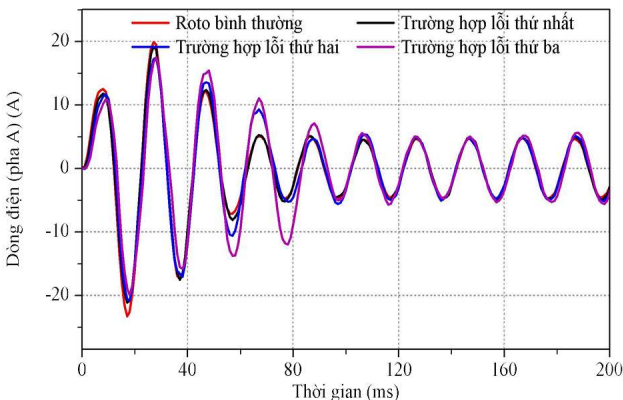
khí chạy ổn định không có dạng ổn định như trường hợp roto bình thường.



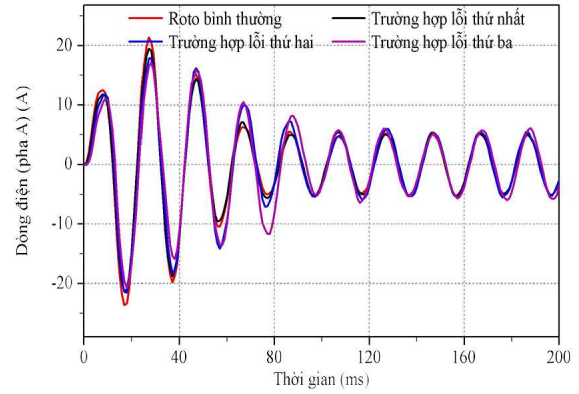
*Hình 14: Kết quả mô phỏng dòng điện pha A của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ không tải*



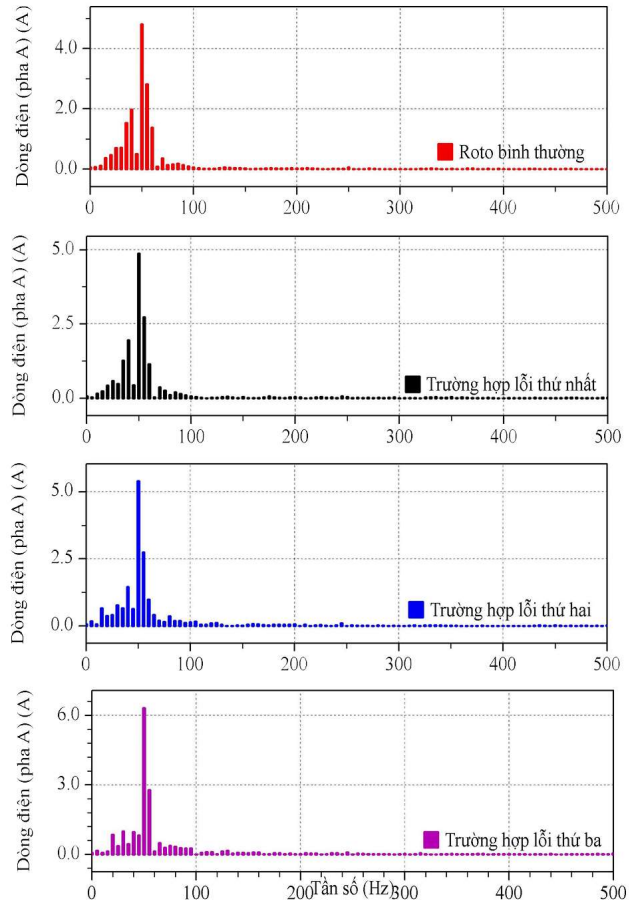
*Hình 15: Kết quả mô phỏng dòng điện pha A của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ 1/2 tải định mức*



*Hình 16: Kết quả mô phỏng dòng điện pha A của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ tải định mức*



*Hình 17: Kết quả mô phỏng dòng điện pha A của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau ở chế độ quá tải 10%*



*Hình 18: Kết quả phân tích FFT dòng điện pha A của động cơ KĐB 1,5 kW 4 cực với roto có thanh dẫn bị sự cố với 4 trường hợp khác nhau*

Kết quả phân tích FFT của dòng điện pha A trong Hình 18 cho ta thấy biên độ tần số cơ bản sẽ tăng khi số lượng thanh dẫn của roto bị sự cố tăng lên. Ngoài ra, có thể thấy các biên độ tần số



ở dải bên phải của tần số cơ bản cũng tăng lên nhiều so với trường hợp roto bình thường.

#### 4 Kết luận và kiến nghị

Việc sử dụng phương pháp FEM được trình bày trong bài báo là một phần của nghiên cứu các bài toán điện cơ của động cơ KĐB roto lồng sóc. Mô phỏng máy tính dựa trên các mô hình toán học được đưa là phương pháp hiệu quả và chi phí thấp, giúp nghiên cứu ảnh hưởng của các lỗi động cơ khác nhau đến quá trình làm việc.

Phương pháp đã trình bày cho phép đánh giá

ảnh hưởng của việc gãy thanh dẫn roto đến các thông số của động cơ KĐB trong trường hợp số lượng và vị trí các thanh roto bị đứt ở các trường hợp khác nhau với các chế độ tải khác nhau. Các thành phần sóng hài của dòng điện được dự đoán bằng phương pháp lý thuyết phù hợp với kết quả mô phỏng. Tuy nhiên giữa mô phỏng và thực tế thử nghiệm vẫn có một khoảng cách nhất định, kết quả nghiên cứu vẫn còn nhiều hạn chế. Việc khắc phục những hạn chế này sẽ giúp chúng ta nghiên cứu sâu hơn về động cơ KĐB.

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Vũ Gia Hanh, Trần Khánh Hà, Nguyễn Văn Sáu.** Máy điện I, II. *NXB Khoa học và Kỹ thuật, 1998.*
2. **Bonnett A.H., Soukup G.C.** Rotor Failures in Squirrel Cage Induction Motors. *IEEE Transactions on Industry Applications, vol. IA-22, no. 6, Nov. 1986, PP. 1165-1173.*
3. **Kliman G.B., Koegl R.A., Stein J., Endicott R.D., Madden M.W.** Noninvasive Detection of Broken Rotor Bars in Operating Induction Motors. *IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 3, no. 4, Dec. 1988, PP. 873-879, DOI: 10.1109/60.9364.*
4. **Rahimian Mina M., Seung Choi, Karen Butler-Purry.** A Novel Analytical Method for Prediction of The Broken Bar Fault Signature Amplitude in Induction Machine Cage Rotor and Synchronous Machine Damper Winding. *2011 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition, 2011, PP. 1641-1648, DOI: 10.1109/ECCE.2011.6063979.*
5. **Hamdani S., Touhami O., Fadel R.I.M.** Neural Network Technique for Induction Motor Rotor Faults Classification – Dynamic Eccentricity and Broken Bar Faults. *IEEE International Symposium on Diagnostics for Electric Machines Power Electronics & Drives (SDEMPED), Bologna, Italy, PP. 626-631, 5-8 Sep. 2011. DOI: 10.1109/DEMPED.2011.6063689.*
6. **Nandi S., Toliyat H.A., Li X.** Condition Monitoring and Fault Diagnosis of Electrical Motors – A Review. *IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 20, 2005, PP. 719-729. DOI: 10.1109/TEC.2005.847955.*
7. **Bellini A., Filippetti F., Franceschini G., Tassoni C., Kliman G.B.** Quantitative Evaluation of Induction Motor Broken Bars By Means of Electrical Signature Analysis. *IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 37, 2001, PP. 1248-1255. DOI: 10.1109/28.952499.*
8. **Stolarski T.A., Nakasone Y., Yoshimoto S.** Engineering Analysis with ANSYS Software. *Butterworth-Heinemann, 2018.*
9. **AnsoftTM Inc.** ANSYS Electromagnetics Suite 2021 R1 Help. *ANSYS, Inc. Southpointe 2600 ANSYS Drive Canonsburg, PA 15317.*

# ẢNH HƯỞNG CỦA CÁC THÔNG SỐ CẤU TRÚC ĐẾN TÍNH HẤP THỤ NĂNG LƯỢNG CỦA VẬT LIỆU MẠNG VI PHÂN TỬ DẠNG HÌNH THÁP

*Phạm Trung Hải, Xu Ping, Yu Yinghua, Shen Jiaxing  
 Trường Đại học Kỹ thuật Công trình Liêu Ninh - Trung Quốc  
 Lê Thanh Bình – Viện Cơ khí Năng lượng và Mỏ - Vinacomin*

**Tóm tắt:** Phần tử hấp thụ năng lượng (HTNL) sử dụng cấu trúc mạng vi phân tử được thiết kế cho dàn chống thủy lực nhằm tăng khả năng HTNL và nâng cao độ an toàn cho dàn chống. Bài báo sử dụng phương pháp phân tích dựa trên cơ sở lý thuyết sức bền vật liệu, kết hợp với phương pháp mô phỏng số để khảo sát ảnh hưởng của các thông số cấu trúc vi phân tử hình tháp đến tính năng của bộ HTNL. Các phân tích cho thấy, tăng kích thước đường kính chân của vi phân tử hình tháp có thể làm tăng khả năng chịu lực cũng như khả năng HTNL. Ngược lại, tăng bề rộng đáy và chiều cao vi phân tử hình tháp có thể làm giảm khả năng HTNL của toàn bộ cấu trúc bộ HTNL.

**Từ khoá:** Dàn chống thủy lực; hấp thụ năng lượng; mạng vi phân tử; sức bền vật liệu.

## 1 Đặt vấn đề

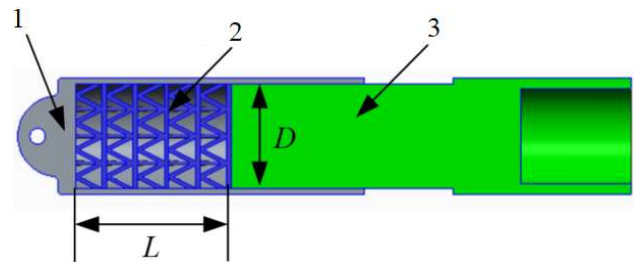
Hiện nay, với các đặc tính như: Nhẹ, chịu va đập và HTNL tốt, tản nhiệt cách nhiệt, tiêu cách âm tốt, khả năng tùy biến theo yêu cầu..., vật liệu mạng vi phân tử đã và đang được nghiên cứu và ứng dụng trong nhiều lĩnh vực. Trong các nghiên cứu đã công bố trước đây, các tác giả đã sử dụng vật liệu mạng vi phân tử để thiết kế phần tử HTNL sử dụng cho dàn chống nhằm tăng cao khả năng HTNL và độ an toàn cho dàn chống [1]. Các nghiên cứu đã chỉ ra: Vật liệu có cấu trúc mạng vi phân tử dạng hình tháp là phù hợp nhất dùng cho thiết kế phần tử HTNL. Nghiên cứu này sử dụng phương pháp phân tích mô phỏng mô hình số dựa trên cơ sở phương pháp phần tử hữu hạn tiến hành nghiên cứu sự ảnh hưởng của các thông số cấu trúc vật liệu mạng vi phân tử đối với tính năng của phần tử HTNL.

## 2 Nội dung nghiên cứu

### 2.1 Cấu tạo của bộ HTNL sử dụng vật liệu mạng vi phân tử hình tháp

Bộ HTNL làm từ vật liệu mạng vi phân tử bao gồm rất nhiều cấu trúc vi phân tử xếp với nhau theo một trật tự nhất định. Các vi phân tử hình tháp này được sắp xếp thành nhiều lớp, mỗi lớp có số lượng vi phân tử bằng nhau (Hình 1). Các phần tử giống nhau nên các thông số về khối

lượng, độ cứng... là như nhau. Khi bộ HTNL bị nén dọc trục, lực sẽ được phân bố đều cho tất cả các vi phân tử. Mỗi vi phân tử có thể chịu các lực khác nhau và quá trình biến dạng cũng khác nhau, nhưng tổng năng lượng hấp thụ tối đa của mỗi vi phân tử là như nhau và tổng năng lượng hấp thụ của toàn bộ cấu trúc sẽ là tổng năng lượng hấp thụ của tất cả các vi phân tử. Do đó, tổng năng lượng hấp thụ được của bộ HTNL sẽ phụ thuộc vào năng lượng được hấp thụ bởi mỗi vi phân tử và tổng số vi phân tử có trong tổ hợp.



Hình 1: Bộ HTNL sử dụng vật liệu mạng vi kết cấu:

1- đế; 2- lõi HTNL; 3- chân cột chống thủy lực

Vì chiều cao và đường kính của bộ HTNL là cố định nên khi các thông số cấu trúc vi phân tử hình tháp khác nhau, số lượng vi phân tử được lắp đặt trong không gian cố định của bộ HTNL sẽ khác nhau. Các thông số khiến vi phân tử đạt khả năng hấp thụ tốt nhất chưa chắc đã khiến bộ

HTNL bố trí được số lượng vi phân tử nhiều nhất. Vì thế, cần xem xét ảnh hưởng của các thông số cấu tạo đến tổng thể bộ HTNL.

Giả sử bộ HTNL có tổng chiều dài là  $L$ , đường kính là  $D$ , do các vi phân tử có chiều cao  $h$ , bề rộng đáy  $l = 2a$ , đường kính chân  $d$  cấu tạo thành. Các vi phân tử này được sắp xếp thành nhiều lớp, mỗi lớp gồm nhiều vi phân tử. Số lớp lớn nhất có thể xếp là:

$$u \leq \frac{L}{h} \quad (1)$$

Mỗi tầng có số vi phân tử là:

$$v \leq \frac{\pi \left( \frac{D}{2a} \right)^2}{4} \quad (2)$$

Giả sử rằng các vi phân tử có cấu tạo đồng nhất, lực phân bố lên thân mỗi phần tử là như nhau và độ biến dạng của thân của chúng là như nhau, thì tổng phản lực của bộ HTNL bằng tổng phản lực của toàn bộ vi phân tử được sắp xếp trong một lớp:

$$F_{\text{total}} = v.F \quad (3)$$

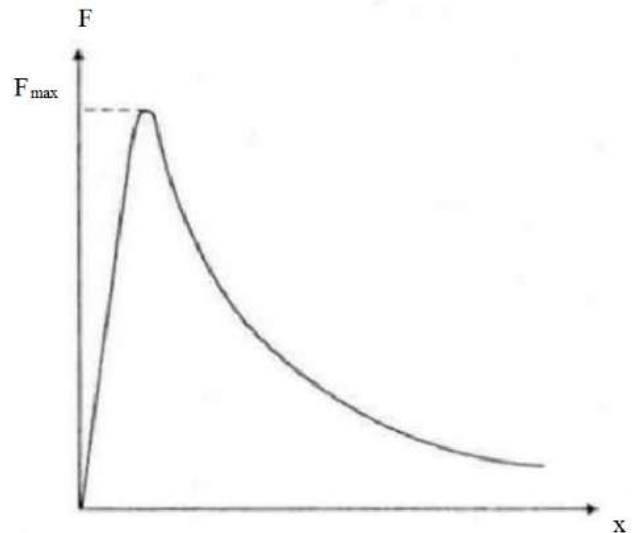
Tổng năng lượng có thể hấp thụ bằng tổng năng lượng hấp thụ của toàn bộ các vi phân tử:

$$Q_{\text{total}} = u.v.Q \quad (4)$$

### 2.2 Quá trình biến dạng vi phân tử hình tháp

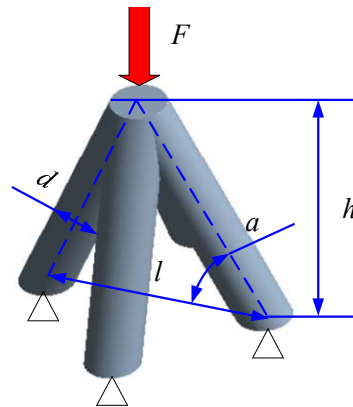
Bộ HTNL thường được lắp đặt ở chân của cột chống thủy lực. Ở điều kiện làm việc bình thường, bộ HTNL cần phải chịu được lực chống công tác của cột chống. Khi xảy ra nổ đá, áp lực lên cột chống tăng đột ngột vượt quá giá trị lực chống tới hạn của bộ HTNL, lúc này bộ HTNL bắt đầu phát huy tác dụng, biến dạng và hấp thụ bớt một phần năng lượng từ vụ nổ, giảm bớt áp lực lên cột chống, giúp bảo vệ an toàn cho các kết cấu khác của cột và giàn chống.

Với đặc điểm làm việc như trên, bộ HTNL cần đường đặc tính chịu lực tương tự như Hình 2. Trong nghiên cứu đã công bố [1], mô phỏng nén một vi phân tử hình tháp cũng cho thấy đường đặc tính chịu lực của vi phân tử hình tháp là phù hợp để làm bộ HTNL.



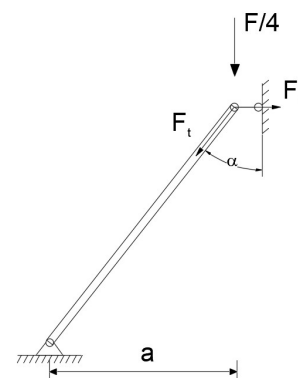
Hình 2: Kết cấu vi phân tử hình tháp và lực tác động khi bị nén

Để lý giải cho vấn đề này, tiến hành khảo sát một vi phân tử hình tháp chịu lực như Hình 3.



Hình 3: Kết cấu vi phân tử hình tháp và lực tác động khi bị nén

Do có tính đối xứng nên mô hình lực có thể đơn giản hóa thành lực tác dụng lên từng chân như Hình 4:



Hình 4: Phân bố lực trên chân của vi phân tử hình tháp

Trong điều kiện lý tưởng, các thành phần lực  $F_n$  của các chân sẽ triệt tiêu lẫn nhau. Thành phần lực  $F_t$  được tính theo công thức:

$$F_t = \frac{F}{4 \cdot \cos \alpha}, \text{ N} \quad (5)$$

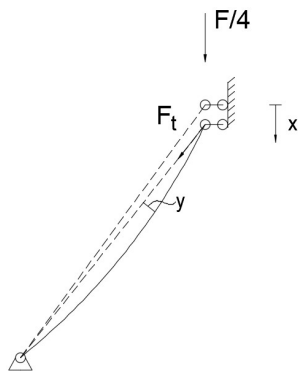
Như vậy xét riêng mỗi chân, lực tác dụng chỉ còn lại thành phần lực dọc trục. Biến dạng ban đầu của thanh là biến dạng nén dọc trục. Khi thanh vẫn trong giới hạn đàn hồi, lực  $F_t$  có thể được tính dựa vào định luật Hook như sau:

$$F_t = \frac{\Delta L}{L} \cdot EA, \text{ N} \quad (6)$$

Trong đó:

- E: Mô đun đàn hồi vật liệu, MPa;
- A: Tiết diện của thanh, mm<sup>2</sup>;
- $\Delta L$ : Độ biến dạng của thanh, mm;
- L: Chiều dài ban đầu của thanh.

Khi tiếp tục tăng giá trị của lực F, theo nghiên cứu của Leonhard Euler năm 1774, khi lực dọc trục tăng đến một giá trị nhất định, thanh bị nén dọc trục sẽ tiến vào trạng thái mất ổn định và bị uốn cong như hình 5:



Hình 5: Biến dạng của thanh chịu nén dọc trục

Để tìm giá trị lực tới hạn này, giả thiết với một biến dạng  $y$  vô cùng bé, ta xây dựng được phương trình đặc trưng như sau:

$$y'' = -\frac{F_{tmax}}{EI} \cdot y \quad (7)$$

Giải phương trình vi phân trên thu được công thức tính giá trị lực tới hạn:

$$F_{tmax} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}, \text{ N} \quad (8)$$

Trong đó: I – mô men quán tính tiết diện thanh.

Lúc này ứng suất của thanh là:

$$\sigma = \frac{F_{tmax}}{A} = \frac{\pi^2 EI}{A \cdot L^2}, \text{ MPa} \quad (9)$$

Đặt  $\lambda = \frac{L_1}{r_{min}}$  là độ mảnh của thanh;  $r_{min}$  là

bán kính quán tính tiết diện thanh  $r_{min} = \sqrt{\frac{I}{A}}$ . Với

thanh có tiết diện tròn,  $r_{min} = \frac{d}{4}$ . Giá trị

$\lambda_0 = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{\sigma_s}}$  được gọi là độ mảnh giới hạn của

thanh với  $\sigma_s$  là giới hạn chảy của vật liệu. Đối với vật liệu thép, giá trị  $\lambda_0$  nằm vào khoảng 90-100. Nếu  $\lambda < \lambda_0$ , khi thanh bắt đầu tiến vào trạng thái mất ổn định, ứng suất trong thanh đã vượt quá giới hạn chảy, thanh sẽ ngay lập tức xuất hiện biến dạng chảy. Trong phạm vi nghiên cứu này, kích thước tháp thiết kế có độ cao từ 30-80 mm, độ rộng chân từ 20-40 mm, đường kính chân 4- 7 mm. Với thông số kích thước này, độ mảnh của thanh chân  $\lambda < \lambda_0$ . Do đó có thể kết luận, ngay khi mất ổn định, thanh sẽ bị biến dạng dẻo ngay lập tức. Khi tiến vào trạng thái bị biến dạng dẻo, phản lực sẽ giảm nhanh, tuy nhiên biến dạng dẻo không xảy ra trên toàn bộ chiều dài thanh mà chỉ xảy ra tại một vài điểm có ứng suất tập trung lớn nhất.

Như vậy, toàn bộ quá trình biến dạng của vi phân tử hình tháp có thể mô tả tóm tắt qua 2 giai đoạn như sau:

- *Giai đoạn 1*: Tương ứng với khi bộ HTNL làm việc ở điều kiện bình thường. Áp lực lên bộ HTNL nhỏ hơn áp lực tới hạn, bộ HTNL bị biến dạng nhỏ. Biến dạng lúc này chủ yếu là biến dạng nén dọc trục của các chân vi phân tử hình tháp.

- *Giai đoạn 2*: Tương ứng với khi xảy ra nổ đá. Áp lực lên bộ HTNL tăng đột ngột và vượt quá giá trị giới hạn. Các chân vi phân tử bị mất ổn định và bị biến dạng uốn cong, nội lực trong vi phân tử giảm.

$$F_{lmax} = \frac{\pi^2 EI}{L^2}, N \quad (10)$$

Giai đoạn 2 là giải đoạn HTNL chính của bộ HTNL. Trong giai đoạn này, hàm số biểu thị phân lực của vi phân tử tương ứng với độ biến dạng là:

$$F = m.x'' + b.x' + c.x, N \quad (11)$$

Trong đó:

- m; Ma trận khối lượng của vi phân tử, MPa;
- b: Ma trận độ cản của vi phân tử;
- c: Ma trận độ cứng của vi phân tử;
- x: Ma trận chuyển vị của vi phân tử (độ biến dạng).

Năng lượng vi phân tử hấp thụ được chính bằng công của ngoại lực gây ra biến dạng. Được tính theo công thức:

$$Q = \int_0^{x_{max}} F.dx \quad (13)$$

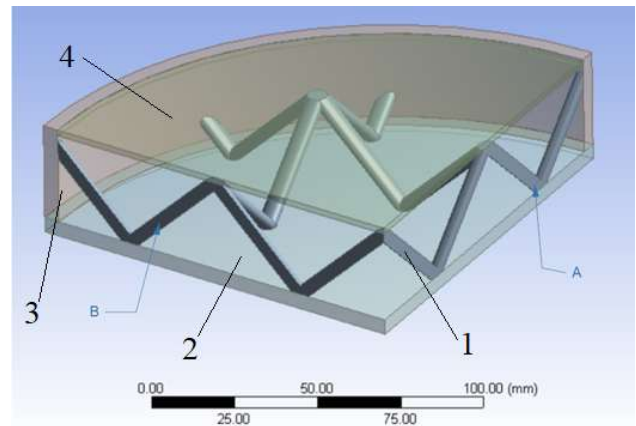
Trên thực tế, để xác định các hàm số này là rất khó khăn. Ngày nay, nhờ vào các phần mềm mô phỏng và máy tính, người ta có thể tiến hành mô phỏng qua trình biến dạng của vật thể cho ra những kết quả tương đối chính xác. Bài báo sử dụng modul mô phỏng va chạm Explicit Dynamic của phần mềm ANSYS Workbench để tiến hành mô phỏng và khảo sát sự ảnh hưởng của các tham số tới tính năng chịu lực và HTNL của bộ HTNL.

### 2.3 Mô phỏng số bằng phần mềm Ansys

Nhóm nghiên cứu sử dụng modul Eplixit trong phần mềm ANSYS Workbech để mô phỏng bài toán nén bộ HTNL. Theo đó, mô hình 3D của vật thể sẽ được chia lưới nhỏ, cài đặt các điều kiện đầu vào và tự động tính toán dự trên phương pháp phần tử hữu hạn. Thời gian để mô phỏng tính toán phụ thuộc rất nhiều vào tốc độ máy tính, kết cấu của vật thể, độ chính xác yêu cầu (độ chia nhỏ của lưới). Đối với các bài toán phức tạp cần phải sử dụng các siêu máy tính, chạy trong thời gian dài mới có thể giải xong. Do điều

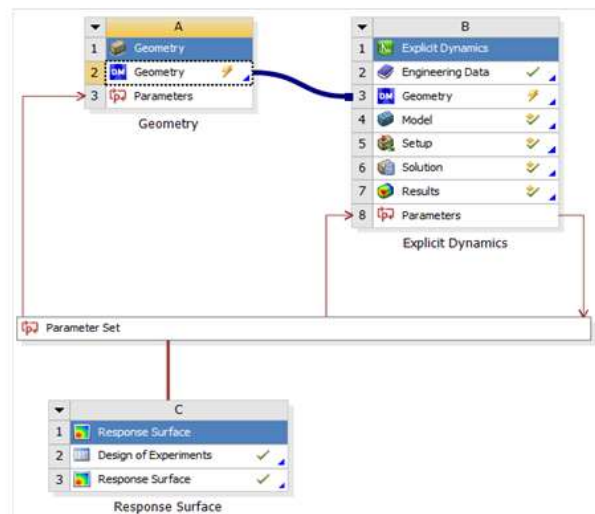
kiện trang bị máy tính chỉ là máy tính phổ thông, để giảm bớt độ phức tạp và thời gian tính toán, nhóm nghiên cứu chỉ mô phỏng tính toán cho 1/4 tầng của bộ HTNL (Hình 6). Cấu tạo 1 tầng bộ HTNL bao gồm các vi phân tử làm lõi, tấm đế dày 5 mm, ống dày 5 mm bọc xung quanh làm dẫn hướng, tấm trên dày 5 mm có thể trượt trên thành ống.

Mặt A và mặt B được ràng buộc chuyển vị theo phương pháp tuyến bằng 0. Vật liệu bộ HTNL được chọn trong thư viện có sẵn của Ansys là thép STEEL 4340, mặt dưới được khai báo gối cố định, tấm trên được ép xuống với tốc độ 10 m/s.



Hình 6: Mô hình 3D 1/4 tầng của bộ HTNL  
1 – lõi; 2 – tấm đế; 3 – vỏ trượt; 4 – tấm trên

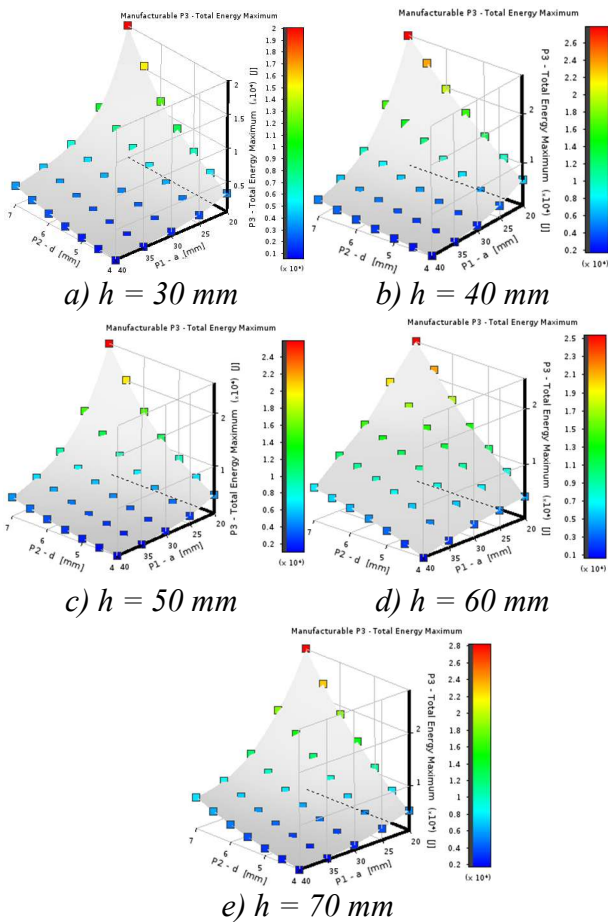
Lưu đồ quá trình phân tích mô phỏng được thể hiện ở Hình 7:



Hình 7: Lưu đồ quá trình mô phỏng phân tích

Theo đó, giá trị các thông số đầu vào được khai báo ở mục Parameter Set:  $a = 20..40$  mm;  $d = 5..7$  mm;  $h = 30..70$  mm. Mô hình thông số sẽ được tự động cập nhật theo giá trị các thông số ở mục Geometry. Sau khi được cập nhật giá trị thông số mới, mô hình được đưa vào mục mô phỏng Explicit Dynamic để tiến hành mô phỏng phân tích. Các giá trị đầu ra được cài đặt ở mục này bao gồm tổng năng lượng hấp thụ và giá trị phản lực lớn nhất. Sau khi phân tích xong, giá trị thông số mới lại được cập nhật và một chu trình mới bắt đầu cho đến khi mô phỏng hết các giá trị thông số. Giá trị của thông số đầu ra và đầu vào được tổng hợp và xây dựng thành đồ thị quan hệ ở mục Response Surface.

Sau khi chạy mô phỏng, thu được ảnh hưởng của các thông số đến khả năng HTNL của kết cấu như Hình 8:



Hình 8: Kết quả mô phỏng phân tích bằng Ansys

Từ các biểu đồ Hình 8 ta có thể thấy quan hệ của 2 thông số  $a, d$  với khả năng HTNL là một bề mặt cong liên tục. Giá trị năng lượng hấp thụ thấp nhất nằm ở điểm thiết kế  $a = 40$  mm,  $d = 4$  mm; giá trị năng lượng hấp thụ đạt cao nhất khi  $a = 20$  mm,  $d = 7$  mm. Như vậy có thể thấy, khi tăng  $a$  sẽ làm giảm khả năng HTNL của kết cấu, ngược lại tăng  $d$  sẽ làm tăng khả năng HTNL của kết cấu.

So sánh giá trị các điểm tương ứng giữa các mức  $h$  khác nhau, ta thấy  $h$  càng cao thì tổng năng lượng hấp thụ càng lớn. Có thể phỏng đoán được điều này xảy ra là do khi  $h$  tăng sẽ làm cho chiều dài biến dạng hiệu dụng của kết cấu tăng nên, từ đó làm tăng khả năng HTNL. Tuy nhiên, nếu bộ HTNL có nhiều tầng và tổng chiều cao của bộ HTNL là cố định, việc tăng chiều cao vi phân tử có thể làm giảm số lớp vi phân tử bố trí trong bộ HTNL. Chiều dài hành trình hiệu dụng mỗi lớp có thể tăng nhưng tổng chiều dài toàn bộ các lớp hầu như không thay đổi, do đó khi tăng  $h$  có thể làm giảm tổng năng lượng hấp thụ của một bộ HTNL.

### 3 Kết luận

Dựa trên lý thuyết sức bền vật liệu và biến dạng dẻo kim loại, nhóm nghiên cứu đã phân tích, lý giải đặc điểm và nguyên lý làm việc của vi phân tử hình tháp, đưa ra công thức tính gần đúng phản lực tới hạn của cấu trúc vi phân tử, từ đó khảo sát ảnh hưởng của các thông số đến tính năng chịu lực của mỗi vi phân tử cũng như toàn bộ kết cấu của bộ HTNL.

Kết quả phân tích mô phỏng cho thấy, các thông số cấu trúc của vi phân tử có ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng HTNL của bộ HTNL. Khi tăng kích thước đường kính chân ( $d$ ) hoặc giảm bề rộng đáy vi phân tử ( $a$ ) có thể khiến khả năng HTNL của bộ HTNL tăng. Ngược lại, giảm đường kính chân hoặc tăng bề rộng đáy có thể làm giảm khả năng HTNL của kết cấu.

Đối với thông số chiều cao  $h$  của mỗi vi phân tử, khi  $h$  tăng làm tăng mức HTNL của mỗi vi

phân tử, tuy nhiên lại khiến mức hấp thụ của tổng thể bộ HTNL giảm xuống.

Các phân tích, mô phỏng trong bài báo được thực hiện dưới điều kiện lý thuyết lý tưởng. Song

trên thực tế, bản thân các vật liệu luôn tồn tại lỗi khiến cho biến dạng và chịu lực không đồng đều nhau. Do đó, cần có những nghiên cứu thử nghiệm thực tế để có kết luận chính xác hơn.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Phạm Trung Hải, Xu Ping, Yu Yinghua, Shen Jiaxing.** Áp dụng bộ hấp thụ năng lượng cho vi chống dưng trong mỏ than hầm lò để nâng cao an toàn trong khi sử dụng. *Hà Nội: Tạp chí Công nghiệp mỏ số 2-2021, Tr.42-49.*
2. **Nguyễn Đình Đức, Đào Như Mai.** Sức bền vật liệu và kết cấu. *NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội, 2011.*

## **GIẢI PHÁP CHUẨN BỊ Lò CHỢ THEO HƯỚNG XIÊN CHÉO NHẪM TĂNG HIỆU QUẢ CHỐNG TRÔI TRƯỢT ĐỒNG BỘ THIẾT BỊ CƠ GIỚI HÓA KHAI THÁC**

*TS. Phạm Đức Thang, TS. Khương Phúc Lợi, ThS. Hoàng Văn Nghị  
Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh*

**Tóm tắt:** Cơ giới hóa (CGH) khai thác than hầm lò đang được triển khai áp dụng rộng rãi và có hiệu quả cao trong hầu hết các phạm vi điều kiện địa chất mỏ khác nhau ở nhiều nước trên thế giới. Tuy nhiên trong các điều kiện địa chất phức tạp, chiều dài khai thác không lớn lại là những nhân tố tác động tiêu cực đến hiệu quả áp dụng công nghệ này. Trong quá trình áp dụng CGH khai thác các vỉa dày trung bình góc dốc vỉa thoải đến nghiêng với lò chợ cột dài theo phương thì khi góc dốc vỉa biến động lớn (từ 20 đến 35°), các tổ hợp vỉ chống trong quá trình khấu than thường trôi trượt xuống phía dưới theo chiều dốc. Bài báo đưa ra cơ sở khấu gương lò chợ theo hướng xiên chéo với tính toán xác định góc dốc của lò chợ thực tế khi khấu gương theo hướng xiên chéo trong sự phụ thuộc vào góc dốc của vỉa than để giảm góc dốc của lò chợ nhằm hạn chế ảnh hưởng của góc dốc vỉa than đến việc trôi trượt tổ hợp thiết bị CGH trong lò chợ khai thác ở các vỉa than dày trung bình dốc thoải đến nghiêng.

**Từ khóa:** Cơ giới hóa; khai thác; lò chợ xiên chéo; tổ hợp thiết bị; trôi trượt.

### **1 Đặt vấn đề**

Theo Quy hoạch phát triển ngành Than Việt Nam được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt ngày 14/03/2016 tại Quyết định số 403/QĐ-TTg về việc phê duyệt điều chỉnh quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng đến năm 2030, Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) đã đề ra chủ trương phát triển ngành Than bền vững theo hướng đổi mới công nghệ, triển khai áp dụng CGH các khâu khấu than, chống giữ lò chợ, vận tải và đào lò tại những khu vực điều kiện địa chất cho phép, trong đó CGH khai thác và đào chống lò đóng vai trò quan trọng [1].

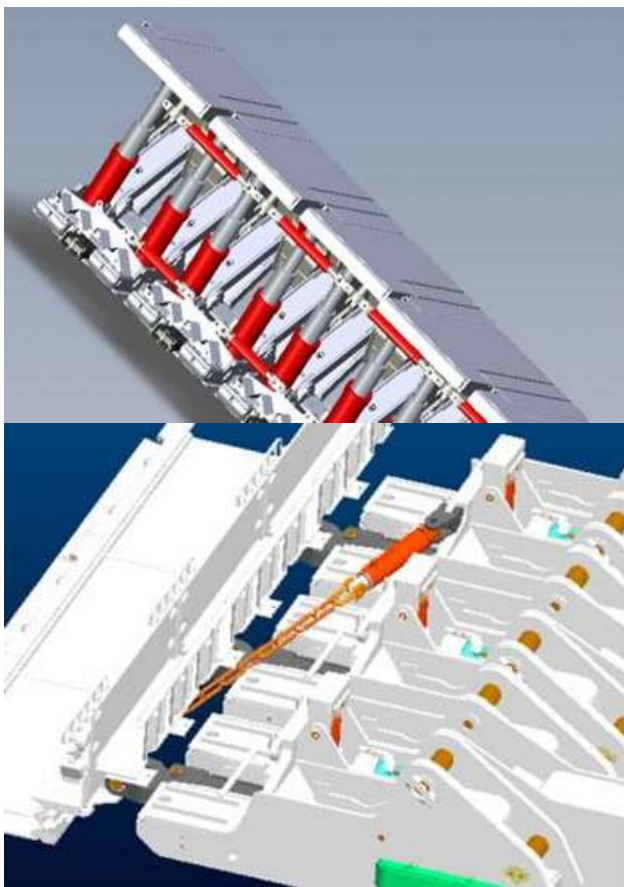
Trong giai đoạn 2013-2020 các đơn vị của Tập đoàn TKV đã đẩy mạnh áp dụng CGH trong khai thác than hầm lò, công tác áp dụng CGH ngày càng được nhân rộng cả về số lượng và đa dạng về loại hình công nghệ. Công tác triển khai áp dụng công nghệ CGH khai thác lò chợ tại các mỏ hầm lò của TKV đã có những bước tiến mạnh mẽ, sản lượng khai thác than bằng CGH đạt và duy trì 11 đến 13% tổng sản lượng than hầm lò.

Nếu như trong giai đoạn 2010-2014, sản lượng than từ các lò chợ CGH đồng bộ khoảng 3,1% thì đến năm 2020, sản lượng khai thác than bằng CGH là 3,45 triệu tấn với 10 lò chợ CGH đồng bộ hoạt động tại các đơn vị khai thác hầm lò của Tập đoàn, chiếm 14,17% sản lượng than hầm lò [2]. Đến hết năm 2022, toàn Tập đoàn TKV đã có 12 dây chuyền bán CGH đào lò đá bằng xe khoan kết hợp với máy xúc và 11 thiết bị đào lò bằng máy combai, trong đó có 05 máy combai EBH45 được đầu tư mới đưa vào sử dụng tại các mỏ Hạ Long, Khe Chàm, Nam Mẫu, Uông Bí, Vàng Danh, cùng với 11 dây chuyền lò chợ CGH đồng bộ với tỉ lệ sản lượng khai thác CGH chiếm khoảng 15% tổng sản lượng khai thác hầm lò [3].

Kinh nghiệm áp dụng CGH đồng bộ khai thác tại Trung Quốc, Nga và các nước có nền công nghiệp mỏ phát triển khác cũng như tại một số mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh cho thấy, khi khai thác các vỉa than có góc dốc nhỏ hơn 20°, tổ hợp đồng bộ thiết bị CGH làm việc rất ổn định, giàn chống có thể hoạt động ổn định mà không cần trang bị các cơ cấu chống trôi, chống đỡ giàn



chống và máng cào [2]. Mặc dù nhiều tổ hợp đồng bộ thiết bị CGH trong lò chợ có thông số kỹ thuật cho phép làm việc với góc dốc via đến  $35^\circ$ , song trong thực tế khi góc dốc via từ  $20 \div 35^\circ$ , các dây chuyền CGH thường hoạt động kém ổn định nếu không có các giải pháp hạn chế ảnh hưởng của góc dốc via than [5]. Hiện nay, một số các tổ hợp đồng bộ thiết bị CGH được thiết kế bổ sung các kết cấu chống trôi trượt, chống đổ giàn chống, chống trôi trượt máng cào; hàn các tấm gân ngang để tăng độ ma sát dưới mặt để giàn chống, máng cào (hình 1) hoặc một số các giải pháp khác để hạn chế sự trôi trượt của tổ hợp thiết bị CGH trong quá trình khai thác. Tuy nhiên, trong phạm vi bài báo, nhóm tác giả tập trung nghiên cứu đề xuất giải pháp khâu gương lò chợ theo hướng xiên chéo để giảm góc dốc biểu kiến của lò chợ và tuyến vận tải để tăng hiệu quả chống trôi trượt đồng bộ thiết bị CGH khai thác trong các lò chợ này.

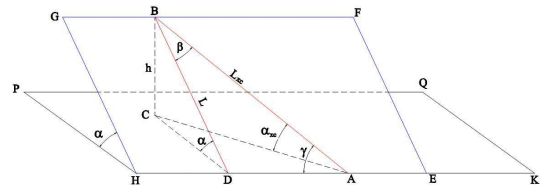


Hình 1: Giàn chống và máng cào được trang bị cơ cấu chống trôi, trượt

## 2 Nội dung nghiên cứu

### 2.1 Cơ sở nguyên lý khâu gương lò chợ theo hướng xiên chéo

Chuẩn bị khâu gương lò chợ theo hướng xiên chéo nghĩa là mặt phẳng thẳng tuyến lò chợ sẽ lệch so với mặt phẳng theo chiều dốc của via than một góc nhất định. Khi đó, góc dốc của lò chợ chuẩn bị theo hướng xiên chéo sẽ nhỏ hơn với góc dốc của via than, vừa thuận tiện thi công lắp đặt vì chống và tổ hợp thiết bị CGH, vừa có thể đảm bảo sự chống trôi trượt trong quá trình khai thác. Cơ sở để chuẩn bị lò chợ khâu gương theo hướng xiên chéo và xác định giảm độ dốc cho lò chợ trong sự phụ thuộc vào góc dốc via được thể hiện như trên hình 2.



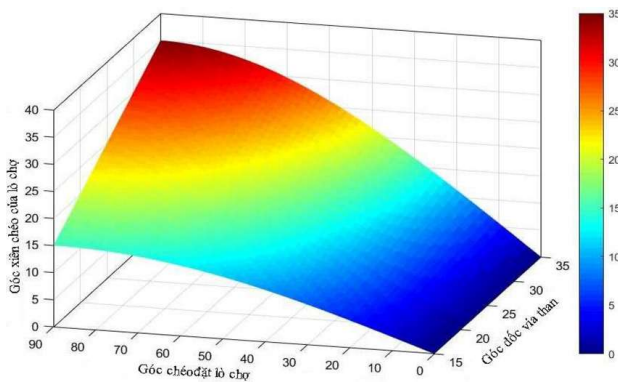
Hình 2: Sơ đồ nguyên lý xác định sự phụ thuộc của góc xiên chéo của lò chợ với góc dốc của via than: EFGH – mặt phẳng via; KQPH – mặt phẳng nằm ngang; EH, FG – đường phương của via; EF, HG – đường hướng dốc; h – chiều cao thẳng đứng của tầng; L – chiều dài nghiêng của tầng;  $\alpha$  – góc dốc;  $\alpha_{xc}$  – góc xiên chéo của lò chợ (thượng cắt);  $\gamma$  – góc chéo đặt lò chợ trên mặt phẳng via

Trên cơ sở xác định mối quan hệ hình học trong các tam giác vuông trên hình 2 sẽ xác định được chiều cao tầng, chiều dài nghiêng của tầng, chiều dài lò chợ khi khâu xiên chéo phụ thuộc vào góc dốc via than ( $\alpha$ ), góc xiên chéo của lò chợ hoặc thượng cắt ( $\alpha_{xc}$ ) và góc chéo đặt lò chợ trên mặt phẳng via than ( $\gamma$ ), từ đó sẽ xác định được mối quan hệ giữa góc xiên chéo của lò chợ và chiều dài lò chợ khi khâu xiên chéo vào góc dốc của via than như sau:

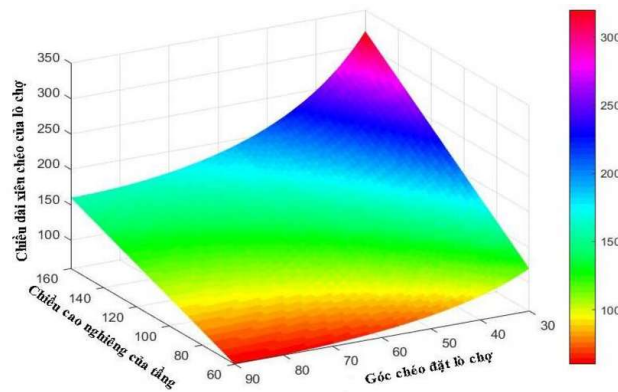
$$\sin \alpha_{xc} = \sin \alpha \cdot \sin \gamma \quad (1.1)$$

$$L_{xc} = \frac{h}{\sin \alpha_{xc}} \quad (1.2)$$

Từ các biểu thức (1.1) và (1.2) thực hiện với sự biến thiên góc dốc của vỉa than từ 15 đến 35°, tương ứng với giá trị của góc chèo đặt lò chợ thay đổi từ 0 đến 90°, khi đó sẽ xác định được giá trị của góc xiên chéo của lò chợ cần tìm. Tập hợp tọa độ các điểm thể hiện giá trị của góc xiên chéo tương ứng với góc dốc vỉa than được biểu thị trên mặt cong theo đồ thị (hình 3), mà mỗi điểm trên mặt cong đó sẽ có giá trị về góc xiên chéo của lò chợ tương ứng với góc dốc của vỉa than và góc đặt lò chợ hoặc thượng cắt trên mặt phẳng vỉa.



Hình 3: Đồ thị xác định sự phụ thuộc của góc xiên chéo của lò chợ vào góc dốc vỉa than



Hình 4: Đồ thị xác định sự thay đổi chiều dài xiên chéo của lò chợ với chiều cao nghiêng của tầng

Khi thực hiện khâu gương lò chợ theo hướng xiên chéo, khi đó chiều dài lò chợ sẽ dài hơn so với chiều dài nghiêng của tầng, kích thước chiều dài lò chợ thay đổi phụ thuộc vào chiều cao tầng và góc dốc vỉa than theo biểu đồ (hình 4).

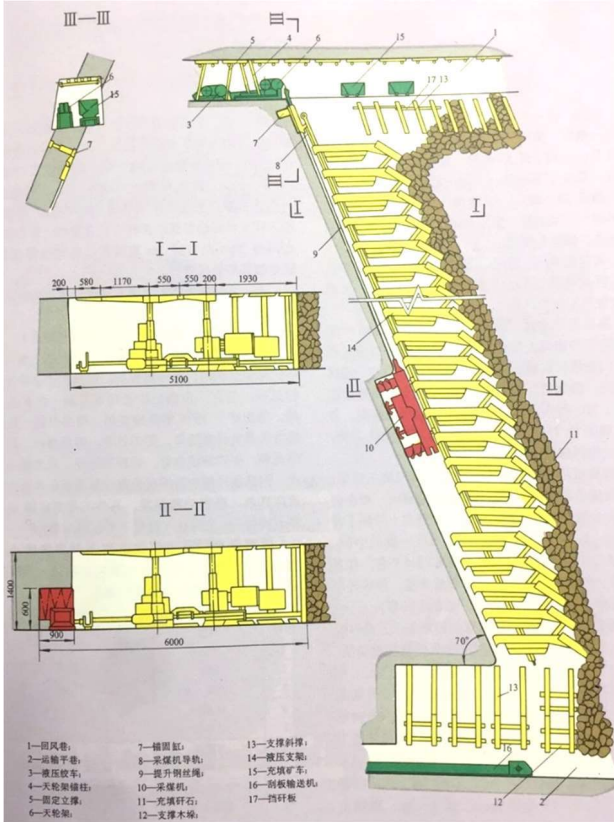
**2.2 Kết quả áp dụng khâu gương lò chợ hướng xiên chéo**

Thực tế từ kinh nghiệm khai thác than hầm

lò trên thế giới cho thấy, đối với các vỉa than có góc dốc trong phạm vi từ 25 đến 45° được coi là vỉa có điều kiện phức tạp và khó áp dụng công nghệ khai thác CGH vì trong điều kiện góc dốc vỉa lớn khiến đồng bộ các thiết bị chính trong lò chợ (giàn chống, máy khâu, máng cào) làm việc kém ổn định, thậm chí khả năng trôi trượt cao [5 - 6]. Ngoài ra, cùng với khó khăn về khả năng trôi trượt của giàn chống, máng cào khi thực hiện khai thác ở các vỉa có góc dốc lớn thì trong quá trình khai thác ở các vỉa này, đối với các máy khâu than cũng gặp khó khăn khi máy khâu di chuyển theo hướng dốc lên, đặc biệt là vừa di chuyển vừa cắt than, cộng với khả năng máy khâu có thể bị trôi, trượt cùng hoặc không cùng máng cào về phía chân lò chợ.

Trong những năm gần đây, Trung Quốc là nước có sản lượng than khai thác hàng năm đứng đầu thế giới với 3.846 triệu tấn (năm 2019), chiếm 47,3% tổng sản lượng than khai thác của thế giới [7]. Chính vì vậy, việc nghiên cứu, chế tạo và áp dụng CGH tại các vỉa than chiều dày trung bình với góc dốc lớn tại Trung Quốc đã được triển khai mạnh mẽ và đạt được những kết quả tương đối tốt như: Tại lò chợ J56-10030 mỏ số 10 - Bình Định Sơn, tỉnh Hà Nam khai thác vỉa than có góc dốc trung bình 25°, cục bộ đến 35°, dày trung bình 2,7 m, áp dụng đồng bộ thiết bị CGH trong đó giàn chống loại tăng cường khả năng chống trượt, chống đổ mã hiệu ZQY2000/14/31, máy khâu than mã hiệu MLS3PH-170, máng cào SGWD-180PB đã đạt sản lượng 714.000 tấn/năm; năng suất lao động bình quân 20,9 tấn/công; tại lò chợ số 2324-1 thuộc mỏ Tùng Tảo, tỉnh Trùng Khánh khai thác vỉa than K3 có chiều dày vỉa từ 2 ÷ 3,8 m; góc dốc từ 33 ÷ 38° áp dụng công nghệ chống giữ lò chợ bằng giàn chống tự hành mã hiệu ZY/4000/15/35, khâu gương bằng máy khâu MG250/630 kết hợp với máng cào SGZ250/500, sản lượng lò chợ đạt từ 400 ÷ 600 ngàn tấn/năm [5-6]. Ngoài , ở một số các mỏ hầm lò khác của

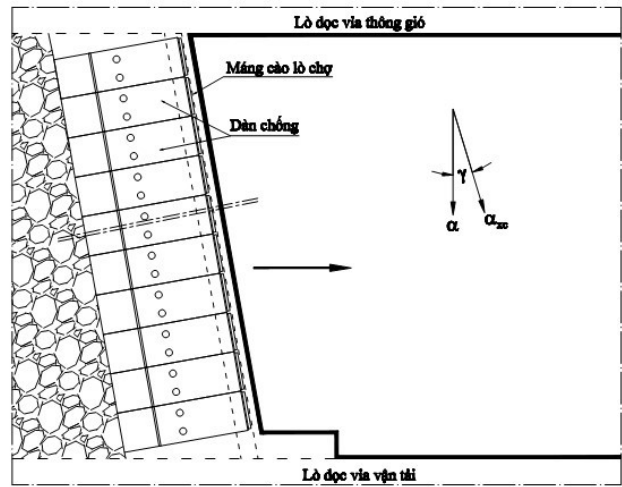
Trung Quốc cũng đã triển khai áp dụng thành công công nghệ CGH khai thác tại các vỉa than có chiều dày trung bình, góc dốc đến 45° đạt được các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật tương đối tốt.



Hình 5: Sơ đồ công nghệ lò chợ khâu theo hướng xiên chéo tại một mỏ than của Trung Quốc

Tại Quảng Ninh từ năm 2015 đến nay, Tập đoàn TKV đã triển khai áp dụng đồng bộ thiết bị CGH khai thác các vỉa than dày trung bình dốc thoải đến nghiêng tại một số mỏ than hầm lò, trong quá trình triển khai đã đề xuất giải pháp khâu gương lò chợ theo hướng xiên chéo khi góc dốc của vỉa lớn để chống trôi trượt tổ hợp thiết bị CGH như: Tại Công ty Than Dương Huy đã triển khai áp dụng công nghệ CGH đồng bộ để khai thác các vỉa than có chiều dày vỉa đến 3,5 m, góc dốc thoải đến nghiêng thực hiện khâu hết chiều dày vỉa với tổ hợp giàn chống tự hành ZY3200/16/36 kết hợp với máy khâu than MG300/700-W. Tuy nhiên, thời gian đầu khi mới áp dụng tại Công ty, sản lượng cho tương đối thấp, đạt từ 7.933 ÷ 33.528 tấn/tháng, năng suất

lao động trung bình 4,4 tấn/công-ca, do ảnh hưởng của góc dốc của vỉa trong quá trình khai thác góc dốc biến động và thường xuyên lớn hơn 20° làm cho dàn chống và máng cào trôi trượt theo hướng dốc lò chợ. Để hạn chế sự ảnh hưởng của góc dốc vỉa đến đồng bộ thiết bị CGH, Công ty đã áp dụng giải pháp lò chợ phải khâu vệt với chân lò chợ tiến trước nhằm giảm góc dốc lò chợ nhỏ hơn 20°, kết quả đã cải thiện đáng kể ảnh hưởng của góc dốc lên tổ hợp thiết bị CGH khai thác.



Hình 6: Sơ đồ khâu gương lò chợ theo hướng xiên chéo tại lò chợ CGH Công ty Than Quang Hanh

Tại Công ty Than Quang Hanh, đối với các khu vực khai thác góc dốc vỉa lớn hơn 25°, để hạn chế ảnh hưởng của góc dốc tránh cho máng cào, dàn chống trôi xuống lò chân, Công ty đã tổ chức khâu chân lò chợ tiến trước so với đầu lò chợ từ 3 đến 12 m (gương lò chợ không vuông ke với đường phương vỉa), mục tiêu là giảm góc dốc biểu kiến lò chợ (lò chợ khâu theo hướng xiên chéo) để đưa góc dốc lò chợ thực tế phù hợp với khả năng làm việc của tổ hợp thiết bị CGH theo như tính toán góc dốc lò chợ khâu theo hướng xiên chéo như trình bày theo nguyên lý như đã phân tích ở trên. Để giảm áp lực tập trung tại khu vực chân lò chợ giáp với lò dọc vỉa vận tải hoặc lò song song chân, thực hiện khâu khám vượt trước và chống giữ tăng cường bằng cột thủy lực

đơn và xà hộp. Ngoài việc khâu gương lò chợ không vuông ke với đường phương của vỉa, Công ty còn lắp đặt hệ thống kích chống trôi, chống trượt cho giàn chống và máng cào trong phạm vi một nửa phía dưới lò chợ để tạo thành các liên kết nhóm giữa giàn chống và máng cào, tăng sự hỗ trợ giữa các thiết bị để có thể ngăn ngừa sự có trôi thiết bị xuống lò chân. Hệ thống chống trôi

trượt này cùng với khâu gương lò chợ theo hướng xiên chéo đã phát huy tốt tác dụng, không xảy ra hiện tượng trôi trượt trong thời gian áp dụng tại Công ty. Kết quả thực hiện khi khâu chân lò chợ tiến trước trong trường hợp góc dốc vỉa lớn hơn 25° được thể hiện qua (bảng 1) về một số chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật của lò chợ

**Bảng 1. Một số chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật chủ yếu của công nghệ áp dụng tại Công ty than Quang Hanh**

TT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Số lượng
1	Chiều dày vỉa trung bình	m	2,4
2	Góc dốc vỉa trung bình (Trường hợp áp dụng công nghệ khi góc dốc thay đổi > 25°)	độ	18
3	Chiều dài theo phương của khu vực	m	270
4	Chiều cao khâu gương	m	2,4
5	Chiều dài lò chợ	m	78
6	Trọng lượng thể tích của than	tấn/m <sup>3</sup>	1,58
7	Hệ số khai thác	-	0,95
8	Sản lượng than khai thác 1 luồng	tấn	168,6
9	Số luồng khai thác trong một chu kỳ	luồng	2
10	Sản lượng khai thác than một chu kỳ	tấn	337,2
11	Số ca hoàn thành một chu kỳ khai thác	ca	1
12	Số ca làm việc 1 ngày đêm	ca	3
13	Hệ số hoàn thành chu kỳ	-	0,85
14	Sản lượng than khai thác 1 ngày đêm	tấn	859
15	Hệ số tính đến thời gian chuyển điện	-	0,7
16	Sản lượng than khai thác 1 tháng	tấn	21.475
17	Công suất khai thác (làm tròn)	tấn/năm	180.000
18	Tiến độ khai thác	m/tháng	76,5
19	Chi phí dầu nhũ hóa cho 1000 tấn	kg	18,4
20	Số công nhân lao động một ngày đêm	người	66
21	Năng suất lao động trực tiếp	tấn/công	13,0
22	Chi phí mét lò chuẩn bị cho 1000T	m	14,0
23	Chi phí nước sạch cho 1000T	m <sup>3</sup>	52,7
24	Chi phí răng khâu cho 1000T	cái	7
25	Tổn thất than theo công nghệ	%	13,7

### 3 Kết luận

Áp dụng CGH khai thác than hầm lò là nhu cầu phát triển tất yếu của ngành than Việt Nam. Việc hoàn thiện công nghệ CGH đồng bộ để làm

ơ sở triển khai áp dụng rộng rãi công nghệ khai thác này phù hợp điều kiện địa chất, kỹ thuật mỏ từng khoáng sàng đặc biệt với điều kiện vỉa có góc dốc lớn, biến động về điều kiện địa chất là

điều cấp thiết và mang tính thực tế hiện nay. Từ kinh nghiệm thực tế áp dụng công nghệ này tại Trung Quốc và triển khai tại Việt Nam trong những năm gần đây cho thấy, việc áp dụng CGH đồng bộ để khai thác các vỉa than dày trung bình góc dốc vỉa nghiêng hoàn toàn khả thi bằng việc thực hiện các giải pháp kỹ thuật chống trôi trượt tổ hợp thiết bị CGH. Cơ sở nguyên lý khâu gương lò chợ xiên chéo giúp cho các kĩ sư khai thác mỏ,

các nhà quản lý xác định được góc xiên chéo của lò chợ thực tế trong sự phụ thuộc vào góc dốc vỉa để hạn chế được ảnh hưởng của góc dốc vỉa trong quá trình khai thác đối với tổ hợp thiết bị CGH trong lò chợ. Kết quả nghiên cứu của bài báo góp phần là cơ sở tính toán áp dụng cho các lò chợ khai thác bằng các công nghệ khác khi thực hiện khâu gương lò chợ xiên chéo.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Đặng Thanh Hải.** Phát triển áp dụng cơ giới hóa đào lò và khai thác tại các mỏ than hầm lò vùng Quảng Ninh giai đoạn 2013-2015, lộ trình đến năm 2020. *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Hà Nội, 2016.*
2. Báo cáo Tổng kết công tác năm 2020, triển khai nhiệm vụ năm 2021 của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. *Quảng Ninh, 2020.*
3. Báo cáo tổng kết công tác an toàn năm 2022 của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam. *Quảng Ninh, 2022.*
4. **Đào Hồng Quảng.** Nghiên cứu đề xuất các giải pháp kỹ thuật nhằm hạn chế ảnh hưởng của góc dốc vỉa than đến lò chợ có giới hóa vỉa thoải đến nghiêng. *Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin, Hà Nội, 2018.*
5. **Lê Văn Hậu, Phạm Trung Nguyên.** Một số vấn đề về lựa chọn dây chuyền thiết bị cơ giới hóa khai thác phù hợp cho điều kiện vỉa than dày trung bình, độ dốc đến 45° ở vùng Quảng Ninh. *Bản tin Khoa học Công nghệ Mỏ, số 4/2019.*
6. **Lê Văn Hậu, Lê Đức Nguyên, Ngô Văn Thắng.** Nghiên cứu công nghệ cơ giới hóa phù hợp khai thác trong điều kiện các vỉa dày trung bình, góc dốc vỉa nghiêng, đa vách, trụ vỉa yếu tại các mỏ hầm lò vùng Mạo Khê - Uông Bí. *Bản tin Khoa học Công nghệ Mỏ, số 2/2019.*
7. URL: <http://www.mining-portal.ru/publish/dobyicha-uglya-po-stranam-v-2019-godu/>.

# MÔ HÌNH LÝ THUYẾT VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA LÃNH ĐẠO SỐ VÀ SỰ LINH HOẠT CỦA TỔ CHỨC ĐẾN SỰ SẴN SÀNG CHUYỂN ĐỔI SỐ

*Hoàng Hà – Trường Đại học Kinh tế - Đại học Đà Nẵng*

**Tóm tắt:** Sự sẵn sàng của tổ chức đối với chuyển đổi số (CĐS) đóng vai trò rất quan trọng đối với thành công trong nền kinh tế số ngày nay. Tuy vậy, các nghiên cứu về sự sẵn sàng CĐS tại Việt Nam vẫn còn rất hạn chế. Nghiên cứu này nhằm tổng hợp và hình thành mô hình lý thuyết về ảnh hưởng của lãnh đạo số (LDS), sự linh hoạt của tổ chức lên sự sẵn sàng CĐS trong các doanh nghiệp vừa và nhỏ (DNVVN), có xem xét tác động điều tiết của chiến lược số (CLS), xoay quanh năm giả thuyết: (1) LDS có tác động tích cực đến sự linh hoạt của tổ chức trong bối cảnh CĐS; (2) LDS có tác động tích cực đến sự sẵn sàng CĐS của tổ chức; (3) Sự linh hoạt của tổ chức ảnh hưởng tích cực đến sự sẵn sàng CĐS của tổ chức; (4) Mối quan hệ giữa LDS và sự sẵn sàng CĐS được điều tiết bởi CLS; (5) CLS đóng vai trò điều tiết ảnh hưởng của LDS đến sự sẵn sàng CĐS.

**Từ khóa:** Chiến lược số; doanh nghiệp vừa và nhỏ; lãnh đạo số; lý thuyết thể chế; sự linh hoạt của tổ chức; sự sẵn sàng chuyển đổi số.

## 1 Đặt vấn đề

Bối cảnh kinh doanh ngày nay đang trải qua những thay đổi nhanh chóng và được thúc đẩy bởi những tiến bộ trong công nghệ số. Việc điều hành một doanh nghiệp trở nên khó khăn và phức tạp hơn do sự tích hợp của Internet, dữ liệu lớn (Big Data), trí tuệ nhân tạo (AI), chuỗi khối (Blockchain), cũng như những thay đổi về nhu cầu của khách hàng và sự gián đoạn do các yếu tố môi trường bên ngoài như đại dịch COVID-19 gây ra. Hiệu quả kinh doanh của các DNVVN cũng bị tác động đáng kể do đổi mới công nghệ. Trong bối cảnh nền kinh tế kỹ thuật số hiện nay, CĐS đã nổi lên như một lựa chọn quan trọng với các công ty đang tìm cách đạt được lợi thế cạnh tranh trong bối cảnh kinh doanh có tốc độ phát triển nhanh chóng [1].

CĐS là cách mà “một công ty sử dụng các công nghệ số để phát triển một mô hình kinh doanh số mới giúp tạo ra và khai thác nhiều giá trị hơn cho công ty” [2]. Sự chuyển đổi như vậy ảnh hưởng đến quy trình kinh doanh, các thói quen hoạt động và khả năng tổ chức [3]. Mặc dù, CĐS đã được áp dụng trong các lĩnh vực khác nhau, quá trình này ở các DNVVN diễn ra tương đối chậm do nguồn lực và khả năng hạn chế, và

một yếu tố quan trọng là sự sẵn sàng CĐS ở các tổ chức đang rất khác nhau. Do đó, việc hiểu rõ các yếu tố và lộ trình ảnh hưởng đến sự sẵn sàng CĐS của các DNVVN là vô cùng cần thiết. Ngoài ra, những ảnh hưởng cụ thể của LDS và sự linh hoạt của tổ chức lên sự sẵn sàng CĐS của tổ chức vẫn còn chưa rõ ràng và nhiều nhà nghiên cứu đã nêu lên sự cần thiết phải tiến hành các nghiên cứu bổ sung nhằm tìm hiểu ảnh hưởng của các yếu tố này. Nghiên cứu này trên cơ sở tổng hợp những cơ sở lý luận và các nghiên cứu từ thực tiễn nhằm đề xuất một mô hình lý thuyết nghiên cứu về ảnh hưởng của LDS và sự linh hoạt của tổ chức đến sự sẵn sàng CĐS, trong đó có xem xét tác động điều tiết của chiến lược kỹ thuật số. Tác giả áp dụng cách tiếp cận của nhiều nghiên cứu đã được thực hiện tại Việt Nam như nghiên cứu của Thanh & Vinh [4], nghiên cứu của Nguyen [5], theo đó dựa trên nhìn nhận các cơ sở lý thuyết và trên các nghiên cứu thực tế, mô hình lý thuyết được đề xuất nhằm làm nền tảng cho các nghiên cứu định lượng tiếp theo.

## 2 Cơ sở lý thuyết và mô hình nghiên cứu

### 2.1 Lý thuyết thể chế

Lý thuyết thể chế là một khung lý thuyết rộng trong lĩnh vực nghiên cứu tổ chức, bao gồm

nhiều quan điểm và cách tiếp cận khác nhau để xem xét cách thức các thể chế, cả chính thức (ví dụ: luật, quy định, chuẩn mực) và không chính thức (ví dụ: giá trị văn hóa, kỳ vọng xã hội), ảnh hưởng và định hình hành vi, cấu trúc và thực tiễn của tổ chức. Lý thuyết thể chế tìm cách hiểu làm thế nào các tổ chức tuân thủ các chuẩn mực, giá trị và quy tắc phổ biến để đạt được tính hợp pháp và duy trì vị trí của họ trong xã hội.

Lý thuyết thể chế đi sâu vào cách thức các tổ chức và các hệ thống xã hội được hình thành và chịu ảnh hưởng của các chuẩn mực, giá trị và quy định được thiết lập tốt, được gọi là thể chế. Các thể chế này có thể có những biểu hiện chính thức, chẳng hạn như luật pháp, quy định và chính sách, hoặc hình thành các hành vi một cách không chính thức thông qua các chuẩn mực văn hóa và kỳ vọng của xã hội.

Theo lý thuyết thể chế, các tổ chức, dù là doanh nghiệp tư hay tổ chức công, thường tuân thủ các chuẩn mực thể chế này để đạt được sự tín nhiệm và công nhận trong môi trường xung quanh. Do đó, họ có thể áp dụng các thông lệ, cấu trúc và hành vi cụ thể không chỉ do tính hiệu quả hoặc hiệu quả của chúng mà còn phù hợp với các kỳ vọng phổ biến. Greenwood & Hinings [6] đã mở rộng hiểu biết về lý thuyết thể chế và thông qua nghiên cứu của mình giúp bù đắp những khiếm khuyết của lý thuyết này. Quan điểm lý thuyết thể chế mở rộng nhấn mạnh nhiều hơn vào các quy trình và cơ chế nội bộ trong các tổ chức dẫn đến sự tuân thủ các áp lực thể chế, khám phá cách các tổ chức áp dụng các cấu trúc, thói quen và thông lệ nhất định không chỉ do áp lực bên ngoài mà còn do niềm tin của những người bên trong tổ chức vào giá trị hoặc sự phù hợp của những thông lệ đó [7]. Quan điểm lý thuyết thể chế mở rộng cũng nhấn mạnh vai trò của các yếu tố nhận thức và văn hóa trong việc ảnh hưởng đến hành vi của tổ chức.

Lý thuyết thể chế đã được áp dụng rộng rãi trong nghiên cứu về CDS nhằm khám phá các

khía cạnh đa dạng của quá trình này [8]. Tuy nhiên, một khoảng trống đáng chú ý trong các nghiên cứu hiện có nằm ở việc sử dụng hạn chế lý thuyết này để tìm hiểu các yếu tố bên trong liên quan đến việc triển khai CDS, bao gồm khả năng lãnh đạo, sự linh hoạt của tổ chức và CLS [8]. Nghiên cứu này nhằm đáp lại đề xuất của Dubey và cộng sự [9] khi các học giả này cho rằng cần tích hợp lý thuyết thể chế trong các nghiên cứu tiếp theo nhằm tìm hiểu tác động của các yếu tố ảnh hưởng đến CDS trong các tổ chức DNVVN.

## 2.2 Các khái niệm nghiên cứu

### 2.2.1 Sự lãnh đạo số

Trong thời gian gần đây, khi các công nghệ số xuất hiện đang làm thay đổi nhanh chóng không chỉ các tổ chức mà cả các ngành công nghiệp, các thảo luận về LDS đã xuất hiện để nói đến những kỹ năng mà các nhà lãnh đạo cần phát triển trong thời kỳ số hóa hiện nay [10]. LDS đại diện cho quá trình đạt được thành công chiến lược về số hóa cho một doanh nghiệp và trong cả hệ sinh thái kinh doanh của nó [11]. LDS có sự khác biệt so với lãnh đạo truyền thống và được đặc trưng bởi một phong cách lãnh đạo linh hoạt hơn, khả năng thích nghi mạnh mẽ với công nghệ mới, hiểu biết sâu rộng về công nghệ số, sự ứng dụng đổi mới, và sự khuyến khích một văn hóa số trong tổ chức [12].

### 2.2.2 Sự linh hoạt của tổ chức

Sự linh hoạt của tổ chức đề cập đến khả năng của một tổ chức trong việc phát hiện nhanh chóng những thay đổi không lường trước được trong môi trường bên ngoài và thích ứng một cách hiệu quả bằng cách tận dụng và tổ chức lại các nguồn lực nội bộ của mình [13]. Sự linh hoạt của tổ chức cho phép các công ty thay đổi các quy trình hiện tại bằng các thủ tục và nguồn lực mới, từ đó tạo điều kiện thuận lợi cho việc thiết kế lại cơ cấu tổ chức để phù hợp với các tình huống mới xuất hiện [14].

### 2.2.3 Sự sẵn sàng CDS

Sự sẵn sàng CDS bao gồm năng lực và sự

sẵn sàng của một tổ chức để triển khai và tận dụng thành thạo các công nghệ kỹ thuật số theo cách mang lại giá trị và lợi thế cho tổ chức [15]. Việc triển khai CĐS trong các DNVVN là một hành trình phức tạp và nhiều giai đoạn, chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố bên ngoài và bên trong [16]. Để đạt được thành công trong CĐS, sự sẵn sàng của tổ chức đóng một vai trò quan trọng và có thể ảnh hưởng đáng kể đến sự thành công hay thất bại của các DNVVN [17].

Một báo cáo gần đây của McKinsey đã nhấn mạnh rằng, mặc dù các doanh nghiệp đang bắt đầu tận dụng những công nghệ số và lợi ích của chúng, nhưng vẫn còn những trở ngại cơ bản để đạt được sự chuyển đổi thực sự [18]. Các tổ chức gặp phải một thách thức đặc biệt khi tích hợp các công nghệ kỹ thuật số vào hoạt động của họ bởi sự đa dạng về phạm vi và độ phức tạp của các nền tảng kỹ thuật số. Sự thay đổi này có thể là rào cản lớn và cản trở khả năng đạt được lợi thế cạnh tranh của tổ chức thông qua việc triển khai hiệu quả [19]. Do đó, tầm quan trọng của việc hiểu được sự sẵn sàng của tổ chức cho CĐS cũng như các yếu tố tác động đang là một chủ đề ngày càng nhận được nhiều sự quan tâm.

#### 2.2.4 Chiến lược kỹ thuật số

Porfirio và cộng sự [20] định nghĩa CLS là sự kết hợp của các sáng kiến chiến lược bắt nguồn từ các yếu tố liên quan đến công nghệ thông tin và hệ thống thông tin. Sự hợp nhất này được tạo ra bởi các quyết định quản lý liên quan đến việc kết nối các cơ sở hạ tầng có sẵn. CĐS không giống như khuôn khổ thông thường của một dự án hoặc chương trình ngắn hạn có thể được lên kế hoạch trước.

Thay vào đó, CĐS đòi hỏi phải được nhìn nhận như một quá trình năng động và diễn ra liên tục [21]. Việc triển khai CĐS đòi hỏi phải tái cấu trúc toàn diện quy trình hoạt động, phương pháp chiến lược, kỹ năng lãnh đạo thành thạo, khả năng đổi mới mô hình kinh doanh của công ty [22-23].

Trọng tâm dẫn đến thành công của quá trình CĐS là việc xây dựng một chiến lược kỹ thuật số hài hòa với cả chiến lược kinh doanh và đặc trưng nội tại doanh nghiệp [20]. Mikalef và cộng sự [24] lưu ý rằng, các tổ chức cần tập trung vào việc xây dựng các CLS mạnh mẽ và sẵn sàng sử dụng các chiến lược này làm công cụ để thúc đẩy quá trình CĐS và tăng cường quá trình ra quyết định của các nhà quản lý cấp cao.

### 2.3 *Mối quan hệ giữa các khái niệm nghiên cứu và mô hình nghiên cứu đề xuất*

#### 2.3.1 *Mối quan hệ giữa sự LDS và sự linh hoạt của tổ chức*

Nhiều nghiên cứu đã đi sâu tìm hiểu lý do các DNVVN cần phải thay đổi và nâng cao năng lực nội tại của mình để đạt được thành công trong nỗ lực liên quan đến CĐS [2, 25], trong đó nhấn mạnh các trách nhiệm ngày càng tăng của LDS [26]. Lãnh đạo trong kỷ nguyên số cần thực hiện ba hành động then chốt: hiểu rõ về số hóa, thiết lập khuôn khổ chính thức cho CĐS và hướng dẫn quá trình thay đổi [27]. Những nhà quản lý có tư duy hướng tới CĐS cần có khả năng thiết lập các tổ chức có mạng lưới hợp tác, trau dồi năng lực kỹ thuật số và sự sẵn sàng thay đổi [28-29].

Quan điểm lý thuyết thể chế cho rằng để một tổ chức có thể chuyển đổi sang một sự thay đổi mới ở khía cạnh thể chế, cần phải có một mức độ năng lực tổ chức đáng kể, bao gồm các kỹ năng và các nguồn lực sẵn có bên trong tổ chức, cũng như việc triển khai chúng một cách hiệu quả. Về bản chất, việc triển khai này phản ánh vai trò lãnh đạo trong tổ chức [6]. Shafer và cộng sự [30] cho rằng, các DNVVN cần phải phát triển năm thuộc tính quan trọng góp phần tạo nên sự linh hoạt của tổ chức, đó là: (1) thúc đẩy mục đích chung; (2) tích hợp các giá trị cốt lõi; (3) nâng cao kinh nghiệm làm việc; (4) khuyến khích sự phát triển cá nhân; và (5) trao phần thưởng công bằng. Một khi có được những yếu tố trên, các doanh nghiệp có thể đạt được sự linh hoạt và khả năng thích ứng nhanh chóng bằng cách thực hiện những thay



đòi cần thiết đối với cơ cấu tổ chức của họ. Do đó, có thể lập luận rằng, khả năng lãnh đạo trong một tổ chức có thể ảnh hưởng đến mức độ linh hoạt của tổ chức.

Khả năng LDS đóng vai trò then chốt trong việc thúc đẩy sự linh hoạt của tổ chức trong bối cảnh kinh tế số vì các nhà lãnh đạo sở hữu khả năng định hình lại hoàn cảnh kinh doanh của họ và sự sẵn sàng của tổ chức để thay đổi các quyết định chiến lược không thành công [31]. Một nghiên cứu được thực hiện bởi Zain và cộng sự [32] cũng phát hiện ra ảnh hưởng tích cực của sự lãnh đạo đối với sự linh hoạt của tổ chức. Từ các lập luận đã nói ở trên và quan điểm của lý thuyết thể chế liên quan đến thay đổi tổ chức và lãnh đạo, tác giả đề xuất giả thuyết sau:

**H1:** LDS có tác động tích cực đến sự linh hoạt của tổ chức trong bối cảnh CDS

### 2.3.2 *Mối quan hệ giữa sự LDS và sự sẵn sàng của tổ chức trong CDS*

Từ quan điểm của lý thuyết thể chế, CDS thể hiện sự tái tổ chức các cấu trúc thể chế được hỗ trợ bởi kỹ thuật số. Để CDS thành công, quá trình này phải được chấp nhận và xác thực trong hệ thống niềm tin của tổ chức [33]. Quan điểm lý thuyết thể chế nhấn mạnh đáng kể vào vai trò then chốt của các nhà quản lý cấp cao trong việc hình thành các nguyên tắc và niềm tin của tổ chức. Khi các tổ chức trải qua những biến đổi, lãnh đạo bắt buộc phải thích ứng và thể hiện sự linh hoạt [34].

Các nghiên cứu thực tế đã cũng nhấn mạnh vai trò then chốt của LDS trong việc khuyến khích năng lực đổi mới của tổ chức và sự sẵn sàng đón nhận thay đổi của tổ chức. Sự hỗ trợ này tạo thành nền tảng chính để có thể xây dựng quá trình CDS thành công [28, 35]. Năng lực lãnh đạo CDS của ban quản lý cấp cao có khả năng tác động đến cả sự linh hoạt của tổ chức và sự sẵn sàng của tổ chức bằng cách tạo ra một môi trường văn hóa phù hợp với tuyên bố sứ mệnh của mình và hướng dẫn hành vi của nhân viên để đạt được

các năng lực cần thiết [36]. Ngoài ra, Ardi và cộng sự [37] đã tiến hành nghiên cứu tập trung vào LDS và tìm thấy mối tương quan tích cực giữa LDS với sự đổi mới và hiệu suất của tổ chức. Do đó, tác giả đưa ra giả thuyết tiếp theo như sau: H2: LDS có sự tác động tích cực đến sự sẵn sàng CDS của tổ chức

### 2.3.3 *Mối quan hệ giữa sự linh hoạt của tổ chức và sự sẵn sàng của tổ chức trong CDS*

Sự linh hoạt của tổ chức đóng vai trò then chốt trong việc định hình các chuyển đổi mong muốn mà các tổ chức cố gắng thực hiện, như đã chỉ ra trong nghiên cứu của Li và cộng sự [38]. Phản ánh năng lực đáp ứng và thích ứng nhanh chóng của doanh nghiệp với các hoàn cảnh thay đổi và đặc điểm này đặc biệt quan trọng trong bối cảnh CDS, sự linh hoạt của tổ chức sẽ thay đổi các quy trình, cấu trúc và phương pháp quản lý thông thường [39], một nỗ lực liên quan đến bất kỳ thay đổi nào của tổ chức, bao gồm cả việc thực thi chuyển đổi số. Khi các DNVTN nuôi dưỡng văn hóa linh hoạt trong tổ chức sẽ góp phần trao quyền cho nhân viên, giúp họ nắm bắt hiệu quả bối cảnh công nghệ đang phát triển, tận dụng được các cơ hội mới và giải quyết các thách thức do số hóa đặt ra. Một môi trường tổ chức linh hoạt và dễ thích ứng có thể giúp các DNVTN ở Việt Nam nâng cao khả năng sẵn sàng cho chuyển đổi kỹ thuật số. Sự linh hoạt cho phép các DNVTN không chỉ bắt kịp với những tiến bộ công nghệ mà còn chủ động tận dụng chúng để đạt được các mục tiêu kinh doanh. Một khi các DNVTN nỗ lực trong việc nâng cao sự linh hoạt của tổ chức, điều này có thể nâng cao sự thành công cho hành trình CDS. Do đó, tác giả đưa ra giả thuyết như sau: H3: Sự linh hoạt của tổ chức ảnh hưởng tích cực đến sự sẵn sàng CDS trong tổ chức.

### 2.3.4 *Tác động điều tiết của chiến lược kỹ thuật số*

Yếu tố quan trọng dẫn đến thành công của quá trình CDS là việc xây dựng một chiến lược

kỹ thuật số phù hợp với cả chiến lược kinh doanh và các yếu tố nội tại của doanh nghiệp [20]. Với DNVVN, nghiên cứu [40] cho thấy, định hướng chiến lược có thể nhấn mạnh vào một số khía cạnh của quản lý như thiết kế tổ chức, quản trị nhân lực và qua đó giúp nâng cao hiệu quả hoạt động. Hervas- Oliver và cộng sự [41] trong nghiên cứu trên các DNVVN cũng khẳng định chiến lược liên quan đến đổi mới cần được quan tâm nghiên cứu nhiều hơn vì giúp thúc đẩy năng lực đổi mới ở các DNVVN. Tác động điều tiết của chiến lược từ lâu đã là chủ đề được quan tâm nghiên cứu trên các DNVVN. Soewarno và Tjahjadi [42] đã phát hiện rằng chiến lược có ảnh hưởng điều tiết lên mối quan hệ giữa áp lực cạnh tranh và hiệu quả quản trị. Nghiên cứu của Yao và cộng sự [43] đã xây dựng và kiểm chứng mô hình nghiên cứu trong đó CLS đóng vai trò trung gian điều tiết giữa LDS và CDS trong tổ chức. Teece và cộng sự [44] khẳng định rằng, dù cho kỹ năng của các nhà lãnh đạo trong việc đương đầu với rủi ro và sự không chắc chắn tốt đến đâu, cũng như sự nhạy bén của họ trong việc sự cân bằng giữa tính linh hoạt và hiệu quả, những nỗ lực này có thể thất bại nếu chúng không được hài hòa với các chiến lược được xây dựng cẩn trọng. Nghiên cứu trên thực tiễn cũng chỉ ra rằng, sự lãnh đạo có thể thúc đẩy sự linh hoạt của tổ chức bằng cách thúc đẩy mối quan hệ bền vững giữa cấp trên với cấp dưới và truyền cảm hứng cho nhân viên để đổi mới và vượt qua những thách thức. Sự LDS sẽ khuyến khích việc chấp nhận rủi ro có tính toán và đóng góp vào thành công chung trong nỗ lực CDS của tổ chức [44-46]. Sự hỗ trợ hiệu quả của quản lý cấp cao cũng sẽ nuôi dưỡng ý thức cộng tác và cam kết giữa các nhân viên, dẫn đến việc ra quyết định hợp lý, hợp tác giữa các thành viên cũng như sẵn sàng đón nhận sự thay đổi [47]. Do đó, tác giả phát triển giả thuyết như sau: H4a: Mối quan hệ giữa LDS và sự sẵn sàng CDS được điều tiết bởi chiến lược số.

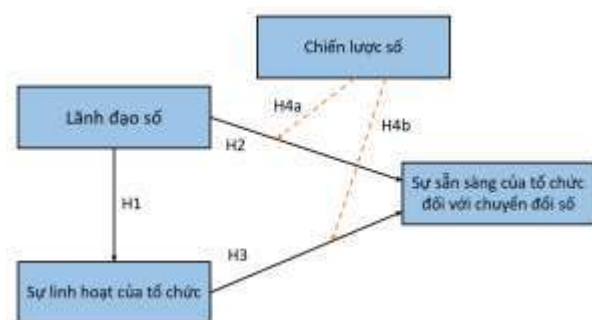
Ngoài ra, chiến lược số có thể tăng tốc quá

trình CDS bằng cách cải thiện quá trình ra quyết định như được chỉ ra trong nghiên cứu của Ransbotham và cộng sự [48] và Mikalef và cộng sự [24]. Các tác giả này nhấn mạnh, vai trò của một chiến lược số cần được xác định rõ ràng. Một khi doanh nghiệp có được chiến lược số phù hợp sẽ giúp nâng cao ảnh hưởng của sự linh hoạt ở các khía cạnh điều chỉnh cấu trúc tổ chức hoặc phản ứng nhanh chóng với những thay đổi của môi trường, qua đó giúp cải thiện mức độ sẵn sàng của tổ chức đối với việc áp dụng các tiến bộ công nghệ số.

Ngoài ra, khi một CLS hợp lý được xây dựng sẽ cung cấp một lộ trình rõ ràng qua đó giảm thiểu thời gian cần thiết của tổ chức đối với việc thúc đẩy các nỗ lực chủ động hướng tới CDS. Do đó, tác giả phát biểu giả thuyết như sau: H4b: CLS đóng vai trò điều tiết tác động giữa sự linh hoạt của tổ chức và sự sẵn sàng CDS.

### 2.3.5 Mô hình nghiên cứu đề xuất

Trên nền tảng của các mối liên kết được cấu thành từ cơ sở lý thuyết và kết quả của các nghiên cứu thực tế về LDS, sự linh hoạt của tổ chức, sẵn sàng CDS và ảnh hưởng điều tiết của chiến lược kỹ thuật số, một mô hình lý thuyết nghiên cứu đã được đề xuất. Tổng thể mô hình nghiên cứu đề xuất cùng các giả thuyết nghiên cứu được trình bày ở Hình 1. Mô hình này không chỉ là một khung tham chiếu nhằm hiểu rõ sự tương tác phức tạp giữa các biến nghiên cứu này mà còn là một công cụ mạnh mẽ để áp dụng cho các nghiên cứu tiếp theo nhằm phân tích và đánh giá cách các biến này tương tác với nhau.



Hình 1: Mô hình nghiên cứu đề xuất

### 3 Thảo luận

Nghiên cứu này nhằm đáp lại lời kêu gọi của các học giả như Dubey và cộng sự [9] khi các học giả này cho rằng, cần tích hợp lý thuyết thể chế trong các nghiên cứu mở rộng nhằm tìm hiểu tác động của các yếu tố ảnh hưởng đến CDS trong các tổ chức DNVVN. Tiếp cận theo góc nhìn của lý thuyết thể chế mở rộng của Greenwood và Hinings [6], tác giả đã xây dựng nên một mô hình cùng các giả thuyết nghiên cứu cho phép tìm hiểu những tác động phức tạp của nhiều yếu tố nội tại bên trong doanh nghiệp như sự LDS, sự linh hoạt của tổ chức tác động lên sự sẵn sàng CDS của các DNVVN. Tuy có những đóng góp về mặt lý thuyết khi phát triển một khung nghiên cứu nền tảng để các nghiên cứu tiếp theo có thể tiếp tục vận dụng và phát triển, tác giả thừa nhận rằng nghiên cứu này vẫn có hạn chế khi chỉ mới tập trung vào các khía cạnh lý thuyết và giả thuyết mà chưa có những bằng chứng định lượng để kiểm định các giả thuyết này. Tuy vậy, đặt trong bối cảnh chung tại Việt Nam, nghiên cứu về CDS, cơ chế tương tác cũng như các yếu tố có liên quan đang còn tương đối ít, Nghiên cứu này cũng góp phần lấp đầy khoảng trống về nghiên cứu CDS cũng như cung cấp một nền tảng lý luận, là cơ sở tham khảo hữu ích cho các nhà nghiên cứu khác cũng như các bên có liên quan có thể sử dụng. Các nghiên cứu tiếp theo có thể sử dụng khung nghiên cứu này trong các nghiên cứu định lượng hoặc tiếp tục bổ sung thêm các biến nghiên cứu khác liên quan đến đặc điểm nội tại của các DNVVN như năng lực đổi mới, rào cản của tổ chức trong việc áp dụng CDS nhằm kiểm định và phát hiện những tri thức mới trong lĩnh vực CDS doanh nghiệp. Ngoài ra, việc tích

hợp lý thuyết liên quan đến cơ chế tác động của các yếu tố bên trong tổ chức như lý thuyết S.O.R (Kích thích-Tổ chức- Phản hồi) [49] cũng là một hướng nghiên cứu tiềm năng trong tương lai nhằm giúp đem lại một nhận diện rõ ràng hơn những vấn đề nội tại liên quan đến CDS trong DNVVN, từ đó tìm ra các giải pháp giúp doanh nghiệp CDS thành công.

### 4 Kết luận

Nghiên cứu này vận dụng cách tiếp cận theo nhiều nghiên cứu đã được thực hiện tại Việt Nam như các nghiên cứu của nhóm tác giả Thanh & Vinh [4] và nghiên cứu của Nguyen [5] khi đánh giá lại các cơ sở lý thuyết và kết quả nghiên cứu thực tế, từ đó xây dựng nên một mô hình nghiên cứu đề xuất nhằm giải quyết một vấn đề cụ thể. Trên cơ sở tổng hợp các lý thuyết có liên quan, bài báo đã trình bày các khái niệm liên quan đến các biến nghiên cứu xuất hiện trong bài như LDS, sự linh hoạt của tổ chức, sự sẵn sàng CDS cũng như CLS. Kết hợp với kết quả được tìm thấy từ các nghiên cứu thực tiễn, tác giả đã xây dựng nên 5 giả thuyết chính cho mô hình nghiên cứu đề xuất, đó là: (1) LDS có tác động tích cực đến sự linh hoạt của tổ chức trong bối cảnh CDS; (2) LDS có tác động tích cực đến sự sẵn sàng CDS của tổ chức; (3) Sự linh hoạt của tổ chức ảnh hưởng tích cực đến sự sẵn sàng CDS trong tổ chức; (4) Mối quan hệ giữa LDS và sự sẵn sàng CDS được điều tiết bởi chiến lược kỹ thuật số; (5) Chiến lược kỹ thuật số đóng vai trò điều tiết tác động của LDS đến sự sẵn sàng CDS. Nghiên cứu này giúp mở rộng lý thuyết thể chế, giúp hiểu rõ hơn cơ chế tương tác của các yếu tố bên trong DNVVN và đóng vai trò là cơ sở tham khảo cho các nghiên cứu trong tương lai.

# TÍCH HỢP CÔNG NGHỆ VIỄN THĂM VÀ SỐ LIỆU QUAN TRẮC THỰC ĐỊA GIÁM SÁT Ô NHIỄM CHẤT PHÓNG XẠ TRONG NƯỚC BIỂN

*Trần Ngọc Tường, Phạm Hồng Hải – Trường Đại học Công Nghệ  
Lê Thành An, Nguyễn Duy Phương – Học viện Quốc tế, Bộ Công an  
Lương Chính Kế, Lê Minh – Hội Trắc địa, bản đồ, viễn thám*

**Tóm tắt:** Môi trường biển hiện nay đang là vấn đề được thế giới quan tâm trước áp lực về ô nhiễm, đặc biệt ô nhiễm chất phóng xạ do chất thải rắn, nước làm mát từ của lò phản ứng hạt nhân từ các nhà máy điện nguyên tử thải ra. Việt Nam là quốc gia biển chịu ảnh hưởng chung trong vấn đề ô nhiễm này. Bài báo giới thiệu phương pháp phát hiện sự bất bình thường của môi trường nước biển, kết hợp với lấy mẫu thực địa để tìm ra nguyên nhân của nguồn ô nhiễm, trước hết cho mục đích ô nhiễm chất phóng xạ. Phương pháp đề xuất dựa vào hiện tượng huỳnh quang phát ra của thực vật phù du mà cảm biến vệ tinh thu nhận được khi chúng hấp thụ bức xạ Mặt trời để quang hợp trao đổi chất và thải ôxy. Nghiên cứu của chúng tôi mới ở giai đoạn đầu về phân lý thuyết sẽ được chia sẻ ở đây. Kết quả thực nghiệm sẽ được giới thiệu trong các bài báo tiếp theo.

**Từ khóa:** Bức xạ; huỳnh quang; khuếch tán; ô nhiễm chất phóng xạ.

## 1 Đặt vấn đề

Để Việt Nam giàu lên từ biển, mạnh lên từ biển đòi hỏi môi trường biển của Việt Nam được bảo vệ lành mạnh, không chỉ ổn định môi trường chính trị mà còn đòi hỏi môi trường biển đảo tự nhiên phát triển bền vững, tránh được các rủi ro ô nhiễm. Nguồn ô nhiễm biển không chỉ là các chất thải rắn từ sinh hoạt mà còn là các chất thải rắn từ phế thải công nghiệp như các từ các lò cao đổ ra biển của các nước có chung bờ biển. Không những thế, các chất thải lỏng làm mát từ các nhà máy trong vận hành sản xuất cũng được xả thải trực tiếp ra biển, mang theo các hóa chất cũng như những phân tử kim loại nặng làm hệ sinh thái biển bị chết, thậm chí bị hủy diệt trên diện rộng. Một vấn đề nổi cộm vào cuối năm 2020 về thông tin của Bộ Khoa học Công nghệ và Viện nghiên cứu hạt nhân Philippines ghi nhận nồng độ phóng xạ cao bất thường ở các rạn san hô trên Biển Đông. Các chuyên gia Philippines phát hiện i-ốt 129 tại một số rạn san hô thuộc quần đảo Trường Sa của Việt Nam và vùng biển phía đông Philippines. Trong đó, nơi có nồng độ phóng xạ cao nhất nằm gần khu vực đá Vành Khăn thuộc quần đảo Trường Sa của Việt Nam. Các nhà khoa

học Philippines cho biết, i-ốt 129 là sản phẩm của quá trình phân rã hạt nhân. Điển hình là từ các vụ thử hạt nhân, sự cố hạt nhân hoặc quá trình tái xử lý năng lượng hạt nhân (báo điện tử VTC News, ngày 08/12/2020).

Sự rò rỉ chất phóng xạ từ sự cố các nhà máy điện hạt nhân không chỉ ảnh hưởng tới môi trường không khí mà kể cả môi trường nước do mưa, gió, bụi. Không những thế, những lò làm mát bằng nước của một số nhà máy điện nguyên tử được xả thải ra các hồ vịnh thông với biển. Do vậy, nguồn ô nhiễm phóng xạ của môi trường nước biển có nguy cơ rất cao. Hơn thế nữa, sự cố thiên tai môi trường khiến nhà máy điện hạt nhân bị huỷ hoại như nhà máy Fukushima của Nhật Bản vào năm 2011 khiến hàng triệu m<sup>3</sup> nước từ lò phản ứng hạt nhân chảy ra biển.

Trong nửa thế kỷ qua, thế giới đã chứng kiến tỷ lệ các sự cố trong đó chất phóng xạ bị đổ hoặc thải ra đại dương: Một nhà máy nhiên liệu hạt nhân của Anh đã nhiều lần xả chất thải phóng xạ ra biển Ailen, một nhà máy tái chế hạt nhân của Pháp đã xả chất thải tương tự vào eo biển Anh, và trong nhiều thập kỷ, Liên Xô đã đổ một lượng lớn chất phóng xạ xuống Bắc Băng Dương, biển

Kara và biển Barent. Mặc dù sự rộng lớn của đại dương có khả năng làm loãng nhiễm bẩn hạt nhân, các dấu hiệu lây lan vật liệu phóng xạ ra khỏi Nhật Bản đang được phát hiện, bao gồm nồng độ phóng xạ nâng cao của Caesium và iốt trong cá ở phía nam Fukushima và cấp độ phóng xạ cao trong nước biển cách xa bờ tới 30 km.

Trong năm 2016, ba nhà máy điện hạt nhân của Trung Quốc ở những vị trí gần với Việt Nam đã bắt đầu đi vào hoạt động: Hai tổ máy đầu tiên có công suất 1.000 MW của Nhà máy điện hạt nhân Phòng Thành (Quảng Tây) đi vào hoạt động thương mại, hai tổ máy 650 MW của Nhà máy Xương Giang trên đảo Hải Nam và ba tổ máy 600 MW của Nhà máy Trường Giang (Quảng Đông) đã được kết nối lưới điện quốc gia của Trung Quốc. Mỗi nhà máy đều thiết kế dự kiến có 6 tổ máy (<https://tuoitre.vn/10/10/2016>). Nhà máy Phòng Thành ở tỉnh Quảng Tây, cách TP. Móng Cái (tỉnh Quảng Ninh) 50 km và cách TP. Hà Nội khoảng 500 km; nhà máy Trường Giang (tỉnh Quảng Đông) cách biên giới Việt Nam 200 km và nhà máy Sương Giang (đảo Hải Nam) cách đảo Bạch Long Vĩ (Hải Phòng) hơn 100 km.

Ted Poston (một nhà sinh thái học thuộc Phòng thí nghiệm Quốc gia Tây Bắc Thái Bình Dương của chính phủ Hoa Kỳ ở Richland, Washington) giải thích, nếu các hạt nhân phóng xạ ở dạng hòa tan, chúng sẽ hoạt động khác với khi chúng bị hấp thụ thành các hạt. Nếu iốt-131 được rong biển hoặc sinh vật phù du hấp thụ, nó có thể được chuyển sang cá, đến lượt chúng lại bị những loài cá lớn ăn thịt, như đã thấy ở biển Ailen. Cá cũng có thể hấp thụ các hạt nhân phóng xạ trong nước thông qua mang của chúng và các hạt nhân phóng xạ có thể bị động vật thân mềm ăn vào. Buessler và các chuyên gia khác cho rằng: Cả các nguyên tố phóng xạ tồn tại trong thời gian ngắn (chẳng hạn như iốt-131) và các nguyên tố tồn tại lâu hơn (chẳng hạn như CS-137 với chu kỳ bán rã 30 năm), đều có thể bị thực vật phù du hấp thụ, động vật phù du, tảo bẹ và các

sinh vật biển khác và sau đó được truyền vào chuỗi thức ăn, cho cá, động vật có vú biển và con người.

Trong một thế giới mà sự phụ thuộc toàn cầu vào thủy sản để làm thực phẩm ngày càng tăng, ít nhất 10% dân số thế giới phụ thuộc vào nghề cá để kiếm sống - một môi trường bị ô nhiễm tiềm ẩn có thể dẫn đến một chuỗi thực phẩm bị ô nhiễm, làm dấy lên lo ngại của người tiêu dùng. Chúng ta cũng biết rằng, khoảng 95% bệnh ung thư ở người được kích hoạt do tiếp xúc với các chất độc hại có trong môi trường, bao gồm cả thực phẩm (theo Elizabeth Grossman, pril 7, 2011, Published at the Yale School of the Environment).

Vào đầu thập niên 80 của thế kỷ trước, các nhà nghiên cứu đã thực nghiệm trong phòng thí nghiệm nhằm sử dụng chỉ số sinh học để theo dõi ô nhiễm xạ trong môi trường biển thông qua nuôi trai, sò biển bằng thực vật phù du bị nhiễm xạ [1]. Thông qua đó để thấy được mức độ lây nhiễm phóng xạ từ vật này sang vật khác. Trong những năm 90 của thế kỷ trước cũng đã có nhiều nghiên cứu về ô nhiễm môi trường biển bởi chất phóng xạ thông qua chất trầm tích ở đáy biển, cũng như ở bề mặt lớp nước [2-3]. Tiếp tục vào đầu những năm 2000, một số nghiên cứu ô nhiễm nước biển thông qua chất trầm tích [4-6] ở biển East Coast Peninsular của Malaysia, biển Pacific cách Fukushima ở khoảng cách 30 km và vùng biển Nhật Bản. Đáng quan tâm về nghiên cứu của nhóm nhà khoa học Trung Quốc gần đây nhất vào năm 2020 [7] đã dùng tàu thăm dò lấy mẫu nước mặt trên 3 vùng biển Trung Quốc, vùng biển Hoa Đông và Hoàng Hải. Kết quả công bố: Tồn kho chất phóng xạ  $^{137}\text{Cs}$  cao trong cột nước, độ hòa tan cao và thời gian lưu trú trung bình dài. Thời gian cư trú trung bình của  $^{137}\text{Cs}$  ở biển Trung Hoa được xác định là  $45,6 \pm 3,8$  năm,  $36,8 \pm 3,1$  năm đối với biển Hoa Đông và  $12,0 \pm 1,0$  năm đối với biển Hoàng Hải.

Các hạt trầm tích trôi nổi trên tầng lớp nước

mặt cũng như thực vật phù du có thể được trích xuất từ các ảnh vệ tinh chuyên cho biển đại dương như ảnh vệ tinh Modis của Mỹ hay ảnh Sentinel của EU. Kết hợp với số lượng nhỏ mẫu nước bề mặt sau khi đưa về phòng thí nghiệm chất lọc, sấy khô và dùng thiết bị chuyên dụng để đo nồng độ của chất phóng xạ, chúng ta có thể sử dụng giá trị phản xạ viễn thám đã được xử lý loại bỏ những tín hiệu nhiễu để tham chiếu về hàm lượng chất phóng xạ trên quy mô cho từng pixel ảnh. Kết hợp với GIS, chúng ta có thể biểu diễn phân bố không gian của chất phóng xạ cho cả một vùng biển rộng lớn mà chúng ta quan tâm. Phương pháp đo hàm lượng phóng xạ các mẫu trầm tích, phù du trong phòng thí nghiệm có thể tham khảo [3, 8-9].

Viễn thám vệ tinh được coi là một lĩnh vực khoa học cho phép tiếp cận có hiệu quả không chỉ đối với các đối tượng trên lục địa mà còn đối với các thực thể biển đảo. Đây là một công cụ quan trọng về áp dụng công nghệ tiên tiến để phát triển nền tảng “Hạ tầng dữ liệu không gian địa lý quốc gia” về biển đảo của Việt Nam, hướng tới đáp ứng yêu cầu quản lý Nhà nước, phát triển kinh tế-xã hội, bảo đảm quốc phòng, an ninh; bảo đảm khả năng kết nối liên thông với hạ tầng dữ liệu không gian địa lý các nước trong khu vực và quốc tế. Phát triển ứng dụng công nghệ viễn thám đã được Đảng và Chính Phủ đặc biệt quan tâm. Thủ tướng Chính phủ đã ký Quyết định số 149/QĐ-TTg ngày 01/02/2019 phê duyệt “Chiến lược phát triển viễn thám quốc gia đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2040”. Quan điểm của Chiến lược là phát triển viễn thám với thiết bị, công nghệ tiên tiến, hiện đại. Nhà nước tập trung đầu tư hệ thống thu nhận dữ liệu ảnh viễn thám, cơ sở dữ liệu viễn thám quốc gia, phát triển công nghệ viễn thám, quan trắc và giám sát bằng viễn thám trong một số lĩnh vực. Thông tin, dữ liệu, sản phẩm viễn thám đáp ứng tiêu chuẩn, quy chuẩn kỹ thuật và được chia sẻ, sử dụng có hiệu quả trong các ngành, các lĩnh vực.

## 2 Phương pháp

Phương pháp đề xuất giám sát ô nhiễm phóng xạ nước biển được giải quyết thông qua xác định định tính cũng như định lượng về khả năng hấp thụ bức xạ Mặt trời của thực vật phù du ở lớp nước mặt có độ sâu  $z$  (m) bằng công nghệ viễn thám.

### 2.1 Thực vật phù du từ viễn thám vệ tinh

Thực vật phù du là những sinh vật đơn bào, đa dạng về mặt phân loại, sống ở tầng trên của gần như tất cả các vùng nước trên Trái đất và chúng có khả năng quang hợp. Quá trình quang hợp ròng hàng năm của riêng thực vật phù du đại dương có mức độ tương tự như của tất cả các loài thực vật trên cạn và nó đóng một vai trò quan trọng trong chu trình carbon sinh quyển [11]. Năng suất quang hợp bị tác động mạnh bởi các biến đổi khí hậu nhưng việc định lượng tác động này và sự dự đoán sự thay đổi trong tương lai đòi hỏi sự hiểu biết về các yếu tố môi trường, mức độ sử dụng ánh sáng và tầng trưởng của thực vật phù du. Tuy nhiên, việc xác định đặc điểm toàn cầu về sự biến đổi sinh-lý của biển được cho là thách thức lớn hơn nhiều so với việc chỉ đơn giản là định lượng trữ lượng thực vật phù du. Năm 2002, hình ảnh quang phổ có độ phân giải vừa phải (bộ cảm MODIS) của NASA với khả năng phát hiện huỳnh quang diệp lục của thực vật phù du để đánh giá tình trạng sinh lý của chúng. Cũng như đối với thực vật trên cạn, quá trình quang hợp oxy trong thực vật phù du liên quan đến việc thu nhận ánh sáng và chuyển tải điện tử giữa hai trung tâm phản ứng sắc tố chịu trách nhiệm cho quá trình chuyển hóa oxy, nơi năng lượng ánh sáng được thu nhận ở dạng hóa học [12]. Sự phát xạ huỳnh quang dưới ánh sáng Mặt trời tự nhiên có thể được phát hiện trong phổ bức xạ đi lên từ phía dưới bề mặt và từ bên trên bề mặt nước biển. Sự phát xạ từ Mặt trời và sự hấp thụ sắc tố mạnh bằng tín hiệu “huỳnh quang tự nhiên” của thực vật phù du biển, ban đầu được đề xuất như một công cụ để tính tỷ lệ quang hợp của thực vật phù

du và có thể ghi lại sự biến đổi sinh-lý [13]. Những quan sát hiện trường như vậy là công cụ để phát triển khả năng phát hiện huỳnh quang bằng đầu thu cảm biến trên vệ tinh. Cho đến nay, việc áp dụng bằng quan sát vệ tinh hiện tượng huỳnh quang của thực vật phù du diệp lục còn hạn chế. Ba yếu tố chính điều chỉnh sự phân bố huỳnh quang của thực vật phù du toàn cầu là: (1) nồng độ sắc tố; (2) phản ứng quang-sinh bảo vệ, ngăn ngừa thiệt hại do ánh sáng có cường độ cao; và (3) hiện tượng tự che bóng trong hiệu suất hấp thụ ánh sáng [14]. Sản lượng lượng tử huỳnh quang của thực vật phù du diệp lục quan trắc từ vệ tinh có thể chứng minh một công cụ mới quan trọng để xác định đặc điểm ứng suất chất ô nhiễm trong các đại dương, cải thiện ước tính quang hợp của đại dương và giải quyết các vấn đề tương tác giữa sinh vật phù du và khí hậu.

Huỳnh quang diệp lục (F) là một thông lượng nhỏ để khử sự kích thích đối với năng lượng ánh sáng Mặt trời được thực vật phù du hấp thụ phục vụ trao đổi chất, thải ô-xy. Dòng ánh sáng huỳnh quang này được phân giải dễ dàng trong dữ liệu trường bức xạ và thường được điều chỉnh bởi: Nồng độ hay hàm lượng chất diệp lục (Chl), hệ số hấp thụ riêng của thực vật phù du diệp lục ( $\langle a_{ph}^* \rangle$ ), thông lượng của bức xạ hoạt động quang hợp (iPAR) ở thời điểm thu nhận ảnh và năng suất lượng tử của huỳnh quang ( $\phi$ ) [15]:

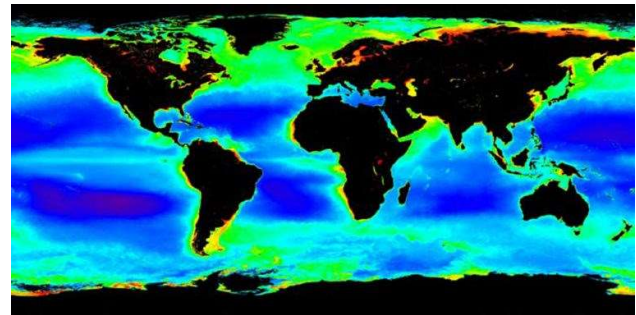
$$F = Chl \cdot \langle a_{ph}^* \rangle \cdot iPAR \cdot \phi \quad (1)$$

Phương trình (1) nêu bật những phụ thuộc cơ bản của phát xạ huỳnh quang cảm ứng Mặt trời, nhưng các yếu tố bổ sung khác cần phải được xem xét khi trích xuất tín hiệu huỳnh quang của thực vật phù du từ ảnh viễn thám.

Sự phân bố huỳnh quang diệp lục thực vật phù du đại dương mở toàn cầu ( $F_{sat}$ ) khi sử dụng, cụ thể là ảnh vệ tinh Modis sau khi tính iPAR, chúng ta có phương trình (2) đơn giản hơn:

$$F_{sat} = Chl_{sat} \cdot \langle a_{ph}^* \rangle \cdot \phi \cdot S \quad (2)$$

Trong đó:  $S = 100 \text{ (mWcm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}\text{sr}^{-1}\text{m)}$ ;  $Chl_{sat}$  – nồng độ chất diệp lục ở lớp bề mặt trích xuất từ vệ tinh Modis.



Hình 1: Hàm lượng phù du diệp lục (chlorophyll-a) được trích xuất từ vệ tinh Modis

Để thu được tín hiệu huỳnh quang diệp lục từ ảnh viễn thám màu đại dương, cần tính độ cao đường huỳnh quang để loại bỏ ảnh hưởng của tán xạ ngược và tán xạ Raman [16], ví dụ cho ảnh Modis, trước hết tính  $F_{sat}$  từ 3 bước sóng  $678 \mu\text{m}$ ,  $667 \mu\text{m}$  và  $748 \mu\text{m}$ :

$$F_{sat} = L_{WN}(678) - \frac{70}{81}L_{WN}(667) - \frac{11}{81}L_{WN}(748) \quad (3)$$

Trong đó:  $L_{WN}(\lambda)$  – bức xạ rời khỏi mặt nước của bước sóng  $\lambda$  được chuẩn hóa, có đơn vị là  $[\text{mWcm}^{-2}\text{sr}]$ .

Sau đó, tính bức xạ huỳnh quang hay gọi là độ cao đường huỳnh quang  $L_{w,f}(0^+, 678)$  được xác định:

$$L_{w,f}(0^+, 678) = F_{sat} \frac{E_d(0^+, 678)}{F_0(678)} \quad (4)$$

Trong đó:  $0^+$  – biểu diễn đại lượng ở ngay phía trên bề mặt nước của bước sóng  $\lambda$  cụ thể;  $E_d$  – thông lượng bức xạ Mặt trời đi xuống trực tiếp tiếp cận tới bề mặt nước;  $F_0$  – năng lượng bức xạ Mặt trời ở đỉnh khí quyển của bước sóng cụ thể.

Sự có mặt của bức xạ huỳnh quang từ lớp nước phía dưới bề mặt giữa độ sâu  $z_1$  và  $z_1+\Delta z$  được đo ở dải phát xạ ( $\lambda_{em}$ ) là:

$$\Delta L_{w,f}(z_1, \Delta z, \lambda_{em}) = \frac{\phi}{4\pi C_f} \int_{z_1+\Delta z}^{z_1} \int_{400}^{700} \frac{\lambda}{hc} a_{ph}(z, \lambda) E_0(0^-, \lambda) e^{-K(\lambda, z)z} d\lambda dz \quad (5)$$

Trong đó:  $K(z, \lambda)$  [ $\text{m}^{-1}$ ] – hệ số suy giảm ánh sáng trong môi trường nước;  $a_{ph}(z, \lambda)$  [ $\text{m}^{-1}$ ] – hệ số hấp

thụ bức xạ của phù du;  $E_0(0^-, \lambda)$  [ $Wm^{-2}nm^{-1}$ ] – lượng chiếu xạ (từ Mặt trời) ngay dưới bề mặt nước;  $C_f$  [nm] – tỷ lệ nghịch đảo của các photon huỳnh quang tại dải sóng phát xạ được phát hiện xung quanh  $\lambda_{em}$  so với phổ huỳnh quang toàn phần;  $\phi$  – năng suất lượng tử của huỳnh quang (tổng số photon huỳnh quang trên mỗi photon hấp thụ);  $\lambda/hc$  – tham số chuyển đổi  $E_0(0^-, \lambda)$  về đơn vị lượng tử [ $m^{-2}s^{-1}nm^{-1}$ ], theo [6, 10];  $4\pi$  – hằng số giải thích rằng huỳnh quang là đẳng hướng. Đơn vị của  $\Delta L_{w,f}(z_1, \lambda_{em})$  là đơn vị lượng tử [ $m^{-2}s^{-1}nm^{-1}$ ].

Ánh sáng huỳnh quang bị suy giảm trên đường đi đến bề mặt nước với hệ số suy giảm khuếch tán,  $k_L(\lambda_{em})$ . Tích hợp dọc theo độ sâu  $z$  sẽ là tổng lượng ánh sáng huỳnh quang [17-18], chúng ta nhận được:

$$L_{w,f}(0^-, \lambda_{em}) = \frac{\phi}{4\pi C_f} \int_{400}^{700} \frac{\lambda}{hc} \frac{1}{K(\lambda) + k_L(\lambda_{em})} a_{ph}(\lambda) E_0(0^-, \lambda) d\lambda \quad (6)$$

Lượng bức xạ huỳnh quang rời khỏi nước đi về đầu thu cảm biến trên vệ tinh  $L_{w,f}(0^+, \lambda_{em})$  đúng bằng lượng bức xạ huỳnh quang ngay bên dưới mặt biển  $L_{w,f}(0^-, \lambda_{em})$ , truyền qua giao diện mặt phân cách giữa không khí-biển (air-sea interface):

$$L_{w,f}(0^+, \lambda_{em}) = \frac{tL_{w,f}(0^-, \lambda_{em})}{n_w^2} \quad (7)$$

Trong đó:  $n_w$  – chỉ số khúc xạ của nước biển;  $t$  – tham số truyền bức xạ theo phương thiên địa (nadir) trên mặt biển.

Tổng lượng bức xạ theo (6) và (7) sẽ đúng bằng lượng bức xạ của (4), ví dụ cho ảnh vệ tinh Modis ở bước sóng phát xạ (678 nm). Từ đây ta sẽ tính được năng suất lượng tử  $\phi_{sat}$ :

$$\phi_{sat} = \frac{4\pi n_w^2 C_f}{tE_0(678)} \frac{E_d(0^+, 678)F_{sat}}{\int_{400}^{700} \frac{\lambda}{hc} \frac{1}{K(\lambda) + k_L(\lambda_{em})} a_{ph}(\lambda) E_0(0^-, \lambda) d\lambda} \quad (8)$$

Phần trình bày trên đây cho chúng ta thấy rằng, dưới tác động của nguồn năng lượng chiếu xạ Mặt trời, các sinh vật phù du có cấu tạo đơn

bào sống ở lớp nước mặt ở độ sâu  $z$  (m) sẽ hấp thụ và thực hiện trao đổi chất để tồn tại và phát triển. Trong quá trình đó, chúng phát ra ánh sáng huỳnh quang. Lượng năng lượng ánh sáng huỳnh quang “chui” khỏi mặt nước và được đầu cảm biến vệ tinh “bắt” được. Đặc trưng cho các loại sinh vật phù du là sinh vật phù du điệp lục (Chlorophyll-A).

Loại sinh vật phù du biển rất nhạy cảm với môi trường, vì vậy khi môi trường nước bị ô nhiễm (ví dụ phóng xạ) thì khả năng hấp thụ bức xạ Mặt trời sẽ bị suy giảm kéo theo lượng huỳnh quang phát ra cũng bị suy giảm và tín hiệu phổ bức xạ trên ảnh vệ tinh cũng suy giảm theo. Sử dụng đặc điểm này, phù du điệp lục có thể được coi là đối tượng giám sát chất lượng nước biển.

## 2.2 Sự hấp thụ bức xạ Mặt trời của thực vật phù du điệp lục

Hai vệ tinh cho môi trường biển chúng ta có thể sử dụng trong thực tế hiện nay nhằm giảm chi phí là ảnh vệ tinh Sentinel-3 OLCI và ảnh vệ tinh Modis Aqua nhằm tính lượng bức xạ mà phù du điệp lục hấp thụ trong việc theo dõi trạng thái ô nhiễm nước biển. Lượng bức xạ được hấp thụ bởi phù du điệp lục ARP được viết dưới dạng tổng quát sau:

$$ARP = \int_{400}^{700} \int_0^z a_{\phi}(\lambda) E_0(\lambda, z) dz d\lambda \quad (9)$$

Trong đó:  $a_{\phi}(\lambda)$  – hệ số hấp thụ của phù du;  $E_0$  – bức xạ chiếu xạ của Mặt trời;  $z$  – độ sâu lớp nước mặt.

Đại lượng  $E_0(z)$  có mối quan hệ:

$$E_0(z) = \frac{E_d(z)}{\mu_d(z)} + \frac{E_u(z)}{\mu_u(z)} \quad (10)$$

Với:

$$E_d(z) = E_d(0^-) e^{-K_d z}; E_u(z) = E_u(0^-) e^{-K_u z} \quad (10a)$$

Và:

$$K_d \approx (a + b_d) \sqrt{\mu_d}; K_u \approx (a + b_u) \sqrt{\mu_u} \quad (10b)$$

Trong đó:  $K_i$  – hệ số suy giảm khuếch tán đi xuống ( $i = d$ ) và đi lên ( $i = u$ );  $E_i$  – bức xạ chiếu



xạ đi xuống ( $i = d$ ) và đi lên ( $i = u$ );  $a, b_b$  – hệ số hấp thụ toàn phần và hệ số tán xạ ngược toàn phần;  $\overline{\mu}_d$  ( $i = d, u$ ) – cosin trung bình của góc thiên đỉnh Mặt trời ứng với chiều xạ đi xuống và đi lên;  $0^-$  – đại lượng được tính ngay ở dưới bề mặt nước.

Sau khi thay thế (10), (10a), (10b) vào (9) và tính tích phân, chúng ta nhận được công thức cuối cùng ở dạng tổng, ví dụ cho ảnh Modis ứng với 6 kênh ảnh ở dải phổ khả kiến ( $i = 1, 2, \dots, 6$ ) và độ sâu  $z = 685$  mm:

$$ARP = \sum_i^6 \left[ a_\phi(\lambda_i) w_{a\phi}(i) E_d(\lambda_i, 0^-) w_{E_d}(i) \times \left( \frac{1 - e^{-K_d(\lambda_i)z_{685}}}{\overline{\mu}_d K_d(\lambda_i)} + \frac{1 - e^{-K_u(\lambda_i)z_{685}}}{\overline{\mu}_u K_u(\lambda_i)} \right) \right] \quad (11)$$

Trong đó:  $w_{a\phi}$  – hàm trọng số của hệ số hấp thụ của phù du;  $w_{E_d}$  – hàm trọng số của bức xạ chiếu xạ đi xuống;  $R(\lambda_i)$  – giá trị phản xạ của chiều xạ và được tính theo công thức:

$$(\lambda_i) = R_{rs} \frac{Qn_w^2}{[1 - \rho(\theta)][1 - \rho(\theta_{sat})]} \quad (12)$$

Trong đó:  $R_{rs}$  – phản xạ viễn thám;  $Q$  – hệ số;  $n_w$  – hệ số khúc xạ của nước biển;  $\theta$  và  $\theta_{sat}$  – góc thiên đỉnh Mặt trời và góc thiên đỉnh vệ tinh.

Để tính  $E_d(0^-)$  cho bước sóng  $\lambda$  bất kỳ từ công thức (10a) cần có  $E_d(0^+)$  tức là bức xạ chiếu xạ (của Mặt trời) đi xuống ngay bên trên bề mặt nước, gồm 2 thành phần là bức xạ chiếu xạ trực tiếp (dd) và khuếch tán (ds):

$$E_d(\lambda, 0^-) = E_{dd}(\lambda, 0^+) (1 - \rho_d) + E_{ds}(\lambda, 0^+) (1 - \rho_s) \quad (13)$$

Trong đó:  $\rho_d, \rho_s$  – phản xạ bề mặt biển trực tiếp và phản xạ bề mặt biển khuếch tán, được xác định:

$$\begin{cases} \rho_d = \rho_{dsp} + \rho_f \\ \rho_s = \rho_{ssp} + \rho_f \end{cases} \quad (13a)$$

Với:  $\rho_{dsp}, \rho_{ssp}$  – phản xạ gương trực tiếp và phản xạ gương khuếch tán được tính theo định luật Fresnel;  $\rho_f$  – phản xạ bọt sóng biển, phụ thuộc vào vận tốc gió  $W$ .

Thành phần  $E_{dd}(\lambda, 0^+)$  từ (13) là thành phần

chiếu xạ trực tiếp đi xuống từ Mặt trời được xác định theo biểu thức sau [18]:

$$E_{dd}(\lambda, 0^+) = F_0 \cos(\theta) \prod_i T_i \quad (14)$$

Trong đó:  $F_0$  – lượng chiếu xạ ở đỉnh khí quyển ứng với bước sóng  $\lambda$ ,  $\theta$  – góc thiên đỉnh Mặt trời;  $T_i$  là các tham số truyền bức xạ trong khí quyển của các thành phần  $i$  khí quyển.

Thành phần  $E_{ds}(\lambda, 0^+)$  từ (13) là thành phần chiếu xạ khuếch tán đi xuống từ Mặt trời được xác định theo biểu thức sau:

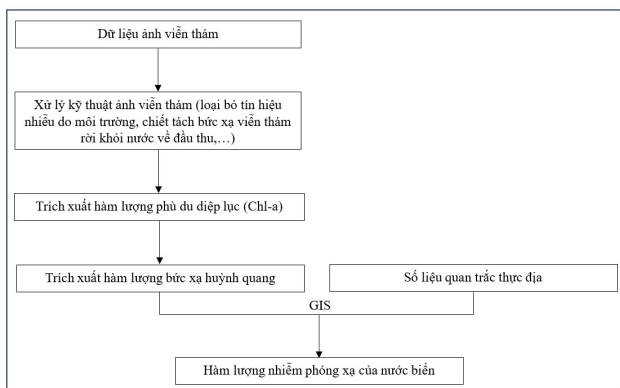
$$E_{ds}(\lambda, 0^+) = I_r + I_a + I_g \quad (15)$$

Trong đó:  $I_r, I_a, I_g$  – các thành phần khuếch tán của của bức xạ chiếu đi tới mặt biển xuất hiện bởi tán xạ phân tử khí quyển, tán xạ do sol-khí và đa tương tác giữa bề mặt và không khí. Thành phần thứ 3 trong (15) trong thực tế bằng 0.

Trên đây là tóm lược những thuật toán cơ bản để tính lượng bức xạ hấp thụ của phù du mà nó sử dụng để trao đổi chất trong quá trình tồn tại và phát triển gắn liền với hiện tượng huỳnh quang mà đầu cảm biến trên vệ tinh thu nhận được. Sự thay đổi lượng bức xạ hấp thụ của phù du cho một đơn vị khối lượng xác định trên một đơn vị diện tích pixel ảnh sẽ cung cấp cho chúng ta biết được môi trường có bị ô nhiễm không.

Viễn thám là công nghệ gián tiếp giám sát phát hiện sự bất bình thường của môi trường, vì vậy cần có số liệu ngoại nghiệp bổ trợ. Cụ thể, cần có các mẫu nước biển thu thập ở một số điểm mà chúng ta quan tâm và được xử lý đo trong phòng thí nghiệm nhờ các thiết bị chuyên dụng để phát hiện ô nhiễm nước là do chất phóng xạ hay các nguồn ô nhiễm khác. Viễn thám sẽ thực hiện tham chiếu từ bức xạ ảnh sau khi đã được xử lý đối với số liệu thực địa. Trên cơ sở đó chúng ta có thể lập bản đồ phân bố không gian ô nhiễm theo định lượng trên mỗi pixel ảnh. Đây là những dữ liệu sát thời gian thực khi chúng ta sử dụng vệ tinh có độ phân giải thời gian ngắn như vệ tinh Modis. Dưới đây là sơ đồ minh họa tóm tắt quy trình giám sát ô nhiễm chất phóng xạ trong nước

biển bằng tích hợp công nghệ viễn thám và số liệu quan trắc thực địa (hình 2):



Hình 2: Sơ đồ minh họa tóm tắt quy trình giám sát ô nhiễm chất phóng xạ trong nước biển bằng tích hợp công nghệ viễn thám và số liệu quan trắc thực địa

### 3 Kết luận

Bài báo đề xuất một phần về phương pháp

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Henning Dahlgard.** Bioindicators for Monitoring Radioactive Pollution of the Marine Environment. *Risø National Laboratory, DK-4000 Roskilde, Denmark, May 1981.*
2. Assinder D.J., Robinson C.D., Halsall J., Telford A. The Distribution and Behavior of Artificial Radionuclides in Sediments of The North Wales Coast, UK. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry-Articles 182(2), 1994, PP. 225-235, http://dx.doi.org/10.1007/BF02037498.*
3. **Pettersson H.B.L., Amano H., Bereznhov V.I., Chaykovskaya E., Chumichev V.B., Chung C.S., Gastaud J., Hirose K., Hong G.H., Kim C.K., Kim S.H., Lee S.H., Morimoto T., Nikitin A., Oda K., Povinec P.P., Suzuki E., Tkalin A., Togawa O., Veletova N.K., Volkov Y., Yoshida K.** Anthropogenic Radionuclides in Sediments in the NW Pacific Ocean and its Marginal Seas: Results of the 1994-1995. *Japanese-Korean-Russian Expeditions, The Science of the Total Environment, 237/238, 1999, PP. 213-224.*
4. **Ahmad Z., Yii M.W., Abu Bakar A.S., Shahar H.** Spatial Distributions of Cs-137 and Pu239+240 in Surface Seawater within The Exclusive Economic Zone of East Coast Peninsular Malaysia. *Applied Radiation and Isotopes 68(9), 2010, PP. 1839-1845, http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2010.04.012*
5. **Jian Zheng, Tatsuo A Ono, Shigeo Uchida, Jing Zhang and Makio C.Honda.** Distribution of Puisotopes in Marine Sediments in The Pacific 30 Km off Fukushima after The Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident. *Geochemical Journal, Vol. 46, 2012, PP. 361-369.*
6. **Otosaka S., Amano H., Ito T., Kawamura H., Kobayashi T., Suzuki T., Togawa O., Chaykovskaya E.L., Lishavskaya T.S., Novichkov V.P., Karasev E.V., Tkalin A.V., Volkov Y.N.** Anthropogenic Radionuclides in Sediment in The Japan Sea: Distribution and Transport Processes of Particulate Radionuclides. *Journal of Environmental Radioactivity 91 (3), 16 Oct 2006, PP. 128-145, doi: 10.1016/j.jenvrad.2006.09.001*

giám sát ô nhiễm phóng xạ môi trường biển kết hợp với số liệu quan trắc thực địa trên tín hiệu huỳnh quang do phù du phát ra trong quá trình hấp thụ năng lượng ánh sáng Mặt trời. Lợi thế của phương pháp là: có thể sử dụng miễn phí ảnh vệ tinh về biển và đại dương của Mỹ và EU kết hợp với ảnh vệ tinh của Việt Nam; quy mô giám sát rộng và sát với thời gian thực; làm chủ được phương pháp và các thuật toán cần thiết để xây dựng phần mềm độc lập; đối tượng nghiên cứu sử dụng là thực vật phù du diệp lục có độ nhạy cao đối với sự thay đổi của môi trường biển và đại dương. Nhóm tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu thử nghiệm phương pháp tại khu vực vịnh Bắc Bộ và sẽ kiểm chứng, đánh giá độ chính xác trong bài báo tiếp theo.

7. **Junwen Wu, Xiyu Xiao, Jiang Sun.** Distribution and Budget of <sup>137</sup>Cs in The China Seas. 29/05/2020, doi: 10.1038/s41598-020-65280-x.
8. **Linsen Yang, Yongchao Qian, Xiang-Yu Kong, Mengting Si, Yuanyuan Zhao, Bo Niu, Xiaolu Zhao, Yan Wei, Lei Jiang, Liping Wen.** Specific Recognition of Uranyl Ion Employing a Functionalized Nanochannel Platform for Dealing with Radioactive Contamination. *ACS Appl Mater Interfaces* 2020, 12, 3, PP. 3854-3861.
9. **Masaaki Akamatsu, Hirokazu Komatsu, Atsuki Matsuda, Taizo Mori, Waka Nakanishi, Hideki Sakai, Jonathan P. Hill, Katsuhiko Ariga.** Visual Detection of Cesium Ions in Domestic Water Supply or Seawater using a Nano-optode. 2017, <https://www.journal.csj.jp/>.
10. **Behrenfeld M.J. Randerson J.T., McClain C.R., Feldman G.C., Los S., Tucker C., Falkowski P.G., Field C.B., Frouin R., Esaias W., Kolber D. Pollack N.** Biospheric Primary Production during An ENSO Transition. *Science*, 291, 2001, PP. 2594-2597.
11. **Falkowski P.G. Kolber Z.** Variations in Chlorophyll fluorescence Yields in Phytoplankton in The World Oceans. *Aust. J. Plant. Physiol.*, 22, 1995, PP. 341-355.
12. **Schallenberg C., Lewis M.R., Kelley D.E., Cullen J.J.** Inferred Influence of Nutrient Availability on The Relationship between Sun-Induced Chlorophyll fluorescence and Incident Irradiance in The Bering Sea. *J. Geophys. Res.*, 113, C07046, 2008, doi: 10.1029/2007JC004355.
13. **Bricaud A., Morel A., Babin M., Allali K., Claustre H.** Variations of Light Absorption by Suspended Particles with Chlorophyll A Concentration in Oceanic (Case 1) Waters: Analysis and Implications for Bio-Optical Models. *J. Geophys. Res.*, 103, 1998, 31,033-31,044.
14. **Babin M., Morel A., Gentili B.** Remote Sensing of Sea Surface Sun-Induced Chlorophyll Fluorescence: Consequences of Natural Variations in The Optical Characteristics of Phytoplankton and The Quantum Yield of Chlorophyll A fluorescence. *Int. J. Remote Sens.*, 17, 1996, PP. 2417-2448.
15. **Abbott M.R. Letelier R.M.** Algorithm Theoretical Basis Document Chlorophyll Fluorescence. MODIS Product Number 20, NASA, 1999, [http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd\\_mod22.pdf](http://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod22.pdf)
16. **Huot Y., Brown C.A., Cullen J.J.** New Algorithms for MODIS Sun-Induced Chlorophyll Fluorescence and A Comparison with Present Data Products. *Limnol. Oceanogr. Methods*, 3, 2005, PP. 108-130.
17. **Kiefer D.A., Chamberlin W.S., Booth C.R.** Natural Fluorescence of Chlorophyll A: Relationship To Photosynthesis and Chlorophyll Concentration in The Western South Pacific Gyre. *Limnol. Oceanogr.*, 34, 1989, PP. 868-881.
18. **Leckner B.** The Spectral Distribution of Solar Radiation At The Earth's Surface - Elements of A Model. *Solar Energy*, 20, 1978, PP.143-150.

# XÂY DỰNG BẢN ĐỒ PHÂN BỐ HÀM LƯỢNG CÁC THÔNG SỐ Ô NHIỄM KHÔNG KHÍ TỪ DỮ LIỆU VỆ TINH SENTINEL 5P TROPOMI

*Lê Văn Phú, Trịnh Lê Hùng – Học viện Kỹ thuật quân sự*

**Tóm tắt:** Nghiên cứu trình bày phương pháp thành lập bản đồ phân bố không gian theo tháng và theo năm hàm lượng các thông số ô nhiễm không khí bao gồm CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub> từ dữ liệu vệ tinh Sentinel 5P TROPOMI sử dụng nền tảng điện toán đám mây Google Earth Engine (GEE), ứng dụng cụ thể xây dựng cho tỉnh Hải Dương, địa phương có tốc độ phát triển kinh tế - xã hội cũng như đô thị hóa cao, chất lượng không khí ở Hải Dương có những diễn biến phức tạp, tiếp giáp với tỉnh Quảng Ninh là địa bàn khai thác than lớn nhất cả nước, đòi hỏi phải có sự theo dõi và quan trắc liên tục. Kết quả xác định hàm lượng không khí từ dữ liệu viễn thám được so sánh với giá trị giới hạn của các thông số cơ bản trong không khí tại QCVN 05:2013/BTNMT “Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí”. Kết quả thu được trong nghiên cứu này cung cấp thông tin khách quan, kịp thời giúp các nhà quản lý trong giám sát chất lượng không khí tại các địa phương.

**Từ khóa:** Hải Dương; ô nhiễm không khí; Sentinel 5P TROPOMI; viễn thám.

## 1 Giới thiệu chung

Ô nhiễm không khí là một trong những vấn đề môi trường cấp bách nhất đối với các quốc gia do tác động của quá trình phát triển kinh tế - xã hội cũng như sự gia tăng dân số. Các nghiên cứu trên thế giới cho thấy, chất lượng không khí ở nhiều khu vực đã xuống cấp nghiêm trọng, ảnh hưởng lớn đến sức khỏe của người dân xung quanh [1-3]. Việc ước tính và giám sát nồng độ các chất gây ô nhiễm không khí có vai trò quan trọng, cung cấp thông tin kịp thời giúp các nhà quản lý ứng phó với ô nhiễm môi trường.

Hải Dương là địa phương có tốc độ phát triển kinh tế nhanh, quá trình đô thị hóa diễn ra mạnh mẽ. Bên cạnh đó, Hải Dương cũng tiếp giáp với tỉnh Quảng Ninh, là địa phương có trữ lượng than lớn nhất cả nước [4]. Than đã đóng vai trò quan trọng trong sản xuất năng lượng ở Việt Nam trong nhiều thập kỷ, cung cấp năng lượng cho các ngành công nghiệp và hoạt động của con người. Mặc dù có vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế - xã hội nhưng việc khai thác và sử dụng than đã gây ra những tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe cộng đồng [5]. Điều này cũng ảnh hưởng đến chất lượng không khí ở các khu vực xung quanh, trong đó có tỉnh Hải Dương.

Các nghiên cứu trước đây thường sử dụng dữ liệu quan trắc tại các trạm đo để đánh giá chất lượng không khí. Nhiều nghiên cứu đã sử dụng dữ liệu viễn thám quang học để đánh giá chất lượng không khí dựa trên mối quan hệ giữa hàm lượng PM10 và phản xạ khí quyển xác định từ dữ liệu viễn thám. Thời gian gần đây, vệ tinh Sentinel 5P với bộ cảm biến TROPOMI cho phép quan trắc hàm lượng nhiều thông số chất lượng không khí khác nhau như CH<sub>4</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> là một nguồn dữ liệu quan trọng và hiệu quả cao phục vụ nghiên cứu ô nhiễm không khí. Với độ phân giải thời gian cao và phạm vi bao phủ rộng, dữ liệu Sentinel 5P được sử dụng rộng rãi và hiệu quả trong việc theo dõi nồng độ các thông số ô nhiễm không khí ở nhiều khu vực khác nhau trên thế giới [6-9].

Bài báo này trình bày kết quả lập bản đồ phân bố nồng độ các chất ô nhiễm không khí tại khu vực tỉnh Hải Dương từ dữ liệu vệ tinh Sentinel 5P. Dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI tại khu vực nghiên cứu vào năm 2023 được thu thập để xây dựng bản đồ nồng độ trung bình hàng tháng của 3 chất gây ô nhiễm không khí, bao gồm CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub>. Kết quả nhận được trong nghiên cứu là những thông tin khách quan, kịp



Hình 1: Vị trí địa lý khu vực nghiên cứu

thời, giúp các nhà quản lý theo dõi và ứng phó với tình trạng ô nhiễm không khí.

## 2 Nội dung nghiên cứu

### 2.1 Khu vực nghiên cứu và dữ liệu sử dụng

#### 2.1.1 Khu vực nghiên cứu

Hải Dương là tỉnh thuộc Đồng bằng sông Hồng, trải dài từ 20°43' đến 21°14' độ vĩ Bắc, 106°03' đến 106°38' độ kinh Đông (Hình 1). Hải Dương có diện tích 1.662 km<sup>2</sup>, là tỉnh có diện tích trung bình trong số các tỉnh thành ở Việt Nam, được chia làm 2 vùng: Vùng đồi núi và vùng đồng bằng. Ngoài ra, Hải Dương cũng tiếp giáp với Quảng Ninh, là địa bàn khai thác và chế biến than lớn nhất cả nước.

#### 2.1.2 Dữ liệu sử dụng

Trong nghiên cứu này, dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI được thu thập liên tục trong năm

2023 tại tỉnh Hải Dương được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố nội dung của 3 thông số ô nhiễm không khí gồm CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub>. Nền tảng GEE đã được sử dụng để thu thập và xử lý dữ liệu Sentinel 5P bằng công cụ harpconverbin\_spatial. Dữ liệu được xử lý sau ở cấp độ L3, loại bỏ các pixel có giá trị QA nhỏ hơn 80% đối với AER\_AI, 75% đối với dải mật độ tropospheric\_NO2\_column\_number của NO<sub>2</sub> và 50% đối với tất cả các bộ dữ liệu khác ngoại trừ O<sub>3</sub> và SO<sub>2</sub> [10].

### 2.2 Phương pháp nghiên cứu

Dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI ở định dạng NetCDF (cấp độ L2) được thu thập từ cơ sở dữ liệu Copernicus, sau đó xử lý trên nền tảng GEE để đạt cấp độ L3 và chuyển đổi sang định dạng TIFF dựa trên công cụ harpconverbin\_spatial.

GEE là nền tảng phân tích dữ liệu không gian địa lý dựa trên đám mây cho phép người dùng trực quan hóa và phân tích dữ liệu hình ảnh vệ tinh. GEE là một công cụ hiệu quả và mạnh mẽ khi xử lý dữ liệu viễn thám đa thời gian, chẳng hạn như với ảnh Sentinel 5P. Nồng độ CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub> tính toán từ dữ liệu Sentinel 5P có đơn vị là mol/m<sup>2</sup>, trong khi đơn vị theo tiêu chuẩn Việt Nam là µg/m<sup>3</sup> nên sau khi xử lý cần chuyển đổi đơn vị đo theo nghiên cứu [11]:

$$C = \frac{C_{col.}}{H} \times M \times A \quad (1)$$

Trong đó: C – nồng độ các chất ô nhiễm không khí, đơn vị µg/m<sup>3</sup>; C<sub>col.</sub> – nồng độ cột chất ô nhiễm không khí, tính bằng đơn vị mol/cm<sup>2</sup>; H – độ cao khí quyển, H = 10.000 m; A – hằng số chuyển đổi từ g/m<sup>3</sup> sang µg/m<sup>3</sup>, A = 1.000.000; M – khối lượng mol của chất ô nhiễm không khí, g/mol.

Hàm lượng các thông số ô nhiễm không khí xác định từ dữ liệu Sentinel 5P được so sánh với Quy chuẩn QCVN 05:2013/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về chất lượng không khí xung quanh để đánh giá chất lượng không khí tại khu vực nghiên cứu (Bảng 1).

### 3 Kết quả và bàn luận

Dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI cho cả năm 2023, sau khi thu thập và xử lý, được sử dụng để xây dựng bản đồ phân bố nồng độ trung bình CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub> theo tháng bằng phần mềm ArcGIS 10.8. Đơn vị nồng độ của các khí ô nhiễm không khí cũng được quy đổi từ mol/m<sup>2</sup> sang µg/m<sup>3</sup> theo công thức (1).

#### 3.1 Bản đồ phân bố hàm lượng CO trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

Hình 2 thể hiện bản đồ phân bố hàm lượng CO theo tháng năm 2023 tại tỉnh Hải Dương từ dữ liệu Sentinel 5P. Có thể thấy, nồng độ CO tại Hải Dương có sự chênh lệch lớn giữa các tháng của năm 2023, trong đó nồng độ CO cao nhất vào tháng 4 với giá trị dao động từ 21.326,8 đến 26.011,8 µg/m<sup>3</sup>. Khu vực có nồng độ CO cao nhất nằm ở các huyện Kinh Môn và huyện Nam Sách.

Trong tháng 7, nồng độ CO trong không khí đạt mức thấp nhất (từ 8224,5 đến 9326,8 µg/m<sup>3</sup>).

Nồng độ CO tăng trong các tháng cuối năm 2023 (trên 10.000 µg/m<sup>3</sup>), nhưng vẫn thấp hơn nồng độ CO trong 4 tháng đầu năm.

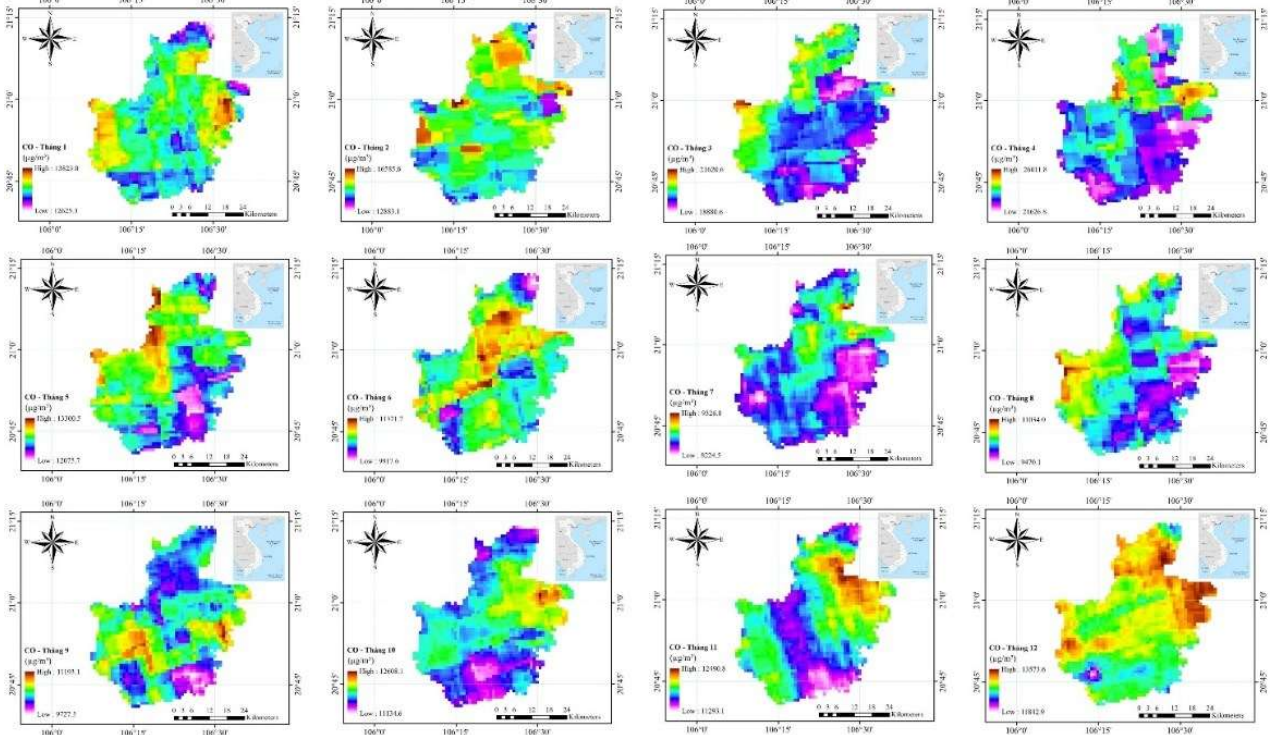
Mặc dù QCVN 05:2013/BTTMT không quy định giá trị giới hạn nồng độ CO trung bình hàng tháng, nhưng qua so sánh với Bảng 1 cho thấy, nồng độ CO tại Hải Dương rất cao, từ 8.224,5 µg/m<sup>3</sup> (gần bằng giới hạn cho phép) theo giá trị trung bình 8 giờ trong QCVN 05:2013/BTTMT).

#### 3.2 Bản đồ phân bố hàm lượng NO<sub>2</sub> trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

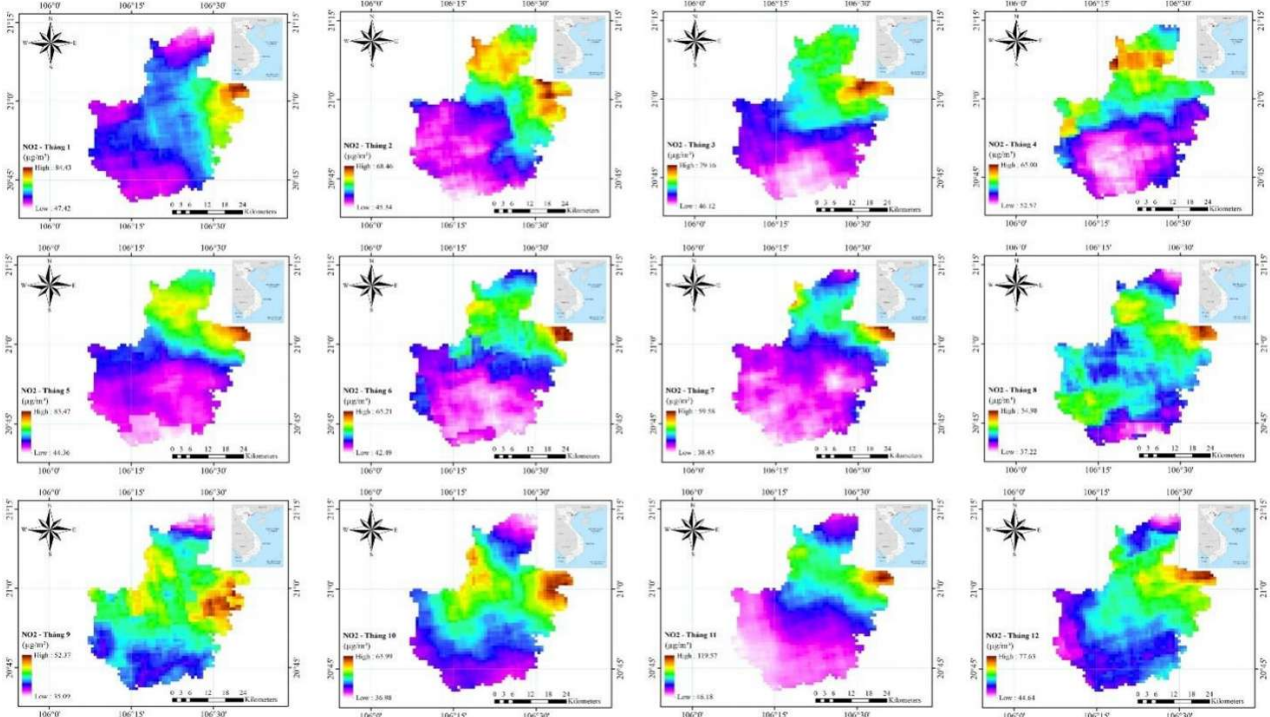
Hình 3 thể hiện bản đồ phân bố không gian theo tháng về nồng độ NO<sub>2</sub> theo tháng năm 2023 tại tỉnh Hải Dương. Kết quả cho thấy, tương tự như chất gây ô nhiễm CO, nồng độ NO<sub>2</sub> cao nhất ở khu vực các huyện Kinh Môn, Chí Linh, Nam Sách. Nồng độ NO<sub>2</sub> trung bình cao nhất diễn ra vào tháng 11 với dao động từ 46,18 đến 119,57 µg/m<sup>3</sup> và thấp nhất vào tháng 9 với dao động từ 35,09 đến 52,37 µg/m<sup>3</sup>. Bên cạnh đó, nồng độ NO<sub>2</sub> trung bình hàng tháng năm 2023 giảm dần từ phía Bắc tới phía Nam khu vực nghiên cứu.

**Bảng 1. Giá trị giới hạn tối đa (µg/m<sup>3</sup>) của các chất gây ô nhiễm không khí trong QCVN 05:2013/BTNMT [12]**

TT	Thông số	Trung bình 1 giờ	Trung bình 8 giờ	Trung bình 24 giờ	Trung bình năm
1	CO	30000	10000	-	-
2	NO <sub>2</sub>	200	-	100	40
3	SO <sub>2</sub>	350	-	125	50



Hình 2: Bản đồ phân bố hàm lượng CO trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

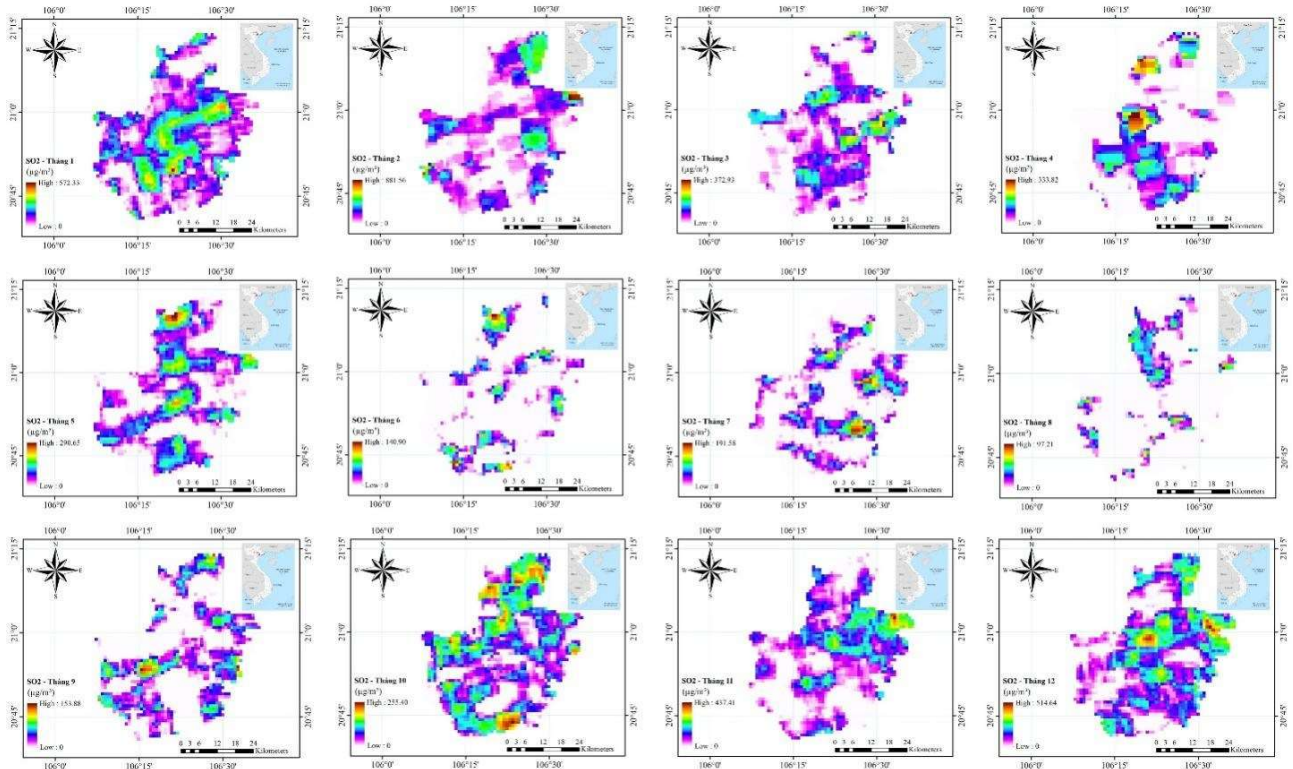


Hình 3: Bản đồ phân bố hàm lượng NO<sub>2</sub> trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

**3.3 Bản đồ phân bố hàm lượng SO<sub>2</sub> trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu**

Bản đồ nồng độ SO<sub>2</sub> trung bình hàng tháng năm 2023 trên địa bàn tỉnh Hải Dương được trình bày trên Hình 4. Kết quả thu được cho thấy nồng

độ SO<sub>2</sub> tại khu vực nghiên cứu đạt mức thấp nhất vào tháng 8 năm 2023 (từ 0 đến 97,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Nồng độ SO<sub>2</sub> thu được cao nhất diễn ra vào tháng 2 (từ 0 đến 881,56  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tại các huyện Kinh Môn, Chí Linh.



Hình 4: Bản đồ phân bố hàm lượng SO<sub>2</sub> trung bình tháng năm 2023 khu vực nghiên cứu

#### 4 Kết luận

Nghiên cứu này trình bày kết quả ứng dụng dữ liệu vệ tinh Sentinel 5P TROPOMI để lập bản đồ phân bố theo không gian - thời gian của 3 nồng độ chất ô nhiễm không khí (CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub>) tại tỉnh Hải Dương. Từ dữ liệu Sentinel 5P, trong nghiên cứu đã xây dựng bản đồ nồng độ các chất ô nhiễm không khí trung bình hàng tháng năm 2023, bao gồm CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub>, sau đó so sánh với các giá trị giới hạn trong tiêu chuẩn Việt Nam về chất lượng không khí (QCVN 05:2013/BTNMT).

Kết quả cho thấy, nồng độ CO, NO<sub>2</sub> và SO<sub>2</sub> trên địa bàn tỉnh Hải Dương năm 2023 đều cao so với quy định tại QCVN.

Ngoài ra, bản đồ phân bố nồng độ các chất gây ô nhiễm không khí thu được trong nghiên cứu là thông tin khách quan và kịp thời, cho phép các nhà quản lý đánh giá mức độ ô nhiễm không khí cũng như xác định các nguồn phát thải không khí tại khu vực nghiên cứu. Với phạm vi bao phủ rộng, dữ liệu Sentinel 5P TROPOMI có thể được sử dụng hiệu quả trong việc giám sát và đánh giá ô nhiễm không khí, tiết kiệm thời gian và chi phí so với các phương pháp nghiên cứu truyền thống.

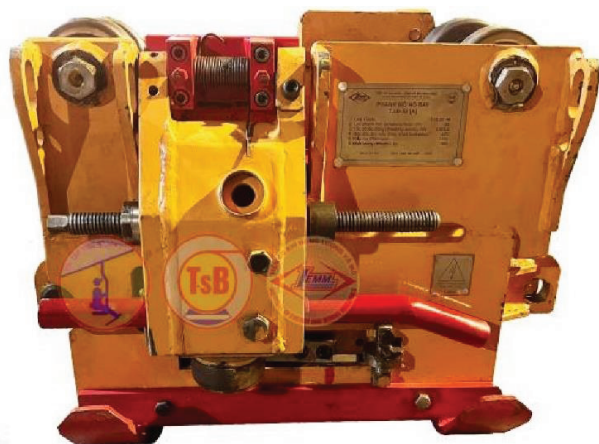
#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. **Krishnan A., Panicker S., Sandeep S., Jithin S., Daniel J., Sajjad T.** Electrochemical Based Gas Sensing for Ambient Air Quality Monitoring in Opencast Coal Mines. *First International Conference on Electrical, Electronics, Information and Communication Technologies (ICEEICT), Trichy, India, 2022, PP. 1-8. DOI: 10.1109/ICEEICT53079.2022.9768541.*
2. **Li S., Chen X., Peng G., Han M., Guo Q., Hou J., Gao B.** Research on The Evaluation of Air Quality in Underground Coal Mines Based on A Generalized Contrastive Weighted Comprehensive Scale Index Method. *Atmosphere 14(6), 1021, 2023. https://doi.org/10.3390/atmos14061021.*



3. **Trinh L.H.** Air Pollution Determination Using Remote Sensing Technique: A Case Study in Quang Ninh Province, Vietnam. *European Geographical Studies*, 9(1), 2016, PP. 4-11. DOI: 10.13187/egs.2016.9.4.
4. **Luu D.H., Trinh H.L.** Renewable Energy Policies for Sustainable Development in Vietnam. *Vietnam National University Journal of Sciences, series Earth Sciences*, 25(3), 2009, PP. 133-142.
5. **Gopikrishnan G.S., Kuttippurath J., Raj S., Singh A., Abhishek K.** Air Quality During The COVID-19 Lockdown and Unlock Periods in India Analyzed Using Satellite And Ground-Based Measurements. *Environmental Processes*, 9(2): 28, 2022. DOI: 10.1007/s40710-022-00585-9.
6. **Amiri F., Jamali A.A., Gharibvan L.K.** Tracing Air Pollution Changes (CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, and HCHO) Using GEE and Sentinel 5P Images in Ahvaz, Iran. *Environment Monitoring and Assessment* 195, 1259, 2023. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11885-4>.
7. **Halder B., Ahmadianfar I., Heddam S., Mussa Z., Goliatt L., Tan M., Saadi Z., Al-Khafaji Z., Al-Ansaru N., Jawad A., Yaseen Z.** Machine Learning-Based Country-Level Annual Air Pollutants Exploration Using Sentinel-5P and Google Earth Engine. *Scientific Reports* 13, 7968, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34774-9>.
8. Hassaan M.A., Abdallah S., Shalab E.A., Ibrahim A.A. Assessing Vulnerability of Densely Populated Areas to Air Pollution Using Sentinel-5P Imageries: A Case Study of The Nile Delta, Egypt. *Scientific Reports* 13, 17406, 2023. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44186-4>.
9. **Mehrabi M., Scaioni M., Previtali M.** Air Quality Monitoring in Ukraine During 2022 Military Conflict Using Sentinel-5P Imagery. *Air Qual Atmos Health*, 2023. <https://doi.org/10.1007/s11869-023-01488-w>.
10. **Gopinathan P., Subramani T., Barbosa S., Yuvaraj D.** Environmental Impact and Health Risk Assessment Due To Coal Mining and Utilization. *Environmental Geochemistry and Health* 45, 2023, PP. 6915-6922.
11. **Savenets M.** Air Pollution in Ukraine: A View from The Sentinel 5P Satellite. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service* 125(2), 2021, PP. 271-290.
12. QCVN 05:2013/BTNMT National Technical Regulation in Ambient Air Quality. *Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)*, 2013, PP. 6.

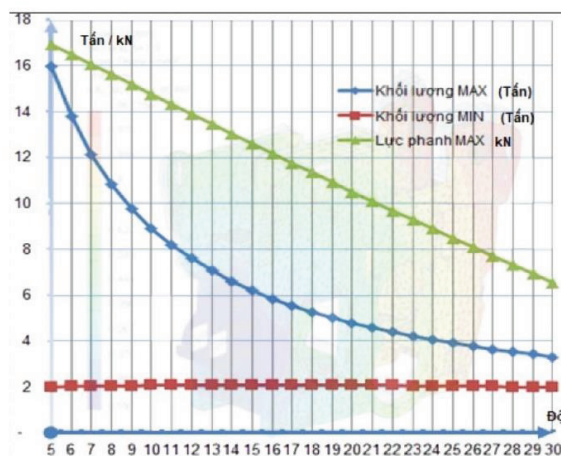
## PHANH AN TOÀN CHO MONORAY T.sB-xx



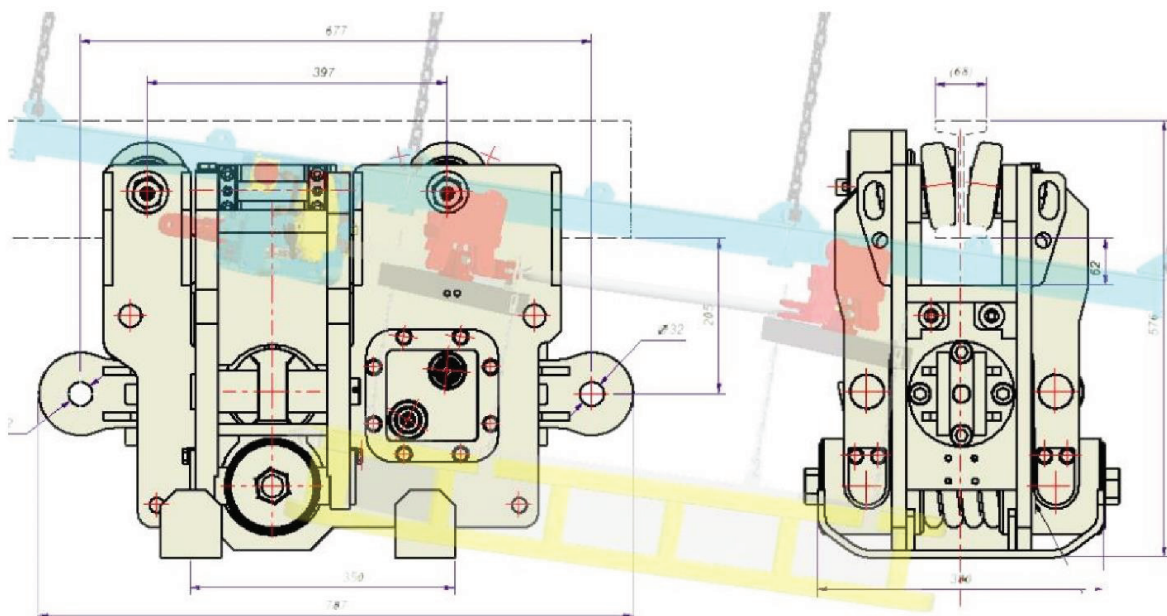
Là bộ phận an toàn cho các đường monoray, dùng để phanh hãm sự cố khi tải mất liên kết với bộ dẫn động, đứt cáp, vượt tốc độ. Chúng được dùng cho các đường mô nô ray trong mỏ hầm lò.

### THÔNG SỐ KỸ THUẬT

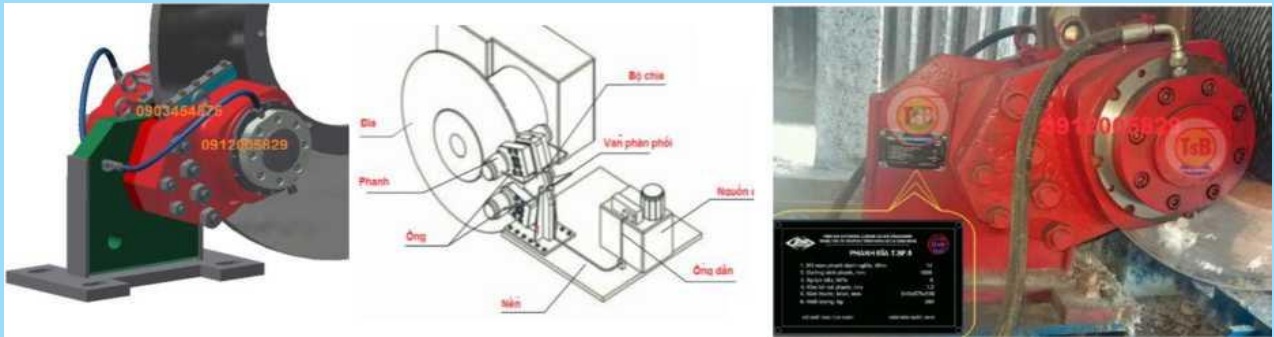
- Tốc độ vận hành: 0 - 2 m / s;
- Tốc độ tác động phanh:  $3,2 \pm 4\%$  m/s;
- Độ nghiêng tối đa đường lò:  $30^\circ$ ;
- Lực hãm tĩnh tối thiểu: 30 kN - 60 kN;
- Đường phanh tối đa: 11 m.



### KÍCH THƯỚC CƠ BẢN



## PHANH ĐĨA THỦY LỰC T.sF- xx *Hydraulic Disc Brake: T.sF- xx DUAL Spring*

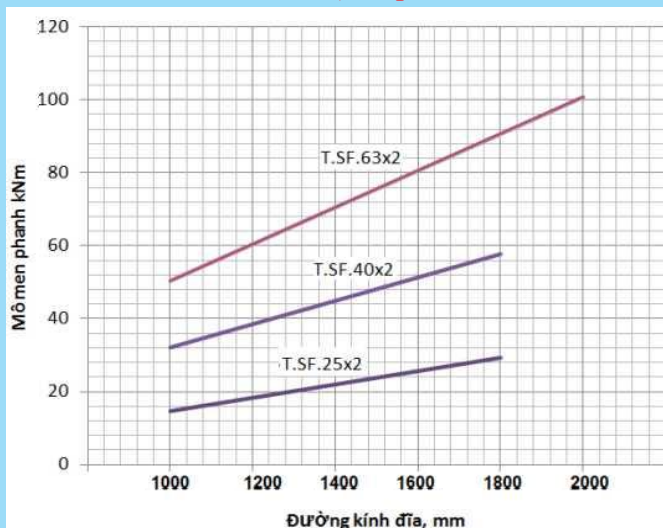


Phanh đĩa thủy lực là loại phanh được thiết kế dùng cho các loại tời, băng tải xuống dốc, băng tải công suất lớn với đường kính đĩa phanh từ 0,8 đến 1,8 m; mô men phanh từ 10 đến 450 kN.m.

THÔNG SỐ CỤM PHANH								
Ký hiệu	Lực kẹp <sup>(1)</sup> , N		Lực phanh <sup>(2)</sup> , N	Độ thay đổi lực phanh 1mm, %	Áp lực dầu, MPa <sup>(3)</sup>	Mô men phanh tại đ/k 1m/1cụm <sup>(4)</sup> , kN.m	Áp lực mặt, MPa	Gia tốc phanh <sup>(5)</sup> , m/s <sup>2</sup>
	Min	Max						
T.sF.25	23.000	27.000	18.400	4	5,5	7,5	0,71	Theo yêu cầu
T.sF.40	40.000	45.000	42.000	5	6,3	12,0	0,61	
T.sF.63	63.000	75.000	50.400	5	10	20,0	0,61	
T.sF.XX	xx.000	xx.000	xx.000	<8	<10	xx	<1,25	

- (1) Lực kẹp tính cho một phía (một má).
- (2) Lực phanh được tính toán là giá trị nhỏ nhất cho một cụm (một cụm có hai má).
- (3) Áp lực nhỏ nhất cần thiết để mở phanh.
- (4) Mô men phanh tính trên đường kính đĩa 1m, và 01 cụm phanh.
- (5) Gia tốc phanh 0,1 - 0,3 m/s<sup>2</sup> (Theo yêu cầu).

### MÔ MEN PHANH THEO ĐƯỜNG KÍNH ĐĨA (x 2 CỤM) *(Sản phẩm được bảo hộ về kiểu dáng)*





**TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP THAN - KHOÁNG SẢN VIỆT NAM**

VIETNAM NATIONAL COAL - MINERAL INDUSTRIES HOLDING CORPORATION LIMITED

**VIỆN CƠ KHÍ NĂNG LƯỢNG VÀ MỎ - VINACOMIN**

VINACOMIN INSTITUTE OF MINING & ENERGY MECHANICAL ENGINEERING



**Trụ sở chính:** Số 565 Nguyễn Trãi, Thanh Xuân Nam, Thanh Xuân, Hà Nội

**Xưởng thực nghiệm:** Số 3, ngõ 76 Trung Văn, Nam Từ Liêm, Hà Nội

**Nhà máy Chế tạo máy mỏ:** Lô CN9, KCN Phú Nghĩa, Chương Mỹ, Hà Nội

**Điện thoại:** 024 3854 2572

**Fax:** 024 3854 3154

**Email:** info@iemm.com.vn

**Website:** www.iemm.com.vn