

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP CƠ SỞ

**NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG
KHÔNG KHÍ MỎ THAN CAO SƠN, TỈNH QUẢNG NINH
VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ**

Mã số: T25 - 31

Chủ nhiệm đề tài: TS. Trần Thị Thanh Thủy

Hà Nội, 11/2025

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT

BÁO CÁO TỔNG KẾT
ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP CƠ SỞ

NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG
KHÔNG KHÍ MỎ THAN CAO SƠN, TỈNH QUẢNG NINH
VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ

Mã số: T25 - 31

Xác nhận của
Trường Đại học Mỏ -Địa chất

Chủ nhiệm đề tài

TS. Trần Thị Thanh Thủy

Hà Nội, 11/2025

DANH SÁCH CÁN BỘ THAM GIA ĐỀ TÀI

TT	Họ và tên	Đơn vị công tác
1	Trần Thị Thanh Thủy	Trường Đại học Mở - Địa chất
2	Nguyễn Mai Hoa	Trường Đại học Mở - Địa chất
3	Phạm Khánh Huy	Trường Đại học Mở - Địa chất
4	Đỗ Thị Hải	Trường Đại học Mở - Địa chất
5	Trần Thanh Hanh	Trường Đại học Mở - Địa chất

MỤC LỤC

DANH SÁCH CÁN BỘ THAM GIA ĐỀ TÀI.....	i
DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU	iv
DANH MỤC CÁC HÌNH.....	iv
DANH MỤC CÁC KÝ TỰ VIẾT TẮT	vi
THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU.....	vii
MỞ ĐẦU	1
1. Tình hình nghiên cứu trong nước	1
2. Tình hình nghiên cứu trên thế giới	4
3. Tính cấp thiết của đề tài	11
4. Mục tiêu của đề tài	13
5. Cách tiếp cận nghiên cứu	13
6. Phương pháp nghiên cứu.....	14
7. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	15
8. Nội dung nghiên cứu	15
CHƯƠNG 1. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN – KINH TẾ XÃ HỘI VÀ HIỆN TRẠNG HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC THAN MỎ THAN CAO SƠN, TỈNH QUẢNG NINH	17
1.1. Điều kiện tự nhiên	17
1.1.1. Vị trí địa lý.....	17
1.1.2. Đặc điểm địa hình	17
1.1.3. Đặc điểm địa chất [2]	18
1.1.4. Đặc điểm địa chất công trình.....	19
1.1.5. Đặc điểm địa chất thủy văn.....	21
1.1.6. Thủy văn	23
1.1.7. Khí hậu	23
1.2. Điều kiện kinh tế - xã hội	27
1.2.1. Điều kiện kinh tế.....	27
1.2.2. Điều kiện xã hội.....	27
1.3. Hiện trạng hoạt động khai thác của mỏ than Cao Sơn	28
1.3.1. Giới thiệu về hoạt động của mỏ than Cao Sơn [2]	28
1.3.2. Hiện trạng khai thác của mỏ than Cao Sơn	28
1.3.3. Giải pháp công nghệ đang được thiết kế và sử dụng	29
1.3.4. Hiện trạng khu vực đổ thải của mỏ than Cao Sơn	32

CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ KHU VỰC MỎ THAN CAO SƠN, TỈNH QUẢNG NINH	35
2.1. Đánh giá các nguồn thải tác động đến môi trường không khí tại mỏ than Cao Sơn	35
2.1.1. Khu vực khai trường.....	35
2.1.2. Khu vực các cụm sàng, máng ga, trạm nghiền	37
2.1.3. Khu vực bãi thải	38
2.1.4. Khu vực tuyến đường vận chuyển	41
2.2. Đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn	42
2.2.1. Hiện trạng chất lượng môi trường không khí	42
2.2.2. Đánh giá chất lượng không khí khu vực mỏ than Cao Sơn.....	47
CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG QUẢN LÝ, BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ TẠI MỎ THAN CAO SƠN VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT, GIẢM THIỂU Ô NHIỄM	53
3.1. Hiện trạng công tác quản lý, bảo vệ môi trường của mỏ than Cao Sơn.....	53
3.1.1. Hoạt động khai thác than và các tác động đến môi trường.....	53
3.1.2. Hiện trạng quản lý môi trường không khí của mỏ than Cao Sơn	54
3.2. Đánh giá công tác bảo vệ môi trường không khí của mỏ than Cao Sơn.....	57
3.3. Đề xuất giải pháp kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn.....	59
3.3.1. Các giải pháp kỹ thuật và công nghệ	59
3.3.1.1. Đối với tiếng ồn và độ rung	59
3.3.3.2. Đối với khí bụi	59
3.3.2. Các giải pháp vận hành sản xuất.....	62
3.3.3. Các giải pháp quản lý môi trường	62
3.3.3.1. Các giải pháp về quản lý và giám sát môi trường	62
3.3.3.2. Các giải pháp về chính sách và tài chính	64
3.3.4. Đánh giá hiệu quả kinh tế - xã hội của các giải pháp	64
KẾT LUẬN.....	66
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	68
PHỤ LỤC	71

DANH MỤC CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1.1. Nhiệt độ trung bình các tháng trong năm (°C) [20]	24
Bảng 1.2. Độ ẩm trung bình các tháng trong năm (%) [20]	24
Bảng 1.3. Tổng lượng mưa các tháng trong năm (mm) [20]	25
Bảng 1.4. Tổng giờ nắng trung bình các tháng trong năm (giờ) [20]	25
Bảng 1.5. Các thông số về kích thước và trữ lượng khai trường [2]	29
Bảng 1.6. Các thông số của hệ thống khai thác [2]	29
Bảng 2.1. Dung tích và thời gian đổ thải của các bãi thải [2]	39
Bảng 2.2. Kết quả quan trắc nồng độ bụi và khí SO ₂ trung bình vào mùa khô và mùa mưa năm 2024 của Công ty cổ phần Than Cao Sơn – TKV [1,4]	43
Bảng 2.3. Kết quả tính toán chỉ số AQI không khí khu vực mỏ than Cao Sơn	48
Bảng 2.4. Ngưỡng quy định của một số chất khí độc hại trong môi trường không khí xung quanh (µg/m ³) theo QCVN 05:2023/BTNMT	50
Bảng 3.1. Tổng hợp các xe phun nước tưới đường của mỏ than Cao Sơn	56
Bảng 3.2. Các thông số của mạng lưới khoan nổ mìn [3]	60

DANH MỤC CÁC HÌNH

Hình 1.1. Sơ đồ mặt bằng mỏ than Cao Sơn [2]	17
Hình 1.2. Sơ đồ công nghệ khai thác của mỏ than Cao Sơn [2].....	30
Hình 1.3. Sơ đồ công nghệ bóc đất đá.....	30
Hình 1.4. Công trường khai thác than lộ thiên mỏ than Cao Sơn	31
Hình 1.5. Sơ đồ công nghệ sàng tuyển và chế biến than [2]	33
Hình 2.1. Khu vực sản xuất tại Khai trường than Cao Sơn [17]	35
Hình 2.2. Sơ đồ khai thác kèm dòng thải tại mỏ than	36
Hình 2.3. Hoạt động nổ mìn trên khai trường Công ty CP Than Cao Sơn	37
Hình 2.4. Công trường Sàng tuyển - Tiêu thụ của Công ty CP Than Cao Sơn [3]	38
Hình 2.5. Tuyến băng tải đá đang hoạt động tại mỏ than Cao Sơn [16]	38
Hình 2.6. Hoạt động vận chuyển than và đất trong khai trường	41
Hình 2.7. Hệ thống băng tải đá trên mặt bằng +300 m của BT Bàng Nâu [21].....	42
Hình 2.8. Kết quả quan trắc khí SO ₂ , TSP, PM10 vào mùa mưa năm 2024 [1,4]	45
Hình 2.9. Kết quả quan trắc khí SO ₂ , bụi TSP, PM10 vào mùa khô năm 2024 [1,4] ...	45
Hình 2.10. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa nồng độ bụi TSP và lượng mưa	46
Hình 2.11. Diễn biến nồng độ bụi lơ lửng theo mùa và thời gian [3]	47
Hình 2.12. Phối cảnh 3D khu vực mỏ than Cao Sơn trên nền bản đồ vệ tinh.....	48
Hình 2.13. Phối cảnh 3D vị trí nguồn thải và các khu vực có địa hình cao trên khu vực nghiên cứu (độ phóng đại cao độ 1.5 lần so với phương ngang)	49
Hình 2.14. Xây dựng dữ liệu tham phủ bề mặt	49
Hình 2.15. Sơ đồ phân bố nồng độ TSP trung bình tại khu vực mỏ than Cao Sơn.....	50
Hình 2.16. Sơ đồ lan truyền nồng độ bụi PM10 ở khu vực mỏ than Cao Sơn theo kịch bản cực đoan nhất trung bình 1 giờ phát thải	51
Hình 2.17. Sơ đồ lan truyền nồng độ bụi TSP ở khu vực mỏ than Cao Sơn theo kịch bản cực đoan nhất trung bình 1 giờ phát thải	51
Hình 2.18. Sơ đồ phân bố nồng độ PM10 trung bình khu vực mỏ than Cao Sơn.....	52
Hình 3.1. Súng phun sương dập bụi khu vực bãi thải Bàng Nâu	55
Hình 3.2. Vận hành thiết bị phun sương dập bụi cao áp và xe tưới đường chuyên dụng của Công ty CP Than Cao Sơn.....	57
Hình 3.3. Hệ thống phun sương cao áp và hệ thống băng tải giúp giảm thiểu bụi	61
Hình 3.4. Sơ đồ quy định chung về công tác quản lý môi trường doanh nghiệp	63
Hình 3.5. Tổng hợp giải pháp kiểm soát chất lượng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn.....	65

DANH MỤC CÁC KÝ TỰ VIẾT TẮT

BTNMT	Bộ Tài Nguyên Môi Trường
BĐKH	Biến đổi khí hậu
BT	Bãi thải
BVMT	Bảo vệ môi trường
CP	Cổ phần
CTR	Chất thải rắn
DADT	Dự án đầu tư
ĐCCT	Địa chất công trình
GHCP	Giới hạn cho phép
GPMT	Giấy phép môi trường
HTKT	Hệ thống khai thác
MB	Mặt bằng
MBSCN	Mặt bằng sân công nghiệp
NN	Nhà nước
PM10	Bụi có kích thước 10 μm
PHMT	Phục hồi môi trường
QCCP	Quy chuẩn cho phép
QCVN	Quy chuẩn Việt Nam
SCN	Sân công nghiệp
SXSH	Sản xuất sạch hơn
TCVN	Tiêu chuẩn Việt Nam
TLGN	Thủy lực gàu ngược
TKCS	Thiết kế cơ sở
TSP	Tổng bụi lơ lửng
TP	Thành phố
TKV	Tập đoàn công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam
UBND	Ủy ban nhân dân
XLNT	Xử lý nước thải

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC MỎ - ĐỊA CHẤT**

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: Nghiên cứu đánh giá hiện trạng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh và đề xuất giải pháp quản lý.
- Mã số: T25-31
- Chủ nhiệm: TS. Trần Thị Thanh Thủy
- Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Mỏ Địa chất
- Thời gian thực hiện: Năm 2025, từ tháng 1/2025 đến tháng 12/2025.

2. Mục tiêu:

- Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Đánh giá hiện trạng quản lý, công tác bảo vệ môi trường không khí đang thực hiện tại mỏ than Cao Sơn;
- Đề xuất giải pháp kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

3. Tính mới và sáng tạo:

- Cập nhật các thông tin, số liệu mới nhất;
- Đánh giá hiện trạng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh và đề xuất giải pháp quản lý, kiểm soát chất lượng môi trường không khí để bảo vệ môi trường hướng tới phát triển kinh tế bền vững cho khu vực mỏ than.

4. Kết quả nghiên cứu:

- Tổng hợp, đánh giá điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội khu vực mỏ than Cao Sơn và hiện trạng hoạt động khai thác than của mỏ than;
- Đánh giá hiện trạng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Phân tích, đánh giá hiện trạng quản lý, bảo vệ môi trường không khí tại mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Đề xuất các giải pháp kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

5. Sản phẩm:

- Chuyên đề 1: Điều kiện tự nhiên – kinh tế xã hội và hiện trạng hoạt động khai thác than mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Chuyên đề 2: Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Chuyên đề 3: Đánh giá hiện trạng quản lý, bảo vệ môi trường không khí tại mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;

- Chuyên đề 4: Giải pháp kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Báo cáo tổng kết đề tài “Nghiên cứu đánh giá hiện trạng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh và đề xuất giải pháp quản lý”;
- 01 Bài báo khoa học đăng trên Tạp chí Công nghiệp Mỏ;
- 01 Bài báo Khoa học đăng trên Tạp chí Ba Lan - Journal of the Polish Mineral Engineering Society, thuộc danh mục Scopus, Q3;
- Báo cáo Nghiên cứu khoa học của 01 nhóm Sinh viên K67;
- Sơ đồ phân bố bụi tại khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

6. Hiệu quả, phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu và khả năng áp dụng

6.1. Hiệu quả

- Đối với lĩnh vực giáo dục và đào tạo: Phục vụ công tác giảng dạy các môn học: Kiểm soát ô nhiễm không khí và tiếng ồn; Quản lý môi trường... cho Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất;
- Đối với lĩnh vực khoa học và công nghệ liên quan: xây dựng phương pháp luận khoa học và là tiền đề mở ra nhiều hướng nghiên cứu cơ bản có tính thực tiễn phục vụ quản lý tài nguyên và môi trường;
- Đối với phát triển kinh tế - xã hội: góp phần dự báo, giảm thiểu tác động đến môi trường từ hoạt động khai thác than của mỏ than Cao Sơn đồng thời thúc đẩy phát triển kinh tế - xã hội của địa phương hướng tới tăng trưởng xanh và bền vững.

6.2. Phương thức chuyển giao

Kết quả nghiên cứu góp phần hoàn thiện phương pháp luận khoa học và ứng dụng thực tiễn phục vụ đào tạo sinh viên bậc Đại học, Cao học Kỹ thuật Môi trường và phục vụ nghiên cứu khoa học, quản lý chất lượng môi trường không khí cho Công ty Cổ phần than Cao Sơn, Tập đoàn công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam hướng tới phát triển kinh tế bền vững.

6.3. Khả năng áp dụng

Kết quả nghiên cứu được sử dụng trong quản lý và kiểm soát chất lượng môi trường không khí cho Công ty Cổ phần than Cao Sơn và là cơ sở trong quản lý môi trường cho các đơn vị khai thác than trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh của Tập đoàn công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam.

Ngày 14 tháng 11 năm 2025

Cơ quan chủ trì

Chủ nhiệm đề tài

TS. Trần Thị Thanh Thủy

MỞ ĐẦU

1. Tình hình nghiên cứu trong nước

Bảo vệ môi trường là vấn đề được quan tâm trong ngành công nghiệp khai thác khoáng sản nói chung và ngành than nói riêng. Hoạt động khai thác của các mỏ khoáng sản đã gây tác động đến cảnh quan, môi trường như: làm mất cân bằng sinh thái, phát tán chất thải, tích tụ các chất ô nhiễm, gây ô nhiễm môi trường nước, gây axit hoá các mỏ... đồng thời phát sinh khí bụi, tiếng ồn và nguy cơ xảy ra các sự cố môi trường. Ngày nay, chất lượng không khí ở các khu vực mỏ khai thác than lộ thiên là một vấn đề môi trường được quan tâm do những tác động của chúng đến môi trường. Do đó, việc hiểu các nguyên nhân gây tác động đến môi trường không khí và đánh giá rủi ro tác động đối với con người là điều cần thiết.

Quảng Ninh là địa phương khai thác than lớn của cả nước, phân bố từ Uông Bí, Đông Triều, Hoành Bồ, Hạ Long và Cẩm Phả. Theo đánh giá trong những năm tới, để phục vụ nhu cầu phát triển kinh tế, các mỏ than lộ thiên tại đây tiếp tục tăng độ sâu khai thác với sản lượng từ từ 1 ÷ 4,5 triệu tấn than nguyên khai. Trong những năm gần đây, ở Việt Nam, việc đánh giá tác động của hoạt động khai thác khoáng sản đến môi trường đã được thực hiện ở một số nghiên cứu tuy nhiên các nghiên cứu tập trung về môi trường không khí còn rất ít, có thể thống kê tại một số nghiên cứu sau:

Tại Khoá luận tốt nghiệp năm 2011 của trường Đại học Dân lập Hải Phòng do Nguyễn Thị Thuỳ Dương thực hiện đã đánh giá được vấn đề ô nhiễm môi trường không khí của mỏ Mạo Khê do tác động của hoạt động khai thác và vận chuyển than cũng như đề xuất được các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm [8]. Trong khoá luận đã chỉ ra quá trình nguyên nhân chính gây tác động đến môi trường không khí là do khai thác và đốt cháy các nhiên liệu hoá thạch. Nghiên cứu có nêu sự đốt cháy nhiên liệu hoá thạch là nguyên nhân làm phát sinh các khí nhà kính còn quá trình khai thác than gây ô nhiễm, suy thoái môi trường và phát sinh sự cố môi trường tại các khu vực khai trường ngày càng phức tạp. Kết quả của nghiên cứu đã chỉ ra được các nguồn gây ô nhiễm đối với mỏ than Mạo Khê là từ khu vực khai thác, khu vực sàng tuyển và khu lưu chứa than cùng các hoạt động vận chuyển, bốc dỡ tại bến bãi. Ngoài ra, nghiên cứu đã đánh giá được các tác động của khí bụi, tiếng ồn và độ rung đến khu vực mỏ than Mạo Khê. Đồng thời nghiên cứu đã đề xuất được các giải pháp kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí cùng công tác quản lý môi trường cho mỏ than Mạo Khê.

Trong nghiên cứu của Dương Thị Bích Hồng (2012) đã tập trung đánh giá hiện trạng môi trường khu vực mỏ than Khánh Hòa, tỉnh Thái Nguyên, nêu được các giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý cho mỏ than [11]. Nghiên cứu đã thực hiện khảo sát, thu thập dữ liệu về điều kiện tự nhiên, kinh tế - xã hội khu vực mỏ cùng tham

vấn cộng đồng tại các xã lân cận mỏ như xã Phúc Hà, xã An Khánh, xã Sơn Cẩm. Nghiên cứu còn thực hiện khảo sát thực địa, lấy mẫu phân tích chất lượng môi trường (khí bụi, nước mặt, nước thải, nước ngầm và đất) khu vực mỏ trong giai đoạn 2009 - 2011. Nghiên cứu còn tổng hợp đánh giá các nguồn gây tác động và tính toán được tải lượng các chất ô nhiễm do hoạt động khai thác mỏ. Trên cơ sở các tài liệu thu thập về công nghệ khai thác cùng kế hoạch nâng cấp, phát triển của mỏ, nghiên cứu đã dự báo các tác động của hoạt động khai thác đến môi trường khi kết thúc mỏ vào năm 2029. Nghiên cứu còn đánh giá tổng thể công tác bảo vệ môi trường mỏ nhằm chỉ ra các giải pháp cần ưu tiên giải quyết, nhận định các vấn đề môi trường còn tồn tại, đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả công tác quản lý, bảo vệ môi trường của mỏ than Khánh Hoà.

Trong nghiên cứu của Nguyễn Thị Huệ (2016) đã đánh giá vấn đề môi trường do hoạt động khai thác than ở Quảng Ninh giai đoạn 2016 – 2020 [12]. Nghiên cứu đã làm rõ được các vấn đề môi trường phát sinh do hoạt động khai thác than - khoáng sản, trong đó tác động trực tiếp là làm thay đổi chất lượng môi trường, gây mất cân bằng sinh thái tự nhiên và phá vỡ cảnh quan. Nước thải của các mỏ than thải ra môi trường gây ô nhiễm nguồn nước mặt, ảnh hưởng đến chất lượng nước sông suối, hồ vùng ven biển. Ngoài ra, hoạt động đào moong và khai thác than còn gây suy thoái, cạn kiệt nguồn nước ngầm, ô nhiễm các tầng chứa nước ngọt. Nghiên cứu đã thống kê được hiện tượng chua hóa tại một số hồ thủy lợi ở vùng Đông Triều do tác động của hoạt động khai thác mỏ, làm ảnh hưởng đến chất lượng nước phục vụ sản xuất nông nghiệp. Kết quả đánh giá cũng cho thấy môi trường không khí các khu vực khai thác khoáng sản bị ô nhiễm bởi khí bụi và tiếng ồn, đặc biệt tại khu vực Cẩm Phả, Uông Bí, Mạo Khê. Nồng độ bụi tại các khu vực khai trường khai thác, khu vực chế biến than đều vượt giới hạn cho phép từ 1,2 ÷ 5,2 lần; còn tại khu vực dân cư lân cận nồng độ vượt 3,3 lần. Nghiên cứu cũng đã nêu rõ hoạt động khai thác than đã và đang gây tác động lớn đến môi trường và ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe con người. Nghiên cứu cũng chỉ ra được một số nguyên nhân trong công tác quản lý hoạt động khai thác khoáng sản làm phát sinh các vấn đề môi trường này, trong đó chủ yếu là do chưa tuân thủ các quy định về BVMT, chưa đầu tư thực hiện các giải pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường... Từ đó, nghiên cứu đã đưa ra một số giải pháp BVMT trong khai thác than đồng bộ từ công tác quản lý đến các giải pháp kỹ thuật.

Trong nghiên cứu của Bùi Mạnh Tùng (2019) và Đặng Phương Thảo, Lê Văn Thao (2023) đã tập trung xây dựng các quy định về xác định giới hạn tối đa cho phép bụi trong không khí mỏ than hầm lò [19], [20]. Hiện nay, các mỏ than hầm lò ở Quảng Ninh đang tiến hành mở rộng về quy mô và độ sâu với tổng chiều dài đường lò gia

tăng trên chục nghìn mét mỗi năm. Hoạt động khai thác đã gia tăng lượng bụi phát sinh. Trong khi đó, điều kiện làm việc trong mỏ hầm lò sẽ làm gia tăng các bệnh nghề nghiệp đặc biệt trước tác động của các khí bụi độc hại phát sinh trong mỏ. Do đó, dựa trên cơ sở khoa học và thực tiễn cùng quy định của QCVN 01:2011/BCT: Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác than hầm lò, nghiên cứu đã xây dựng Tiêu chuẩn Quốc gia về phương pháp chống bụi bằng phun sương mù tuần hoàn áp suất cao trong khai thác than hầm lò để kiểm soát nồng độ bụi tại các mỏ hầm lò.

Tại nghiên cứu của Nguyễn Thu Huyền và nnk (2021) đã tập trung đánh giá hiện trạng môi trường tại Công ty Than Khánh Hoà – VVMI. Bằng phương pháp thu thập, điều tra thực địa, lấy mẫu phân tích, nghiên cứu đã chỉ ra rằng nhờ các công nghệ xử lý môi trường nước, khí thải mà các vấn đề ô nhiễm môi trường của mỏ đã được giảm thiểu, hầu hết nồng độ các chất ô nhiễm đều đảm bảo các Quy chuẩn tại thời điểm quan trắc. Nghiên cứu cũng đề xuất giải pháp kiểm soát đồng bộ để Công ty vừa tiếp tục hoạt động sản xuất vừa đáp ứng các yêu cầu về bảo vệ môi trường [13].

Nhìn chung, các công trình nghiên cứu trong nước thường chỉ tập trung đánh giá về hiện trạng môi trường nói chung còn về chất lượng môi trường không khí nói riêng còn ít thực hiện do phạm vi hẹp, chủ yếu thường được lồng ghép trong các đánh giá tác động môi trường. Tuy nhiên, kết quả tổng hợp cũng cho thấy việc đánh giá chất lượng môi trường không khí do hoạt động khai thác khoáng sản đã được thực hiện trong những năm gần đây nhờ có sự chuyển đổi công nghệ sản xuất, đầu tư về công nghệ xử lý môi trường, thiết bị quan trắc và số lượng các điểm quan trắc cũng gia tăng. Vấn đề môi trường đã được tập trung nêu ra trong các chủ trương, chính sách phát triển của các doanh nghiệp có hoạt động khai thác khoáng sản và tại địa phương quản lý. Đây là những kết quả hữu ích giúp tác giả đưa ra phương pháp luận nghiên cứu cùng những giải pháp thực tế trong nghiên cứu của mình. Tuy nhiên, hầu hết các công trình mới chỉ đưa ra được bước đầu một số đặc điểm chung về hiện trạng môi trường không khí tại các khu vực khai thác mỏ, chưa nêu bật được các nguồn chính có nguy cơ phát sinh gây ô nhiễm môi trường không khí cũng như chưa đi sâu, đánh giá được chi tiết các tác nhân chính, thành phần bụi có nguy cơ gây tác động đến môi trường và sức khoẻ người lao động và dân cư xung quanh. Do đó, cần đầu tư, phân tích, đánh giá cụ thể thực trạng môi trường không khí cùng những tác động có thể xảy ra bởi các hoạt động khai thác than nói chung và khai thác than lộ thiên nói riêng để xây dựng kế hoạch dài hạn nhằm kiểm soát, ứng phó với nguy cơ, giảm thiểu tác động và quản lý có hiệu quả hoạt động khai thác than phục vụ phát triển kinh tế - xã hội.

2. Tình hình nghiên cứu trên thế giới

Hoạt động khai thác khoáng sản đã gây tác động đến môi trường và sự phát triển kinh tế - xã hội ở nhiều nơi trên thế giới. Trên thế giới, nhiều nước có nền công nghiệp mỏ phát triển và có lịch sử lâu đời như Liên bang Nga, Ucraina, Canada, Mỹ, CHLB Đức, Chilê, Anh, Trung Quốc, Mông Cổ, Úc... Việc nghiên cứu về môi trường không khí ở các nước trên thế giới cũng đã được thực hiện ở nhiều công trình nghiên cứu, đặc biệt tại một số nước có hoạt động khai thác khoáng sản lớn phục vụ phát triển kinh tế, trong đó có thể kể đến một số báo cáo, nghiên cứu sau:

Theo nghiên cứu của M.K. Ghose et al (2001) cho thấy hoạt động khai thác lộ thiên chiếm ưu thế trong sản xuất than ở Ấn Độ. Nghiên cứu tập trung đánh giá tác động của hoạt động khai thác đến môi trường không khí tại địa phương. Nghiên cứu sử dụng dữ liệu phát thải để tính toán lượng bụi phát sinh do các hoạt động khai thác khác nhau. Chất lượng không khí được quan trắc theo mùa tại khu vực khai trường của mỏ. Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng ô nhiễm bởi bụi lơ lửng (SPM) cao và tác động trực tiếp đến sức khỏe con người. Nghiên cứu cũng đưa ra các giải pháp kiểm soát chất lượng môi trường không khí bao gồm việc quản lý, lập kế hoạch và thực hiện một loạt các biện pháp ngăn ngừa và xử lý bụi. Trong đó, để kiểm soát ô nhiễm không khí, tác giả sử dụng hệ thống cây xanh với khả năng chống chịu tốt, ngoài ra cần thực hiện kiểm soát bụi phát sinh trên đường vận chuyển. [29]

Với nghiên cứu của S.K. Chaulya (2004) tập trung đánh giá và quản lý chất lượng không khí tại khu vực Lakhanpur thuộc mỏ than Ib Valley ở bang Orissa, Ấn Độ. Nghiên cứu thực hiện quan trắc nồng độ trung bình 24 giờ của tổng lượng hạt lơ lửng (TSP), bụi lơ lửng (PM₁₀), khí SO₂ và NO_x trong thời gian 1 năm tại 13 trạm quan trắc ở các khu dân cư và 04 trạm quan trắc ở các khu vực khai thác mỏ. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ TSP và PM₁₀ trung bình 24 giờ và hàng năm tại hầu hết các khu dân cư và khu vực khai trường đều vượt quá các tiêu chuẩn về chất lượng không khí xung quanh quốc gia (NAAQS). Tuy nhiên, nồng độ SO₂ và NO_x trung bình 24 giờ và hàng năm tại cả khu dân cư và khu vực khai trường đều nằm trong giới hạn quy định của NAAQS. Nghiên cứu đã đánh giá được các biến động theo thời gian của TSP và PM₁₀ phù hợp với hệ số tương quan trung bình (R²) là 0,77 (±0,17) đối với TSP và 0,85 (±0,10) đối với PM₁₀. Nồng độ tối đa của TSP và PM₁₀ khu vực khai thác được xây dựng dựa trên kỹ thuật kriging. Từ kết quả đánh giá, nghiên cứu đã xây dựng chiến lược quản lý để kiểm soát ô nhiễm không khí trong đó tập trung kiểm soát tại nguồn thải cùng thiết lập vành đai cây xanh xung quanh các khu vực nhạy cảm tại các nơi có nồng độ chất ô nhiễm không khí vượt quá tiêu chuẩn cho phép để bảo vệ môi trường không khí khu vực mỏ than Ib Valley, Ấn Độ. [33]

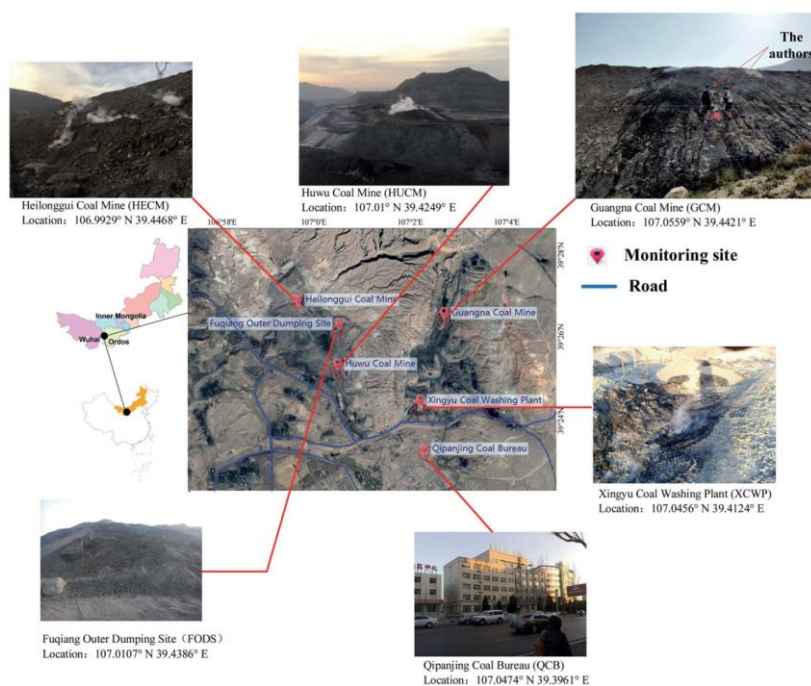
Nghiên cứu của Ashish kumar sharma và K.A.Siddiqui (2010) tập trung đánh giá và quản lý về chất lượng không khí xung quanh khu vực mỏ than lộ thiên Jayant, nằm tại Jayant, quận Sidhi của Madhya Pradesh, Ấn Độ từ tháng 1 năm 2007 đến tháng 12 năm 2008. Nghiên cứu thực hiện quan trắc nồng độ trung bình 24 giờ với tổng số hạt lơ lửng (TSP), bụi lắng, khí lưu huỳnh đioxit (SO_2) và oxit nitơ (NO) trong 2 năm. Việc lấy mẫu được thực hiện định kỳ trong năm tại 05 trạm quan trắc tại khu dân cư, khu vực khai thác và khu văn phòng. Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ SO_2 và NO cao trong mùa đông và thấp nhất trong mùa mưa. Trong đó, hàm lượng bụi TSP và bụi lắng được phát hiện là cao nhất vào mùa hè. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy tại các mỏ than của Jayant, nồng độ SO và NO thấp hơn tiêu chuẩn NAAQS và CPCB của Ấn Độ tại tất cả các trạm quan trắc nhưng nồng độ TSP và bụi lắng cao hơn nhiều so với giới hạn. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy thành phần kẽm và Mangan có chất lượng cao nhất trong cả bụi TSP và bụi lắng đọng. Trong bụi lắng đọng và bụi TSP, hàm lượng Zn cho nồng độ cao nhất, tiếp theo là Mn, Pb, Cd, Ni và tối thiểu là Cr. Nghiên cứu cũng đưa ra giải pháp trong kiểm soát bụi lắng đọng và TSP đặc biệt là với nguồn có phát sinh nhiều làm lượng Zn và Mn. [23]

Trong nghiên cứu của José I. Huertas et al (2012) tập trung đánh giá chất lượng môi trường không khí tại các mỏ khai thác than lộ thiên ở miền Bắc Colombia, là một trong những khu vực khai thác lộ thiên lớn nhất thế giới. Theo số liệu thống kê của nghiên cứu cho thấy năm 2009, có 8 công ty khai thác đang hoạt động với sản lượng than ước tính khoảng 70 triệu tấn/năm. Theo kết quả quan trắc từ mạng lưới giám sát chất lượng không khí của Colombia hàng ngày và hàng năm cho thấy từ năm 2007, tổng lượng bụi lơ lửng (TSP) và PM10 có nồng độ vượt quá tiêu chuẩn chất lượng không khí tại các ngôi làng nằm xung quanh khu vực mỏ. Dựa trên yêu cầu của cơ quan môi trường quốc gia Colombia về mô hình hóa sự phân tán TSP và PM10, bài báo đã thiết lập, dự báo một chương trình không khí sạch phù hợp cho khu vực này. Nghiên cứu đã thực hiện kiểm kê phát thải TSP và PM10 cùng các thông tin về địa hình và khí tượng cho khu vực tại 3 trạm quan trắc địa phương thu thập trong năm 2008 và 2009 để đánh giá sự phân tán bụi TSP dựa trên mô hình hóa trong ISC3 và AERMOD. Các kết quả thu được từ mô hình sẽ được so sánh với các giá trị thực tế do mạng lưới giám sát chất lượng không khí đo được. Sau đó, nghiên cứu đã sử dụng mô hình để dự báo nồng độ bụi TSP cho năm 2010. Dựa trên kết quả mô hình dự báo, nghiên cứu đã đánh giá được sự phân bố các vùng ô nhiễm trong khu vực với nồng độ ô nhiễm cao, khá, trung bình và nhẹ theo các tiêu chuẩn quy định của địa phương. Từ kết quả đánh giá dự báo, nghiên cứu đã đưa ra giải pháp nhằm xử lý ô nhiễm đối với các khu vực bị ô nhiễm môi trường không khí đồng thời thực hiện di dời ba ngôi làng nằm trong vùng ảnh hưởng lớn của các công ty khai thác. [28]

Nghiên cứu của Bhanu Pandey et al (2014) tập trung đánh giá sự thay đổi chất lượng môi trường không khí và nước tại khu vực mỏ than Jharia (JCF) ở Jharkhand, là khu vực có trữ lượng than cốc chất lượng cao lớn nhất ở Ấn Độ. Kết quả nghiên cứu đã đánh giá sự thay đổi nồng độ SO_2 , NO_2 và bụi lơ lửng trong giai đoạn 2010 và 2011 tại 05 địa điểm trong các mùa khác nhau. Nghiên cứu đã tính toán chỉ số ô nhiễm không khí (API) dựa trên nồng độ bụi lơ lửng, khí SO_2 và NO_2 . Kết quả đánh giá cho thấy nồng độ ô nhiễm khí cao nhất gần khu vực khai thác than. Nghiên cứu cũng đánh giá sự thay đổi nồng độ kim loại nặng trong môi trường không khí xung quanh và trong bụi PM_{10} . Kết quả cho thấy theo thời gian có sự thay đổi đáng kể hàm lượng kim loại nặng tại các địa điểm khác nhau xung quanh khu vực khai thác than. Sự phân tán chất ô nhiễm môi trường không khí cùng sự thay đổi về mặt không gian đã được giải thích bằng cách sử dụng phân tích cụm (CA). Các phân tích thống kê đa biến đã được áp dụng bao gồm; phân tích thành phần chính (PCA) để xác định các nguồn ô nhiễm không khí chính trong khu vực. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy nồng độ trung bình của kim loại nặng trong bụi PM_{10} được phân bố theo thứ tự: $\text{Fe} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Mn} > \text{Pb} > \text{Cr} > \text{Cd} > \text{Ni}$. Dựa trên kết quả nghiên cứu cho thấy các nguồn chính góp phần gây ô nhiễm không khí ở Jharia là từ các hoạt động liên quan đến khai thác than, một số sự cố do cháy mỏ tại khai trường lộ thiên cùng nguồn khí thải từ phương tiện giao thông thứ cấp, trong đó bụi do gió thổi qua các con đường không trải nhựa cũng góp phần gây tác động đến chất lượng môi trường không khí khu vực. [25]

Năm 2020, nghiên cứu của Niharranjan Mishra và Nabanita Das đã tập trung đánh giá các tác động xã hội học của hoạt động khai thác mỏ Talcher Coalfield, Ấn Độ đối với vấn đề ô nhiễm không khí, nước và tiếng ồn. Dữ liệu tổng hợp, thu thập cho thấy nồng độ bụi lơ lửng cao đáng báo động ở một số vị trí lấy mẫu. Ngoài ra, hoạt động vận chuyển than không che phủ, việc thiếu hệ thống phun nước cùng sự di chuyển của các phương tiện vận chuyển hạng nặng đã làm tăng thêm ô nhiễm không khí tại địa phương. Ngoài ra, nghiên cứu cũng đánh giá hoạt động khai thác mỏ đã ảnh hưởng đến mực nước ngầm. Dữ liệu thu thập được từ Ban Kiểm soát ô nhiễm Nhà nước, Bhubaneswar, cho thấy hàm lượng trầm tích lơ lửng, COD và BOD_5 ở hầu hết các khu vực khai thác đã vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Nghiên cứu cũng thực hiện khảo sát, tham vấn cộng đồng tại 600 hộ gia đình ở 6 ngôi làng, trong đó 450 hộ gia đình được chọn từ các khu vực gần khu khai thác và 150 hộ gia đình đã được chọn từ các khu vực không khai thác. Kết quả đánh giá cho thấy trong số 450 hộ gia đình, khoảng 96,44% người dân cho rằng Công ty quản lý khai thác Mahanadi Coalfields Limited đã không thực hiện bất kỳ biện pháp giảm thiểu nào. Do đó, nghiên cứu đã đề xuất một số giải pháp quản lý tổng thể nhằm giảm thiểu hiện trạng ô nhiễm tại khu vực mỏ than Talcher Coalfield, Ấn Độ, đảm bảo đời sống cho người dân địa phương. [31]

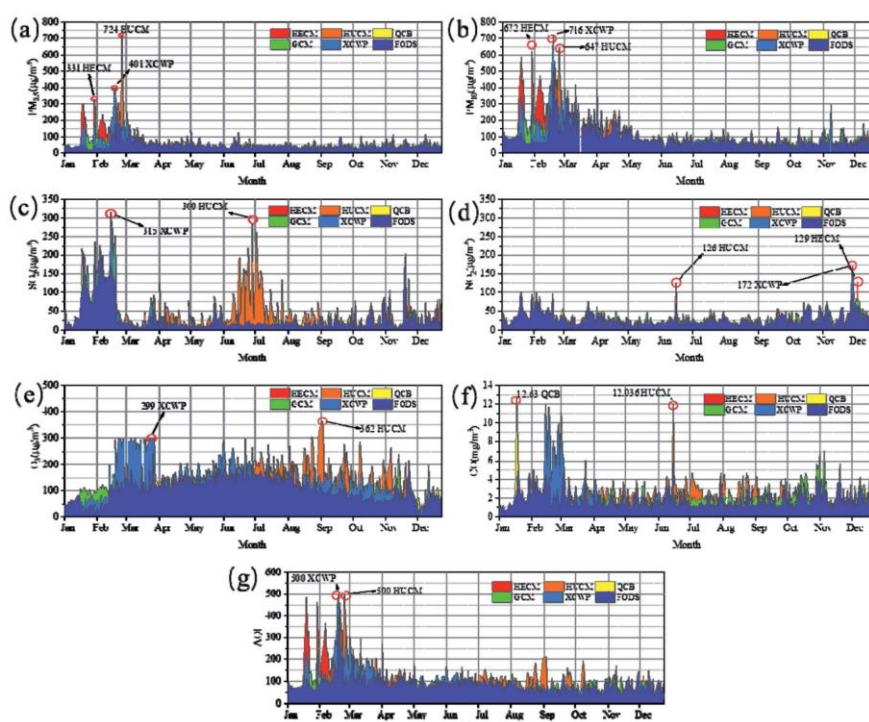
Nghiên cứu của Ang Li et al (2021) đã tiến hành giám sát ô nhiễm không khí tại mỏ than Qipanjing ở Nội Mông, Trung Quốc trong thời gian một năm. Trong nghiên cứu này, đã đánh giá hiện trạng phơi nhiễm cùng các yếu tố thúc đẩy sự phát sinh ô nhiễm tại khu vực. Nghiên cứu đã sử dụng phổ FTIR để đo các hợp chất vô cơ trong bụi có kích thước nhỏ hơn 2,5 μm . Các đặc điểm phân bố theo không gian và thời gian của các chất ô nhiễm bao gồm PM_{2.5}, PM₁₀, SO₂, NO₂, O₃ và CO đã được đánh giá. Nghiên cứu cũng tính toán tổng hợp chỉ số AQI để đánh giá chất lượng môi trường không khí khu vực nghiên cứu. Trong đó, nghiên cứu cho thấy sự phân bố theo không gian và thời gian của các chất ô nhiễm trong khu vực mỏ than là không đồng nhất. Thứ hai, các thông số khí tượng như tốc độ gió, độ ẩm tương đối, nhiệt độ và lượng mưa được phát hiện có tác động đáng kể đến sự phân bố chất ô nhiễm không khí, trong đó với điều kiện khí quyển ổn định sẽ không thuận lợi cho sự khuếch tán của các chất ô nhiễm, dẫn đến kéo dài quá trình lan truyền ô nhiễm. Cuối cùng, các khí SO₂ và NO₂ có nồng độ cao trong không khí ở vùng lân cận với mỏ than. Nguyên nhân chủ yếu là do các hoạt động khai thác than và các vụ cháy mỏ xảy ra. Nghiên cứu này giúp làm sáng tỏ nguồn gốc gây ô nhiễm không khí khu vực nghiên cứu. [24]



Hình 1. Vị trí các điểm quan trắc khu vực nghiên cứu năm 2018

Trong nghiên cứu cũng đề cập đến vấn đề cháy mỏ than đang hoạt động, rất khó để kiểm soát và loại bỏ khí độc được tạo ra. Cháy mỏ than không chỉ gây ô nhiễm không khí nghiêm trọng mà còn gây ra mối đe dọa lớn đối với cư dân trong khu vực khai thác. Nghiên cứu cũng đã thống kê được các vụ cháy mỏ than ở Trung Quốc, Ấn Độ, Hoa Kỳ, Úc, Nga, Indonesia, Venezuela, Nam Phi và các quốc gia khác. Tại Trung Quốc, một số lượng lớn các mỏ than lộ thiên phân bố ở miền Trung và miền

Tây Trung Quốc. Hiện tượng than tự bốc cháy ở các mỏ than cực kỳ phổ biến, đặc biệt là ở vùng giữa sông Hoàng Hà. Việc tự đốt cháy than trong khu vực khai thác có thể tạo ra một lượng lớn khí độc, có thể gây ô nhiễm môi trường. Theo số liệu thống kê, quá trình đốt cháy tự phát các vỉa than và đóng chất thải than thải ra rất nhiều khí CO, SO₂, H₂S, NO_x, benzopyrene và các khí độc hại khác. Nghiên cứu cũng đã chứng minh được rằng hàm lượng Pb, Cr, Hg, F và As trong khí thải thải ra vượt quá tiêu chuẩn khí thải công nghiệp tại Nội Mông.



Hình 2. Nồng độ hàng tháng tại các điểm quan trắc năm 2018: (a) PM_{2.5}, (b) PM₁₀, (c) SO₂, (d) NO₂, (e) O₃, (f) CO và (g) AQI

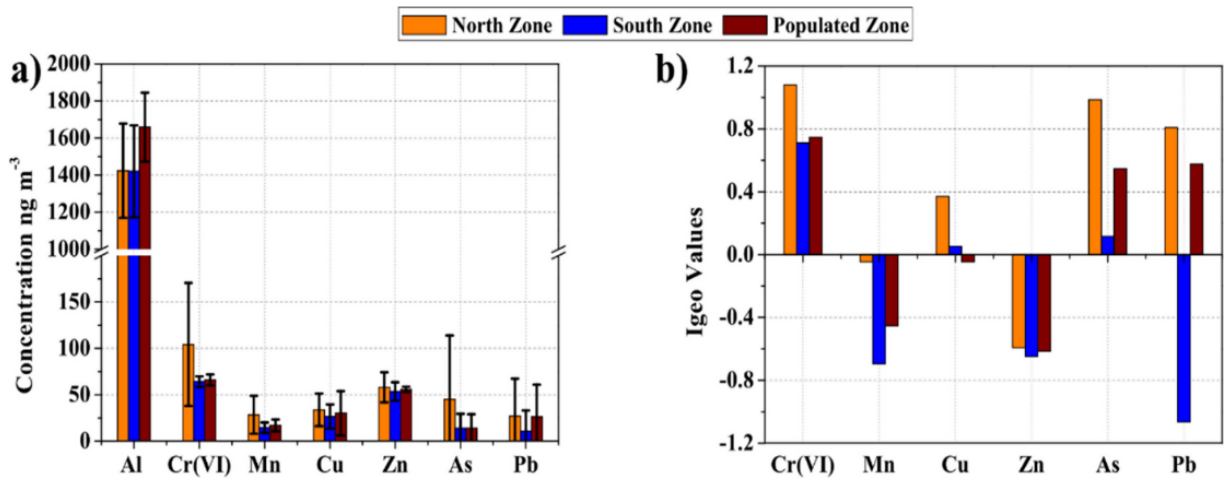
Kết quả của nghiên cứu giúp đưa ra các giải pháp trong quản lý chất lượng không khí, đánh giá các tác động toàn diện tiềm tàng, phân bổ hợp lý các nguồn phát thải có thể, xác định quá trình di chuyển ngắn hạn và dài hạn của các chất ô nhiễm và cải thiện luật pháp và quy định kiểm soát chất lượng không khí. Ngoài ra, nghiên cứu cũng đánh giá được các hoạt động liên quan như gần tuyến đường sắt vận chuyển, quá trình đốt than ngoài trời và xe tải nặng là những lý do chính gây ra nồng độ ô nhiễm không khí cao tại các khu vực khai thác than. Nghiên cứu đã lập bản đồ bằng phương pháp Kriging để ước tính nồng độ các chất ô nhiễm theo mùa hoặc hàng năm. Nghiên cứu này cũng đã tập trung nghiên cứu đánh giá ô nhiễm môi trường không khí do lượng khí thải tiềm ẩn trong các vụ cháy mỏ than ngầm, xác định các nguồn ô nhiễm của cháy mỏ than và ảnh hưởng của chúng. Kết quả của nghiên cứu cũng đưa ra một số giải pháp cho chiến lược quản lý của Chính phủ Trung Quốc nhằm hạn chế ô nhiễm tại khu vực cháy mỏ than.

Theo nghiên cứu của Batur và Babii (2022), trong vài thập kỷ qua, ô nhiễm không khí đã trở thành mối quan tâm lớn. Các chất ô nhiễm không khí chính ảnh hưởng tiêu cực đến sức khỏe con người là các hạt vật chất hô hấp (PM), cụ thể là PM_{2.5} và PM₁₀. Để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí ở khu vực này, nghiên cứu đã sử dụng Ordinary Kriging để phân tích chất lượng không khí ở khu vực Kryvyi Rih. Trong đó, 10 trạm quan trắc đã được lựa chọn và đặt tại khu vực dân cư và thương mại lớn của thành phố. Dựa trên dữ liệu quan trắc từ các trạm gần các nhà máy, khu công nghiệp, AQI trung bình cho PM_{2.5} và PM₁₀ lần lượt là 170 và 89. Nghiên cứu này là cơ sở cho các nghiên cứu khác tập trung vào việc sử dụng phương pháp nghiên cứu chất lượng không khí và phát triển các phương pháp hiệu quả để quản lý các chất gây ô nhiễm không khí. [25]

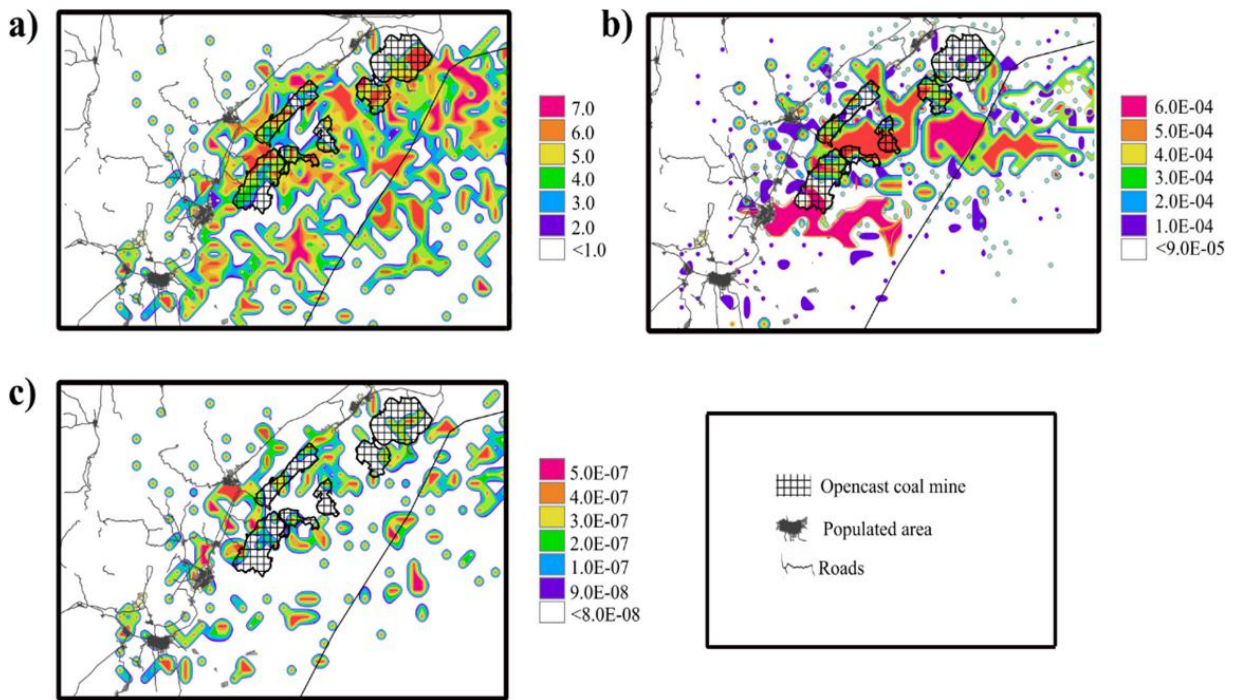
Trong nghiên cứu của Rezmerița (2022) đã đánh giá các nguồn ô nhiễm không khí chính ở Petroșani, một khu vực khai thác truyền thống lâu đời ở Romania. Những phát hiện ban đầu chỉ ra sự suy giảm các chỉ số chất lượng không khí tại địa phương liên quan đến quá trình khử cacbon, dựa trên sự thay đổi của các giá trị đo được tại một trong những khu vực khai thác than bitum ở Romania. [32]

Và gần đây, theo nghiên cứu của Heli A. Arregocés et al (2023), đã đánh giá các rủi ro tiềm ẩn (chất gây ung thư và không gây ung thư) của thành phần kim loại nặng liên kết với PM¹⁰ và Hydrocarbon thơm đa vòng (PAH) tại mỏ lộ thiên ở miền Bắc Colombia, Mỹ. Nghiên cứu đã đánh giá trên bụi PM₁₀ tại 08 địa điểm với hàm lượng kim loại nặng liên kết với bụi PM₁₀ được đánh giá chi tiết trên hình 3. Nghiên cứu cũng thực hiện đánh giá các khu vực có nguy cơ rủi ro do tiếp xúc với kim loại nặng liên kết với bụi PM₁₀ và PAH, trong đó đưa ra được các khu vực có nguy cơ rủi ro ung thư theo không gian do tiếp xúc với kim loại nặng và những khu vực có nguy cơ rủi ro ung thư theo không gian trong suốt cuộc đời do tiếp xúc với môi trường có chứa PAH liên kết bụi PM₁₀, chi tiết trong hình 4. Dựa trên phân tích độ nhảy Monte Carlo, kết quả nghiên cứu cho thấy phơi nhiễm với Cr(VI) là yếu tố chính ảnh hưởng đến rủi ro ung thư ở các khu vực phía Bắc, phía Nam và khu vực đông dân gần khu vực mỏ. [27]

Dựa trên kết quả đánh giá, nghiên cứu đã xây dựng kế hoạch đánh giá và quản lý rủi ro phù hợp dựa trên những hiểu biết về nồng độ kim loại nặng liên kết với PM₁₀ và PAH cũng như các rủi ro sức khỏe tiềm ẩn của chúng, tập trung chủ yếu ở các khu vực mỏ than lộ thiên. Kết quả đánh giá cho thấy người dân sống gần các khu vực mỏ lộ thiên phải đối mặt với các nguy cơ sức khỏe tiềm ẩn, vì vậy việc thiết lập các chính sách và quy định để kiểm soát các nguồn phát thải là rất quan trọng đối với các mỏ lộ thiên và chính quyền địa phương.



Hình 3. Hàm lượng kim loại nặng trên mẫu bụi PM_{10} xung quanh khu vực mỏ lộ thiên ở Mỹ Latin: (a) nồng độ trung bình của kim loại nặng liên kết với bụi PM_{10} và (b) Chỉ số giá trị tích tụ địa chất



Hình 4. Các khu vực có nguy cơ rủi ro do tiếp xúc với kim loại nặng liên kết với bụi PM_{10} và PAH tích hợp hàm xác suất có điều kiện cho ước tính HI, CR và ILCR. (a) Phân phối rủi ro không gây ung thư theo không gian do tiếp xúc với kim loại nặng (b) Phân phối rủi ro ung thư theo không gian do tiếp xúc với kim loại nặng và (c) Phân phối rủi ro ung thư theo không gian trong suốt cuộc đời do tiếp xúc với môi trường có chứa PAH liên kết bụi PM_{10}

Trong nghiên cứu [30], Mishra và Kumar (2024) đã xác định quá trình khai thác và sử dụng than, gây tác động đến thảm thực vật địa phương. Kết quả nghiên cứu đánh giá được các khu vực có giá trị AQI cao nhất và giá trị AQI thấp nhất và cũng chỉ ra rằng PM_{10} và $\text{PM}_{2.5}$ đóng góp nhiều nhất vào giá trị AQI. Sau khi phân tích kim loại

nặng của các hạt, các nguyên tố sau đây được tìm thấy trong khu vực nghiên cứu gồm Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb và Zn.

Có thể thấy rằng, việc nghiên cứu đánh giá các tác động của hoạt động khai thác lộ thiên đến môi trường không khí và sức khỏe con người đã được thực hiện ở nhiều nơi trên thế giới, đặc biệt tại các nước có hoạt động khai thác mỏ lớn. Hầu hết các nghiên cứu đều đặc biệt quan tâm đến việc đưa ra phương pháp luận nghiên cứu, đánh giá các tác động có thể có, hiện trạng ô nhiễm môi trường và những nguy cơ rủi ro, sự cố môi trường có khả năng xảy ra cũng như các tác động đối với sức khỏe của người dân sống xung quanh khu vực mỏ. Các nghiên cứu đã sử dụng mô hình để dự báo kiểm soát môi trường không khí cũng như xác định được thành phần kim loại liên kết với bụi trong không khí gây tác động lớn đến môi trường, ảnh hưởng sức khỏe cộng đồng. Một số nghiên cứu cũng sử dụng chỉ số tổng hợp ô nhiễm không khí (API) để đánh giá tổng thể hiện trạng ô nhiễm môi trường không khí trên phạm vi rộng, gần khu vực mỏ. Và dựa trên kết quả đánh giá tổng hợp tài liệu từ các công trình nghiên cứu trên thế giới cũng cho thấy hiện tượng than tự bốc cháy ở các mỏ than lộ thiên khá phổ biến. Việc tự bốc cháy than trong khu vực khai thác có thể tạo ra một lượng lớn khí độc, gây ô nhiễm môi trường không khí. Theo số liệu thống kê cho thấy quá trình đốt cháy tự phát các vỉa than và đông chất thải than thải ra rất nhiều khí CO, SO₂, H₂S, NO_x, benzopyrene và các khí độc hại khác. Do đó, việc nghiên cứu đánh giá tổng hợp hiện trạng môi trường không khí khu vực khai thác lộ thiên cùng các tác động của các nguồn thải, phương tiện vận chuyển và nguy cơ tự bốc cháy tại các khai trường giúp dự báo và kiểm soát biến động tài nguyên, môi trường, chủ động ứng phó các sự cố môi trường có thể xảy ra nhằm giảm thiểu các tác động tiêu cực, tiết kiệm chi phí và tạo lợi ích kinh tế cho doanh nghiệp.

3. Tính cấp thiết của đề tài

Quảng Ninh là một tỉnh vừa thuộc vùng kinh tế trọng điểm phía Bắc vừa thuộc vùng duyên hải Bắc Bộ, cách thủ đô Hà Nội 153 km về phía Đông Bắc. Quảng Ninh là tỉnh khai thác than của Việt Nam và là tỉnh có thế mạnh về phát triển du lịch và thương mại quốc tế do những thuận lợi về vị trí địa lý, cảng biển nước sâu, các danh lam thắng cảnh nổi tiếng như vịnh Hạ Long - di sản, kỳ quan thiên nhiên thế giới, vịnh Bái Tử Long, di tích văn hoá lịch sử Yên Tử, suối nước nóng Quang Hanh... Để tỉnh Quảng Ninh khai thác tối đa các tiềm năng này và phát triển một cách bền vững, đóng vai trò quan trọng trong tam giác kinh tế trọng điểm phía Bắc thì cần phải làm tốt công tác bảo vệ môi trường, trong đó cần khắc phục các ô nhiễm do quá trình khai thác than nhiều năm trước đây. Có thể nói hoạt động khai thác than ở Việt Nam một mặt đem lại hiệu quả kinh tế cho địa phương, mặt khác cũng gây các tác động đến cảnh quan, sinh thái và môi trường, gây tích tụ ô nhiễm môi trường và nguy cơ xảy ra các

sự cố môi trường. Môi trường không khí các khu vực khai thác than thường bị ô nhiễm do khí bụi và tiếng ồn đặc biệt vào mùa khô. Theo báo cáo của TKV, Công ty CP Than Cao Sơn là đơn vị khai thác mỏ lộ thiên có sản lượng lớn nhất TKV, với trên 6 triệu tấn than/năm. Hiện nay, Công ty đang thực hiện xúc bốc từ 65 ÷ 70 triệu m³ đất đá mỗi năm với điều kiện khai thác ngày càng xuống sâu và quãng đường vận chuyển lớn. Điều này dẫn đến sự gia tăng hàm lượng khí bụi do hoạt động khai thác. Theo nghiên cứu cho thấy bụi than không chỉ gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe người lao động, mà còn có nguy cơ gây cháy nổ tại các mỏ. Do đó, có thể thấy chất lượng không khí ở các khu vực mỏ khai thác than lộ thiên là một vấn đề môi trường được quan tâm do những tác động của chúng đến môi trường và sức khỏe con người. Hơn nữa, với điều kiện Biến đổi khí hậu ngày càng diễn biến phức tạp hiện nay, Quảng Ninh cũng là địa phương ven biển chịu tác động mạnh của hiện tượng này. Biến đổi khí hậu, nhiệt độ



Hình 5. Hoạt động khai thác trong khai trường Công ty CP Than Cao Sơn -

tăng cao dẫn đến tăng chi phí cho hệ thống thông gió, làm mát, mức tiêu thụ điện gia tăng. Khí hậu khô nóng đòi hỏi các biện pháp kiểm soát bụi, giảm phát tán ra môi trường dẫn đến việc phải cắt giảm một số hoạt động khai thác để tuân thủ các quy định về môi trường hoặc đầu tư vào các công trình xử lý bụi dẫn đến chi phí

tăng lên. Ngoài ra, theo Đề án bảo vệ môi trường vùng than Quảng Ninh giai đoạn đến 2025, định hướng tới 2030, TKV đã đặt mục tiêu bảo vệ môi trường là một nội dung cơ bản trong Chiến lược phát triển bền vững của TKV [15]. Nhận thức rõ tầm quan trọng của việc quản lý thống nhất và tổng hợp tài nguyên môi trường với hoạt động phát triển kinh doanh của các doanh nghiệp khai thác than và phát triển kinh tế của tỉnh Quảng Ninh theo hướng bền vững, TKV nói chung và Công ty Cổ phần Than Cao Sơn trong những năm qua đã nỗ lực trong công tác bảo vệ môi trường và ứng phó với BĐKH với sự đầu tư về công nghệ và chi phí tương đối lớn. Ngoài ra, theo tổng hợp các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước cho thấy, hiện nay việc đánh giá chi tiết về môi trường không khí tại các khu vực khai thác lộ thiên chưa nhiều. Do đó, đề tài ***“Nghiên cứu đánh giá hiện trạng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh và đề xuất giải pháp quản lý”*** được thực hiện là cần thiết nhằm nghiên cứu các yếu tố gây ô nhiễm môi trường không khí và đánh giá rủi ro của chúng đến

môi trường và đời sống dân sinh từ đó xây dựng các kế hoạch phát triển dài hạn, kiểm soát có hiệu quả hoạt động khai thác than của mỏ than Cao Sơn theo định hướng phát triển kinh tế bền vững vừa giúp kiểm soát, ứng phó với rủi ro, sự cố môi trường, vừa đảm bảo phát triển kinh tế của địa phương.

4. Mục tiêu của đề tài

Nghiên cứu đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn cùng hiện trạng quản lý, bảo vệ môi trường không khí đang thực hiện tại mỏ than, từ đó đề xuất giải pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

5. Cách tiếp cận nghiên cứu

- Tiếp cận thực tiễn

Hoạt động khai thác khoáng sản gây tác động đến môi trường, đời sống và các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội tại khu vực Cẩm Phả nói chung và mỏ than Cao Sơn nói riêng. Trên cơ sở nghiên cứu, đánh giá các nguồn phát thải cùng hiện trạng chất lượng môi trường không khí tại khu vực để đánh giá tổng thể, toàn diện khả năng tác động của khai thác than lộ thiên đến môi trường không khí khu vực.

- Kế thừa kinh nghiệm và cơ sở dữ liệu đã có

Lĩnh vực nghiên cứu, đánh giá hiện trạng không khí do hoạt động khai thác mỏ lộ thiên trên thế giới và Việt Nam đã được thực hiện từ nhiều năm trước đây với nhiều công trình nghiên cứu khoa học, đề tài, dự án... Do đó việc tiếp cận, kế thừa tri thức, kinh nghiệm sẽ giúp tác giả xây dựng được phương pháp luận nghiên cứu phù hợp, trong đó cách tiếp cận này sẽ chủ yếu thực hiện một số nội dung sau:

- + Tổng quan các phương pháp nghiên cứu, đánh giá môi trường không khí ở khu vực có hoạt động khai thác mỏ than lộ thiên trên thế giới và ở Việt Nam.
- + Kế thừa các số liệu thống kê, tài liệu điều tra, quan trắc trong các giai đoạn trước từ đó tổng hợp xây dựng cơ sở dữ liệu, tài liệu để đánh giá hiện trạng môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

- Tiếp cận đa mục tiêu

Việc đa dạng hóa phương pháp tổng hợp, điều tra, tham vấn cộng đồng nhằm nâng cao tính chính xác trong đánh giá hiện trạng môi trường không khí để chủ động ứng phó, đề xuất các giải pháp kiểm soát chất lượng môi trường, đảm bảo an toàn, bền vững, phù hợp với mục tiêu phát triển kinh tế xanh tại khu vực.

- Tiếp cận nguyên lý phát triển bền vững

Nghiên cứu, đánh giá phát triển bền vững ngành than trước sự thay đổi về quy mô khai thác và BĐKH của địa phương, nhằm đảm bảo sự phát triển hài hòa của 3 vấn đề

chính: kinh tế, môi trường và xã hội. Trong đó:

+ Về kinh tế: ổn định sản lượng khai thác, đảm bảo cung cấp than phục vụ mục tiêu an ninh năng lượng quốc gia, giảm chi phí sản xuất, đảm bảo phát triển kinh tế ngành.

+ Về môi trường: xây dựng các phương pháp bảo vệ môi trường không khí thân thiện, hữu ích với tự nhiên và giảm thiểu các rủi ro, sự cố môi trường.

+ Về xã hội: đảm bảo điều kiện sống cho người dân sống xung quanh khu vực khai thác của mỏ than Cao Sơn và ổn định đời sống cho công nhân vùng mỏ, đồng thời mang lại hình ảnh môi trường xanh cho mỏ than và TKV.

6. Phương pháp nghiên cứu

- *Phương pháp thu thập và chỉnh lý các loại tài liệu*: các số liệu về điều kiện địa hình, khí hậu, thủy văn; hiện trạng hoạt động khai thác than lộ thiên; kết quả quan trắc môi trường định kỳ của Công ty CP than Cao Sơn và từ một số trạm quan trắc tự động ở khu vực, các thông tin về sự cố môi trường đã xảy ra (nếu có) tại khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;

- *Phương pháp kế thừa*: sử dụng các kết quả nghiên cứu, quan trắc môi trường không khí định kỳ tại mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh đã thực hiện trước đây, cùng các nghiên cứu về tác động của ô nhiễm không khí đến môi trường và con người trên thế giới và tại Việt Nam làm cơ sở xây dựng phương pháp luận nghiên cứu;

- *Phương pháp khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng*: đánh giá hiện trạng môi trường không khí trong đó tập trung đánh giá phát sinh bụi và tiếng ồn của mỏ than Cao Sơn. Trong đó, thực hiện quan trắc, đo nhanh chất lượng bụi tại khu vực khai trường, tuyến đường vận chuyển, khu vực bãi thải và sàng tuyển là nơi có nguồn phát sinh bụi cao. Nhóm nghiên cứu sử dụng thiết bị đo nồng độ bụi điện tử là CEL-712 MICRODUST PRO của hãng Casella – Anh Quốc. Máy có dải đo rộng từ 0 đến 250 g/m³ (có thể tự động chọn dải đo), độ phân giải: 0,001 mg/m³; Độ ổn định zero: < 2 µg/m³; Hiện thị giá trị bụi: tức thời, Max, trung bình. Ngoài ra, công tác khảo sát thực địa còn thực hiện đánh giá công tác quản lý môi trường không khí đang thực hiện tại các mỏ, hiện trạng các công trình xử lý môi trường không khí cùng các sự cố môi trường đã xảy ra (nếu có) làm cơ sở để đánh giá mức độ tác động của ô nhiễm không khí đến môi trường khu vực đồng thời xác định nguyên nhân và đánh giá những tổn thất mà doanh nghiệp đang chi trả để khắc phục, ứng phó với những tác động đó;

- *Phương pháp chuyên gia*: tham vấn các chuyên gia trong lĩnh vực môi trường và khai thác mỏ để đưa ra định hướng, xây dựng phương pháp luận và nội dung trong nghiên cứu, đánh giá hiện trạng môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh cũng như đề xuất các giải pháp kiểm soát, bảo vệ môi trường không khí, đảm bảo phát triển bền vững cho khu vực nghiên cứu.

- *Phương pháp mô hình*: sử dụng mô hình AERMOD với các thông số về chất lượng không khí, điều kiện khí tượng, địa hình và đặc điểm lớp phủ thực vật để đánh giá khả năng khuếch tán các chất ô nhiễm trong không khí, dự báo sự lan truyền các chất trong môi trường không khí dưới các tác động của điều kiện khí quyển. AERMOD mô phỏng phân tán dòng khí ở trạng thái ổn định trong đó nó giả định rằng nồng độ của khí phân tán ổn định ở tất cả các khoảng cách mô phỏng sử dụng dữ liệu khí tượng trung bình giờ. Mô hình sử dụng dữ liệu khí tượng hàng giờ của cơ quan hàng không châu Âu, ERA5 với miền tính toán chạy mô hình là 5 km x 5 km, lưới 100 m x 100 m. Các dữ liệu về hướng gió, tốc độ gió, lượng mưa được tổng hợp cho năm 2024 (tính từ 1/1/ 2024 đến 31/12/2024) để đưa vào mô hình tính toán cùng với cơ sở dữ liệu thống kê quan trắc môi trường không khí cho giai đoạn này và dữ liệu từ kiểm kê khí thải của tỉnh Quảng Ninh năm 2024. Dựa trên kết quả tính toán, dự báo mô hình tiến hành phân tích, đánh giá kết quả đồng thời dự báo, xây dựng sơ đồ phát tán, phân bố khí bụi tại khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

- *Phương pháp tổng hợp dữ liệu*: thống kê các kết quả thu thập, khảo sát thực địa, so sánh với các quy chuẩn hiện hành tương ứng như: QCVN 05:2023/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng môi trường không khí xung quanh – trung bình 1h); QCVN 26:2010/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về tiếng ồn); QCVN 27:2010/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về rung động, 6h ÷ 21h); QCVN 03:2019/BYT (giá trị giới hạn tiếp xúc cho phép của 50 yếu tố hóa học tại nơi làm việc); QCVN 24:2016/BYT (tiếng ồn tại nơi làm việc); QCVN 27:2016/TT-BYT (độ rung tại nơi làm việc) để đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường không khí. Tính toán chỉ số chất lượng không khí (AQI) theo hướng dẫn trong Quyết định số 1459/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 của Tổng Cục Môi trường để từ đó đưa ra nhận xét, đánh giá tổng thể chất lượng môi trường không khí khu vực. Ngoài ra, nghiên cứu còn tổng hợp dữ liệu mô hình AERMOD để đánh giá chất lượng môi trường không khí và xây dựng sơ đồ phân bố, lan truyền khuếch tán khí bụi tại khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh để từ đó đưa ra các giải pháp quản lý, kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí cho khu vực nghiên cứu.

7. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- *Đối tượng nghiên cứu*: Chất lượng môi trường không khí và các tác động của chúng đến khu vực khai thác mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.
- *Phạm vi nghiên cứu*: Khu vực khai thác than của mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

8. Nội dung nghiên cứu

- Nghiên cứu điều kiện tự nhiên – kinh tế xã hội và hiện trạng hoạt động khai thác than mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;

- Nghiên cứu, đánh giá hiện trạng môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Đánh giá hiện trạng quản lý, bảo vệ môi trường không khí tại mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh;
- Đề xuất giải pháp kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh.

CHƯƠNG 1. ĐIỀU KIỆN TỰ NHIÊN – KINH TẾ XÃ HỘI VÀ HIỆN TRẠNG HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC THAN MỎ CAO SƠN, TỈNH QUẢNG NINH

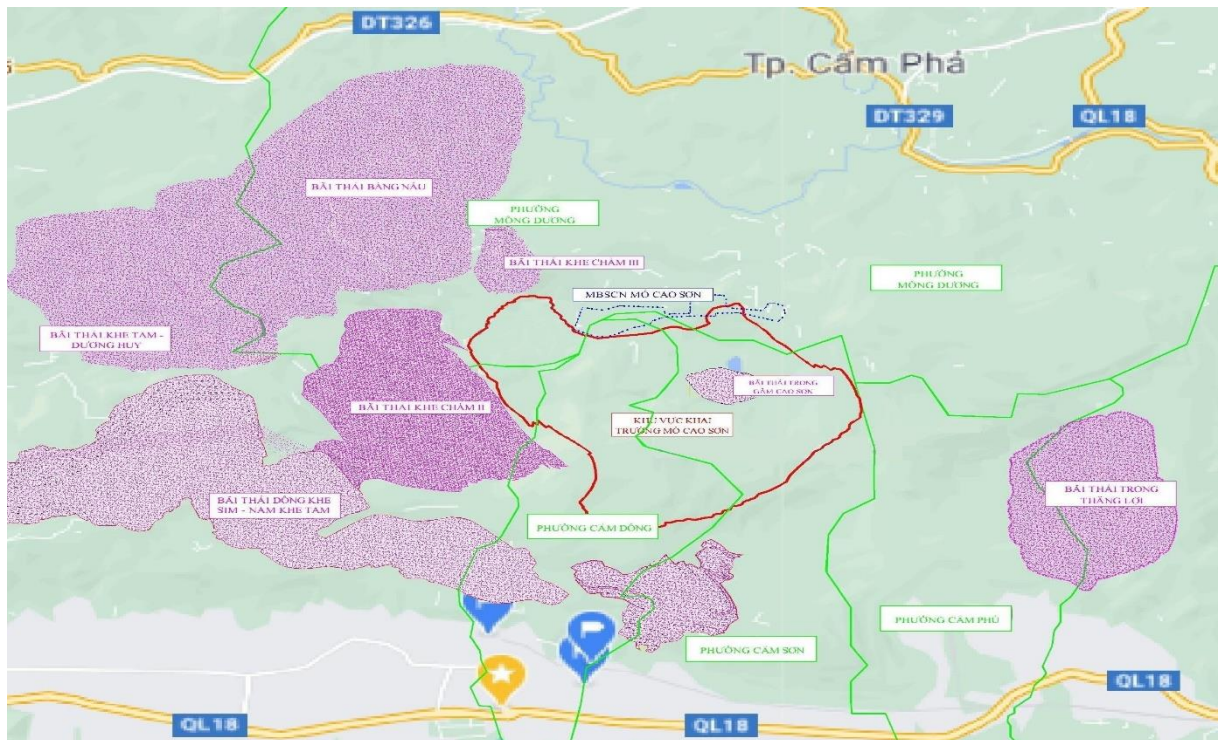
1.1. Điều kiện tự nhiên

1.1.1. Vị trí địa lý

Mỏ than Cao Sơn thuộc phường Mông Dương, phường Cẩm Tây, phường Cẩm Đông, phường Cẩm Sơn, tỉnh Quảng Ninh, cách phường Cẩm Phả khoảng 4 km về phía Bắc. Vị trí tiếp giáp của mỏ như sau:

- + Phía Đông của mỏ Cao Sơn giáp khai trường mỏ Cọc Sáu;
- + Phía Tây của mỏ Cao Sơn giáp khai trường mỏ Đông Đá Mài;
- + Phía Nam của mỏ Cao Sơn giáp khai trường mỏ Đèo Nai;
- + Phía Bắc của mỏ Cao Sơn giáp tỉnh lộ 326 và cao tốc Hạ Long - Vân Đồn.

Tổng diện tích của mỏ than Cao Sơn là 1.710,19 ha, trong đó: MBSCN mỏ là 55,92 ha; khai trường là 607,43 ha; các bãi thải là 1.026,84 ha và nhu cầu khác là 20,00 ha.



Hình 1.1. Sơ đồ mặt bằng mỏ than Cao Sơn [2/

1.1.2. Đặc điểm địa hình

Khu mỏ nằm trong vùng đồi núi, thoải dần từ Bắc xuống Nam. Địa hình của khu vực mỏ hiện nay gồm hệ thống các tầng khai thác lộ thiên phát triển theo phương Đông - Tây. Đặc điểm địa hình khu mỏ là các moong, tầng khai thác, nước mặt không tồn tại lâu. Nhìn chung, địa hình trong khu vực đã thay đổi hoàn toàn so với địa hình nguyên thủy do quá trình khai thác lộ thiên và quá trình đổ thải đang diễn ra tại khu vực.

1.1.3. Đặc điểm địa chất [2]

1.1.3.1. Địa tầng

a) Giới Mezozoi (MZ) hệ Trias (T) - thống thượng (T_3) - bậc Nori - reti (T_{3n-r}) hệ tầng Hòn Gai (T_{3n-rhg}).

Địa tầng của mỏ gồm các loại đá trầm tích như: bột kết, sét kết, sạn kết, cát kết, cuội kết cùng các vỉa than đan xen nhau. Trong đó, địa tầng trầm tích chứa than thuộc giới Mezozo - hệ Trias - thống thượng, bậc Nori-Reti, hệ tầng Hòn Gai (T_{3n-rhg}). Trong đó, tại mỏ than Cao Sơn chỉ gặp trầm tích thuộc phân hệ tầng Hòn Gai dưới (T_{3n-rhg_1}) và phân hệ tầng Hòn Gai giữa (T_{3n-rhg_2}).

Phần dưới hệ tầng Hòn Gai dưới (T_{3n-rhg_1}): Phần dưới hệ tầng này phân bố ở phía Nam Lộ Trí - Đèo Nai, dọc quốc lộ 18, có chiều dày khoảng 300 m. Thành phần thạch học chủ yếu là cuội kết hạt thô, cát bột kết và các thấu kính than mỏng không có giá trị công nghiệp nằm chính hợp góc trên trầm tích đá vôi hệ Cacbon - Pecmi ($C_3 - P_1$).

Phần dưới hệ tầng Hòn Gai giữa (T_{3n-rhg_2}): Tài liệu địa chất của các giai đoạn tìm kiếm đến thăm dò tỉ mỉ đều chứng minh cột địa tầng có chiều dày lên đến gần 1.000 m. Thành phần thạch học gồm bột, sét kết, cuội kết, cát kết và 04 vỉa than, từ dưới lên trên như sau: vỉa mỏng (1), vỉa dày (2), vỉa trung gian (3), vỉa G (4). Trong đó, chum vỉa dày (2) và vỉa G (4) là những chum vỉa có giá trị công nghiệp.

Quy luật trầm tích của các vỉa than khá phức tạp. Chiều dày địa tầng chứa than tăng dần từ Tây sang Đông và Nam lên Bắc. Càng lên phía Bắc số lượng phân vỉa tăng lên. Chiều dày địa tầng chứa than tăng, nhưng chiều dày các vỉa than bị vát mỏng dần.

b) Giới Cenozoic (KZ) hệ Đệ Tứ (Q)

Đất đá thuộc hệ Đệ Tứ phân bố nhỏ hẹp ở Đông Nam mỏ than Cao Sơn, hầu khắp diện tích khu mỏ, các tầng khai thác lộ thiên đã bóc trơ đá gốc hoặc đổ thải trum lên. Thành phần chủ yếu là cát, sét, sỏi, cuội và các vật chất thực vật, có cấu tạo bở rời. Chiều dày đất đá của hệ tầng từ 3 m ÷ 8 m, trung bình 5 m và nằm phủ bất chỉnh hợp trên trầm tích Trias.

1.1.3.2. Kiến tạo

a) Nếp uốn

Khu mỏ Đèo Nai - Cọc Sáu là phần trung tâm của nếp lồi bậc hai Khe Sim - Lộ Trí - Đèo Nai - Quảng Lợi, ở phía Bắc trục nếp lồi có phương gần Đông Tây, chum dần về phía Đông. Trên hai cánh thường xuất hiện nhiều hệ thống nếp uốn bậc ba và bị phân cắt, dịch chuyển bởi các đứt gãy gần vuông góc với phương trục chính, làm tăng độ phức tạp về cấu trúc địa chất khu mỏ. Đặc điểm các nếp uốn chính khu mỏ như sau:

Nếp lồi trung tâm: Kéo dài từ phạm vi phía Tây khu mỏ qua Nam moong Đèo

Nai đến động tụ Cọc Sáu qua đứt gãy F.U đến phạm vi phía Đông khu mỏ. Đây là nếp lồi không hoàn chỉnh, cánh Nam dốc từ $25^{\circ} \div 30^{\circ}$, cánh Bắc thoải hơn, góc dốc từ $10^{\circ} \div 15^{\circ}$. Trục nếp uốn có phương gần Tây - Đông, do trong nếp lồi lớn này có nhiều các đứt gãy phân cắt, nên trục nếp lồi khó xác định. Nếp lồi (động tụ Nam Tả Ngạn mỏ Cọc Sáu) là nếp lồi nhỏ sinh kèm và còn một số nếp lồi nhỏ khác kéo theo.

Các nếp lồi bậc ba: Phân bố ở hai cánh chạy gần song song với nếp lồi trung tâm. Đây là các nếp lồi không hoàn chỉnh, bị các đứt gãy cắt qua thể hiện rõ nhất ở khu vực Nam LK.K323, LK.L358, L915... Đây là các nếp lồi bậc ba ở hai bên cánh của nếp lồi trung tâm. Dọc các lỗ khoan LK.K35 (T.IX), K259, LK1060 (T.XIV) hình thành các nếp lồi bậc ba trên cánh Bắc nếp lồi trung tâm, làm cho các vỉa than cắm về Bắc theo cấu trúc chung của toàn khu mỏ than Đèo Nai - Cọc Sáu. Ngoài ra còn tồn tại một số các nếp uốn nhỏ phức tạp dạng kéo theo.

b) Đứt gãy

Trong phạm vi khu mỏ Đèo Nai và mỏ Cọc Sáu tồn tại các đứt gãy phát triển theo hai hệ thống chủ yếu: Theo phương á vĩ tuyến (đứt gãy F.A - A, F.A1. F.A2, F.A3, F.A4., F.B, F.N, F.K1) và hệ thống đứt gãy theo phương á kinh tuyến (các đứt gãy F.A6, F.H, F.L, F.L2, F. α , F. α 3, F.U, F.U1). Theo tính chất của đứt gãy có thể chia chúng thành hai loại: Nhóm các đứt gãy nghịch gồm: F.A, F.A1, F.A2, F.A3, F.A6, F.K, F.K1, F.L, F.L2, F. α 3, F.U1, F.K2 và nhóm các đứt gãy thuận gồm: F.A4, F.N, F.H, F. α , F.U, F.B.

Ngoài các đứt gãy kể trên ở khu mỏ còn nhiều đứt gãy nhỏ sinh kèm với các đứt gãy chính. Các đứt gãy nhỏ loại này chỉ được phát hiện qua tài liệu khai thác hoặc tăng khai thác lộ thiên.

1.1.4. Đặc điểm địa chất công trình

1.1.4.1. Đặc điểm ĐCCT các lớp đất trong trầm tích Đệ tứ và tầng đá thải

Địa hình địa mạo hiện nay ở dạng cân bằng vững chắc và không có hiện tượng sụt lở ở nền đường, nền khoan. Kết quả phân tích mẫu của lớp phủ Đệ Tứ cho thấy thành phần hạt từ $0,5 \text{ mm} \div 1 \text{ mm}$; khối lượng thể tích thay đổi từ $1,63 \div 1,97 \text{ g/cm}^3$; khối lượng riêng biến đổi từ $2,5 \div 2,75 \text{ g/cm}^3$; lực dính kết đất đá thay đổi từ $0,25 \div 1,3 \text{ kg/cm}^2$ và góc ma sát trong từ $9 \div 31^{\circ}$. Kết quả này cho thấy lớp phủ Đệ Tứ rất yếu, lực dính kết rất nhỏ dẫn đến rất dễ trượt lở, khó khăn cho công tác thi công đường và vách bờ mỏ lộ thiên.

1.1.4.2. Đặc điểm ĐCCT trong tầng trầm tích chứa than

Đất đá trong địa tầng chứa than có thành phần bao gồm: bột kết, sét kết, cát kết, cuội kết, sạn kết. Trong đó:

- Sạn kết: Là loại đá có chủ yếu trong toàn khu mỏ. Chiều dày trung bình $12\text{ m} \div 16\text{ m}$, cuội kết có màu xám, xám sáng đến xám tối. Cấu tạo dạng khối, xi măng gắn kết là silic. Có độ bền vững cao, độ cứng trung bình cấp $11 \div 12$.
- Cuội kết: Phần lớn gặp ở vách vỉa dày (2), ở phía trụ vỉa ít gặp hơn. Chiều dày trung bình $10\text{ m} \div 15\text{ m}$, cuội kết có màu xám, xám sáng đến xám tối. Cấu tạo dạng khối, hạt không đồng, cấu tạo dạng khối, xi măng gắn kết là silic. Tùy theo mức độ phong hóa, cỡ hạt và xi măng gắn kết, độ cứng của cuội kết thay đổi khác nhau. Độ cứng trung bình cấp 10.
- Cát kết: Phân bố rộng trong khu mỏ, chiều dày trung bình từ $10\text{ m} \div 13\text{ m}$. Cấu tạo dạng khối. Cát kết có kiến trúc Psamit, hạt nhỏ đến trung bình đôi khi có hạt lớn. Màu xám đen, xám sáng, xi măng gắn kết là silic trong đó chứa các vảy xerexit, thỉnh thoảng gặp fenpat, tuocmalin. Độ cứng của cát kết thay đổi theo mức độ phong hóa, kiến trúc, xi măng gắn kết và chiều sâu, trung bình cấp $10 \div 11$.
- Bột kết: Tương đối nhiều trong khu mỏ, có màu sắc xám tối. Hầu hết tại các lỗ khoan đều gặp lớp bột kết trên vách và dưới trụ vỉa dày (2). Chiều dày lớp khoảng $4\text{ m} \div 5\text{ m}$. Bột kết có cấu tạo phân lớp, xi măng gắn kết là silic. Độ cứng trung bình cấp 5.
- Sét kết: Phân bố chủ yếu ở trên vách và dưới trụ các vỉa than. Màu xám đen hoặc đen. Cấu tạo phân phiến mỏng, hầu hết các lớp bột kết bắt gặp ở các lỗ khoan có chiều dày bé hơn 1 m , độ cứng trung bình cấp $4 \div 5$.

Riêng các lớp sét than phân bố rất hạn chế trong khoáng sàng. Chúng nằm trực tiếp trên vách, trụ vỉa than, với độ dày thay đổi từ $0,2\text{ m} \div 2,0\text{ m}$. Sét than màu xám đen, mềm, bỏ dùng tay bóp được, khi gặp nước dễ trương nở. Lớp này thường bị lấy cùng lúc với quá trình khai thác than. Chiều dày của các lớp đá biến đổi theo phương, theo diện tích và theo độ sâu, giữa các khu vực trong mỏ cũng có sự khác nhau.

1.1.4.3. Các hiện tượng địa chất công trình

Các hiện tượng địa chất công trình phát triển mạnh gồm phong hoá, trượt lở bờ mỏ, bùng nền, trong đó lớn nhất là hiện tượng phong hoá bề mặt đất đá khi có sự bóc lộ và trượt lở bờ mỏ.

- *Hiện tượng phong hoá*: Khu mỏ nằm trong vùng nhiệt đới gió mùa, có hai mùa rõ rệt với nhiệt độ, độ ẩm, độ bốc hơi thay đổi khá lớn dẫn đến quá trình phong hoá đất đá xảy ra mãnh liệt. Đất đá trên mặt tầng bị phong hoá bề mặt, tính chất cơ lý giảm đi rõ rệt.

- *Hiện tượng trượt lở bờ mỏ*: tại mỏ có dấu hiện dịch chuyển bờ mỏ nhưng không liên tục, có giai đoạn chuyển dịch, có giai đoạn ổn định (khu vực bờ phía Đông). Sau khi có biện pháp thi công, khoan đào giảm thì việc dịch chuyển đã tạm

dừng lại một thời gian song đến nay lại có dấu hiệu trượt lở. Quá trình trượt lở bờ công tác xảy ra phức tạp. Ngoài ảnh hưởng của các yếu tố tự nhiên, các yếu tố công nghệ, kỹ thuật khai thác cũng có tác động nhất định đến độ ổn định của bờ mỏ như các yếu tố khoan nổ mìn, bóc xúc đất đá, trình tự và hệ thống khai thác... Để đảm bảo an toàn cũng như nâng cao hiệu quả của quá trình khai thác cần nghiên cứu các giải pháp điều khiển ổn định bờ mỏ.

1.1.5. Đặc điểm địa chất thủy văn

a) Tầng chứa nước lỗ hổng trong trầm tích Đệ Tứ (Q)

Trầm tích Đệ Tứ bao phủ hầu hết diện tích khu mỏ. Thành phần đất đá gồm sét pha cát, cuội, sỏi lẫn mùn thực vật, màu vàng nhạt đến nâu sẫm, nguồn gốc eluvi, deluvi, proluvi. Chiều dày biến đổi từ 3 m ÷ 5 m. Do thành phần đất đá có nhiều sét, chiều dày mỏng nên khả năng chứa và thấm nước kém. Theo kết quả khảo sát, tầng chứa nước này nước xuất lộ không nhiều, chủ yếu phát hiện vào mùa mưa với các điểm lộ có lưu lượng từ 0,02 ÷ 0,1 l/s. Nguồn cung cấp nước cho tầng này chủ yếu là nước mưa và chỉ đủ dùng cho sinh hoạt nhỏ lẻ. Do đó, khi khai thác hầm lò mức độ ảnh hưởng của tầng chứa này không đáng kể.

b) Phức hệ chứa nước khe nứt trong trầm tích chứa than T_{3(n-r)}hg

Trầm tích chứa than phân bố rộng rãi khắp toàn khu mỏ, bao gồm toàn bộ địa tầng chứa than của vỉa Dày và vỉa G. Nước tồn tại trong các hệ thống kẽ nứt của đất đá. Đất đá chứa nước là cuội kết, sạn kết, cát kết. Đất đá ít chứa nước có thành phần là bột kết, sét kết, sét than, vì có hiện tượng tái sét hóa ở các kẽ nứt trong loại đá hạt mịn làm cho khả năng chứa và thấm nước ít trở thành cách nước. Do đặc điểm trầm tích nhíp, các đất đá chứa nước nằm xen kẽ các lớp đất đá cách nước, vì thế nước dưới đất vận động và lưu thông có tính áp lực. Tuy nhiên, do cấu trúc địa chất và các đứt gãy làm cho tính áp lực bị giảm và nước vận động ở trạng thái chuyển tiếp giữa nước ngầm và nước áp lực. Đây là một phức hệ chứa nước áp lực nằm trong tầng chứa than Hòn Gai - Cẩm Phả. Đất đá ở trong tầng chứa than được trầm tích theo chu kỳ từ hạt thô đến hạt mịn. Có mặt trong phức hệ này bao gồm cuội kết, cát kết, bột kết, sét kết, sạn kết và các vỉa than, cụ thể như sau:

- Cát kết chiếm khoảng 22,35%, là loại đất đá có mặt trên toàn bộ khu mỏ, có chiều dày từ vài mét đến vài chục mét. Thành phần chủ yếu là các hạt thạch anh có đường kính từ 0,01 cm ÷ 0,05 cm, được gắn kết với nhau bởi xi măng silic rắn chắc. Trong lớp thường có nhiều khe nứt, càng xuống sâu độ hạt càng nhỏ dần. Đây là đá có khả năng chứa nước sau lớp cuội, sạn kết.

- Cuội kết và sạn kết chiếm khoảng 18,8%. Đây là loại đất đá phân bố rộng rãi trong khu mỏ. Cuội kết, sạn kết có nhiều khe nứt, hầu hết các lỗ khoan gặp các lớp đá

này thường thấy nước phun hoặc dâng lên khỏi miệng lỗ khoan, ngoài ra còn thấy hiện tượng mất nước, nhưng hiện tượng này chỉ thấy xuất hiện phần trên cùng của lớp cuội, sạn kết. Tại các lỗ khoan nước phun lên tỉ lưu lượng thường là 0,02 l/s (LK 387). Tại LK3004 đã sử dụng nước phun dùng cho cấp nước chống bụi trong khu vực mỏ vào mùa khô.

- Bột kết chiếm khoảng 28,27 % đất đá trong khu mỏ, thường nằm sát vách, trụ vỉa than. Trong lớp ít khe nứt, thành phần chủ yếu là các hạt sét, vì vậy đây là lớp đá chứa nước kém.

- Sét kết, sét than chiếm khoảng 7% đất đá địa tầng, thường nằm sát vách, trụ hoặc kẹp trong vỉa than. Loại đá này có chiều dày trung bình 2 m ÷ 3 m, đôi chỗ dày hàng chục mét. Là loại đá cách nước tốt, nhưng dễ bị phá huỷ trong quá trình nổ mìn khai thác. Lớp sét, sét than phân lớp mỏng, mềm, bỏ khi gặp nước dễ bị trương nở.

- Than và than bùn chiếm khoảng gần 20% đất đá địa tầng. Chiếm một tỷ trọng rất lớn là do trong khu mỏ có các vỉa than rất dày, nhiều chỗ lên tới vài chục mét.

Nguồn cung cấp cho nước dưới đất chủ yếu là nước mưa thông qua các khe nứt đất đá. Miền phân bố là địa tầng chứa than. Miền thoát là các điểm lộ tạo nên dòng mặt. Động thái nước ngầm qua tài liệu quan trắc cho thấy mực nước và lưu lượng biến đổi theo mùa rõ rệt. Hướng vận động chính của nước dưới đất là sự vận động từ các phía vào trung tâm moong.

Nguồn cung cấp nước cho phức hệ này chủ yếu là nước mưa. Về động thái tầng chứa nước ngầm trong trầm tích $T_3(n-r)hg$, mực nước dao động theo mùa vào nước mưa mực nước cao hơn mùa khô từ 2 ÷ 4 m. Do đất đá chứa nước và không chứa nước nằm xen kẽ nhau, các lớp không chứa nước như bột kết, sét kết và do hiện tượng tái sét hoá làm cho các khe nứt trong đá trở thành kín, duy trì cách nước được bảo toàn cho đất đá, vì vậy tạo lên nhiều lớp chứa nước có áp và nước vận động trong tầng mang tính áp lực. Trong quá trình thi công LK 3004 mực nước phun cao hơn miệng lỗ khoan trong khi chiều sâu khai thác của moong Cọc Sáu tại thời điểm khoan là ở mức (-100). Lỗ khoan này đã được lưu giữ để khai thác nước phục vụ sản xuất than.

c) Đới chứa nước lỗ hổng trong các đứt gãy kiến tạo

Trong khu mỏ than Cọc Sáu - Đèo Nai có nhiều đứt gãy, hầu hết các đứt gãy có phương chủ yếu là á vĩ tuyến. Việc nghiên cứu nước có trong các đứt gãy được tiến hành đồng thời với quá trình thăm dò. Đất đá trong các lỗ khoan gặp đới phá huỷ thường là các mạch thạch anh, cát, bột, sét lẫn lộn, mức độ gắn kết rời rạc, mẫu lõi khoan khi lấy lên thì mềm bở có thể dùng tay bóp vụn được, trong đới huỷ hoại có rất nhiều sét. Theo số liệu bơm tại những lỗ khoan giáp khu mỏ, thấy rằng hầu hết các lỗ khoan bơm nước thí nghiệm đều nghèo nước. Hệ số thấm của đất đá nhỏ, với đứt gãy

F.L có $K = 0,0003$ m/ngày đêm (LK496); đứt gãy F.A có $K = 0,00036$ m/ngày đêm; đứt gãy F.T có $K = 0,0009$ m/ngày đêm (LK840).

1.1.6. Thủy văn

Hệ thống nước mặt của mỏ chỉ tồn tại ở những trận mưa và được tiêu thoát tự nhiên và đổ ra sông Mông Dương. Gần khu mỏ có hai nguồn nước mặt đáng kể là suối Đá Mài và suối Khe Chàm.

- Suối Khe Chàm: Nằm phía Bắc của khai trường mỏ Cao Sơn, hướng dòng chảy của suối là từ Tây Nam xuống Đông Bắc và đến khoảng tuyến T.IX thì nhập vào suối Bàng Nâu, đổ ra sông Mông Dương. Hiện tại, do hoạt động khai thác lộ thiên nên địa hình và dòng chảy khu vực đã thay đổi, có nhiều chỗ chỉ là những lạch nhỏ với độ rộng trung bình 5 m đến 10 m, có nơi rộng đến 20 m. Lòng suối bị đất đá thải lấp lên nhiều, cản trở lưu thông dòng chảy. Lưu lượng đo được lúc mưa to lớn nhất $Q_{\max} = 2.688$ l/s, nhỏ nhất $Q_{\min} = 0,045$ l/s, vào mùa mưa lũ còn lớn hơn rất nhiều, làm ngập lụt cả một phần thung lũng suối Đá Mài.

- Suối Đá Mài là một suối lớn, cắt qua địa tầng chứa các vỉa than từ vỉa 12 đến vỉa 14-4 có giá trị công nghiệp. Suối có lưu vực rộng lớn kể cả suối chính và phụ có tới hàng chục km^2 . Suối có độ dốc khá lớn, chênh lệch khoảng $230 \text{ m} \div 300 \text{ m}$. Nước tập trung khá nhanh nhưng thoát cũng dễ dàng, chỉ trong nửa ngày là giao thông đi lại bình thường.

Nguồn cấp nước chính cho suối là nước mưa và nước tháo khô mỏ. Nhìn chung nước mặt trong khu mỏ nhiều. Hiện tượng bị ngập lụt tức thời thường xuyên xảy ra vào mùa mưa, gây trở ngại cho giao thông. [1]

1.1.7. Khí hậu

1.1.7.1. Nhiệt độ

Khu mỏ than Cao Sơn nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa với 02 mùa rõ rệt: Mùa mưa từ tháng 4 đến hết tháng 10; đặc điểm của mùa là nóng ẩm; hướng gió chính là Đông và Đông Nam. Mùa khô kéo dài từ tháng 11 đến tháng 3 năm sau; đặc điểm của mùa là khô hanh, lạnh; hướng gió chính Bắc và Đông Bắc. Kết quả thống kê biến thiên nhiệt độ không khí cho thấy, nhiệt độ trung bình giữa các năm có sự dao động không lớn. Nhiệt độ tại khu vực mỏ than Cao Sơn thống kê như bảng 1.1.

Nhiệt độ trung bình 05 năm gần nhất: $24,3^{\circ}\text{C}$;

Nhiệt độ thấp nhất trong 05 năm gần đây: $14,6^{\circ}\text{C}$ (tháng 02/2022);

Nhiệt độ cao nhất trong 05 năm gần đây: $30,7^{\circ}\text{C}$ (tháng 06/2020).

Bảng 1.1. Nhiệt độ trung bình các tháng trong năm (°C) [21]

Năm	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Trung bình năm	24,0	24,9	24,6	24,4	23,7	24,5	24,6
Tháng 01	17,2	17,5	19,4	15,7	18,0	16,4	17,9
Tháng 02	16,5	21,3	19,4	19,7	14,6	19,6	18,8
Tháng 03	21,2	21,7	22,6	22,0	21,6	21,5	20,7
Tháng 04	23,3	26,2	21,8	24,9	23,3	24,3	26,6
Tháng 05	28,7	27,3	28,6	28,7	25,7	27,7	27,6
Tháng 06	29,4	29,9	30,7	30,2	29,2	29,1	29,2
Tháng 07	28,6	29,7	30,6	30,1	29,2	30,1	28,8
Tháng 08	28,0	28,6	28,3	28,8	28,6	28,5	29,2
Tháng 09	27,5	28,2	28,5	27,9	27,8	27,9	28,1
Tháng 10	25,5	26	24,6	24,2	24,7	26,6	26,3
Tháng 11	23,5	22,7	23,0	21,8	24,6	23,3	23,8
Tháng 12	19,0	19,1	17,6	18,3	17,0	19,2	18,5

1.1.7.2. Độ ẩm

Độ ẩm là yếu tố vi khí hậu ảnh hưởng đến môi trường và sức khỏe con người. Độ ẩm lớn sẽ là môi trường thuận lợi cho các vi sinh vật phát triển, chúng phát tán từ mặt đất vào không khí, lan truyền gây ô nhiễm môi trường. Độ ẩm tại khu vực mỏ than Cao Sơn thống kê như sau:

Độ ẩm thấp nhất trong 05 năm gần đây: 65% (tháng 12/2022);

Độ ẩm cao nhất trong 05 năm gần đây: 89% (tháng 03/2019).

Bảng 1.2. Độ ẩm trung bình các tháng trong năm (%) [21]

Năm	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Trung bình năm	82	83	81	81	81	81	82
Tháng 01	80	85	81	72	84	74	82
Tháng 02	75	88	83	83	85	82	85
Tháng 03	84	89	87	88	89	84	86
Tháng 04	84	87	83	88	80	87	87
Tháng 05	83	85	83	85	83	82	85
Tháng 06	82	84	79	79	84	85	87
Tháng 07	85	84	79	81	83	82	88
Tháng 08	88	86	87	86	86	86	86

Năm	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Tháng 09	84	76	85	86	83	84	85
Tháng 10	77	80	77	81	74	76	72
Tháng 11	81	77	78	73	81	77	72
Tháng 12	85	73	73	74	65	74	69

1.1.7.3. Lượng mưa

Lượng mưa trung bình trong 05 năm là 2.011 mm, phân bố không đều giữa các tháng trong năm. Lượng mưa tại khu vực mỏ than Cao Sơn thống kê như sau:

Lượng mưa thấp nhất trong 05 năm gần đây: 0 mm/tháng (tháng 01/2021);

Lượng mưa cao nhất trong 05 năm gần đây: 847,8 mm/tháng (tháng 08/2020).

Bảng 1.3. Tổng lượng mưa các tháng trong năm (mm) [21]

Năm	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Tổng năm	2.306,1	1.499,1	1.896,7	1.777,5	2.575,7	1.529,2	3.270,8
Tháng 01	18,0	18,9	72,9	0,0	69,7	43,0	56,6
Tháng 02	5,2	25,4	25,3	58,3	144,8	41,1	9,6
Tháng 03	39,4	32,5	37,3	39,2	49,3	13,0	23,2
Tháng 04	44,2	185,4	48,4	51,0	24,7	52,0	104,6
Tháng 05	102,5	159,2	67,7	42,9	291,7	73,6	354,7
Tháng 06	309,4	274,9	141,8	187,0	182,9	561,8	723,0
Tháng 07	844,7	277,0	45,7	212,7	396,4	182,7	949,4
Tháng 08	422,0	350,6	847,8	426,8	708,4	256,5	341,9
Tháng 09	415,5	33,0	345,9	427,2	461,2	273,6	697,5
Tháng 10	22,7	92,1	247	322,1	210,2	1,0	7,6
Tháng 11	44,9	49,1	16,2	9,8	34,9	22,6	1,8
Tháng 12	37,6	1,0	0,7	0,5	1,5	8,3	0,9

1.1.7.4. Chế độ nắng

Tổng số giờ nắng trung bình trong 05 năm gần đây đo được tại khu vực là 1.437,1 giờ/năm. Theo thống kê tháng có số giờ nắng trung bình cao nhất là tháng 7/2020 (228,7 giờ) và tháng có số giờ nắng thấp nhất là tháng 03/2019 (31 giờ).

Bảng 1.4. Tổng giờ nắng trung bình các tháng trong năm (giờ) [21]

Năm	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Tổng số giờ nắng	1.480,8	1.366,3	1.441,9	1.473,0	1.423,5	1.359,3	1.341,1
Tháng 01	46,3	32,0	70,4	80,5	52,7	75,3	63,9

Năm	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Tháng 02	42,4	65,2	68,2	126,7	31,7	67,9	39,8
Tháng 03	97,7	31,0	38,8	30,1	61,8	74,2	26,6
Tháng 04	74,2	72,0	49,5	31,7	116,8	24,3	82,8
Tháng 05	216,8	117,4	169,4	155,1	96,2	138,0	113,3
Tháng 06	160,1	150,7	215,4	184,8	136,7	134,2	101,5
Tháng 07	133,8	143,4	228,7	212,2	195,7	196,8	118,5
Tháng 08	127,5	139,9	147,8	126,5	156	100,4	156,5
Tháng 09	160,6	192,2	132,3	148,2	137,5	123,8	110,8
Tháng 10	181,6	152,0	112,1	116,6	180	155,6	218,8
Tháng 11	153,2	148,4	120,7	122,3	143,2	171,3	192,0
Tháng 12	86,6	122,1	88,6	136,3	115,2	97,5	116,6

1.1.7.5. Bão và áp thấp nhiệt đới

Mỗi năm Quảng Ninh chịu ảnh hưởng trung bình 05 ÷ 06 cơn bão, năm nhiều có tới 09 ÷ 10 cơn. Bão thường có cấp độ lớn, có những trận bão cấp 12. Trung bình thường từ tháng 07 đến tháng 08 là bão vào Quảng Ninh. Cơn giông thường xảy ra trong mùa hạ, trung bình mỗi tháng có 05 ngày; các tháng 06, 07, 08 mỗi tháng có thể có tới 10 ngày. Hàng năm đến mùa mưa bão đều có các trận bão, giông, tố, lốc nhưng không để lại hậu quả gì nghiêm trọng và không làm ảnh hưởng nhiều đến sản xuất than của toàn vùng. Tuy nhiên, vào thời điểm cuối tháng 07, đầu tháng 08 năm 2015 (28/07 ÷ 05/08/2015), tỉnh Quảng Ninh đã có trận mưa lũ kéo dài gây ảnh hưởng đến hoạt động sản xuất than trên toàn địa bàn tỉnh Quảng Ninh, làm gián đoạn công tác sản xuất của mỏ.

1.1.7.6. Gió

Hàng năm, ở Quảng Ninh có 20 ÷ 25 đợt gió mùa Đông Bắc. Là khu vực ven biển với địa hình phức tạp nên cơ chế gió của tỉnh không thuần nhất. Theo báo cáo Hiện trạng môi trường tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2018 - 2022, tốc độ gió ở các khu vực trong tỉnh rất khác nhau. Trong đó, tốc độ gió ở các đảo ngoài khơi rất lớn, trung bình hàng năm là 5 m/s, có thời điểm tốc độ gió lên tới trên 40 m/s. Còn ở vùng đồng bằng tốc độ gió trung bình năm là 2 m/s. Tốc độ gió lớn nhất của các tháng giữa mùa hè, gió lớn cũng có thể xảy ra trong các đợt gió mùa, các cơn dông, lốc hoặc tố.

1.1.7.7. Các hiện tượng thời tiết bất thường

Trong năm 2015, đã có trận mưa lũ lịch sử chưa từng có trong vòng 50 năm, thời gian mưa kéo dài 04 ngày, lượng mưa đo được tại Cô Tô và Móng Cái là 899 mm đã

gây thiệt hại rất lớn về tài sản và con người.

Đợt mưa lũ lịch sử ngày 28/07/2015 làm cho ngành than bị tổn thất nặng nề. Các kho, bãi tập kết than của TKV đã bị mưa lớn rửa trôi. Một số mỏ hầm lò bị ngập như mỏ than Ngã Hai, toàn bộ diện sản xuất từ mức -250 ÷ -97 m mỏ than Mông Dương bị ngập nước.

Tháng 6/2017, Quảng Ninh có các đợt nắng nóng bất thường từ ngày 01/06/2017 đến ngày 05/06/2017, nhiệt độ cao nhất đo được tại khu vực Cẩm Phả là 39,5°C.

Tháng 10/2020, đợt mưa lũ đã gây tổn thất về kinh tế cho người dân trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh. Nước lũ khiến cho 13 phường/xã trên địa bàn tỉnh ngập úng liên tục trong 03 ngày từ 08/10/2020 ÷ 10/10/2020.

Ngày 24/9/2021, đợt mưa cường độ lớn kéo dài trong ngày dẫn đến hiện tượng ngập úng cục bộ ở một số khu vực thuộc tỉnh Quảng Ninh, nhiều nơi nước ngập sâu gần 1 m khiến việc đi lại gặp khó khăn.

Theo kịch bản biến đổi khí hậu, nước biển dâng của Việt Nam do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm 2016, trong khoảng thời gian từ năm 1962 - 2014, mực nước biển trung bình tại trạm Bãi Cháy có xu hướng tăng khoảng 1,54 mm/năm, tại trạm Cửa Ông có xu hướng tăng mạnh khoảng 5,23 mm/năm. Tuy nhiên, do khu vực mỏ than Cao Sơn nằm sâu bên trong nên mức độ tác động của nước biển dâng là không đáng kể.

1.2. Điều kiện kinh tế - xã hội

1.2.1. Điều kiện kinh tế

Hiện nay tại địa phương đang phát triển mạnh các hoạt động sản xuất công nghiệp, xây dựng dân dụng và hoạt động thương mại, dịch vụ, du lịch. Các giá trị sản xuất công nghiệp 6 tháng đầu năm đã đạt mức 60.113,5 tỷ đồng, tăng 5,7% so với cùng kỳ. Tổng giá trị sản xuất các ngành nông - lâm - thủy ước đạt 622,4 tỷ đồng, tăng 30,2% so với cùng kỳ. Và với hoạt động thương mại, du lịch, tổng mức bán lẻ hàng hóa và doanh thu dịch vụ ước đạt 21.449,4 tỷ đồng, tăng 17,2% so với cùng kỳ. Trong đó, mục tiêu của tỉnh tiếp tục đẩy mạnh phát triển hoạt động thương mại, thu hút du lịch để phát triển kinh tế của địa phương do đó các công tác bảo vệ môi trường của hoạt động khai thác mỏ được quan tâm, chú trọng để đảm bảo chất lượng, đáp ứng mục tiêu phát triển kinh tế hiện nay.

1.2.2. Điều kiện xã hội

Khu vực mỏ than Cao Sơn nằm ở tại phường Cẩm Phả với đặc điểm có nhiều dân tộc sinh sống, trong đó chủ yếu là người Kinh còn có một số ít người Sán Dìu và các dân tộc khác cũng là những lao động chính đang làm việc tại mỏ than. Ngoài ra, một

số ít dân cư đang làm các ngành nghề khác như: các cơ quan hành chính công, buôn bán tiểu thương, nông nghiệp, lâm nghiệp, dịch vụ...

Tại khu vực, các cơ sở giáo dục của phường đa dạng, có đủ các loại hình cấp học đáp ứng nhu cầu học tập của nhân dân. Công tác y tế, chăm sóc sức khỏe nhân dân ngày càng được tăng cường, chất lượng dịch vụ khám, chữa bệnh đảm bảo chăm sóc cho người dân và cán bộ công nhân của mỏ than Cao Sơn.

1.3. Hiện trạng hoạt động khai thác của mỏ than Cao Sơn

1.3.1. Giới thiệu về hoạt động của mỏ than Cao Sơn [2]

Công suất hoạt động của cơ sở:

Công suất khai thác: Tối đa 4.500.000 tấn than nguyên khai/năm theo Giấy phép số 280/GP-BTNMT ngày 07/8/2023 về việc cấp phép khai thác khoáng sản.

Tuổi thọ của mỏ: 22 năm, trong đó giai đoạn thực hiện xây dựng cơ bản, tiến hành khai thác và tăng công suất để đạt thiết kế là 05 năm; giai đoạn hoạt động theo công suất thiết kế và thời gian kết thúc của mỏ là 17 năm.

Diện tích khai trường: 607,43 ha.

Cột cao đáy mỏ: -325 m.

Trữ lượng than địa chất huy động: 51.848.239 tấn.

Than nguyên khai: 65.994.181 tấn.

Khối lượng đất đá bóc: 794.857.122 m³.

Hệ số thu hồi than sạch từ than nguyên khai: 86,28%.

Tính đến thời điểm lập Báo cáo đề xuất cấp giấy phép môi trường của mỏ, một số thông số hiện trạng khai thác chính của mỏ như sau:

Diện tích khai thác: 339,93 ha.

Mức sâu khai thác: -145 m.

Công suất khai thác: 3.500.000 tấn/năm.

Khối lượng khai thác tính đến tháng 01/2024: 1.444.013 tấn.

1.3.2. Hiện trạng khai thác của mỏ than Cao Sơn

Khai trường mỏ than Cao Sơn có dạng hình tròn, trong đó: moong khai thác than nằm ở phía Bắc (được chia thành moong Trung tâm và moong Đông Cao Sơn); phía Nam (khu Nam Cao Sơn) là bờ bóc đất đá có độ cao trên 500 m. Công tác mở vỉa của mỏ được lựa chọn là đi hào bám vách và khai thác từ vách sang trụ. Để giảm khối lượng chuẩn bị tầng mới sử dụng máy xúc gầu ngược đứng từ trên xúc xuống vừa đào hào tiên phong vừa khấu than. Tổng hợp các thông số về biên giới và trữ lượng khai trường được trình bày tại Bảng 1.5.

Bảng 1.5. Các thông số về kích thước và trữ lượng khai trường [2]

STT	Tên thông số	Đơn vị	Giá trị
1	Kích thước khai trường		
-	Chiều dài	m	3.300
-	Chiều rộng	m	2.450
2	Cốt cao đáy mỏ	m	-325
3	Trữ lượng than địa chất	tấn	51.848.239
4	Tỉ lệ tổn thất	%	4,59
5	Trữ lượng tổn thất	tấn	2.351.901
6	Tỉ lệ làm bản	%	25,03
7	Khối lượng làm bản	tấn	16.497.843
8	Than nguyên khai	tấn	65.994.181
9	Khối lượng đất đá bóc	m ³	794.857.122
10	Hệ số bóc trung bình	m ³ /tấn	12,04

1.3.3. Giải pháp công nghệ đang được thiết kế và sử dụng

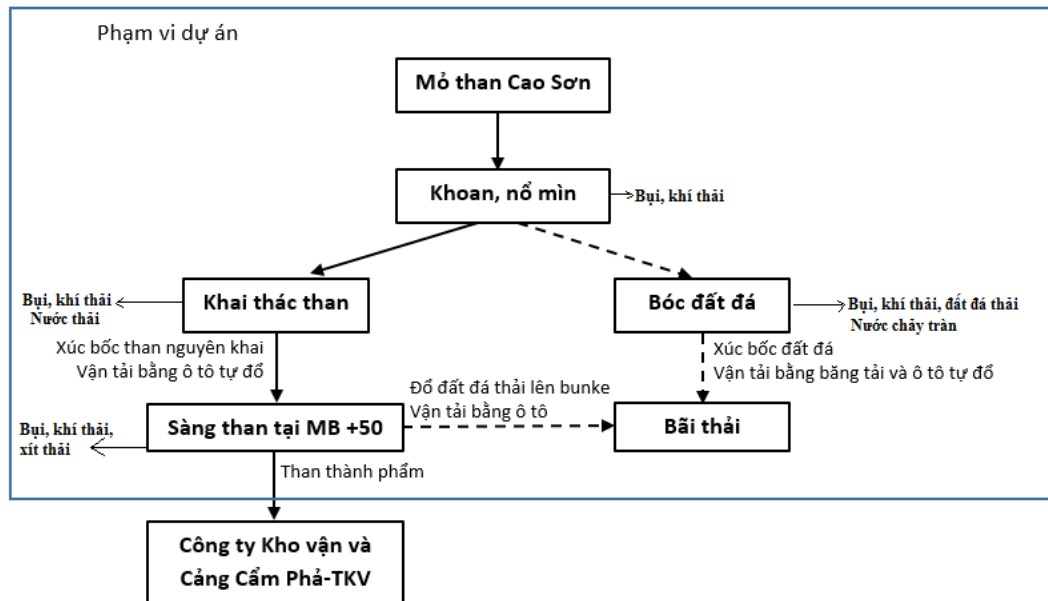
Công nghệ khai thác được lựa chọn là khai thác xuống sâu, dọc theo một (hai) bờ công tác và đất đá thải được đổ ra bãi thải ngoài và bãi thải trong với 02 dây chuyền đồng bộ thiết bị. Trong đó, dây chuyền đồng bộ thiết bị 1 bao gồm: máy khoan có đường kính $d_k = 300 \text{ mm} \div 500 \text{ mm}$; máy xúc có dung tích gầu $E = 15 \text{ m}^3 \div 17 \text{ m}^3$; ô tô tự đổ có tải trọng $130 \text{ tấn} \div 150 \text{ tấn}$; công tác phụ trợ gồm máy gạt bánh xích $340 \text{ kW} - 450 \text{ kW}$. Dây chuyền đồng bộ thiết bị 2 bao gồm: máy khoan có đường kính $d_k = 230 \text{ mm} \div 300 \text{ mm}$; máy xúc có dung tích gầu $E = 10 \text{ m}^3 \div 12 \text{ m}^3$; ô tô tự đổ có tải trọng $90 \text{ tấn} \div 100 \text{ tấn}$; công tác phụ trợ gồm máy gạt bánh xích $220 \text{ kW} \div 300 \text{ kW}$.

Bảng 1.6. Các thông số của hệ thống khai thác [2]

TT	Các thông số	Đơn vị	Giá trị	
			ĐBTB1	ĐBTB2
1	Chiều cao tầng bóc đất đá	m	15	15
2	Chiều rộng dải khâu	m	30,0	22,5
3	Góc dốc sườn tầng	độ	$65 \div 70$	$65 \div 70$
4	Chiều rộng mặt tầng công tác	m	50	45
5	Chiều rộng mặt tầng nghỉ	m	$13 \div 20$	$13 \div 20$
6	Số lượng tầng trong 01 nhóm tầng	tầng	$3 \div 4$	$3 \div 4$
7	Góc dốc bờ công tác	độ	$25 \div 28$	$25 \div 28$

a) Công nghệ khoan nổ mìn

Sử dụng máy khoan có đường kính lỗ khoan từ $d_{lk} = 230 \text{ mm} \div 350 \text{ mm}$, chiều sâu khoan $\geq 20 \text{ m}$. Phương pháp nổ mìn sử dụng nổ vi sai qua lỗ qua hàng và mạng kíp vi sai phi điện, khởi nổ bằng kíp điện hoặc kíp phi điện. Sơ đồ đấu ghép mạng nổ theo sơ đồ nối tiếp - song song, trong đó mắc nối tiếp với các kíp điện trong hàng còn mắc song song giữa các hàng. Để thực hiện nổ mìn, sử dụng thuốc nổ anfo ở dạng hạt hoặc dạng bột và thuốc nổ nhũ tương.

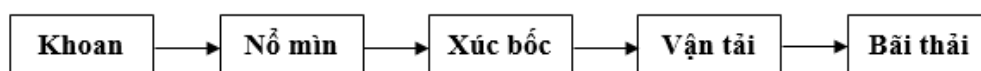


Hình 1.2. Sơ đồ công nghệ khai thác của mỏ than Cao Sơn [2]

Sử dụng môi VE-05 và môi MN31 để làm môi nổ cho thuốc anfo. Tại mỏ sử dụng phương tiện nổ là kíp điện thường, máy nổ mìn điện và dây điện hoặc phương tiện nổ phi điện, kíp vi sai. Mỏ than Cao Sơn sử dụng phương pháp khoan nổ mìn khi đào hào chuẩn bị, số hàng lỗ khoan dự kiến là 03 hàng. Sử dụng mạng lỗ khoan nghiêng và mạng nổ là mạng nổ hình nêm. Các máy khoan sử dụng trong nổ mìn là máy thủy lực máy có đường kính 250 mm ÷ 350 mm, chiều sâu khoan $\geq 20 \text{ m}$.

b) Công nghệ bóc đất đá

Đất đá trong khai trường có thành phần chủ yếu là cuội kết, cát kết, bột kết, sạn kết và sét kết với dung trọng trung bình 2,63 tấn/m³, độ cứng $f = 11 \div 12$ - cấp III (phân cấp theo khoan nổ mìn và bóc xúc). Do đó, trước khi xúc bốc cần phải khoan - nổ mìn để làm tơi sơ bộ, sau đó sử dụng máy xúc gầu cáp và máy xúc thủy lực đưa lên ô tô để vận chuyển ra bãi thải. Sơ đồ công nghệ bóc đất đá mỏ than Cao Sơn như hình 1.3.



Hình 1.3. Sơ đồ công nghệ bóc đất đá

Đối với các lớp phủ trầm tích đệ tứ, sử dụng máy xúc xúc trực tiếp để xúc bốc đất

đá do lớp phủ mỏng và phong hoá cao mà không cần phải thực hiện nổ mìn, chỉ thực hiện khoan nổ mìn đối với các tầng phía dưới. Đất đá thải sau đó được xúc bốc lên ô tô vận chuyển ra bãi thải bằng máy xúc. Quá trình xúc bốc đất đá được thực hiện từ cao xuống thấp. Để đảm bảo hiệu quả làm việc cao, vận hành đơn giản, an toàn cho người lao động và vệ sinh môi trường, các thiết bị đầu tư xúc bốc, vận tải đất đá thải thường có công suất lớn như máy xúc thủy lực gầu ngược có dung tích gầu xúc $E = 10 \div 12 \text{ m}^3$ và $E = 15 \text{ m}^3 \div 17 \text{ m}^3$.



Hình 1.4. Công trường khai thác than lộ thiên mỏ than Cao Sơn

c) Công nghệ khai thác - xúc bốc đất đá

Dựa vào đặc điểm cấu tạo của các vỉa than, để giảm tổn thất và làm bản than trong quá trình khai thác, sử dụng công nghệ phân tầng khai thác, với chiều cao $h_{pt} = 5 \text{ m} \div 7,5 \text{ m}$, chiều dày cần bóc tách của các lớp than và đá xen kẹp là $m_{min} \geq 0,3 \text{ m}$. Công tác dọn sạch vách, trụ vỉa và các lớp đá kẹp được thực hiện bằng máy gạt kết hợp với máy xúc thủy lực gầu ngược. Ngoài ra, sử dụng máy xúc thủy lực gầu ngược với dung tích gầu $E = 3,5 \text{ m}^3 \div 4 \text{ m}^3$ và $E = 6 \text{ m}^3 \div 7 \text{ m}^3$ để khai thác than trong đó máy xúc đứng từ trên xúc xuống vừa đào hào tiên phòng vừa khẩu than. Trình tự khai thác từ cánh Đông Bắc tiến tới kết thúc khai thác ở mức -325 m để tạo diện đổ thải trong. Sau khi khai thác xong khu vực Đông Bắc tiến hành phát triển mỏ về phía Tây (tiến sang phần giáp ranh mỏ Đông Đá Mài), cuối cùng khai thác phần cánh Nam.

Tổng khối lượng đất đá thải dự kiến phát sinh của mỏ than Cao Sơn khoảng $794.857.122 \text{ m}^3$. Hiện tại, mỏ than Cao Sơn đang sử dụng hình thức vận tải liên hợp ô

tô băng tải và vận tải bằng ô tô. Trong đó, hệ thống băng tải được đưa vào vận hành từ năm 2016 với công suất trung bình 20 triệu m³/năm và dự kiến tuổi thọ của tuyến băng sẽ kéo dài 15 năm ÷ 20 năm. Các ô tô vận tải có tải trọng 50 tấn ÷ 60 tấn; 90 tấn ÷ 100 tấn; 130 tấn ÷ 150 tấn để vận tải đất đá thải.

Sử dụng tuyến băng tải đổ thải lên bãi thải Bàng Nâu và bãi thải mỏ lộ thiên Khe Chàm II. Sử dụng băng tải đổ thải lên bãi thải Bàng Nâu từ năm thứ 02 đến năm thứ 03 với tổng khối lượng 20 triệu m³, sau khi kết thúc bãi thải Bàng Nâu sẽ điều chỉnh hướng tuyến và đổ thải sang bãi thải trong mỏ lộ thiên Khe Chàm II. Trong quá trình thực hiện cần di chuyển tuyến băng tải đá gồm: Di chuyển tuyến băng cố định, tuyến băng di động và hệ thống dỡ thải từ bãi thải Bàng Nâu sang bãi thải trong mỏ lộ thiên Khe Chàm II vào năm thứ 03. Trong giai đoạn đến năm thứ 10 sẽ di chuyển trạm nghiền đá từ mức +50 m hiện tại xuống mức -60 m tại phía Bắc khai trường.

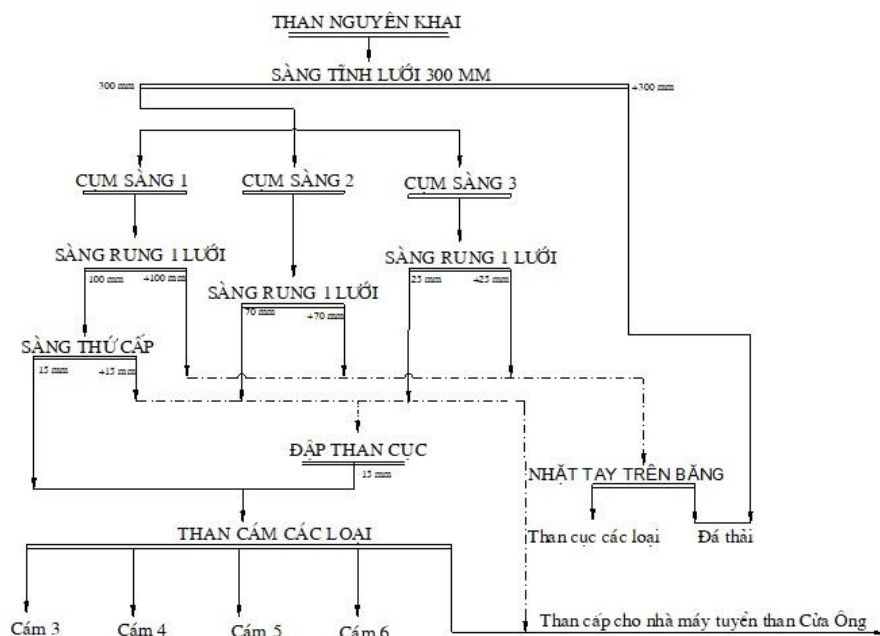
Đối với than nguyên khai cần vận chuyển của mỏ than Cao Sơn, sử dụng hình thức vận tải than nguyên khai bằng ô tô tự đổ có tải trọng 35 tấn ÷ 40 tấn và các xe 50 tấn ÷ 60 tấn. Tổng khối lượng than cần vận chuyển là 65.994.181 tấn, trong đó than được vận chuyển về mặt bằng +50 để chế biến. Trong những tháng mùa khô, mỏ sẽ tập trung các thiết bị vận tải để phục vụ công tác vận tải than nguyên khai, sang những tháng mùa mưa, khối lượng vận tải không lớn sẽ huy động các xe chở than đi vận tải đất đá thải, làm công tác phụ trợ chỉ còn một số các xe 35 tấn ÷ 40 tấn chở than nguyên khai. Công nghệ sàng tuyển chế biến than tại mỏ trên cơ sở xưởng sàng hiện có ở mặt bằng +33 ÷ +50, +126, +95 ÷ +100, +41 bao gồm: công việc tách đá quá cỡ, sàng khô tách than cám, kết hợp khâu đập nghiền bã sàng để tận thu than cám, nhặt tay trên đồng bãi để tận thu than cục. Sơ đồ công nghệ sàng tuyển được nêu trong Hình 1.5. Các sản phẩm than sạch qua nhà máy tuyển cũng như qua sàng và chế biến tại mỏ đều phải đảm bảo theo quy định nhà nước đối với than thương phẩm theo TCVN 8910:2015 và tiêu chuẩn ngành TCCS 01:2012/Vinacomin.

1.3.4. Hiện trạng khu vực đổ thải của mỏ than Cao Sơn

Tổng khối lượng đất đá thải của toàn mỏ được tính toán là 794.857.122 m³, trong đó: đất đá nổ mìn 752.132.384 m³; đất đá không nổ mìn 42.724.738 m³ [2]. Đất đá thải phát sinh của mỏ Cao Sơn được đổ thải tại 07 bãi thải. Mỏ than Cao Sơn đang sử dụng hình thức vận tải đất đá thải kết hợp ô tô cùng băng tải và vận tải bằng ô tô, với hệ thống vận tải kết hợp giữa ô tô và băng tải có công suất 20 triệu m³/năm. Các ô tô vận tải sử dụng để vận chuyển đổ thải có tải trọng 50 tấn ÷ 60 tấn; 90 tấn ÷ 100 tấn; 130 tấn ÷ 150 tấn để vận tải đất đá thải.

Sử dụng tuyến băng tải đổ thải lên BT Bàng Nâu và BT trong mỏ lộ thiên Khe Chàm II. Bãi thải Bàng Nâu sẽ đổ thải bằng băng tải từ năm thứ 02 đến năm thứ 03 với

tổng khối lượng 20 triệu m³, sau khi kết thúc BT Bàng Nâu sẽ điều chỉnh hướng tuyến và đổ thải sang bãi thải trong mỏ lộ thiên Khe Chàm II. Trong quá trình khai thác cần di chuyển tuyến băng tải đá gồm: Di chuyển tuyến băng cố định, tuyến băng di động và hệ thống dỡ thải từ bãi thải Bàng Nâu sang bãi thải trong mỏ lộ thiên Khe Chàm II vào năm thứ 03.



Hình 1.5. Sơ đồ công nghệ sàng tuyển và chế biến than [2]

Trong giai đoạn đến năm thứ 10 sẽ di chuyển trạm nghiền đá từ mức +50 m hiện tại xuống mức -60 m tại phía Bắc khai trường. Trong quá trình đổ thải cần thực hiện theo quy trình:

- Xây dựng đoạn đê kè chống trượt cùng hệ thống tiêu thoát nước để giảm thiểu sạt lở trên bề mặt. Nước trên bề mặt bãi thải được gom về các hệ thống mương dẫn trên các tầng dẫn về các hố lắng trước khi thoát ra hệ thống sông suối bên ngoài;
- Tiến hành đổ thải tại biên giới bãi thải trước, tạo thành hệ thống đê để ngăn đất đá thải lẫn ra khỏi biên giới bãi thải trong quá trình đổ thải và được đổ thải từ dưới lên;
- Tiến hành đổ thải theo các phân tầng thấp (dưới 50 m), trên các tầng xây dựng hệ thống đê an toàn, rãnh thoát nước mặt;
- Thực hiện cải tạo phục hồi môi trường tại những khu vực đã kết thúc đổ thải để giảm thiểu ô nhiễm môi trường;

Sau khi kết thúc công tác đổ thải:

- Tiến hành cải tạo, phân tầng bãi thải với chiều cao khoảng 30 m, góc dốc khoảng từ 20° ÷ 25° để đảm bảo ổn định, chống trượt lở cho sườn tầng bãi thải.
- Trên các tầng thải, sườn bãi thải và mặt bãi thải tiến hành trồng cây xanh, nhằm chống xói mòn, tăng độ ổn định cho bãi thải;
- Xây dựng hệ thống tiêu thoát nước trên bề mặt bãi thải bao gồm hệ thống

mương dẫn trên các tầng thải và mặt bãi thải cùng các dốc nước để dẫn nước từ mặt bãi thải xuống chân bãi thải;

- Xây dựng và củng cố các hệ thống đê, đập ở chân bãi thải để ngăn đất đá và thoát nước bãi thải;

- Thực hiện quan trắc định kỳ dịch động bãi thải để theo dõi sự dịch chuyển của bãi thải để có giải pháp xử lý kịp thời đảm bảo an toàn;

- Xây dựng các hố lắng trên các tầng của bãi thải, dưới chân bãi thải để lắng đọng đất đá thải chảy theo nước mặt trước khi chảy ra môi trường bên ngoài;

- Thực hiện nạo vét định kỳ, cải tạo hệ thống dẫn nước chung của vùng, đặc biệt là từ chân bãi thải ra. Khi đang diễn ra quá trình đổ thải (bờ bãi thải luôn biến đổi theo tiến trình đổ thải) các công trình gồm rãnh nước, mương nước được xây dựng tạm thời bằng cách dùng máy xúc thủy lực đào trực tiếp trên mặt bãi thải. Tại các vị trí bờ bãi thải đã đi vào kết thúc hoặc khi bãi thải đã kết thúc việc đổ thải, các mương thoát nước sẽ được xây dựng bằng xi măng đá học, bê tông...

- Công nghệ thải đá bằng máy rót thải kết hợp với máy gạt

Công nghệ thải đất đá bằng máy rót thải kết hợp với máy gạt áp dụng khi sử dụng hình thức vận chuyển bằng băng tải kết hợp ô tô. Đất đá từ băng tải được chuyển sang máy rót thải và đổ xuống sườn tầng bãi thải, và được chia thành 02 khu vực:

- Khu vực xe gạt làm việc:

Gạt đất đá thải tồn đọng lại trên mặt bãi thải và tạo đê bao an toàn cho các thiết bị làm việc. Khối lượng san gạt ước tính chiếm khoảng $5\% \div 7\%$ khối lượng đất đá thải.

- Khu vực làm việc của máy rót thải:

Từ vị trí đứng máy trên mặt bãi thải, máy rót thải vươn cần rót và đổ thải xuống sườn tầng. Trong quá trình đổ thải, phần lớn đất đá thải được đổ thải vào sườn tầng còn phần đọng trên cần phải gạt tương đối nhỏ. Còn sau khi không thể đổ thải được nữa thì chuyển sang san gạt và tạo đê bao ở dưới chân sườn tầng thải.

Quá trình trên cứ lặp đi lặp lại cho đến khi kết thúc quá trình đổ thải. Để đảm bảo ổn định lâu dài cho bãi thải, mặt tầng thải cần phải có độ dốc ngang vào trong $i_n = 3\% \div 5\%$ và độ dốc dọc $i_d = 2\% \div 3\%$ nhằm thoát nước tốt và tránh sạt lở, xói mòn, rửa trôi đất đá thải khi có hiện tượng mưa, bão. Sử dụng các máy gạt có công suất từ 300 HP $\div$ 400 HP để gạt đất đá trên bãi thải.

Hình thức vận tải bằng băng tải là chủ yếu, tuyến băng tải đã được lắp đặt hoàn thiện, nối từ khu vực khai trường đến đỉnh +300 m của bãi thải Bàng Nâu. Đất đá từ các gương tầng được vận chuyển bằng ô tô tới các trạm nghiền rồi vận chuyển tới bãi thải bằng băng tải di động. Các băng tải này sẽ cấp lên các máy trung chuyển. Các máy này tương ứng sẽ cấp lên các máy rót đá bãi thải. Các máy rót đá bãi thải kết hợp với máy gạt và các thiết bị khác sẽ rót đất đá thải theo quy định.

CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ KHU VỰC MỎ THAN CAO SƠN, TỈNH QUẢNG NINH

2.1. Đánh giá các nguồn thải tác động đến môi trường không khí tại mỏ than Cao Sơn

2.1.1. Khu vực khai trường

Khai trường mỏ than Cao Sơn có dạng hình tròn, trong đó: moong khai thác than nằm ở phía Bắc (được chia thành moong Trung tâm và moong Đông Cao Sơn); phía Nam (khu Nam Cao Sơn) là bờ bóc đất đá có độ cao trên 500 m. Moong Trung tâm moong khai thác chính của mỏ than Cao Sơn, đối tượng khai thác chính là vỉa 13-1. Tính đến tháng 01/2024, đáy moong Trung tâm có cốt cao -145 m, là đáy thu nước của cả mỏ. Diện đáy moong tương đối nhỏ, khoảng 12 ha, gồm các tầng có chiều cao 10 m ÷ 20 m, chiều rộng tầng khu vực công tác rộng trung bình khoảng 40 m ÷ 45 m, chiều rộng đai vận tải rộng 18 m ÷ 20 m. Bờ moong phía Nam khai thác theo hướng bám trụ vỉa 13-1 nên khá thoải, độ dốc trung bình của bờ Nam từ 18° ÷ 21°. Bờ Bắc giáp với khu mặt bằng mỏ có độ dốc 23° ÷ 25°. Moong Đông Cao Sơn được sử dụng làm hồ bơm trung gian (chuyển tiếp từ đáy moong Trung tâm).

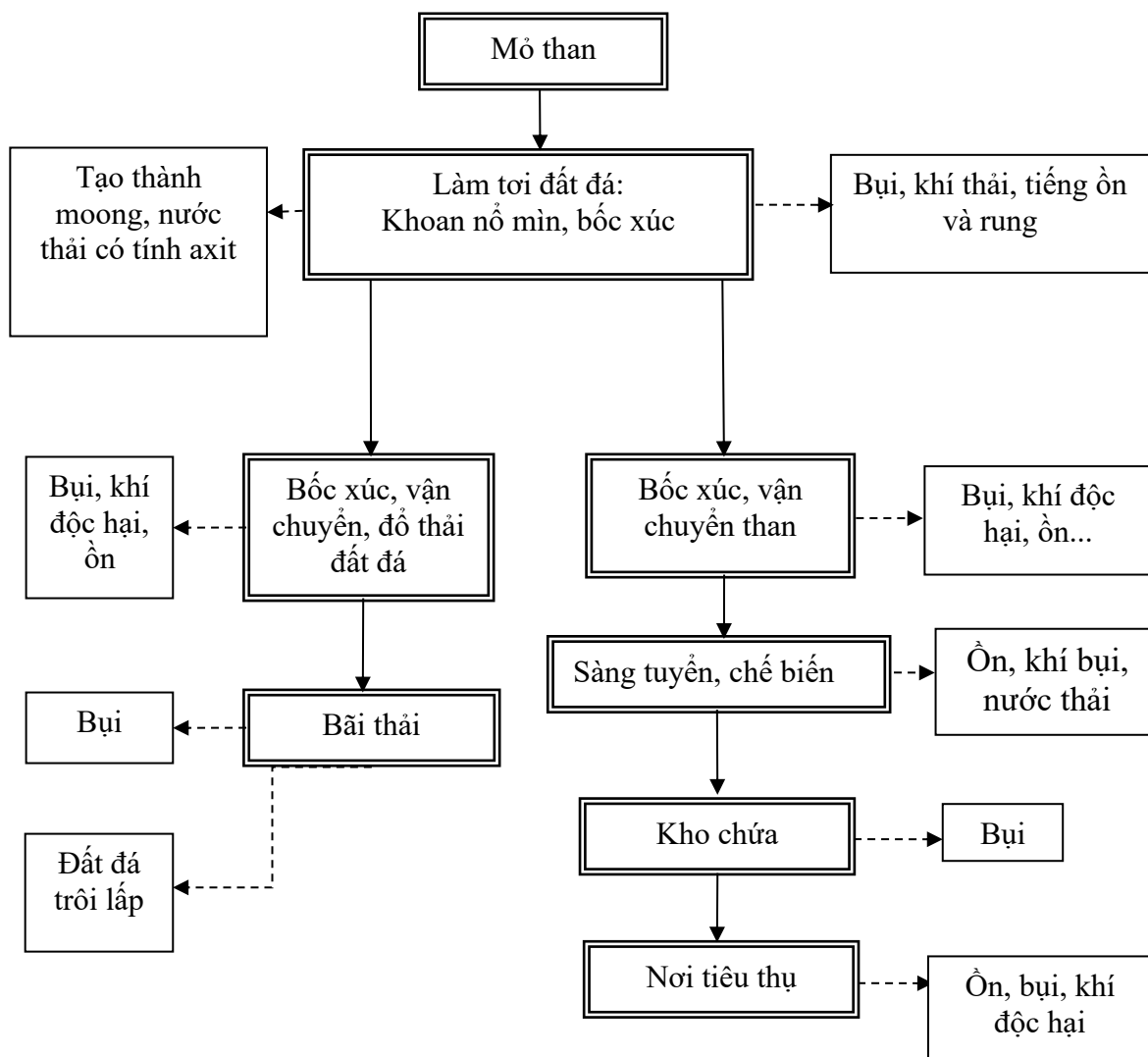
Tương tự, tính đến tháng 01/2024, đáy moong Đông Cao Sơn có cốt cao -90 m. Đáy moong Đông Cao Sơn có diện tích khoảng 5,8 ha, xung quanh là tầng đất với chiều cao khá lớn (20 m ÷ 60 m tùy vị trí). Công tác mở vỉa của mỏ được lựa chọn là đi hào bám vách và khai thác từ vách sang trụ. Để giảm khối lượng chuẩn bị tầng mới sử dụng máy xúc gầu ngược đứng từ trên xúc xuống vừa đào hào tiên phong vừa khâu than.



Hình 2.1. Khu vực sản xuất tại Khai trường than Cao Sơn [17]

Mỏ than Cao Sơn sử dụng phương pháp khoan nổ mìn khi đào hào chuẩn bị, số hàng lỗ khoan dự kiến là 03 hàng. Sử dụng mạng lỗ khoan nghiêng và mạng nổ là

mạng nổ hình nêm. Qua nghiên cứu về hoạt động khoan nổ mìn cho thấy, sau vụ nổ khoảng 38 giây, ở khoảng 50 m, hàm lượng CO có trong mây, khí bụi đạt 0,1%, khí NO₂ là 0,02%. Hoạt động như khoan nổ mìn, bốc xúc và vận chuyển là nguyên nhân gây khuếch tán vào không khí lượng khí bụi khá lớn, gây ảnh hưởng đến người công nhân lao động. Tổng hợp các nguồn thải phát sinh từ hoạt động khai thác than lộ thiên có nguy cơ gây tác động đến môi trường được trình bày trong Hình 2.2.



Hình 2.2. Sơ đồ khai thác kèm dòng thải tại mỏ than

Ngoài ra, sử dụng máy khoan xoay cầu CBIQ-250MH có đường kính lỗ khoan 250 mm, chiều sâu khoan ≥ 20 m và các máy khoan thủy lực có đường kính lỗ khoan 250 mm ÷ 350 mm, chiều sâu khoan ≥ 20 m đảm nhận. Trong thời gian tới mỏ vẫn tiếp tục sử dụng các loại máy khoan trên. Trong quá trình đầu tư thay thế duy trì thiết bị sẽ ưu tiên đầu tư các máy khoan thủy lực có đường kính 250 mm ÷ 350 mm, chiều sâu khoan ≥ 20 m. Mỏ than Cao Sơn sử dụng công nghệ đào sâu moong 02 cấp với đáy mỏ nhiều cấp, có một số tầng đồng thời khai thác than. Tiến hành phân chia tầng khai thác thành ba phân tầng nhỏ, mỗi phân tầng 5 m để hạ moong và khai thác than.

Nhìn chung, các hoạt động khoan, đào, phân tầng khai thác đều phát sinh bụi gây tác động đến môi trường. Tại khu vực khai trường, hoạt động khai thác, nổ mìn sẽ gây phát sinh nhiều bụi và tiếng ồn đến môi trường không khí khu vực khai thác và xung quanh mỏ than Cao Sơn. Tuy nhiên, hoạt động này chỉ gây tác động tại thời điểm có hoạt động nổ mìn, khai thác than. Hơn nữa, để hạn chế nguy cơ gây tác động đến khu vực dân cư lân cận, Công ty CP Than Cao Sơn sử dụng thời gian nổ mìn thường từ 15h ÷ 15h30 hàng ngày và trong lúc này các hoạt động bốc xúc, vận tải trên khai trường sẽ tạm ngừng. [21]



Hình 2.3. Hoạt động nổ mìn trên khai trường Công ty CP Than Cao Sơn

2.1.2. Khu vực các cụm sàng, máng ga, trạm nghiền

2.1.2.1. Xưởng sàng tuyển than số 1, 2 và 3

Công nghệ sàng tuyển và chế biến than tại mỏ trên cơ sở xưởng sàng hiện có ở mặt bằng +33 ÷ +50, +126, +95 ÷ +100, +41 bao gồm: công việc tách đá quá cỡ, sàng khô tách than cám, kết hợp khâu đập nghiền bã sàng để tận thu than cám, nhặt tay trên đồng bãi để tận thu than cục.

Than nguyên khai sau sàng để tách đá quá cỡ, sàng tách cám, phần lớn được vận chuyển đến nhà máy sàng tuyển than Cửa Ông và nhà máy sàng tuyển than Khe Chàm để tiếp tục chế biến sâu. Phần còn lại tiếp tục được chế biến tại mặt bằng sàng và được tiêu thụ thông qua Công ty Kho vận và Cảng Cẩm Phả - TKV. Nhìn chung, hoạt động sàng tuyển, phân loại, tách đá cũng là nguồn phát sinh khí bụi và tiếng ồn gây ảnh hưởng đến công nhân trực tiếp tham gia tại phân xưởng.



Hình 2.4. Công trường Sàng tuyển - Tiêu thụ của Công ty CP Than Cao Sơn [3]

2.1.2.2. Trạm nghiền tuyển băng tải đá số 1, 2

Sử dụng tuyển băng tải đổ thải lên bãi thải Bàng Nâu và bãi thải trong mỏ lộ thiên Khe Chàm II. Trong quá trình thực hiện cần di chuyển tuyển băng tải đá gồm di chuyển tuyển băng cố định, tuyển băng di động và hệ thống dỡ thải từ bãi thải Bàng Nâu sang bãi thải trong mỏ lộ thiên Khe Chàm II. Sử dụng băng tải có chiều rộng 2,2 m với công suất chạy hơn 10.000 tấn đá/giờ để vận chuyển đất đá giúp tiết kiệm chi phí sản xuất, hạn chế phát sinh khí bụi gây ô nhiễm môi trường. Ngoài ra, việc sử dụng mật độ xe chạy dày đặc trên công trường dễ gây mất an toàn giao thông và ô nhiễm môi trường do tiếng ồn, bụi phát tán. Do đó việc sử dụng băng tải sẽ giúp kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí. Tuy nhiên, hoạt động vận tải đất đá tại các trạm nghiền vẫn có nguy cơ phát sinh bụi nhưng hàm lượng thấp do đã được che phủ để đảm bảo giảm khả năng phát tán khí bụi ra môi trường.



Hình 2.5. Tuyển băng tải đá đang hoạt động tại mỏ than Cao Sơn [16]

2.1.3. Khu vực bãi thải

Đất đá thải phát sinh của mỏ Cao Sơn là 794.857.122 m³; đá thải, xỉ thải của hoạt động sàng tuyển hàng năm khoảng 112.000 tấn/năm. Hoạt động đổ thải sẽ gây phát sinh lượng bụi cùng tiếng ồn khu vực bãi thải. Theo thống kê tại mỏ than Cao Sơn hiện thực hiện đổ thải tại 07 bãi thải như bãi thải Bàng Nâu, bãi thải Đông Khe Sim - Nam Khe Tam, bãi thải Khe Chàm III, bãi thải trong Khe Tam, bãi thải trong Thắng Lợi, bãi thải trong lộ thiên Khe Chàm II và bãi thải trong Gầm Cao Sơn theo Quyết định số 3928/QĐ-BTNMT ngày 30/12/2022. Đất đá thải phát sinh được đổ thải đúng hộ chiếu và đổ thải tại theo khối lượng tính toán và theo quy định. Các thông số, kích thước của bãi thải tuân thủ theo Quy chuẩn Việt Nam 04:2009/BCT - Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về an toàn trong khai thác mỏ lộ thiên. Dung tích và thời gian đổ thải được trình bày tại Bảng 2.1.

Bảng 2.1. Dung tích và thời gian đổ thải của các bãi thải [2]

TT	Tên bãi thải	Khối lượng đổ thải, 10 ³ m ³	Cột cao thiết kế	Thời gian đổ thải	Ghi chú
1	Bãi thải Bàng Nâu	59.700	+295	Năm thứ 01 ÷ năm thứ 03	Bãi thải ngoài
2	Bãi thải trong lộ thiên Khe Chàm II	339.000	+295	Năm thứ 02 ÷ năm thứ 14	Bãi thải trong
3	Bãi thải Nam Khe Tam và Đông Khe Sim	3.500	+295	Năm thứ 03 ÷ năm thứ 05	Bãi thải ngoài
4	Bãi thải Khe Chàm III	7.500	+250	Năm thứ 03 ÷ năm thứ 05	Bãi thải ngoài
5	Bãi thải trong Khe Tam	27.000	+295	Năm thứ 02 ÷ năm thứ 06	Bãi thải trong
6	Bãi thải trong Thắng Lợi	83.000	+255	Năm thứ 04 ÷ năm thứ 10	Bãi thải trong
7	Bãi thải trong Gầm Cao Sơn	275.157	+60	Năm thứ 10 ÷ năm thứ 22	Bãi thải trong
	Tổng	794.857		Năm thứ 01 ÷ năm thứ 22	

Một số thông tin chính về các bãi thải đang hoạt động của mỏ Cao Sơn

- BT Bàng Nâu: nằm ở phía Tây Bắc khai trường mỏ than Cao Sơn, hiện là bãi thải chính của mỏ than Cao Sơn với khối lượng đổ thải của mỏ Cao Sơn là 59.700.000 m³; diện tích thiết kế 328,71 ha; chiều cao thiết kế tối đa +295 m; chiều cao tầng thải từ 30 m đến 50 m.

- BT trong lộ thiên Khe Chàm II: là khai trường và một phần bãi thải Bàng Nâu thuộc phần đồ thải của mỏ lộ thiên Khe Chàm II dự án Khai thác lộ thiên mỏ Khe Chàm II (điều chỉnh) thuộc Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV quản lý. Sau khi dự án Khai thác lộ thiên mỏ Khe Chàm II (điều chỉnh) kết thúc, Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV sẽ tuân thủ các quy định của pháp luật để tiếp tục đồ thải tại khu vực này. Khối lượng đồ thải của mỏ Cao Sơn là 339.000.000 m³; diện tích thiết kế 330,25 ha; chiều cao thiết kế tối đa +295 m; chiều cao tầng thải từ 30 m đến 50 m.

- BT Đông Khe Sim và Nam Khe Tam: nằm ở phía Tây Nam khai trường mỏ Cao Sơn, cách khai trường mỏ khoảng 3km. Bãi thải nằm trên sườn Bắc của dãy núi Khe Sim và trong thung lũng Nam Khe Tam (đồng thời là khai trường lộ thiên Nam Khe Tam của Tổng công ty Đông Bắc). Theo Quy hoạch bãi thải được quy hoạch cho các mỏ gồm mỏ Đèo Nai, mỏ Cao Sơn, mỏ lộ thiên Khe Chàm II, mỏ Đông Đá Mài, mỏ Tây Khe Sim. Khối lượng đất đá đồ thải tại mỏ là 3.500.000 m³; diện tích thiết kế 87,86 ha; chiều cao thiết kế tối đa +295 m; chiều cao tầng thải từ 30 m đến 50 m.

- Bãi thải Khe Chàm III: nằm ở phía Tây Bắc của khai trường mỏ than Cao Sơn. đã được phê duyệt Quy hoạch chi tiết tỷ lệ 1/500 - Bãi thải Khe Chàm III tại Quyết định số 2316/QĐ-UBND ngày 29/4/2022. Khối lượng đồ thải của mỏ Cao Sơn là 7.500.000 m³; diện tích thiết kế 33,88 ha; chiều cao thiết kế tối đa +250 m; chiều cao tầng thải từ 30 m đến 50 m.

- BT trong Khe Tam: khu vực bãi thải trong Khe Tam trước đây là moong khai thác của mỏ Dương Huy. Hiện nay, dự án này đã kết thúc, Công ty Cổ phần Than Dương Huy - TKV đã bàn giao đất lại cho địa phương, Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV đang tiến hành thực hiện các thủ tục theo quy định của pháp luật để đồ thải tại khu vực này. Khối lượng đất đá thực hiện đồ thải của mỏ là 27.000.000 m³; diện tích thiết kế 133,31 ha; chiều cao thiết kế tối đa +295 m; chiều cao tầng thải từ 30 m đến 50 m.

- Bãi thải trong Thắng Lợi: Hiện nay khu vực bãi thải trong Thắng Lợi thuộc ranh giới của mỏ Cọc Sáu. Sau khi dự án Đầu tư xây dựng mỏ than Cọc Sáu kết thúc (31/12/2025), Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV sẽ tiến hành thực hiện các thủ tục theo quy định của pháp luật để đồ thải tại khu vực này. Khối lượng đồ thải là 83.000.000 m³; diện tích thiết kế 112,83 ha; chiều cao thiết kế tối đa +255 m; chiều cao tầng thải từ 30 m đến 50 m.

- Bãi thải trong Gầm Cao Sơn: được hình thành sau khi mỏ than Cao Sơn kết thúc khai thác một phần khai trường phía Đông và phía Bắc. Khối lượng đồ thải là 275.157.000 m³; diện tích thiết kế 280 ha; chiều cao thiết kế tối đa +60 m; chiều cao tầng thải từ 30 m đến 50 m.

2.1.4. Khu vực tuyến đường vận chuyển

Hoạt động vận chuyển từ hoạt động khai thác than có thể gây một số tác động đến môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn đặc biệt vào thời tiết khí hậu khô hạn sẽ làm gia tăng nguy cơ phát tán bụi cao. Tổng khối lượng đất đá thải của mỏ than Cao Sơn dự kiến phát sinh khoảng 794.857.122 m³. Hiện tại, mỏ than Cao Sơn đang sử dụng hình thức vận tải hỗn hợp gồm vận tải liên hợp ô tô băng tải và vận tải bằng ô tô. Trong đó, hệ thống băng tải được đưa vào vận hành thương mại từ năm 2016 với công suất trung bình 20 triệu m³/năm và dự kiến tuổi thọ của tuyến băng sẽ kéo dài 15 năm ÷ 20 năm. Các ô tô vận tải có tải trọng 50 tấn ÷ 60 tấn; 90 tấn ÷ 100 tấn; 130 tấn ÷ 150 tấn để vận tải đất đá thải.

Tổng khối lượng than nguyên khai cần vận chuyển của mỏ than Cao Sơn là 65.994.181 tấn. Hiện tại, mỏ Cao Sơn sử dụng hình thức vận tải than nguyên khai bằng ô tô tự đổ có tải trọng 35 tấn ÷ 40 tấn và các xe 50 tấn ÷ 60 tấn, than được vận chuyển về mặt bằng +50 để chế biến. Trong những tháng mùa khô sẽ tập trung các thiết bị vận tải để phục vụ công tác vận tải than nguyên khai, sang những tháng mùa mưa, khối lượng vận tải không lớn sẽ huy động các xe chở than đi vận tải đất đá thải, làm công tác phụ trợ chỉ còn một số các xe 35 tấn ÷ 40 tấn chở than nguyên khai.

Một số nguồn chính phát sinh từ hoạt động vận chuyển có khả năng gây ảnh hưởng đến môi trường không khí cần được quan tâm, cụ thể:

2.1.4.1. Đường vận chuyển than, đất đá thải trong khai trường



Hình 2.6. Hoạt động vận chuyển than và đất trong khai trường

Việc vận chuyển và đổ thải bằng ô tô dẫn đến nhiều nguy cơ gây ô nhiễm môi trường do tiếng ồn và bụi phát tán ra môi trường, đặc biệt là sự ma sát giữa bánh xe

với nền đường. Do đó, cần thực hiện các giải pháp phù hợp để kiểm soát lượng bụi phát tán gây suy thoái và ô nhiễm môi trường không khí.

2.1.4.2. Đường vận chuyển đi bãi thải Bàng Nâu

Trước đây, hoạt động vận chuyển đất đá thải mỏ từ khai trường đến bãi thải với quãng đường 7 km được thực hiện bằng ô tô tải. Tuy nhiên, do đầu tư phương tiện vận chuyển lớn lại nguy cơ phát sinh nhiều khí bụi nên Công ty đã chuyển hình thức vận chuyển đất đá thải đi BT Bàng Nâu kết hợp hình thức vận tải bằng băng tải. Tuyến băng tải đã được lắp đặt hoàn thiện, nối từ khu vực khai trường đến đỉnh +300 m của BT Bàng Nâu.



Hình 2.7. Hệ thống băng tải đá trên mặt bằng +300 m của BT Bàng Nâu [21]

Đất đá từ các gương tầng được vận chuyển bằng ô tô tới các trạm nghiền, sau đó được vận chuyển bằng băng tải tới bãi thải, tại khu vực đổ thải sẽ sử dụng băng tải di động. Băng tải di động này sẽ cấp lên các máy trung chuyển. Các máy này tương ứng sẽ cấp lên các máy rót đá bãi thải. Các máy rót đá bãi thải kết hợp với máy gạt và các thiết bị khác sẽ rót đất đá thải theo quy định. Việc vận chuyển bằng băng tải đá di động đã giúp mô giảm được khoảng 40% lượng xe ô tô hoạt động trên các tuyến đường mỏ, cũng sẽ giảm bớt được lượng khí bụi phát tán từ các phương tiện và trên tuyến đường vận chuyển ra môi trường, góp phần đảm bảo chất lượng môi trường không khí khu vực.

2.2. Đánh giá hiện trạng chất lượng môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn

2.2.1. Hiện trạng chất lượng môi trường không khí

Để thực hiện đánh giá hiện trạng môi trường không khí tại mỏ than Cao Sơn, thực hiện thu thập và tổng hợp số liệu kết quả quan trắc theo 2 mùa (mùa mưa và mùa khô)

năm 2024, so sánh với tiêu chuẩn QCVN 05:2023/BTNMT; QCVN 24:2016/BYT; QCVN 26:2010/BTNMT; QCVN 27:2010/BTNMT (6h÷21h); QCVN 03:2019/BYT (giá trị giới hạn tiếp xúc cho phép của 50 yếu tố hóa học tại nơi làm việc); QCVN 27:2016/TT-BYT (độ rung tại nơi làm việc).

Kết quả đánh giá cho thấy hàm lượng bụi lơ lửng trong môi trường không khí khu khai trường Cao Sơn của Công ty CP Than Cao Sơn - TKV tại thời điểm quan trắc dao động từ $243 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \div 299 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ và đều thấp hơn giới hạn cho phép theo QCVN 05:2023/BTNMT (TB 1h). Độ ồn đo được trong thời điểm quan trắc khu khai trường Cao Sơn dao động từ $50,3 \div 81,6 \text{ dBA}$ và đều thấp hơn GHCP theo QCVN 24:2016/BYT. Độ rung trong môi trường không khí tại các vị trí quan trắc ở khu khai trường Cao Sơn thay đổi từ 43 dB đến 78 dB và đều thấp hơn GHCP theo QCVN 27:2016/BYT. Các khí SO_2 , NO_2 phát sinh trong mỏ thấp, hầu hết đều thấp hơn QCCP. Tổng hợp kết quả nồng độ bụi và khí SO_2 theo mùa mưa và mùa khô tại một số vị trí quan trắc được trình bày tại bảng 2.2 và hình 2.8, 2.9 dưới đây:

Bảng 2.2. Kết quả quan trắc nồng độ bụi và khí SO_2 trung bình vào mùa khô và mùa mưa năm 2024 của Công ty cổ phần Than Cao Sơn – TKV [1,4]

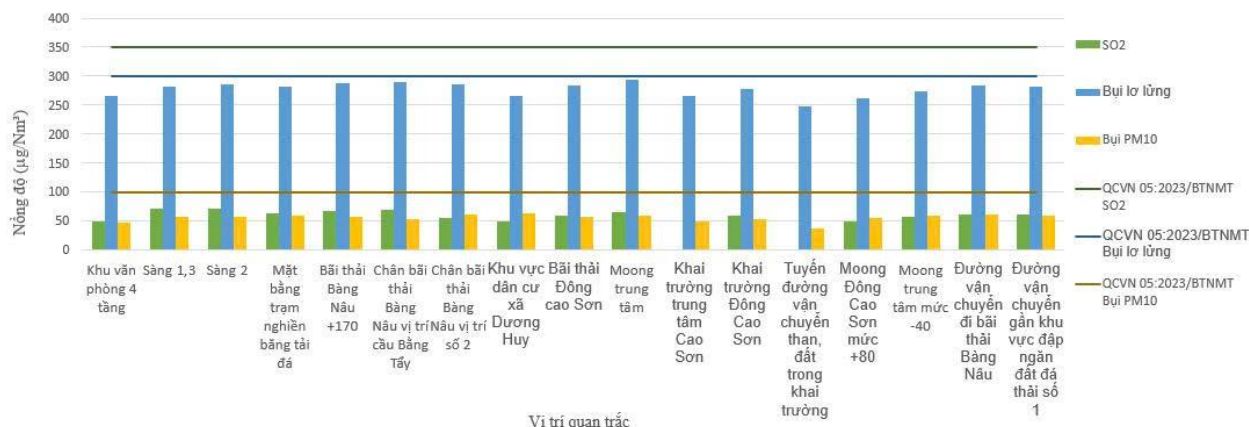
Đơn vị: $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

TT	Vị trí quan trắc	Mùa mưa			Mùa khô		
		Thông số quan trắc			Thông số quan trắc		
		SO_2	Bụi lơ lửng	Bụi PM10	SO_2	Bụi lơ lửng	Bụi PM10
K3	Khu văn phòng 4 tầng	48,5	266,5	47,5	50	269,5	51,5
K5	Sàng 1, 3	71	282,5	56,5	70	293	60
K6	Sàng 2	71	286	57,5	74	297,5	61
K9	Mặt bằng trạm nghiền băng tải đá	63	282,5	58,5	55,5	289	60,5
K11	Bãi thải Bàng Nâu +170	66,5	287,5	56,5	63	294	63,5
K12	Chân bãi thải Bàng Nâu vị trí cầu Bàng Tẩy	69	290	53,5	67	293	55,5
K16	Chân bãi thải Bàng Nâu vị trí số 2	55,5	286	61,5	54	278,5	64

TT	Vị trí quan trắc	Mùa mưa			Mùa khô		
		Thông số quan trắc			Thông số quan trắc		
		SO ₂	Bụi lơ lửng	Bụi PM10	SO ₂	Bụi lơ lửng	Bụi PM10
K17	Khu vực dân cư xã Dương Huy	49,5	265	63,5	59	259,5	67
K18	Bãi thải Đông Cao Sơn	58,5	284,5	56	56,5	291	55
K19	Moong trung tâm	64,5	293	59,5	60,5	295,5	61
K20	Khai trường trung tâm Cao Sơn	–	265,5	49,5	–	295	58
K21	Khai trường Đông Cao Sơn	59	277,5	52	53,5	291,5	56,5
K24	Tuyến đường vận chuyển than, đất trong khai trường	–	248,5	37	60	292,5	50
K25	Moong Đông Cao Sơn mức +80	49,5	262,5	54,5	44,5	269	57,5
K27	Moong trung tâm mức -40	56	273	59,5	62	276	61,5
K29	Đường vận chuyển đi bãi thải Bàng Nâu	61	283	61,5	64,5	292	64
K30	Đường vận chuyển gần khu vực đập ngăn đất đá thải số 1	60,5	281,5	58,5	53,5	280,5	65,5
QCVN 05:2023/BTNMT		350	300	100	350	300	100

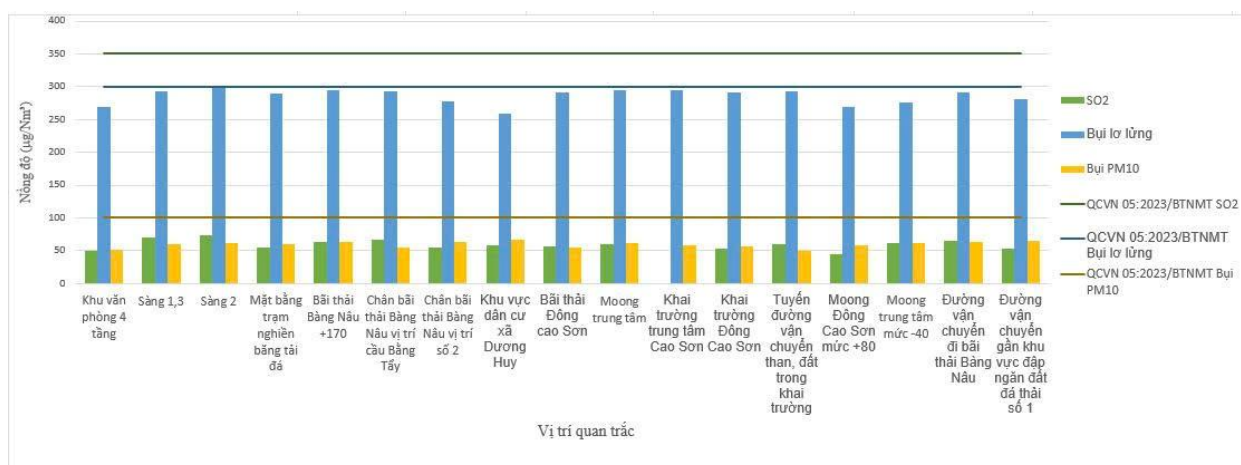
Dựa vào kết quả quan trắc chất lượng môi trường không khí của mỏ than Cao Sơn cho thấy vào mùa mưa cho thấy nồng độ khí SO₂ tại tất cả các vị trí quan trắc đều thấp hơn so với giới hạn QCVN 05:2023/BTNMT, giá trị cao nhất cũng chỉ là 71 µg/Nm³. Điều này cho thấy nồng độ khí SO₂ tại mỏ Cao Sơn đang được kiểm soát tốt và nằm trong ngưỡng an toàn. Nồng độ bụi lơ lửng tại các vị trí có giá trị quan trắc dao động trong khoảng 250 µg/Nm³ đến gần 300 µg/Nm³. Mặc dù vẫn dưới ngưỡng quy định, nhưng nồng độ bụi lơ lửng đang ở mức khá cao và cần được quan tâm kiểm soát. Với nồng độ bụi PM10, kết quả quan trắc cho thấy nồng độ bụi tại tất cả các vị trí quan trắc đều thấp hơn so với giới hạn QCVN là 150 µg/Nm³, giá trị quan trắc cao nhất là

63,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Kết quả quan trắc cũng cho thấy nồng độ giữa các vị trí quan trắc đều có sự dao động khác nhau, tập trung cao nhất tại khu vực moong trung tâm và chân bãi thải Bàng Nâu; thấp nhất tại khu vực văn phòng 4 tầng và khu vực dân cư xã Dương Huy.



Hình 2.8. Kết quả quan trắc khí SO₂, TSP, PM10 vào mùa mưa năm 2024 [1,4]

Kết quả quan trắc vào mùa khô cho thấy, nồng độ SO₂ đều thấp hơn đáng kể so với GHCP là 350 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Các giá trị quan trắc dao động trong khoảng tương đương với mùa khô. Nồng độ bụi lơ lửng tại tất cả các vị trí quan trắc trong mùa khô vẫn thấp hơn QCCP là 300 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Tuy nhiên, so với mùa mưa, nồng độ bụi lơ lửng có xu hướng tăng ở một vài vị trí quan trắc. Mặc dù vậy, mức tăng này không quá lớn và vẫn nằm dưới ngưỡng cho phép. Tương tự như kết quả quan trắc vào mùa mưa, nồng độ bụi PM10 tại tất cả các vị trí quan trắc trong mùa khô cũng thấp hơn giới hạn QCCP (100 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$).

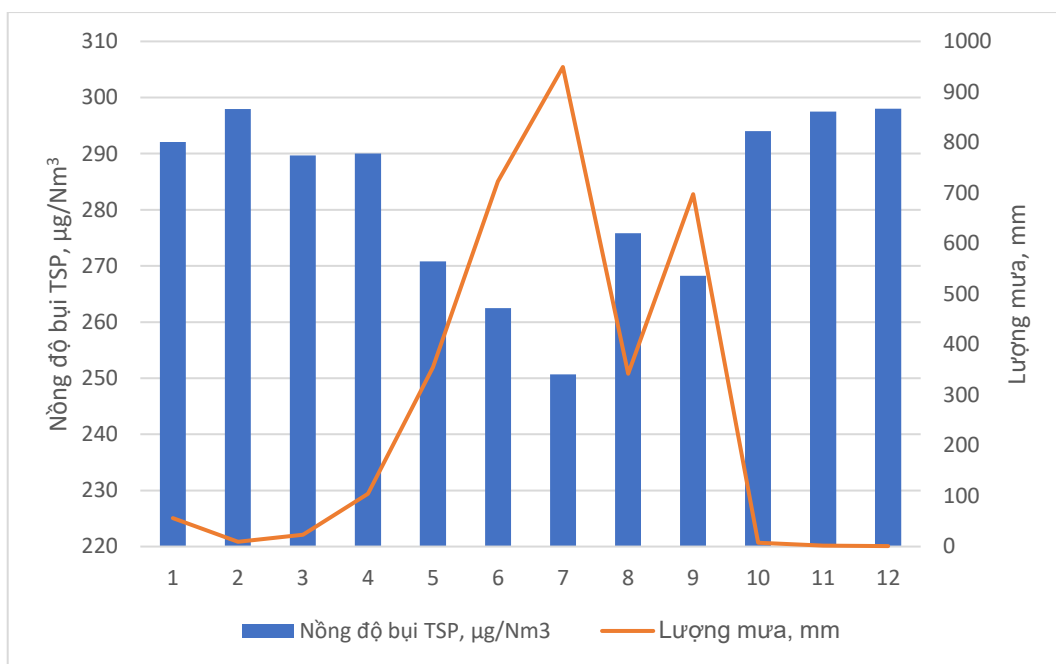


Hình 2.9. Kết quả quan trắc khí SO₂, bụi TSP, PM10 vào mùa khô năm 2024 [1,4]

Nghiên cứu cũng cho thấy các thông số quan trắc vào mùa khô cũng không có sự khác biệt đáng kể so với mùa mưa. Trong mùa khô, nồng độ bụi lơ lửng vẫn là cao nhất so với SO₂ và bụi PM10 tại hầu hết các vị trí quan trắc. Nồng độ SO₂ duy trì ở mức thấp và ổn định giữa hai mùa. Vào mùa khô, bụi lơ lửng có xu hướng tăng nồng độ tại một số vị trí các điểm quan trắc tại quan trắc tại moong trung tâm: 295 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (tăng 0,7%),

Chân bãi thải Bàng Nâu, vị trí cầu Bàng Tây: 293 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (tăng 1,03%), Bãi thải Bàng Nâu +170: 294 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (tăng 2,3%), Sàng 2: 297,5 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (tăng 4,06%), Bãi thải Đông cao Sơn: 291 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ (tăng 2,3%).

Nghiên cứu cũng đã tổng hợp, đánh giá được sự biến thiên nồng độ bụi TSP theo lượng mưa như hình 2.10. Kết quả cho thấy vào những tháng mùa mưa, nồng độ bụi có xu hướng giảm hơn so với những tháng mùa khô, ít mưa. Điều này cho thấy mưa đã góp phần làm sạch không khí của khu vực mỏ than.



Hình 2.10. Đồ thị biểu diễn quan hệ giữa nồng độ bụi TSP và lượng mưa

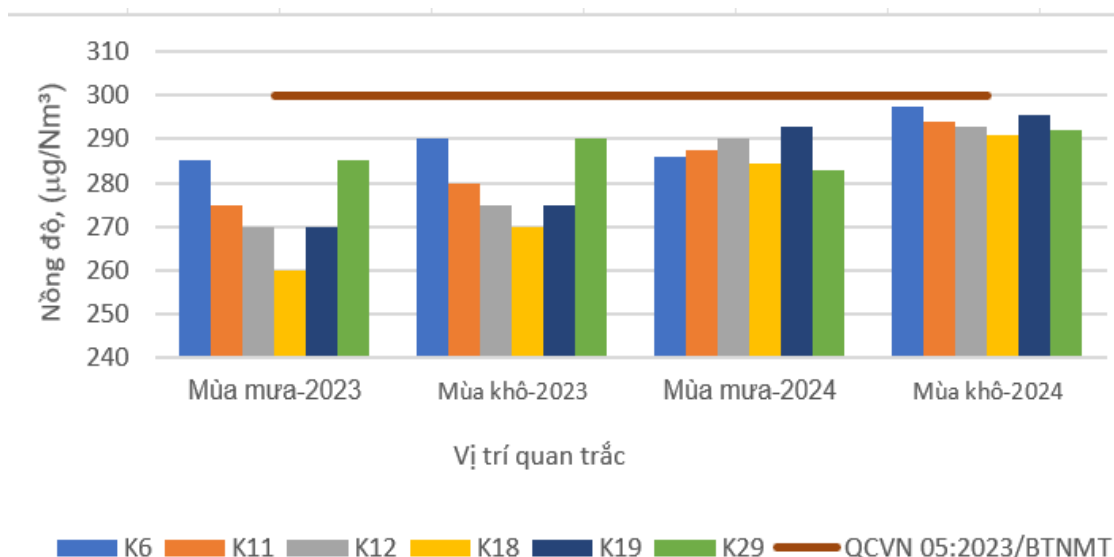
Nhìn chung, chất lượng không khí tại mỏ Cao Sơn, xét về nồng độ SO_2 , bụi lơ lửng và bụi PM_{10} , đều nằm trong GHCP của QCVN trong cả mùa khô và mùa mưa. Tuy nhiên, nồng độ bụi lơ lửng đang ở mức cao hơn so với SO_2 và PM_{10} . Kết quả khảo sát cũng cho thấy các nguồn gây tác động đến môi trường không khí khu vực tập trung chủ yếu từ hoạt động khai thác và vận chuyển than. Cụ thể bụi phát sinh từ hoạt động nổ mìn, xúc bốc đất đá, nghiền sàng than và vận chuyển; khí thải từ phương tiện, máy móc cùng các nhà máy tuyển than nhiệt điện lân cận; ngoài ra còn bị ảnh hưởng từ các hoạt động dân sinh gần khu vực khai thác. Do đó, cần tiếp tục chú trọng và có các biện pháp kiểm soát bụi lơ lửng hiệu quả hơn, đặc biệt là khi chuyển mùa.

Ngoài yếu tố bụi lơ lửng, độ ồn là một chỉ tiêu quan trọng đối với môi trường làm việc. Tác động của tiếng ồn làm giảm khả năng nghe, gây bệnh điếc và các hậu quả xấu. Kết quả quan trắc tiếng ồn tại khu khai trường mỏ than Cao Sơn cho thấy độ ồn dao động từ 50,3 ÷ 81,6 dBA và đều thấp hơn GHCP theo QCVN 24:2016/BYT. Trong đó, độ ồn phát sinh lớn nhất tại khu vực nhà sàng, tiếp đến là khu vực mặt bằng trạm nghiền băng tải đá và chân bãi thải Bàng Nâu [4]. Kết quả đánh giá định kỳ của

Công ty cũng cho thấy độ ồn có xu hướng suy giảm trong những năm trở lại đây do có sự cải tiến trong công nghệ sản xuất và vận hành khai thác tại mỏ.

2.2.2. Đánh giá chất lượng không khí khu vực mỏ than Cao Sơn

Căn cứ trên các số liệu quan trắc tại khu vực mỏ than Cao Sơn, nghiên cứu đã tổng hợp đánh giá chất lượng không khí khu vực mỏ than theo thời gian quan trắc, chi tiết dưới hình 2.11.



Hình 2.11. Diễn biến nồng độ bụi lơ lửng theo mùa và thời gian [1, 4]

Ghi chú:

K6 – Vị trí Sàng 2; K11 - Bãi thải Bàng Nâu +170; K12 - Chân bãi thải Bàng Nâu vị trí cầu Bằng Tẩy; K18 - Bãi thải Đông cao Sơn; K19 - Moong trung tâm; K29 - Đường vận chuyển đi bãi thải Bàng Nâu

Kết quả tổng hợp cho thấy nồng độ bụi lơ lửng có sự gia tăng theo thời gian và giữa các vị trí quan trắc tuy nhiên vẫn nằm trong giới hạn cho phép của QCVN05:2023/BTNMT. Trong đó tập trung chủ yếu tại khu vực khai trường và chân bãi thải, điều này cho thấy do Công ty đã tăng công suất, mở rộng hoạt động khai thác trong năm vừa qua dẫn đến sự gia tăng cao nồng độ bụi lơ lửng. Song do Công ty có sự tập trung đầu tư công nghệ sản xuất và xây dựng nhiều giải pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí, giảm thiểu lượng bụi phát sinh nên nồng độ bụi vẫn đạt quy chuẩn cho phép.

Ngoài ra, để đánh giá tổng thể chất lượng không khí, dựa vào Quyết định số 1459/QĐ-TCMT về việc Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI) ban hành năm 2019, tác giả đã thực hiện tính toán chỉ số AQI theo 2 mùa: mùa mưa và mùa khô. Trong đó, giá trị AQI được tính toán dựa

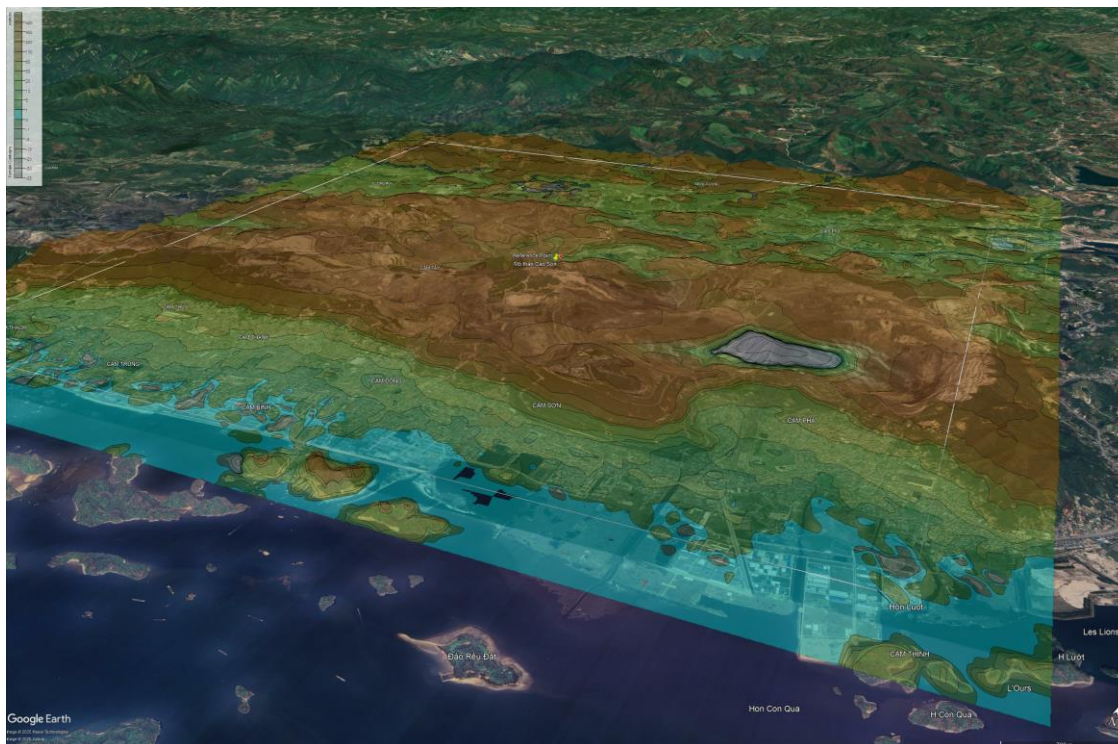
trên số liệu tổng hợp của 5 chất ô nhiễm chính, bao gồm: O₃, bụi PM_{2.5} và PM₁₀, CO, SO₂ và NO₂. Kết quả tính toán chỉ số AQI được trình bày chi tiết trong bảng 2.3.

Bảng 2.3. Kết quả tính toán chỉ số AQI không khí khu vực mỏ than Cao Sơn

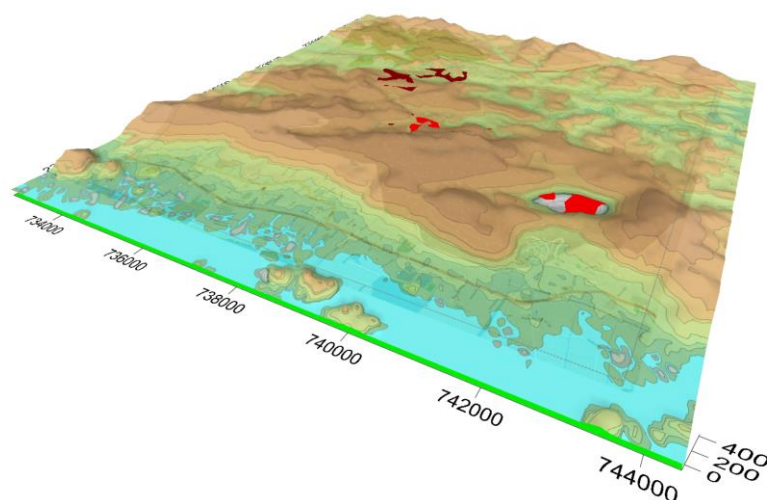
TT	Thời gian quan trắc	Giá trị AQI _{TB}	Thang ô nhiễm so sánh theo AQI	
			Chỉ số AQI	Mức ô nhiễm (thang màu sắc)
1	Mùa mưa	40	0 ÷ 50	Chất lượng tốt (Xanh dương)
2	Mùa khô	56	51 ÷ 100	Ô nhiễm trung bình (Vàng)

Kết quả tính toán cho thấy, môi trường không khí vào mùa mưa tốt, không gây ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động và dân cư khu vực mỏ than Cao Sơn. Vào mùa khô, chất lượng không khí tổng hợp có mức độ ô nhiễm trung bình và ở mức chấp nhận được. Giá trị AQI vượt so với thang quy chuẩn không nhiều. Giá trị này cũng hạn chế tiếp xúc đối với nhóm người nhạy cảm (người già, trẻ em, người mắc các bệnh lý nền hô hấp...), giảm thời gian ở bên ngoài và có thể chịu những tác động nhất định tới sức khỏe. Tuy nhiên, trong phạm vi khu vực mỏ chủ yếu là công nhân lao động với quy mô rộng và thời gian tiếp xúc trực tiếp không lớn. Do đó, mức độ ảnh hưởng của hoạt động khai thác đến môi trường không khí và người lao động không cao.

Dựa trên kết quả tổng hợp, đánh giá cùng tính toán chỉ số AQI, nghiên cứu cũng đã sử dụng mô hình AERMOD để dự báo được sự khuếch tán bụi tại khu vực mỏ than Cao Sơn, với phối cảnh 3D khu vực mỏ than trên nền bản đồ vệ tinh như hình 2.12.

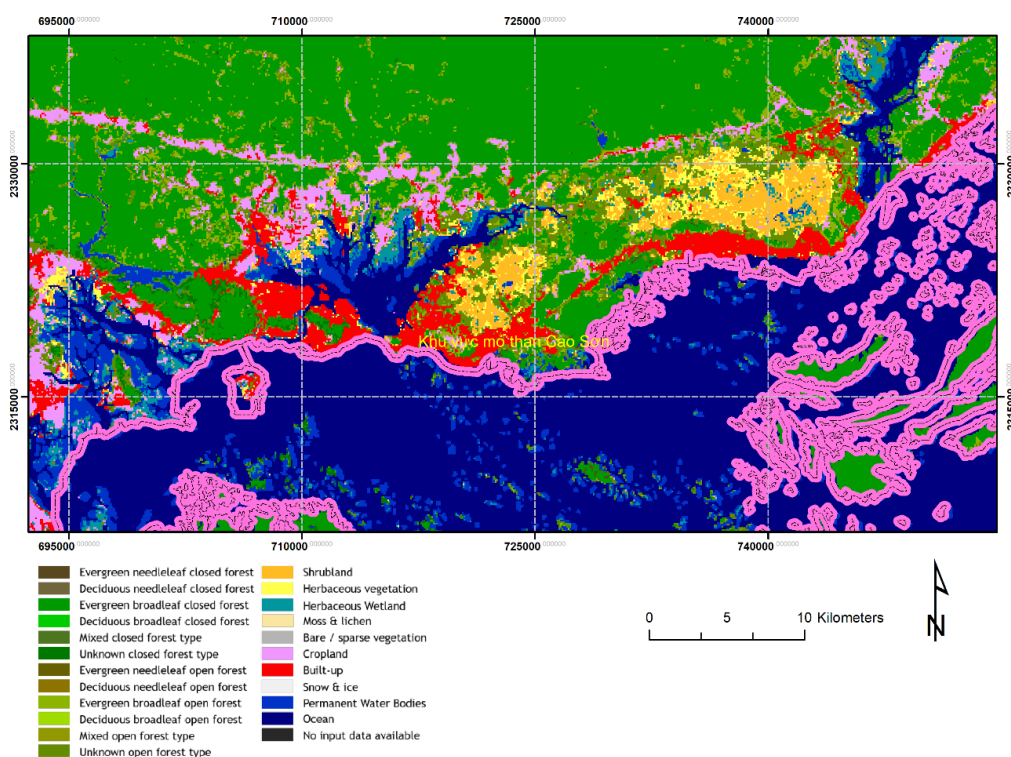


Hình 2.12. Phối cảnh 3D khu vực mỏ than Cao Sơn trên nền bản đồ vệ tinh



Hình 2.13. Phối cảnh 3D vị trí nguồn thải và các khu vực có địa hình cao trên khu vực nghiên cứu (độ phóng đại cao độ 1.5 lần so với phương ngang)

Dữ liệu lớp phủ bề mặt khu vực mỏ than cũng được xây dựng để đưa vào mô hình dự báo khuếch tán lan truyền khí bụi AERMOD như hình 2.14.



Hình 2.14. Xây dựng dữ liệu thảm phủ bề mặt

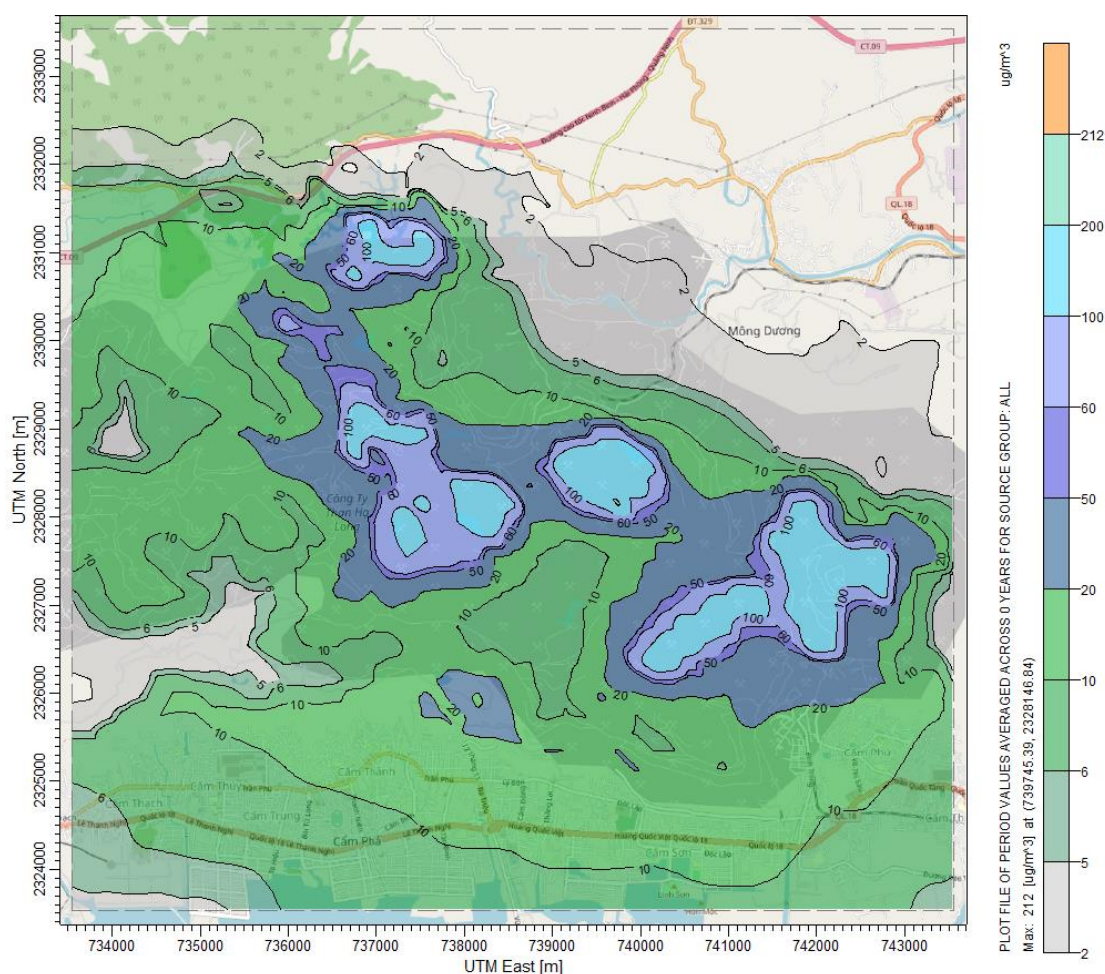
Kết quả đánh giá mức độ tác động do khí thải phát sinh từ mỏ than Cao Sơn được thể hiện qua các kịch bản lan truyền khác nhau. Để đánh giá mức độ tác động, kết quả mô phỏng sẽ được so sánh với quy định về ngưỡng tối đa của các chất khí độc hại trong môi trường theo QCVN 05-2023/BTNMT. Bảng trích lục về ngưỡng quy định của hai tiêu chuẩn trên được thể hiện tại bảng 2.4.

Bảng 2.4. Ngưỡng quy định của một số chất khí độc hại trong môi trường không khí xung quanh ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) theo QCVN 05:2023/BTNMT

TT	Thông số	Trung bình 1 giờ	Trung bình 8 giờ	Trung bình 24 giờ	Trung bình năm
1	Tổng bụi lơ lửng (TSP)	300	-	200	100
2	PM10	-	-	100	50

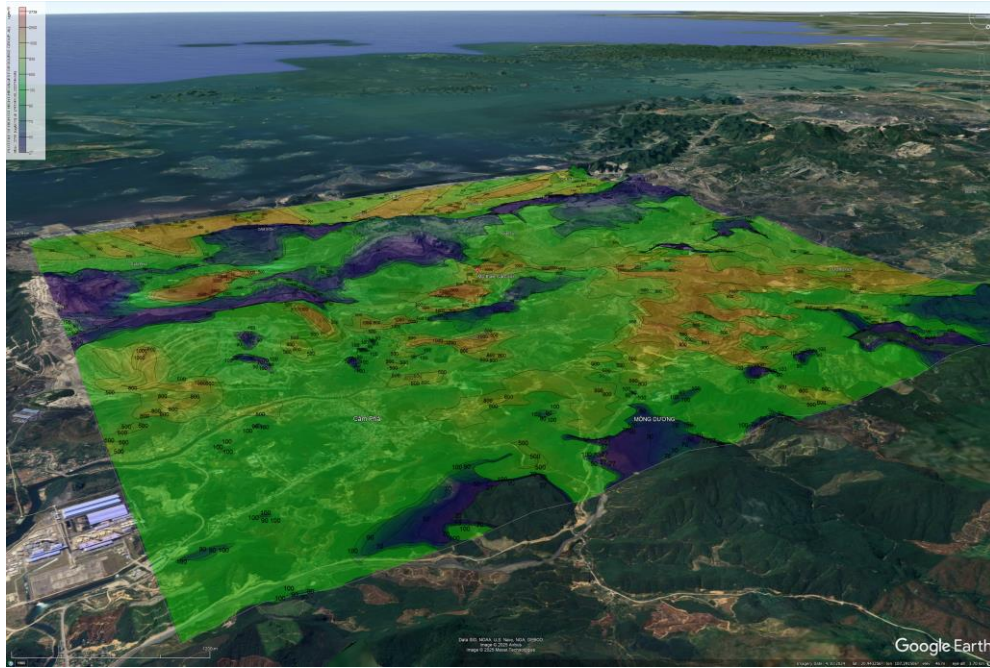
Ghi chú: dấu (-) là không quy định

Kết quả mô hình dự báo đánh giá sự phân bố nồng độ TSP trung bình tại khu vực mỏ than Cao Sơn được thể hiện trên hình 2.15.



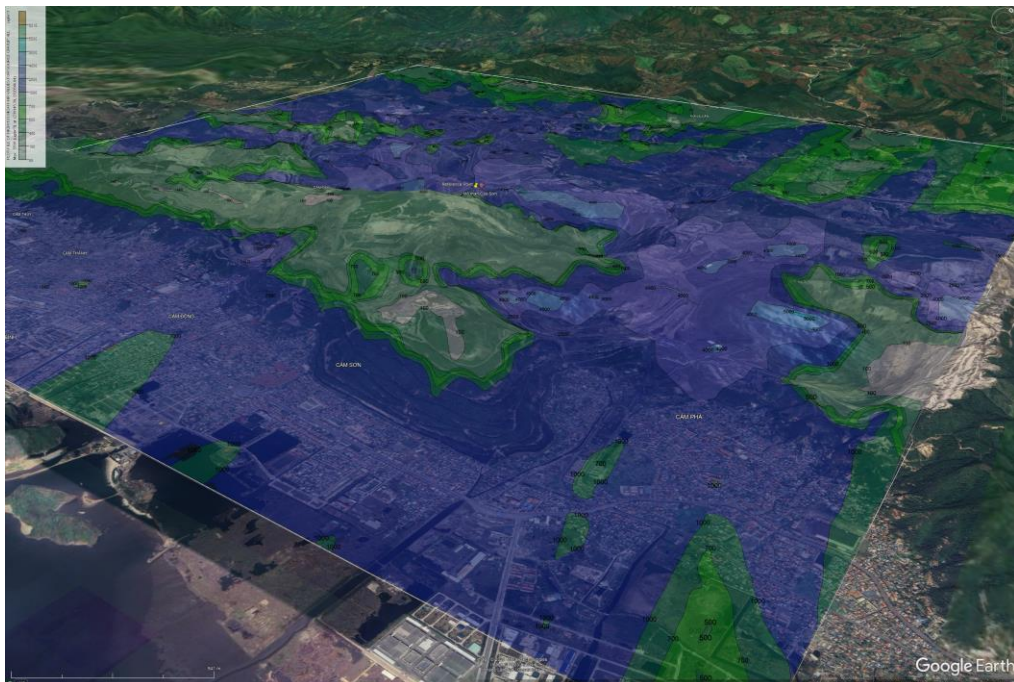
Hình 2.15. Sơ đồ phân bố nồng độ TSP trung bình tại khu vực mỏ than Cao Sơn

Kết quả mô hình dự báo mô phỏng cho thấy nồng độ bụi TSP trung bình tập trung cao ở khu vực moong khai thác, khai trường và bãi thải với nồng độ trong khoảng từ $100 \div 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ còn ở các khu vực lân cận mỏ và gần khu vực dân cư xung quanh, nồng độ bụi tương đối thấp, đều dưới ngưỡng cho phép. Điều này cũng phù hợp với kết quả tính toán chỉ số AQI để đánh giá mức độ tác động của các chất ô nhiễm đến chất lượng môi trường không khí khu vực.

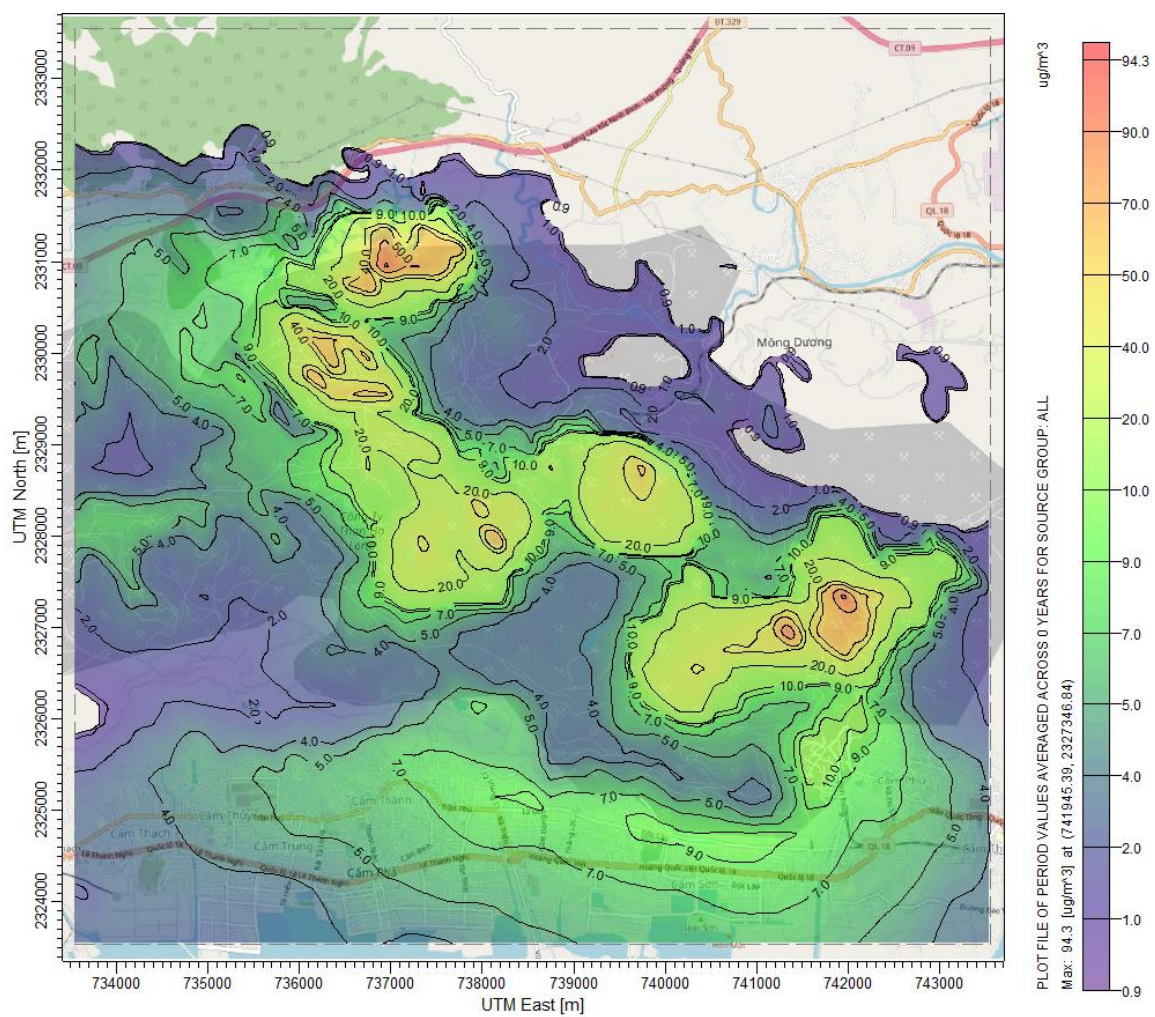


Hình 2.16. Sơ đồ lan truyền nồng độ bụi PM10 ở khu vực mỏ than Cao Sơn theo kịch bản cực đoan nhất trung bình 1 giờ phát thải

Tương tự, đối với bụi PM10, nồng độ bụi tương đối cao ở khu vực trung tâm khai thác, khu vực sàng tuyển và có các hoạt động đổ thải. Những khu vực này nhìn chung chỉ có tác động mạnh đối với người công nhân trực tiếp tham gia sản xuất. Càng xa khu vực khai thác và gần các khu vực dân cư lân cận, nồng độ bụi PM10 tương đối thấp và không gây tác động đến đời sống người dân. Kết quả dự báo mô phỏng thể hiện sự phân bố nồng độ bụi PM10 được thể hiện trên hình 2.17 và 2.18.



Hình 2.17. Sơ đồ lan truyền nồng độ bụi TSP ở khu vực mỏ than Cao Sơn theo kịch bản cực đoan nhất trung bình 1 giờ phát thải



Hình 2.18. Sơ đồ phân bố nồng độ PM10 trung bình khu vực mỏ than Cao Sơn

CHƯƠNG 3. ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG QUẢN LÝ, BẢO VỆ MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ TẠI MỎ THAN CAO SƠN VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP KIỂM SOÁT, GIẢM THIỂU Ô NHIỄM

3.1. Hiện trạng công tác quản lý, bảo vệ môi trường của mỏ than Cao Sơn

3.1.1. Hoạt động khai thác than và các tác động đến môi trường

Như đánh giá ở trên, việc khai thác than sẽ gây nhiều tác động đến môi trường do hoạt động và nguồn thải trong quá trình khai thác. Theo ước tính để đảm bảo sản lượng than khai thác, mỏ than Cao Sơn cần xúc bốc khoảng $65 \div 70$ triệu m^3 đất đá bình quân mỗi năm [5]. Đây là nguyên nhân dẫn đến sự gia tăng hàm lượng bụi, khí thải, làm ảnh hưởng đến chất lượng môi trường không khí khu vực. Ngoài hoạt động khai thác, hoạt động khoan, đào, phân tầng khai thác, nổ mìn, vận chuyển, đổ thải tại mỏ than Cao Sơn cũng tạo ra lượng khí bụi rất lớn cần được quan tâm kiểm soát. Trong các công đoạn phát thải chính, hoạt động nổ mìn để loại bỏ đất đá phủ trên bề mặt, phục vụ khai thác than đã tạo ra lượng khí bụi lớn và tiếng ồn, rung gây tác động đến môi trường không khí. Theo nghiên cứu cho thấy quá trình nổ mìn tại các mỏ lộ thiên thường sử dụng lượng thuốc nổ lớn, tạo ra những đám mây bụi cao từ 100 đến 150 m, với nồng độ bụi sau khi nổ có thể đạt từ 600 đến 5.000 mg/m^3 ở khoảng cách $30 \div 40$ m. Sau vụ nổ khoảng 38 giây, ở khoảng 50 m, hàm lượng CO có trong mây, khí bụi đạt 0,1%, khí NO_2 là 0,02% [9]. Ngoài ra, tại các khu vực khai trường, hoạt động xúc bốc bằng các loại máy móc lớn như máy đào, máy xúc... sẽ phát sinh lượng bụi và tiếng ồn lớn [7]. Tuy nhiên, hoạt động này chỉ gây tác động tức thời tại thời điểm có hoạt động nổ mìn và sau đó nồng độ khí bụi sẽ suy giảm khi có sự khuếch tán lan truyền trên phạm vi lớn.

Hoạt động sàng tuyển than, phân loại, tách đá cũng phát sinh lượng bụi và tiếng ồn rất lớn, gây ảnh hưởng trực tiếp đến công nhân làm việc tại phân xưởng. Tại mỏ than Cao Sơn, than nguyên khai sau sàng để tách đá quá cỡ, sàng tách cám, phần lớn được vận chuyển đến nhà máy sàng tuyển than Cửa Ông và nhà máy sàng tuyển than Khe Chàm để tiếp tục chế biến sâu. Phần còn lại tiếp tục được chế biến tại mặt bằng sàng và được tiêu thụ thông qua Công ty Kho vận và Cảng Cẩm Phả - TKV. Bên cạnh đó, bụi và khí thải cũng phát sinh từ các phương tiện hoạt động trong khu vực khai trường và trên tuyến đường vận chuyển đất đá thải từ khu vực khai thác đến các bãi thải. Trên công trường mật độ xe chạy dày đặc dễ gây mất an toàn giao thông và phát sinh tiếng ồn, bụi gây ô nhiễm môi trường. Trên quãng đường vận chuyển đất đá thải từ khai trường đến bãi thải là 7 km bằng ô tô tải cũng phát sinh lượng khí bụi, gây tác động đến môi trường không khí. Tuy nhiên, do các phương tiện đã được che phủ để đảm bảo giảm khả năng phát tán ra môi trường nên hàm lượng bụi phát sinh thấp, chủ

yếu là do sự ma sát giữa phương tiện và nền đường. Kết quả nghiên cứu đánh giá hiện trạng môi trường không khí tại khu vực mỏ than Cao Sơn cho thấy môi trường không khí tại khu vực khai trường khai thác lộ thiên chịu ảnh hưởng chủ yếu của tổng bụi lơ lửng, khí thải, khí nổ và tiếng ồn, đặc biệt là vào mùa khô, trong đó tập trung cao ở khu vực khai thác than lộ thiên, tuyến đường vận chuyển và khu vực sàng tuyển.

3.1.2. Hiện trạng quản lý môi trường không khí của mỏ than Cao Sơn

Để bảo vệ môi trường không khí, mỏ than Cao Sơn đã đánh giá được các nguồn phát sinh khí bụi từ đó đầu tư, xây dựng các giải pháp kiểm soát cụ thể như sau:

3.1.2.1. Tại khu vực các cụm sàng, máng ga, trạm nghiền:

Theo kết quả đánh giá cho thấy, công ty hiện đang sử dụng hệ thống phun sương dập bụi cố định và máy phun sương dập bụi công suất lớn tại các khu vực cụm sàng 1, 2, 3, máng ga và trạm nghiền số 2 hiện có. Đồng thời thực hiện thay thế, bổ sung khi cần để đảm bảo hiệu quả hoạt động của hệ thống phun sương dập bụi khu vực, cụ thể như sau:

a. Hệ thống phun sương dập bụi

- Khu vực cụm sàng 1: Gồm 32 cột phun tương ứng 32 vòi phun, mỗi cột phun dài 3,65 m; lưu lượng vòi phun 0,5 m³/giờ; cột áp đầu vòi phun 30 m H₂O. Các cột phun sương dọc tuyến kê chân cột được đổ bê tông; các cột phun sương tại các bunke và máng rót được cố định vào khung của tuyến băng tải.

- Khu vực cụm sàng 2: Gồm 31 cột phun tương ứng 31 vòi phun, mỗi cột phun dài 2,2m; lưu lượng vòi phun 0,5 m³/giờ; cột áp đầu vòi phun 30mH₂O. Các cột phun sương dọc tuyến kê chân cột được đổ bê tông; các cột phun sương tại các bunke và máng rót được cố định vào khung của tuyến băng tải.

- Khu vực cụm sàng 3: Hệ thống phun sương có 35 vòi phun; hiện thay mới 03 cột phun C5, C5A, C6; thay toàn bộ vòi phun, van cục bộ, ống nhánh HDPE (D20) và các phụ kiện kèm theo.

- Khu vực máng ga: Thay mới 26 vòi phun trên mặt các bunke chứa than, 28 vòi phun khu vực sàn 5m; thay mới van cục bộ (D20); thay mới toàn bộ đường ống nhánh HDPE (D20) và các phụ kiện kèm theo. Công suất 1 hệ thống phun sương là 50 m³/giờ. Nguồn nước được lấy từ nguồn nước sau xử lý tại trạm XLNT Cao Sơn - Tây Nam Đá Mài.

b. Súng phun sương dập bụi.

Công ty sử dụng 1 thiết bị phun sương dập bụi di động KCS400-150 số lượng đầu phun 110 (inox304); số vòng lắp đầu phun 3; bán kính phun xa từ 0 m ÷ 150 m; phạm vi bao phủ 63.200 m²; tổng công suất máy 125 kW; công suất động cơ quạt phun

110 kW. Ngoài ra, Công ty sử dụng thêm 1 thiết bị phun sương dập bụi di động Cloudtech Model CTFC120 bán kính phun xa 0 m ÷ 150 m; phạm vi bao phủ 68.500 m²; tổng công suất máy 84 kW; 8 cụm béc phun sương; công suất động cơ quạt phun sương 75 kW.

c. Tường chắn bụi khu vực cụm sàng 2

Kích thước dài x cao = 333 m x 17 m. Kết cấu: cột tường rào được đặt trên hệ móng cọc 300 x 300; móng và dầm móng sử dụng bê tông đá 1×2 M250; phần tường rào bằng tấm chắn đục lỗ thép; cột thép D141,3 x 5,56.

3.1.2.2. Khu vực bãi thải Bàng Nâu

Kết quả khảo sát cho thấy hiện nay Công ty đang sử dụng 11 hệ thống phun sương dập bụi để giảm thiểu bụi, khí thải phát sinh tại khu vực. Dưới đây là thông số kỹ thuật: 3 thiết bị phun sương dập bụi di động KCS400-150 với số lượng đầu phun 110 (inox304); số vòng lắp đầu phun 3; bán kính phun xa 0 m ÷ 150 m; phạm vi bao phủ 63.200 m²; tổng công suất máy 125 kW; công suất động cơ quạt phun 110 kW; áp lực gió 1.800 Pa; lưu lượng gió 4.500 m³/phút) cùng 8 hệ thống phun sương dập bụi Duztech Model A150-CLU công suất lớn tại khu vực bãi thải Bàng Nâu với các thông số tương đương.

Theo kết quả tham vấn, tổng hợp cho thấy nếu khi chủ cơ sở dừng hoạt động đổ thải tại BT Bàng Nâu, toàn bộ hệ thống phun sương dập bụi công suất cao này sẽ được di chuyển sang khu vực bãi thải lộ thiên Khe Chàm II để giảm thiểu phát sinh của bụi tại khu vực. Công suất máy phun sương dao động từ 12 m³/giờ/máy ÷ 15 m³/giờ/máy. Nguồn nước phục vụ công tác dập bụi khu vực bãi thải được khai thác từ nguồn nước mặt ở moong lộ via +21 Khe Chàm.



Hình 3.1. Súng phun sương dập bụi khu vực bãi thải Bàng Nâu

Thực hiện quy hoạch và trồng cây hoàn nguyên tại các khu vực đã kết thúc đổ thải, góp phần cải tạo và phục hồi môi trường sinh thái, đảm bảo mục tiêu "Đưa công viên vào trong mỏ, nhà máy" để hướng tới mô hình sản xuất xanh.

3.1.2.3. Khu vực tuyến đường vận chuyển

Theo kết quả khảo sát, Công ty sử dụng ô tô tải vận chuyển đất đá thải từ khai trường đến bãi thải với quãng đường là 7 km. Tuy nhiên, do các phương tiện đã được che phủ để đảm bảo giảm khả năng phát tán khí bụi ra môi trường nên hàm lượng bụi phát sinh thấp, chủ yếu là do sự ma sát giữa phương tiện và nền đường. Hiện tại, Công ty đã đầu tư các xe tưới nước chuyên dụng để giảm thiểu bụi, khí thải phát sinh tại khu vực tuyến đường vận chuyển. Tổng hợp các xe phun nước tưới đường được trình bày tại Bảng 3.1.

Bảng 3.1. Tổng hợp các xe phun nước tưới đường của mỏ than Cao Sơn [2]

TT	Loại xe	Số lượng, xe	Thể tích tích chứa
A	Xe tưới nước, rửa đường cao áp		
1	Huyndai HD320	02	17,2 m ³
2	Caterpillar 773E-GF13W	01	50 m ³
B	Xe tưới đường		
1	Kamaz Stec	04	12 m ³
2	Caterpillar	05	35 m ³
3	Komatsu HD465-7R	02	50 m ³
4	Komatsu HD325	03	35 m ³
5	Hyundai HD310	02	17 m ³
	Tổng	19	

- Đối với vận chuyển than từ khai trường về cụm sàng mỏ, chủ cơ sở duy trì thực hiện phun tưới nước thường xuyên với tần suất 05 lượt/ca (vào ngày khô, trừ ngày mưa), dung tích là $30 \text{ m}^3 \div 35 \text{ m}^3$ để phun tưới thường xuyên trên các tuyến đường tại khai trường, bãi thải, đường vận chuyển trong mỏ, tưới liên tục trong 03 ca.

- Đối với vận chuyển than từ MBSCN đi tiêu thụ: Tuyến băng tải thường xuyên tra dầu mỡ, bảo dưỡng tuyến băng tải, đặc biệt tại các điểm chuyển hướng để tuyến băng luôn vận hành êm, không bị xóc; chở đúng tải trọng quy định, tránh rơi vãi than trên tuyến băng. Các toa tàu đường sắt chở đúng tải trọng quy định, không chở quá tải, tránh tình trạng than trùn qua thành tàu rơi vãi dọc đường khi tàu chạy (việc này do Công ty Tuyển Than Cửa Ông chỉ đạo và thực hiện).

- Đối với vận chuyển đất đá thải sử dụng các tuyến đường vận chuyển đổ thải đất đá ra vị trí các bãi thải đều là tuyến đường nội mỏ, xa dân cư nên mỏ đã tái sử dụng nước thải sau xử lý để đưa vào hệ thống phun sương dập bụi với tần suất phun 06 lần/ca sẽ giảm tối đa hàm lượng bụi phát sinh. Các xe ra khỏi mỏ đều được thực hiện rửa xe tại các trạm rửa xe trong mỏ.



Hình 3.2. Vận hành thiết bị phun sương dập bụi cao áp và xe tưới đường chuyên dụng của Công ty CP Than Cao Sơn

Theo kết quả khảo sát cho thấy hiện nay, Công ty đang sử dụng 10 điểm phun nước dập bụi trên tuyến băng tải đất đá ra bãi thải Bàng Nâu với công suất lớn nhất là 40.000 m³/h. Công ty dùng 8 téc nước với lưu lượng 30.000 m³/téc để cấp nước dập bụi cho toàn bộ hệ thống để đảm bảo hoạt động phun sương dập bụi được hoạt động liên tục.

3.1.2.4. Khu vực bãi tập kết than

Khu vực tập kết than cũng có phát sinh lượng bụi mịn ra môi trường. Do đó, tại khu vực này, Công ty cũng thực hiện sử dụng bạt che phủ để hạn chế bụi phát tán ra môi trường xung quanh, gây ô nhiễm môi trường đồng thời hạn chế mưa gây trôi than ra ngoài.

3.2. Đánh giá công tác bảo vệ môi trường không khí của mỏ than Cao Sơn

Nhìn chung, dựa trên các nguồn số liệu từ các báo cáo quan trắc môi trường định kỳ của Công ty Than Cao Sơn, từ bộ số liệu quan trắc tự động năm 2024 thu thập từ Sở Tài nguyên và môi trường tỉnh Quảng Ninh (cũ) và từ đo đạc trực tiếp của nhóm nghiên cứu cho thấy chất lượng môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn từ 3 nguồn số liệu đều còn tương đối tốt. Nồng độ các thông số bụi, khí thải, tiếng ồn và rung hầu hết đều nằm trong GHCP của QCVN tương ứng, nồng độ khí bụi có sự thay đổi theo mùa, mặc dù mức tăng không nhiều, chỉ từ 1 ÷ 5%, tuy nhiên đều có xu hướng gia tăng vào mùa khô. Điều này cho thấy, Công ty đã tuân thủ và thực hiện nhiều giải pháp kỹ thuật, công nghệ để kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm.

Về mặt kỹ thuật công nghệ, để giảm thiểu phát sinh bụi, công ty đã đầu tư đổi mới công nghệ khai thác theo hướng cơ giới hoá, đồng bộ thiết bị công suất lớn đối

với các thiết bị khai thác và vận chuyển, đầu tư các xe có trọng tải lớn để giảm lưu lượng xe lưu thông vận chuyển trên các tuyến đường, sử dụng thêm các băng tải vận chuyển dẫn đến giảm lượng bụi phát sinh. Hiện nay, công ty sử dụng các băng tải đá di động để vận chuyển đất đá giúp mở giảm được khoảng 40% lượng xe ô tô hoạt động trên các tuyến đường mở, từ đó làm giảm bớt được lượng khí bụi phát tán từ các phương tiện và trên tuyến đường vận chuyển ra môi trường. Công ty còn sử dụng thiết bị lọc bụi tại các máy khoan thủy lực, trồng nhiều cây xanh để tạo cảnh quan và giảm nguy cơ phát tán khí bụi ra môi trường trên các tuyến đường vận chuyển hoặc khu vực bãi thải.

Ngoài ra, Công ty cũng đã thực hiện các hạng mục công trình BVMT theo kế hoạch sản xuất hàng năm và phương án BVMT tổng thể khu vực BT Bàng Nâu, hoàn thiện các hồ sơ quản lý môi trường, tiếp tục thực hiện ký quỹ cải tạo PHMT theo Đề án được duyệt và xây dựng phương án phòng ngừa và ứng phó SCMT... Thường xuyên thực hiện củng cố và cải tạo các công trình phòng chống sự cố và BVMT, trồng cây phủ xanh, hoàn thiện các thủ tục pháp lý về môi trường. Xây tường chắn bụi với chiều cao thay đổi từ 7 ÷ 17 m tùy vào vị trí phát sinh bụi; lắp đặt các tuyến băng tải để vận chuyển than từ MBSCN đi tiêu thụ [10]. Theo số liệu thu thập cho thấy tổng giá trị thực hiện từ năm 2020 - 2023 là 197,627 tỷ đồng, trong đó các công trình bảo vệ môi trường của Công ty được TKV giao trong giai đoạn 2020 - 2023 với tổng giá trị thực hiện là 59,178 tỷ đồng đã được đưa vào sử dụng [10]. Năm 2024, Công ty đã thực hiện hoàn thành các hạng mục công trình thuộc kế hoạch bảo vệ môi trường năm 2024 được TKV thông qua bao gồm (các công trình BVMT và các công việc môi trường định kỳ thường xuyên), giá trị thực hiện đạt 77.008 trđ/ kế hoạch 76.851 trđ = 100,2% [5]. Trong đó tập trung thực hiện công tác tưới nước chống bụi trên các tuyến đường vận chuyển, khu vực bãi thải, bãi chứa, vận hành thường xuyên các máy phun sương dập bụi công suất lớn tại khu vực BT Bàng Nâu và khu vực sàng tuyển, chế biến than. Ngoài ra, thực hiện trồng cây phủ xanh những khu vực đất trống, xung quanh khu vực nhà xưởng, bãi thải để cải tạo hoàn nguyên cảnh quan môi trường.

Hiện nay, Công ty cũng đã đầu tư mới hệ thống băng tải vận chuyển đá thải với quy mô và hiện đại nhất của Tập đoàn công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, giúp giảm lưu lượng vận chuyển của các phương tiện, hạn chế khả năng phát tán khí bụi từ phương tiện vận chuyển và ma sát giữa bánh xe với tuyến đường. Trong công tác vận hành sản xuất, Công ty đã thực hiện nhiều giải pháp công nghệ mới, sử dụng năng lượng sạch, thân thiện môi trường để giảm thiểu phát thải khí bụi, hạn chế ô nhiễm môi trường.

Ngoài ra, trong quá trình vận hành sản xuất, Công ty cũng tiếp tục đầu tư công nghệ mới để giảm chi phí điện năng, đưa ra nhiều chính sách khuyến khích sử dụng điện tiết kiệm trong khai thác để giảm chi phí sản xuất kinh doanh, hạn chế các nguy cơ phát sinh khí gây tác động đến môi trường.

Trong công tác quản lý môi trường, Công ty luôn tuân thủ quy định và pháp luật của Nhà nước về công tác bảo vệ môi trường, thực hiện quan trắc môi trường định kỳ theo đúng tần suất, chỉ tiêu đã được phê duyệt trong Báo cáo Đánh giá tác động môi trường. Công ty đã thực hiện nghiêm túc quy định về ký quỹ môi trường, tuân thủ Giấy phép môi trường số 463/GPMT-BTNMT do Bộ TN&MT cấp ngày 04/11/2024 về việc thực hiện các hoạt động BVMT. Có thể khẳng định rằng chính những giải pháp đồng bộ từ kỹ thuật đến quản lý đang triển khai tại mỏ than Cao Sơn đã giúp công ty kiểm soát chất lượng môi trường không khí, hạn chế ô nhiễm môi trường.

3.3. Đề xuất giải pháp kiểm soát, giảm thiểu ô nhiễm môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn

3.3.1. Các giải pháp kỹ thuật và công nghệ

Thực hiện mục tiêu của TKV “Sáng - xanh - sạch” nhằm sử dụng hợp lý tài nguyên thiên nhiên, thích ứng với BĐKH và tiến dần tới mục tiêu “Xanh hóa môi trường khai thác mỏ” và “Đưa công viên vào trong mỏ, nhà máy”, để nâng cao hiệu quả quản lý môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn, cần áp dụng các giải pháp kỹ thuật và công nghệ tiên tiến dưới đây:

3.3.3.1. Đối với tiếng ồn và độ rung

- Điều tiết các phương tiện, máy móc, thiết bị phù hợp tránh làm việc đồng thời trong thời gian dài sẽ giảm được mức ồn do tác động cộng hưởng;
- Bảo dưỡng thiết bị máy móc định kỳ, thực hiện kiểm tra, siết chặt các đai bu lông, đai ốc nhằm hạn chế độ rung, tiếng ồn của các bộ phận truyền động. Thay thế mới và không sử dụng thiết bị máy móc đã quá niên hạn sử dụng;
- Thường xuyên thực hiện cải tạo, nâng cấp và san gạt mặt đường vận chuyển nhằm hạn chế ma sát giữa bánh xe và mặt đường làm phát sinh độ rung, tiếng ồn do các thiết bị vận tải gây ra.

3.3.3.2. Đối với khí bụi

- Phủ xanh bãi thải bằng cây xanh bản địa, đặc biệt là các loại cây có khả năng hấp thu bụi tốt như thông, keo, phi lao..., cây công nghiệp, hoặc kết hợp cây tạo cảnh quan (phượng vĩ, bằng lăng, hoa tigôn, hoa giấy...). Thực hiện trồng cây bổ sung tại khu vực mỏ (thay thế các cây đã héo, hỏng) nhằm tạo cảnh quan môi trường, giảm thiểu tác động của bụi và tiếng ồn ảnh hưởng tới người lao động và tới các khu vực lân

cận;

- Phối hợp với các mỏ xung quanh mỏ thống nhất thời gian nổ mìn để tránh tác động cộng hưởng do nổ mìn. Thực hiện nghiêm túc các thông số và quy định kỹ thuật theo hộ chiếu nổ mìn để hạn chế tác động do nổ mìn. Áp dụng triệt để phương pháp nổ mìn vi sai nhằm giảm lượng bụi tạo ra cũng như tiếng ồn, sóng không khí và chấn động đất. Các thông số của hệ thống khoan nổ mìn được triển khai như trong Bảng 3.2.

Bảng 3.2. Các thông số của mạng lưới khoan nổ mìn [3]

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị	
			ĐBTB 1	ĐBTB 2
1	Chiều cao tầng khai thác	m	15	15
2	Đường kính lỗ khoan	mm	300 ÷ 350	230 ÷ 300
3	Chiều sâu lỗ khoan	m	18,5	17,5
4	Chiều sâu khoan thêm	m	3,5	2,5
5	Đường kháng chân tầng	m	11,0	8,5
6	Khoảng cách giữa các lỗ mìn	m	10,5	8,0
7	Khoảng cách giữa các hàng lỗ mìn	m	9,0	7,0
8	Chiều dài nạp búa	m	9,3	8,0
9	Chiều dài nạp thuốc	m	9,2	9,5
10	Chỉ tiêu thuốc nổ	kg/m ³	0,56	0,5
11	Lượng thuốc nổ trong 01 lỗ khoan	kg	794	420
12	Suất phá đá	m ³ /mks	74	39
13	Khoảng cách an toàn theo đá bay			
	- Đối với người	m	300	300
	- Đối với máy móc và công trình	m	150	150
14	Khoảng cách an toàn về chấn động	m	150	150

- Tiếp tục sử dụng công nghệ phun sương dập bụi tại các điểm phát sinh bụi cao, đầu tư thêm máy phun sương dập bụi cao áp bán di động bán kính phun xa từ 70 m, 120 m và 150 m; kích thước hạt sương phun ra từ 20 ÷ 200 µm để kiểm soát bụi tại các thời điểm và vị trí có nguy cơ phát sinh bụi cao như khu vực thực hiện khoan, nổ mìn và trên các tuyến đường vận chuyển, bãi thải, bãi chứa than,... Các hạt sương kích thước nhỏ hơn sẽ bay xa hơn và dính kết các hạt bụi lơ lửng trong không khí và rơi xuống làm giảm khả năng lan truyền, phát tán bụi đi xa.

- Ngoài ra, để giảm thiểu các tác động của bụi ra môi trường gây ảnh hưởng đến

người công nhân và dân cư xung quanh, sử dụng máy khoan có bộ phận phun nước chống bụi và lọc bụi để giảm thiểu phát tán bụi đồng thời sử dụng công nghệ nổ mìn vi sai hợp lý. Với khối lượng đất đá phải phá nổ mìn hàng năm từ 50,0 ÷ 55,5 triệu m³, thì đường kính khoan hợp lý là từ 230 ÷ 250 mm.

- Tuân thủ các quy định đối với các phương tiện vận chuyển, che chắn các phương tiện vận chuyển than bằng bạt hoặc thùng kín và rửa xe trước khi ra khỏi khu vực mỏ.

- Trên các tuyến đường vận chuyển, ngoài việc sử dụng các xe phun nước tưới đường, cần tăng cường thêm số lượng các cột phun cao áp tự động dọc hai bên tuyến đường để hạn chế lượng bụi phát sinh đặc biệt vào những ngày nắng nóng cao và những ngày hanh khô. Giải pháp tưới đường tự động này sẽ giúp giải quyết tình trạng bề mặt đường khô, bụi bẩn bị cuốn theo bánh xe gây ô nhiễm môi trường không khí. Việc sử dụng vòi phun cao áp được thực hiện với 2 chế độ là hoạt động điều khiển tự động và điều khiển bằng tay để thuận tiện trong công tác vận hành, bảo dưỡng, sửa chữa và đảm bảo hoạt động khi xảy ra sự cố. Tần suất bơm tưới tự động được thiết lập là 4 lần/giờ với thời gian khoảng 10 ÷ 15 phút mỗi lần. Tuy nhiên thời gian này được thiết lập tùy chỉnh theo mùa để tăng hiệu quả giảm thiểu bụi, đặc biệt là vào mùa khô.



Hình 3.3. Hệ thống phun sương cao áp và hệ thống băng tải giúp giảm thiểu bụi

- Bên cạnh đó, các tuyến đường vận chuyển cần được kê kê dưới chân để chống trượt, trồng cây, trồng cỏ để gia cố chân tầng, giảm thiểu bụi phát sinh, tạo cảnh quan môi trường và hạn chế nguy cơ tác động của Biến đổi khí hậu. Cần xây dựng thêm các đường vận chuyển than riêng hoặc dây chuyền băng tải vận chuyển than có hệ thống che phủ để giảm phát tán bụi ra môi trường đồng thời hạn chế lượng phương tiện vận chuyển gây phát sinh bụi và ồn đồng thời không làm ảnh hưởng tới khu vực xung quanh.

3.3.2. Các giải pháp vận hành sản xuất

- Đổi mới công nghệ khai thác than theo hướng cơ giới hoá, tiếp tục đầu tư đồng bộ thiết bị công suất lớn đối với các thiết bị khai thác và vận chuyển để giảm phát sinh khí thải, bụi mỏ, đồng thời làm giảm mật độ xe ô tô vận chuyển dẫn đến giảm phát sinh bụi do quá trình vận chuyển.
- Xây dựng hệ thống thu gom và xử lý bụi hiệu quả, sử dụng các thiết bị lọc bụi tiên tiến (cyclone, bag filter).
- Nghiên cứu sử dụng nhiên liệu sạch hơn cho các phương tiện vận tải và máy móc khai thác như CNG, LNG và điện.
- Trong một số quy trình sản xuất, cải tiến công nghệ đốt than để giảm phát thải bụi và khí NO_x, SO₂.
- Tận dụng tài nguyên nước thải sinh hoạt sau xử lý cung cấp làm nước tưới đường, giảm thiểu bụi trong khu khai thác.
- Áp dụng sản xuất sạch hơn trong hoạt động khai thác và chế biến mỏ, trong đó tập trung vào việc tái sử dụng chất thải, giảm thiểu lượng chất thải phát sinh đồng thời giảm thiểu sự thất thoát năng lượng... Nghiên cứu thành lập ban khoa học công nghệ SXSH cho mỏ. Đề nghị địa phương đưa ra nhiều chính sách khuyến khích, hỗ trợ cơ chế để thực hiện sản xuất sạch hơn tại mỏ khai thác. Cần có kế hoạch xây dựng lộ trình triển khai phát triển công nghệ sạch tại doanh nghiệp.

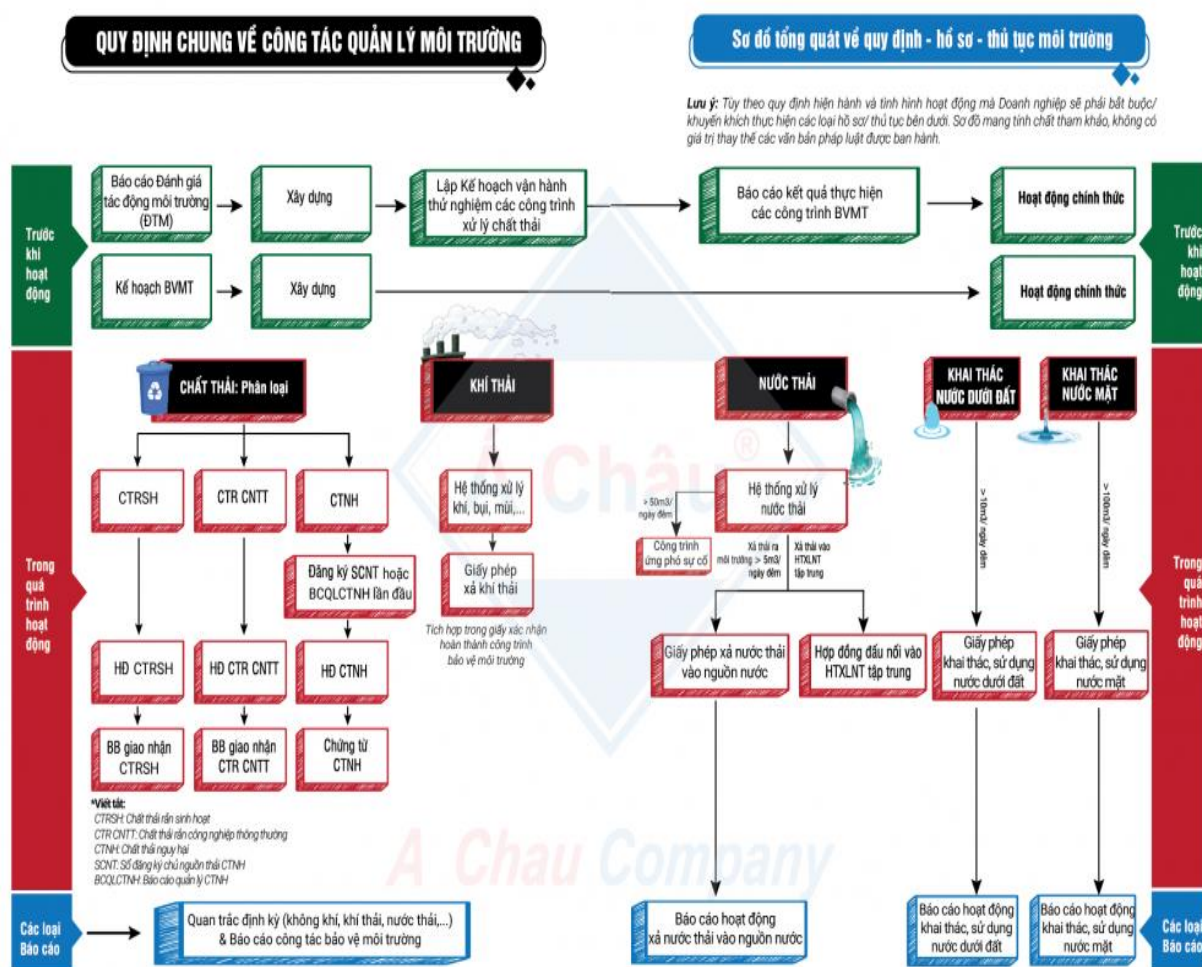
3.3.3. Các giải pháp quản lý môi trường

3.3.3.1. Các giải pháp về quản lý và giám sát môi trường

Để đảm bảo hiệu quả của các giải pháp kỹ thuật và công nghệ cần tăng cường công tác quản lý và giám sát môi trường bao gồm:

- Xây dựng hệ thống quan trắc chất lượng không khí tự động, liên tục tại các khu vực trọng điểm, kết nối với hệ thống điều hành trung tâm để theo dõi và xử lý kịp thời các sự cố.
- Công ty CP Than Cao Sơn tiếp tục phối hợp với đơn vị có đủ năng lực thực hiện quan trắc, giám sát môi trường định kỳ tại khu vực mỏ theo quy định. Trong đó, thông số quan trắc môi trường không khí định kỳ gồm bụi lắng tổng cộng, PM10, lượng khí thải độc hại NO₂, SO₂, CO, tiếng ồn, độ rung, áp dụng theo QCVN 05:2023/BTNMT, QCVN 26:2010/BTNMT, QCVN 27:2010/BTNMT.
- Công ty cần nghiên cứu tiếp tục triển khai xây dựng mô hình nền kinh tế tuần hoàn trong đó hướng tới tận thu khoáng sản, tuần hoàn, tái sử dụng chất thải để giảm thiểu ô nhiễm. Triển khai thực hiện các quy định về sử dụng hiệu quả, tiết kiệm năng lượng trong sản xuất.

- Thiết lập cơ chế báo cáo, công bố công khai thông tin về chất lượng không khí trên các phương tiện truyền thông tới toàn thể cộng đồng xung quanh.
- Tăng cường công tác thanh tra, kiểm tra việc tuân thủ các quy định về BVMT của doanh nghiệp.
- Xây dựng đội ngũ cán bộ chuyên trách về quản lý môi trường có trình độ chuyên môn cao, đáp ứng yêu cầu phát triển mới của KHCN.



Hình 3.4. Sơ đồ quy định chung về công tác quản lý môi trường doanh nghiệp [6]

- Phát triển phần mềm quản lý dữ liệu môi trường, tích hợp thông tin từ các nguồn khác nhau giúp cho việc theo dõi, phân tích và đánh giá chất lượng môi trường được chính xác và hiệu quả.
- Tuân thủ các quy định chung về công tác quản lý môi trường của doanh nghiệp.
- Tiếp tục thực hiện đồng bộ các công tác quản lý môi trường và an toàn của mỏ, báo cáo định kỳ đến các cơ quan quản lý môi trường, thực hiện ký quỹ BVMT, đầu tư hàng năm trong công tác cải tạo, nâng cấp, PHMT mỏ... Xây dựng hệ thống quản lý môi trường theo hệ thống ISO 14001.
- Tiếp tục đầu tư, quy hoạch đồng bộ cơ sở hạ tầng, điều chỉnh lại quy hoạch các khu dân cư, các BT mỏ cho phù hợp với thực trạng khai thác hiện nay của mỏ.

- Tuyên truyền cán bộ, công nhân viên sử dụng năng lượng hiệu quả, tiết kiệm, năng lượng sạch như: sử dụng nước tiết kiệm, trồng cây xanh, bảo vệ rừng, BVMT, xây dựng lối sống xanh... Tuân thủ các quy định chung về BVMT và an toàn sản xuất trong vận hành khai thác mỏ.

3.3.3.2. Các giải pháp về chính sách và tài chính

- Để Công ty tiếp tục tham gia đẩy mạnh công tác BVMT, cần có sự hỗ trợ cụ thể từ NN bằng các chính sách và giải pháp tài chính cụ thể như xây dựng cơ chế từ NN giúp hỗ trợ về thuế và vốn vay đối với các doanh nghiệp đầu tư vào công nghệ sạch, thân thiện với môi trường và các biện pháp giảm phát thải.
- Công ty cần khuyến khích các cán bộ, công nhân có những sáng kiến, đổi mới trong sản xuất, vận hành, áp dụng các giải pháp xanh, sạch để hạn chế xả thải ra môi trường.
- Thành lập quỹ môi trường để hỗ trợ các dự án cải thiện chất lượng không khí và xử lý ô nhiễm. Ví dụ, đề xuất mức thuế phát thải bụi cho các doanh nghiệp khai thác than dựa trên khối lượng bụi phát thải tạo động lực cho các doanh nghiệp giảm thiểu ô nhiễm.

3.3.4. Đánh giá hiệu quả kinh tế - xã hội của các giải pháp

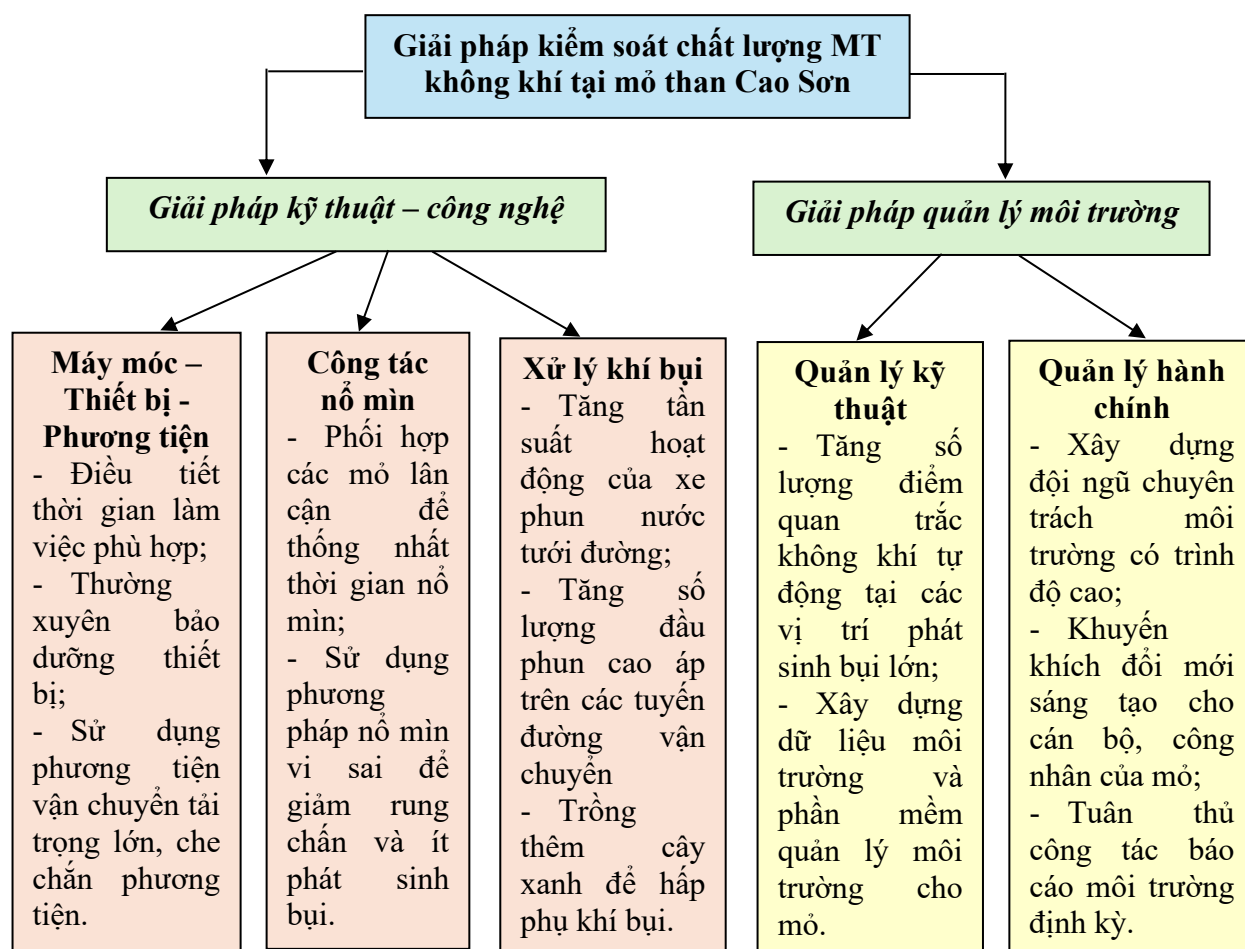
- Việc triển khai các giải pháp quản lý môi trường không khí sẽ mang lại những lợi ích to lớn về kinh tế - xã hội. Để đánh giá hiệu quả của các giải pháp cần thực hiện phân tích chi phí - lợi ích của từng giải pháp và của toàn bộ đề xuất.
- Các lợi ích có thể ước tính bao gồm giảm chi phí điều trị các bệnh liên quan đến ô nhiễm không khí, cải thiện năng suất lao động, tăng doanh thu từ du lịch, bảo vệ đa dạng sinh học, và nâng cao chất lượng cuộc sống của người dân. So sánh với chi phí đầu tư và vận hành, cần tính toán thời gian hoàn vốn (payback period) của dự án đã đánh giá tính khả thi về mặt kinh tế. Nghiên cứu về chi phí điều trị các bệnh liên quan đến ô nhiễm không khí tại khu vực Cao Sơn sẽ cung cấp dữ liệu quan trọng cho việc đánh giá hiệu quả kinh tế - xã hội của các giải pháp.

Nhìn chung, việc triển khai đồng bộ các giải pháp kỹ thuật, quản lý và xã hội nhằm cải thiện chất lượng không khí công ty than Cao Sơn sẽ mang lại lợi ích kinh tế và xã hội đa dạng. Trong đó:

- Về kinh tế, các doanh nghiệp khai thác được lợi từ việc tăng hiệu quả vận hành, giảm thiểu rủi ro bị phạt và củng cố hình ảnh uy tín trên thị trường. Đầu tư vào công nghệ xanh còn góp phần thu hút nguồn vốn đầu tư bền vững và tận dụng các ưu đãi chính sách.
- Về mặt xã hội, bảo vệ môi trường còn có tác động tích cực đến phát triển du lịch sinh thái và nâng cao chất lượng sống cho cư dân quanh vùng, tạo dựng sự hài hòa giữa phát triển kinh tế và bảo tồn thiên nhiên.
- Đánh giá định kỳ và đo lường kết quả sẽ giúp điều chỉnh và tối ưu các giải pháp

theo thời gian, đảm bảo lợi ích bền vững cho mọi bên liên quan.

Từ đó những đề xuất trong giải pháp kỹ thuật đến quản lý, nghiên cứu đã tổng hợp được đề xuất giải pháp phù hợp để kiểm soát chất lượng môi trường không khí tại khu vực mỏ than Cao Sơn như hình 3.5.



Hình 3.5. Tổng hợp giải pháp kiểm soát chất lượng môi trường không khí mỏ than Cao Sơn

KẾT LUẬN

1. Kết quả nghiên cứu đánh giá hiện trạng môi trường không khí của mỏ than cho thấy nguồn phát sinh bụi của mỏ than Cao Sơn chủ yếu từ các hoạt động khai thác ở khu vực khai trường và đổ thải của các bãi thải. Trong đó, hoạt động khoan nổ mìn có tác động lớn đến môi trường không khí khu vực. Tất cả các chỉ tiêu quan trắc trong môi trường không khí khu vực năm 2024 của Công ty CP Than Cao Sơn - TKV đều có kết quả thấp hơn giới hạn cho phép theo QCVN 05:2023/BTNMT; QCVN 06:2009/BTNMT (TB 1h); QCVN 27:2010/BTNMT (6h÷21h); QCVN 03:2019/BYT; QCVN 27:2016/TT-BYT (độ rung tại nơi làm việc); QCVN 24:2016/BYT; QCVN 26:2010/BTNMT. Kết quả tổng hợp cho thấy nồng độ bụi lơ lửng có sự gia tăng theo thời gian và giữa các vị trí quan trắc. Trong đó tập trung chủ yếu tại khu vực khai trường và bãi thải, điều này cho thấy do Công ty đã tăng công suất, mở rộng hoạt động khai thác trong năm vừa qua dẫn đến sự gia tăng nồng độ bụi lơ lửng. Nghiên cứu cũng đã tổng hợp, đánh giá được chỉ số AQI theo 2 mùa, mùa mưa và mùa khô. Chất lượng không khí vào mùa mưa tốt, không gây ảnh hưởng đến sức khỏe người lao động và dân cư xung quanh khu vực mỏ than Cao Sơn. Vào mùa khô, chất lượng không khí tổng hợp có mức độ ô nhiễm trung bình và ở mức chấp nhận được. Giá trị AQI vượt so với thang quy chuẩn không nhiều, mức độ ảnh hưởng của hoạt động khai thác đến môi trường không khí và người lao động không cao.

2. Nghiên cứu cũng đã sử dụng mô hình AERMOD để đánh giá dự báo sự phân bố, khuếch tán, lan truyền nồng độ bụi TSP và PM₁₀ tại khu vực mỏ than Cao Sơn. Kết quả dự báo cho thấy nồng độ bụi cao tập trung tại khu vực khai trường và các khu vực có hoạt động sàng tuyển, đổ thải còn các khu vực văn phòng và dân cư lân cận đều có nồng độ tương đối thấp, đảm bảo chất lượng môi trường, không gây ảnh hưởng đến môi trường và đời sống người dân xung quanh khu vực mỏ than.

3. Kết quả nghiên cứu cho thấy Công ty than Cao Sơn đã thực hiện nhiều giải pháp để bảo vệ môi trường nói chung và môi trường không khí nói riêng. Kết quả nghiên cứu cũng đánh giá được chất lượng môi trường không khí trong những năm trở lại đây có chất lượng được cải thiện hơn, nhiều giải pháp đã được công ty đầu tư, xây dựng. Tuy nhiên, do hoạt động khai thác than lộ thiên nên việc phát sinh khí bụi gây tác động đến môi trường không khí là không thể tránh khỏi, do đó nhóm nghiên cứu đã đưa ra một số giải pháp tổng thể để tiếp tục tăng cường công tác bảo vệ môi trường nói chung và môi trường không khí nói riêng cho mỏ than Cao Sơn, trong đó tập trung vào các giải pháp kỹ thuật – công nghệ cũng như là giải pháp về mặt quản lý, tổ chức cho hoạt động vận hành của mỏ.

4. Một số giải pháp kỹ thuật được đề xuất trong đó tập trung về cải tiến phương tiện, thiết bị, sử dụng phương pháp nổ mìn vi sai, phối hợp với các mỏ lân cận để thống nhất thời gian nổ mìn phù hợp, đầu tư sử dụng các băng tải để vận chuyển than cũng như đất đá thải giúp giảm thiểu phát sinh bụi. Tăng thêm số lượng các cột phun cao áp trên tuyến đường vận chuyển, tăng tần suất phun đặc biệt vào mùa khô. Còn trong công tác quản lý, Công ty cần tiếp tục đầu tư xây dựng phần mềm quản lý môi trường, đồng bộ cơ sở dữ liệu với các mỏ lân cận và của Sở Nông nghiệp và môi trường tỉnh Quảng Ninh, bổ sung các điểm quan trắc tự động tại các vị trí phát sinh bụi lớn. Khuyến khích đổi mới sáng tạo trong vận hành khai thác của mỏ đồng thời xây dựng đội ngũ có trình độ cao trong quản lý và bảo vệ môi trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt:

1. Công ty Cổ phần Tin học, công nghệ, môi trường – Vinacomin, 2024, *Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ Khu khai trường Cao Sơn – Công ty CP Than Cao Sơn - TKV*, Quảng Ninh.
2. Công ty Cổ phần Than Cao Sơn, 2023, *Báo cáo nghiên cứu khả thi ĐTXD của dự án Cải tạo mở rộng nâng công suất mỏ than Cao Sơn*, Quảng Ninh
3. Công ty Cổ phần Than Cao Sơn, 2024, *Báo cáo đề xuất cấp giấy phép môi trường của mỏ than Cao Sơn (cải tạo, mở rộng, nâng công suất)*, Quảng Ninh.
4. Công ty Cổ phần Than Cao Sơn, 2025, *Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ*, Quảng Ninh.
5. Công ty Cổ phần Than Cao Sơn, 2025, *Báo cáo Kết quả sản xuất kinh doanh năm 2024, kế hoạch sản xuất kinh doanh năm 2025*, Quảng Ninh.
6. Công ty môi trường Á Châu, 2020. *Sơ đồ tổng quát công tác quản lý môi trường tại doanh nghiệp*, Hồ Chí Minh.
7. Vũ Phong Cầm, 2021, *Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam: Nhiều giải pháp xử lý môi trường*, Báo Xây dựng, Hà Nội.
8. Nguyễn Thị Thuỳ Dương, 2011, *Đánh giá hiện trạng ô nhiễm môi trường Không khí do hoạt động khai thác và vận chuyển than của mỏ Mạo Khê và đề xuất giải pháp giảm thiểu ô nhiễm*, Khoa luận tốt nghiệp, Đại học Dân lập Hải Phòng.
9. Hồ Sỹ Giao, Bùi Xuân Nam, Mai Thế Toàn, 2010, *Bảo vệ môi trường trong khai thác lộ thiên*, Nhà xuất bản từ điển Bách Khoa, Hà Nội.
10. Phạm Học, 2024, *Xanh hoá môi trường khai thác mỏ ở Cao Sơn*, Báo Quảng Ninh điện tử.
11. Dương Thị Bích Hồng, 2012, *Nghiên cứu hiện trạng môi trường và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu quả công tác quản lý mỏ than Khánh Hòa, tỉnh Thái Nguyên*, Luận văn Thạc sĩ, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
12. Nguyễn Thị Huệ, 2016, *Giải pháp bảo vệ môi trường trong khai thác than ở Quảng Ninh giai đoạn 2016 – 2020*, Tạp chí Môi trường số 10/2016.
13. Nguyễn Thu Huyền, Nguyễn Thị Đông, Nguyễn Thị Hồng Viên, Chu Thị Hồng Huyền, 2021, *Đánh giá hiện trạng môi trường tại Công ty Than Khánh Hoà – VVMI*, Tạp chí Khoa học và công nghệ Đại học Thái Nguyên.
14. Hoàng Văn Khanh (tổng hợp), 2020. *Các giải pháp công nghệ đổ thải hợp lý đáp ứng yêu cầu bảo vệ môi trường sinh thái đối với các mỏ than khoáng sản Việt Nam*, Công nghệ môi trường.

15. Tập đoàn Công nghiệp Than – Khoáng sản Việt Nam, 2020, *Báo cáo Tổng kết Công tác bảo vệ môi trường từ khi thành lập Tập đoàn đến nay và nhiệm vụ trong thời gian tới*, Hà Nội.
16. Phạm Tăng, 2019, Công ty CP Than Cao Sơn: Sản xuất gắn với bảo vệ môi trường, Báo Quảng Ninh điện tử.
17. Phạm Tăng, 2019, *Hiệu quả tuyển bặng tải đá đầu tiên của TKV*, Báo Quảng Ninh điện tử.
18. Phạm Tăng, 2023, *Than Cao Sơn đẩy mạnh sản xuất sau khi có dự án mở mới*, Báo Quảng Ninh điện tử.
19. Bùi Mạnh Tùng, 2019, *Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn xây dựng các quy định về xác định giới hạn tối đa cho phép bụi trong không khí mỏ than hầm lò*, Đề tài cấp Bộ Khoa học và công nghệ Mã số 16196/2019.
20. Đặng Phương Thảo, Lê Văn Thao, 2023, *Hiện trạng ô nhiễm bụi và giải pháp chống bụi trong mỏ than hầm lò Quảng Ninh*, Tạp chí Môi trường, số 5/2023.
21. Tổng cục Thống kê, 2024, *Niên giám thống kê tỉnh Quảng Ninh*.
22. Hoàng Yển, 2021, *An toàn khoan nổ mìn tại mỏ lộ thiên Cao Sơn*, Báo Quảng Ninh điện tử.

Tiếng Anh:

23. Ashish kumar sharma and K.A.Siddiqui, 2010, Assessment of air quality for an open cast coal mining area, Indian J.Sci.Res.1(2) : 47-55, 2010
24. Ang Li, Changkun Chen, Jie Chen and Peng Lei, 2021, *Environmental investigation of pollutants in coal mine operation and waste dump area monitored in Ordos Region, China*, DOI: 10.1039/D0RA10586D (Paper) RSC Adv., 2021, 11, 10340-10352
25. Bhanu Pandey ¹, Madhoolika Agrawal ¹, Siddharth Singh, 2014, *Assessment of air pollution around coal mining area: Emphasizing on spatial distributions, seasonal variations and heavy metals, using cluster and principal component analysis*, Atmospheric Pollution Research, Volume 5, Issue 1, January 2014, Pages 79-86
26. Batur M, Babii K, editors, 2022. *Spatial assessment of air pollution due to mining and industrial activities: a case study of Kryvyi Rih, Ukraine*. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2022: IOP Publishing. DOI: 10.1088/1755-1315/970/1/012004
27. Heli A. Arregocés, Guillermo J. Bonivento, Luis A. Ladino, Erick Beristain-Montiel, Gloria Restrepo, Javier Miranda, Harry Alvarez-Ospina & Roberto Rojano, 2023, *Human health risk assessment of PM10-bound heavy metals and PAHs around*

the Latin America's Largest opencast coal mine, Environmental Science and Pollution Research, Volume 30, pages 125915–125930.

28. José I. Huertas, María E. Huertas, Sebastián Izquierdo, Enrique D. González, 2012, *Air quality impact assessment of multiple open pit coal mines in northern Colombia*, Journal of Environmental Management, Volume 93, Issue 1, January 2012, Pages 121-129

29. M.K. Ghose ^{fl}, S.R. Majee, 2001, *Air pollution caused by opencast mining and its abatement measures in India*, Journal of Environmental Management, Volume 63, Issue 2, October 2001, Pages 193-202.

30. Mishra A, Lal B, Kumar R, 2024. *Air quality monitoring and its impact on local tree species in and around mining areas of Dhanbad District, Jharkhand, India*. Spatial Modeling of Environmental Pollution and Ecological Risk: Elsevier. p. 9-40.DOI: 10.1016/B978-0-323-95282-8.00016-X

31. Niharranjan Mishra, Nabanita Das, 2020, *Coal Mining and Local Environment: A Study in Talcher Coalfield of India*, Air, Soil and Water Research, 10(1): 2020). <https://doi.org/10.1177/1178622117728913>

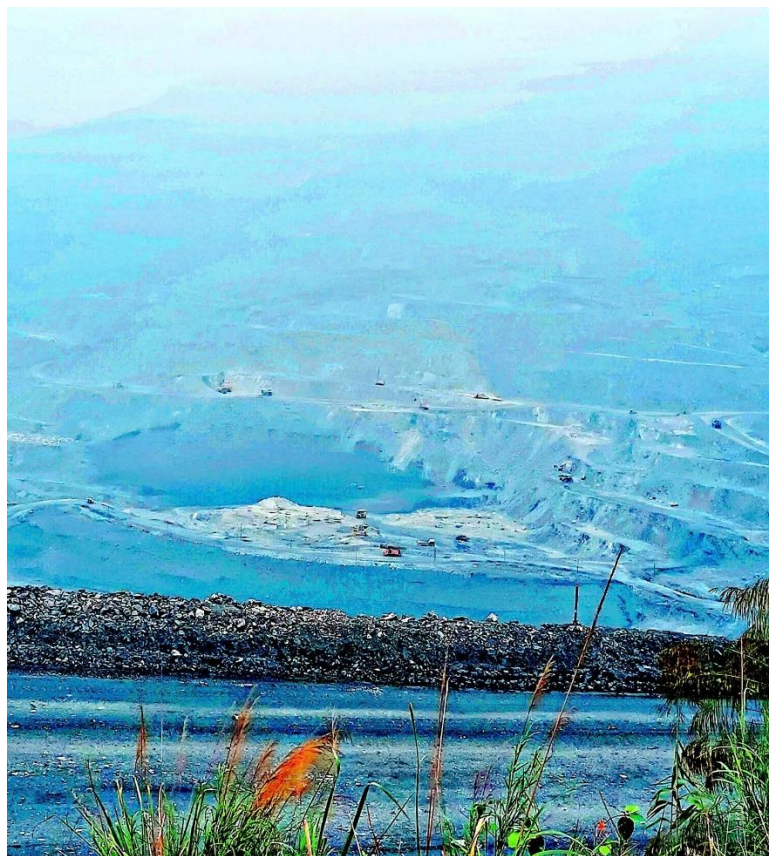
32. Rezmerița E, Radu SM, Călămar A-N, Lorinț C, Florea A, Nicola A, 2022. *Urban Air Quality Monitoring in Decarbonization Context; Case Study—Traditional Coal Mining Area, Petroșani, Romania*. Sustainability. 2022;14(13):8165. <https://doi.org/10.3390/su14138165>

33. S.K. Chaulya, 2004, *Assessment and management of air quality for an opencast coal mining area*, Journal of Environmental Management, Volume 70, Issue 1, January 2004, Pages 1-14.

PHỤ LỤC
MỘT SỐ HÌNH ẢNH NGHIÊN CỨU THỰC HIỆN ĐỀ TÀI



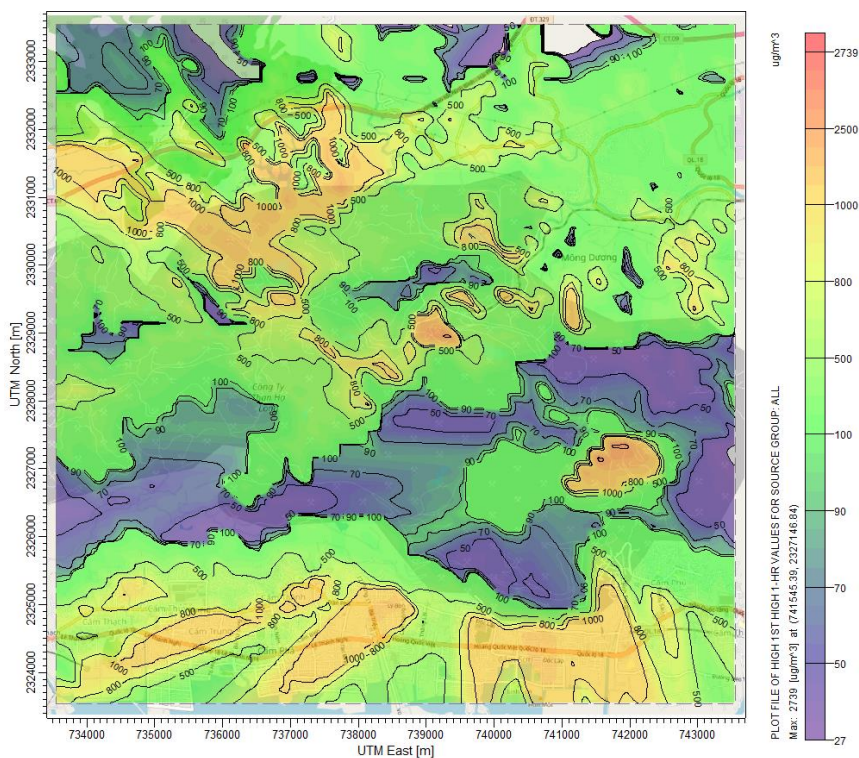
Hình 1. Khảo sát thực địa, quan trắc bụi tại khu khai trường mỏ than Cao Sơn



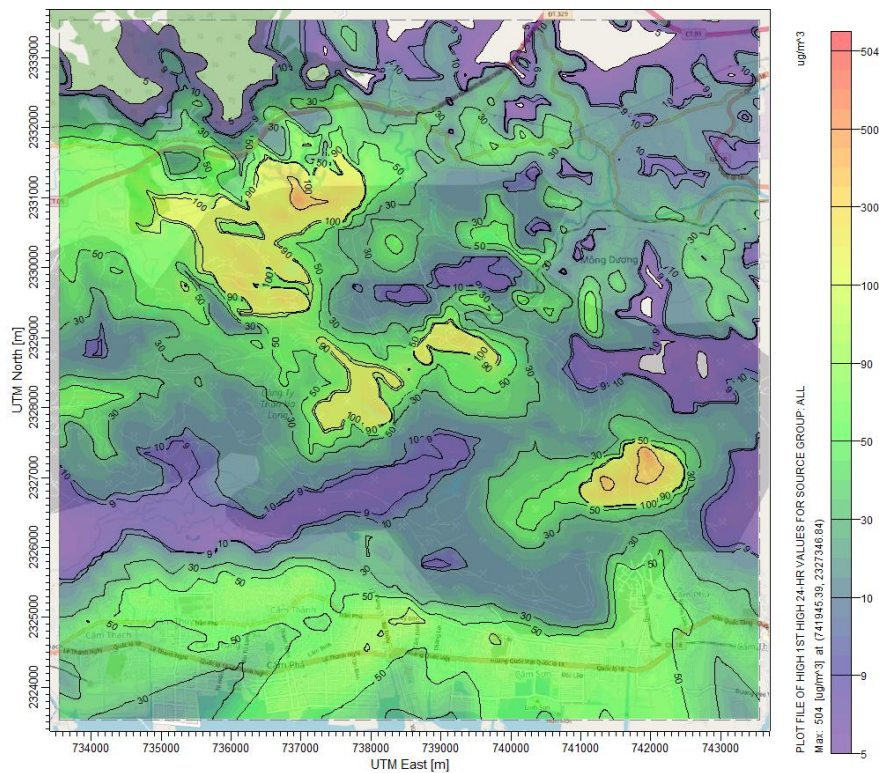
Hình 2. Khảo sát khu vực khai trường mỏ than Cao Sơn

SẢN PHẨM CỦA ĐỀ TÀI

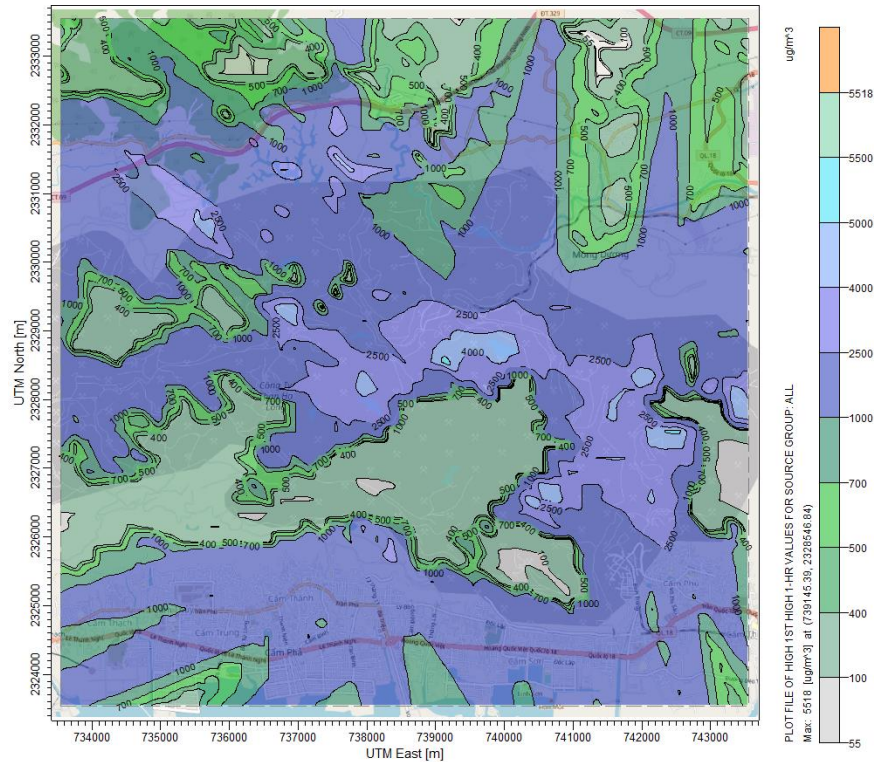
1. Sơ đồ lan truyền phân bố nồng độ bụi khu vực mỏ than Cao Sơn, tỉnh Quảng Ninh



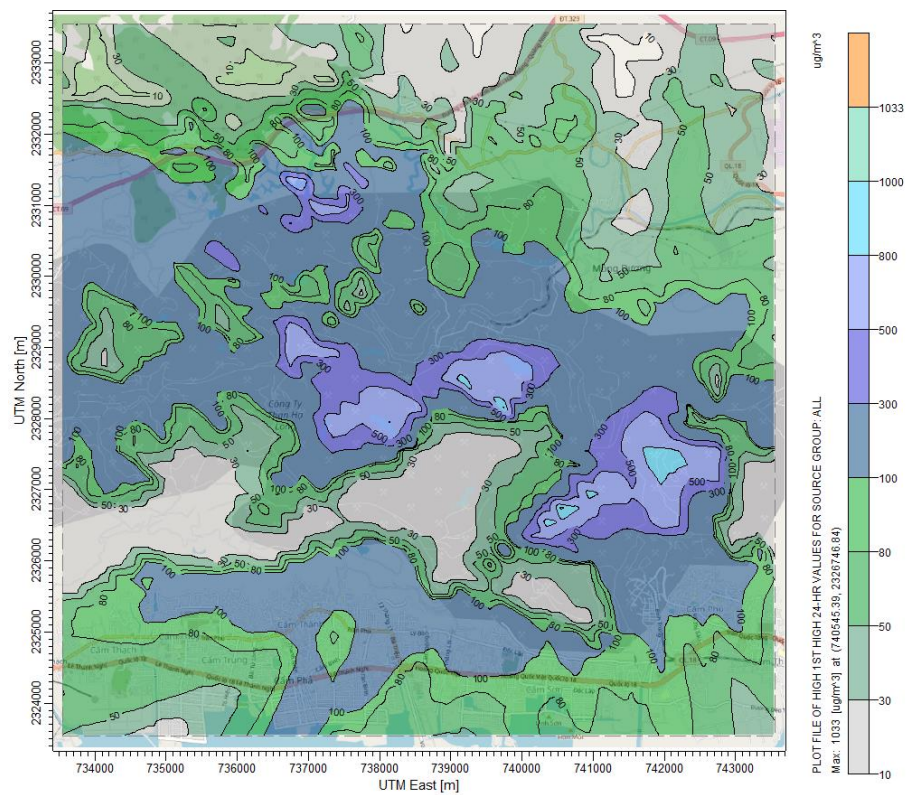
Hình 1. Sơ đồ phân bố nồng độ PM10 trung bình 1 giờ cao nhất trên từng ô lưới trên toàn thời gian mô phỏng



Hình 2. Sơ đồ phân bố nồng độ PM10 trung bình 24 giờ cao nhất trên từng ô lưới trên toàn thời gian mô phỏng



Hình 3. Nồng độ TSP trung bình 1 giờ cao nhất trên từng ô lưới trên toàn thời gian mô phỏng



Hình 4. Nồng độ TSP trung bình 24 giờ cao nhất trên từng ô lưới trên toàn thời gian mô phỏng

2. Báo cáo Nghiên cứu Khoa học sinh viên

- Quyết định số 1861/QĐ-MĐC ngày 19/11/2024 về việc cho phép thực hiện đề tài nghiên cứu Khoa học sinh viên trong năm học 2024 - 2025 của Trường Đại học Mở
- Địa chất;
- Bìa Báo cáo Tổng kết đề tài NCKH sinh viên.

TRƯỜNG ĐẠI HỌC MÔ ĐỊA CHẤT  BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI NCKH SINH VIÊN NGHIÊN CỨU ĐÁNH GIÁ HIỆN TRẠNG MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ DO HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC THAN LỘ THIÊN KHU VỰC CẨM PHÁ, TỈNH QUẢNG NINH - Trưởng nhóm nghiên cứu: Lương Ngọc Hiếu – DCMTKT67 - Thành viên tham gia thực hiện: Mai Hồng Anh – DCMTKT67 Nguyễn Hoài Linh – DCMTKT67 Kiều Thị Thủy – DCMTKT67 Người hướng dẫn: TS. Trần Thị Thanh Thủy Hà Nội, tháng 5 năm 2025

3. Bài báo khoa học:

- Bài báo: Trần Thị Thanh Thủy, Nguyễn Mai Hoa, Đỗ Mạnh Dũng, Hiện trạng quản lý môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn, Tạp chí công nghiệp mỏ, số 5 – 2025, T36-43;
- Bài báo: Thuy Thanh Thi Tran, Huy Khanh Pham, Hoa Mai Nguyen, Hai Thi Do, Assessment of the air environment in open-pit coal mining area in Cam Pha region, Quang Ninh province, Journal of the Polish Mineral Engineering Society, July - December, 2025, P691-701