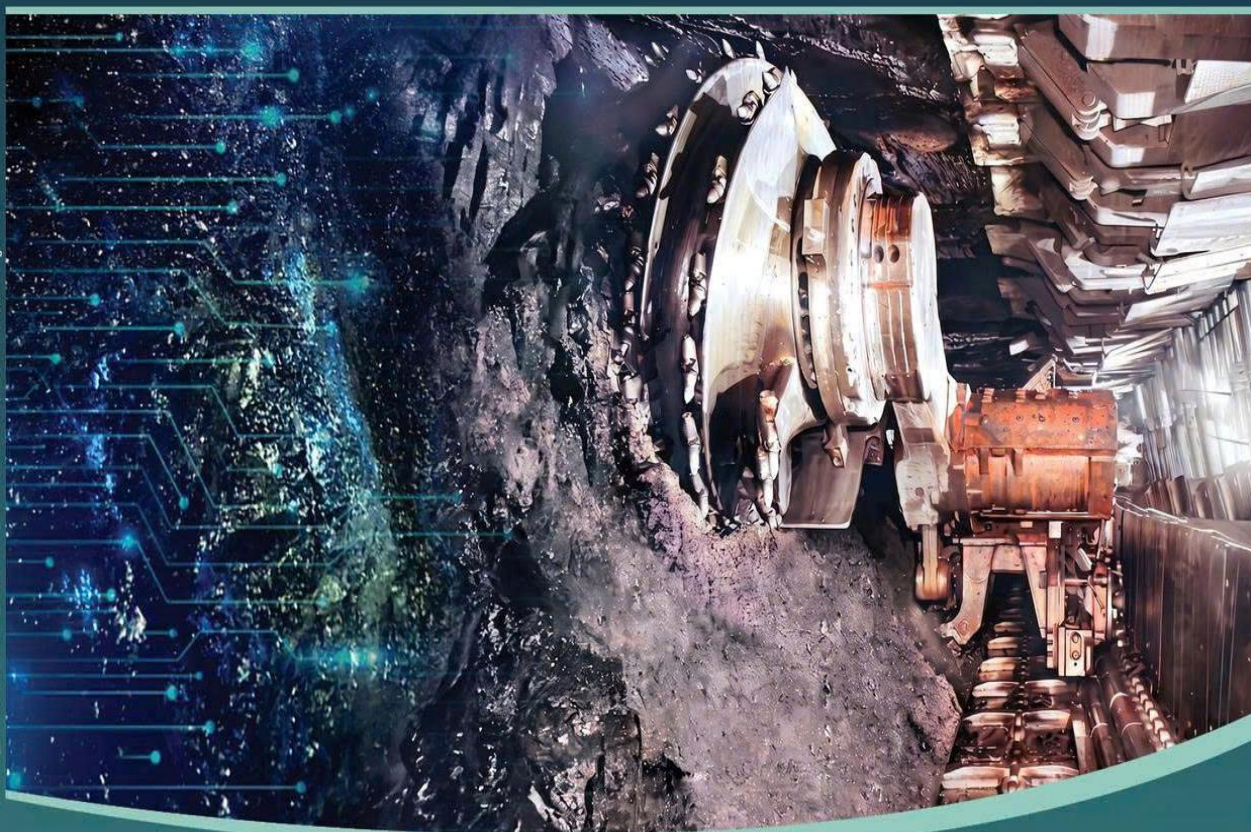




PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ VÀ MÔI TRƯỜNG (SDM-2026)
TUYÊN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA
Sustainable Development of Mining Science, Technology and Environment

NHÀ XUẤT BẢN
ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN

TUYÊN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA

PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ VÀ MÔI TRƯỜNG

Sustainable Development of Mining Science, Technology and Environment



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN

2026



TUYỂN TẬP BÁO CÁO HỘI NGHỊ KHOA HỌC QUỐC GIA

PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

KHOA HỌC CÔNG NGHỆ MỎ VÀ MÔI TRƯỜNG



NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC KINH TẾ QUỐC DÂN
2026

MỤC LỤC

	LỜI NÓI ĐẦU	3
	BỘ MÔN KHAI THÁC HẦM LÒ: 60 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN (1966 - 2026) & 70 NĂM ĐÀO TẠO NGÀNH KHAI THÁC MỎ HẦM LÒ (1956 - 2026)	12
1	ĐỊNH HƯỚNG ĐỔI MỚI VÀ PHÁT TRIỂN CÔNG NGHỆ KHAI THÁC THAN HẦM LÒ TẠI TKV GIAI ĐOẠN 2026 - 2030	17
	Vũ Anh Tuấn¹, Nguyễn Minh Tuyên^{1*} <i>¹Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam</i>	
2	TÍNH TOÁN THÔNG GIÓ MỎ KHI TỔ CHỨC KHAI THÁC ĐỒNG THỜI 6 LÒ CHỢ CỦA TẦNG -230/-150 CÔNG TY THAN MẠO KHÊ - TKV	29
	Nguyễn Cao Khải^{1,2,*}, Vũ Thái Tiến Dũng^{1,2}, Đinh Thị Thanh Nhân^{1,2}, Vũ Đức Nghĩa^{1,3} <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất ²Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM) ³Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam</i>	
3	ẢNH HƯỞNG CỦA QUÁ TRÌNH NỔ MÌN KHI ĐÀO LÒ ĐẾN ĐỘ ỔN ĐỊNH CỦA ĐƯỜNG LÒ LÂN CẬN: NGHIÊN CỨU TRƯỜNG HỢP MỘT ĐƯỜNG LÒ TẠI CÔNG TY THAN VÀNG DANH	41
	Bùi Mạnh Tùng¹, Ngô Thành Tâm², Trần Trung Thái³, Nguyễn Chí Thành^{1*} <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất ²Sở Nông nghiệp và Môi trường tỉnh Quảng Ninh ³Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV</i>	
4	NGHIÊN CỨU VÀ XÂY DỰNG MÔ HÌNH TRÍ TUỆ NHÂN TẠO DỰ BÁO DIỆN TÍCH GƯƠNG LÒ SAU KHI NỔ MÌN TẠI MỘT SỐ ĐƯỜNG LÒ ĐIỂN HÌNH TRONG KHAI THÁC HẦM LÒ KHU VỰC QUẢNG NINH	60
	Đỗ Hoàng Hiệp^{1,2}, Nguyễn Việt Hùng³, Bùi Mạnh Tùng¹, Nguyễn Chí Thành^{1*} <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất ²Công ty 35 - Chi nhánh Tổng Công ty Đông Bắc ³Công ty Cổ phần Tư vấn Đầu tư Mỏ và Công nghiệp - Vinacomin</i>	
5	MECHANICAL BEHAVIOR OF CFRP-CONFINED HIGH-WATER MATERIAL UNDER DYNAMIC LOADING	70
	Feiyang Feng¹, Baiyun Yu¹, Shuling Meng², Hongchao Zhao^{3,*} <i>¹School of Geology and Mining Engineering, Xinjiang University ²China West Construction Group Co., Ltd. ³State Key Laboratory of Intelligent Construction and Healthy Operation and Maintenance of Deep Underground Engineering</i>	
6	NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP GIẢM THIỂU NỒNG ĐỘ BỤI TẠI MẶT BẰNG CẢNG KHE DÂY THUỘC CÔNG TY CẢNG - CHI NHÁNH TỔNG CÔNG TY ĐÔNG BẮC	80
	Bùi Thanh Sơn¹, Bùi Quang Sáng¹, Nguyễn Văn Thịnh^{2,*}, Nguyễn Việt Thắng² <i>¹Công ty Cảng - Chi nhánh Tổng Công ty Đông Bắc ²Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i>	

23	NGHIÊN CỨU SỬ DỤNG NGUỒN CÁT NGHIÊN TỪ ĐÁ THẢI MỎ CHẾ TẠO BÊ TÔNG VÀ MỘT SỐ SẢN PHẨM ỨNG DỤNG	252
	Phạm Thị Nhân^{1,2,*}, Huỳnh Linh Chi¹, Đặng Quang Hiếu¹, Đỗ Mạnh Dũng¹ <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i> <i>²Nhóm nghiên cứu Địa kỹ thuật, vật liệu và phát triển bền vững, Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i>	
24	NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ ẢNH HƯỞNG CỦA ĐÚT GẦY ĐẾN QUÁ TRÌNH ĐÀO LÒ CHUẨN BỊ VÀ KHAI THÁC TRONG MỎ THAN HẦM LÒ	261
	Vũ Thái Tiến Dũng¹, Bùi Mạnh Tùng^{1,*}, Nguyễn Minh Đức², Phạm Quang Nam³ <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i> <i>²Cục Công nghiệp, Bộ Công Thương</i> <i>³Trường Đại học Điện lực</i>	
25	ĐÁNH GIÁ NGUỒN PHÁT SINH KHÍ BỤI TẠI MỎ THAN CAO SƠN VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ CHO KHU VỰC	271
	Đỗ Mạnh Dũng¹, Trần Thị Thanh Thủy^{2,*}, Trần Anh Quân² <i>¹Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin</i> <i>²Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i>	
26	XU THẾ KHAI THÁC BẰNG CÔNG NGHỆ CƠ GIỚI HÓA TẠI CÁC MỎ THAN HẦM LÒ VÙNG QUẢNG NINH THUỘC TKV	279
	Phạm Đức Hưng^{1,2,*} <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i> <i>²Nhóm nghiên cứu Phát triển bền vững Khoa học, Công nghệ Mỏ và Môi trường (SDM)</i>	
27	TƯ VẤN THIẾT KẾ CHUYỂN ĐỔI CÔNG NGHỆ KHAI THÁC DƯỚI TRỤ BẢO VỆ ĐƯỜNG LÒ KHU II MỎ NÚI BÉO ĐỂ NÂNG CAO HIỆU QUẢ KINH TẾ	288
	Phạm Văn Quân^{1,2,*}, Phạm Đức Hưng¹, Đào Văn Chi¹, Trương Tiến Quân² <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i> <i>²Viện Khoa học Công nghệ Mỏ - Vinacomin</i>	
28	ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ LÀM VIỆC CỦA CÁC TRẠM QUẠT GIÓ CHÍNH TẠI MỎ THAN NAM MẪU NHẪM ĐÁP ỨNG NHU CẦU SẢN XUẤT THỰC TẾ CỦA MỎ	296
	Đào Văn Chi¹, Vũ Thái Tiến Dũng^{1,*}, Trần Xuân Hà², Nguyễn Hồng Cường¹ <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i> <i>²Hội Khoa học và Công nghệ Mỏ Việt Nam</i>	
29	NGHIÊN CỨU NGUYÊN NHÂN GÂY MẤT ỔN ĐỊNH HỆ THỐNG ĐÊ BIỂN TỈNH KIÊN GIANG (TRƯỚC KHI SÁP NHẬP)	304
	Nguyễn Tiến Tài¹, Võ Nhật Luân^{2,*} <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i> <i>²Trường Đại học Văn Hiến</i>	
30	ỨNG DỤNG THUẬT TOÁN TỐI ƯU TRONG MÔ HÌNH HỒI QUY VECTOR HỖ TRỢ ĐỂ DỰ ĐOÁN NHIỆT ĐỘ KHÔNG KHÍ LÒ CHỢ TẠI MỎ THAN NAM MẪU	313
	Nguyễn Văn Quang^{1,*}, Nguyễn Văn Thịnh¹, Bùi Mạnh Tùng¹ <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i>	
31	NGHIÊN CỨU MÔ HÌNH LIÊN KẾT GIỮA CẢI TẠO PHỤC HỒI MÔI TRƯỜNG VỚI TÁI SỬ DỤNG QUỸ ĐẤT SAU KHAI THÁC KHOÁNG SẢN: HƯỚNG TỚI KINH TẾ TUẦN HOÀN	321
	Trần Thị Ngọc^{1,*}, Đào Văn Chi¹, Vũ Thị Lan Anh¹ <i>¹Trường Đại học Mỏ - Địa chất</i>	

ĐÁNH GIÁ NGUỒN PHÁT SINH KHÍ BỤI TẠI MỎ THAN CAO SƠN VÀ ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG KHÔNG KHÍ CHO KHU VỰC

Đỗ Mạnh Dũng¹, Trần Thị Thanh Thủy^{2,*}, Trần Anh Quân²

¹Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin

²Trường Đại học Mỏ - Địa chất

TÓM TẮT

Hoạt động khai thác than có ý nghĩa quan trọng trong sự phát triển kinh tế, đảm bảo đời sống dân sinh của tỉnh Quảng Ninh. Để đảm bảo phát triển kinh tế bền vững, hài hòa giữa lợi ích kinh tế và chất lượng môi trường sống, đặc biệt trước những tác động của biến đổi khí hậu hiện nay, việc đánh giá các nguồn phát sinh khí bụi từ các hoạt động khai thác than nói chung và tại mỏ than Cao Sơn nói riêng để đưa ra các giải pháp kiểm soát, giảm thiểu sự phát tán bụi ra môi trường là thực sự cần thiết. Bằng phương pháp thu thập, tổng hợp tài liệu, khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng, nghiên cứu đã đánh giá sơ bộ nguồn phát sinh khí bụi tại khu vực mỏ. Trong đó, nguồn phát sinh chủ yếu tập trung ở khu vực khai trường do hoạt động bóc bỏ lớp đất đá phủ trên bề mặt bằng các loại máy móc lớn như máy đào, máy khoan và nổ mìn... Ngoài ra, khí bụi cũng phát sinh từ hoạt động vận chuyển đất đá thải trên tuyến đường từ khu vực khai thác đến các bãi thải quanh mỏ. Nghiên cứu đánh giá được sự phát sinh tổng bụi lơ lửng tại khu vực mỏ than Cao Sơn, trong đó nồng độ bụi cao nhất tập trung tại khu vực khai trường của mỏ. Nghiên cứu cũng đã tổng hợp được các giải pháp công nghệ đang được sử dụng trong kiểm soát bụi, giảm phát tán khí thải ra môi trường tại khu vực nghiên cứu. Từ đó, đề xuất một số giải pháp trong quản lý khai thác, vận hành để giảm thiểu tối đa lượng khí bụi phát sinh nhằm bảo vệ môi trường không khí, đảm bảo phát triển kinh tế bền vững cho ngành than và tỉnh Quảng Ninh.

Từ khóa: môi trường; khí bụi; mỏ than; quản lý

1. Đặt vấn đề

Việc đảm bảo chất lượng môi trường nói chung và môi trường không khí nói riêng luôn được quan tâm thực hiện tại các mỏ khai thác than hiện nay. Công ty Cổ phần Than Cao Sơn - TKV là một trong những đơn vị khai thác mỏ than lộ thiên lớn của Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV). Hoạt động khai thác than lộ thiên sử dụng phương pháp khoan, nổ mìn, xúc bốc đất đá, vận chuyển... thường phát sinh lượng khí bụi, gây tác động nhất định đến môi trường không khí khu vực. Trong đó, hoạt động khoan, nổ mìn tạo ra lượng khí bụi rất lớn cần được quan tâm kiểm soát (Hồ Sĩ Giao và cộng sự, 2010). Theo ước tính để đảm bảo sản lượng than khai thác, bình quân mỗi năm, mỏ than Cao Sơn cần xúc bốc từ 65 - 70 triệu m³ đất đá trong điều kiện ngày càng xuống sâu, cung độ vận tải xa, chiều cao nâng tải lớn (Hoàng Yến, 2021). Để bảo vệ môi trường không khí, giảm thiểu các tác động của khí bụi đến môi trường và đời sống người dân xung quanh khu vực mỏ, Công ty đã thực hiện nhiều công nghệ xử lý kiểm soát khí thải, vận hành khai thác cũng như quản lý dây chuyền, đầu tư kinh phí cho công tác bảo vệ môi trường cho mỏ than. Do đó, việc đánh giá các nguồn phát sinh khí bụi cùng đặc trưng chất lượng môi trường không khí và công tác quản lý, bảo vệ môi trường đang triển khai tại mỏ than Cao Sơn được thực hiện là cần thiết nhằm xây dựng các kế hoạch kiểm soát môi trường dài hạn, có hiệu quả theo định hướng phát triển kinh tế bền vững cho địa phương, đảm bảo hài hòa với mục tiêu phát triển của mỏ than Cao Sơn.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện đánh giá các nguồn thải tác động đến môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn, tác giả đã thực hiện một số phương pháp nghiên cứu sau:

*Tác giả liên hệ

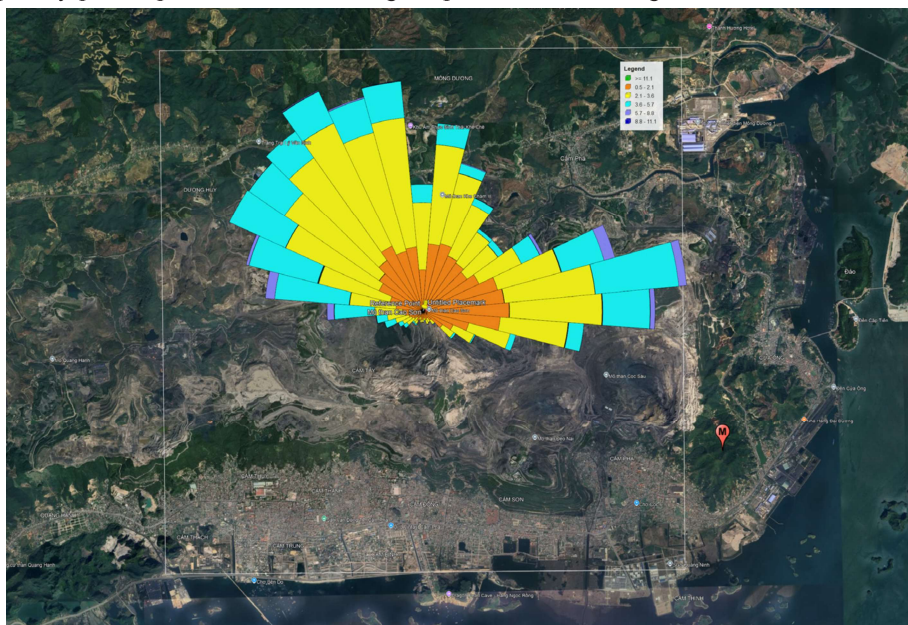
Email: tranthithanhthuy@humg.edu.vn

- Phương pháp thu thập và chỉnh lý tài liệu: Tác giả đã thực hiện thu thập các số liệu về hoạt động khai thác, dây chuyền công nghệ vận hành xử lý; kết quả quan trắc môi trường định kỳ... tại khu vực khai thác than của mỏ than Cao Sơn. Các số liệu thu thập được sử dụng để đánh giá về nguồn phát sinh khí bụi tại khu vực nghiên cứu làm cơ sở phân tích, đánh giá các tác động của hoạt động khai thác than đến môi trường cùng định hướng quản lý phù hợp;

- Phương pháp khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng: Tác giả đã thực hiện khảo sát, đánh giá hiện trạng các nguồn có khả năng phát sinh lượng khí bụi cao như tại khu vực khai trường khai thác than, bãi thải và khu vực sàng tuyển... cùng tham quan các công trình bảo vệ môi trường không khí. Thực hiện tham vấn cán bộ phụ trách môi trường về hiện trạng quản lý môi trường, các công trình bảo vệ môi trường đang triển khai tại mỏ làm cơ sở để đánh giá công tác quản lý, vận hành và định hướng dài hạn trong công tác bảo vệ môi trường cho mỏ than Cao Sơn;

- Phương pháp chuyên gia: Để thực hiện nghiên cứu, tác giả đã thực hiện tham vấn các chuyên gia trong lĩnh vực môi trường để đưa ra định hướng và đề xuất các giải pháp quản lý nhằm giảm thiểu các tác động của hoạt động khai thác than đến chất lượng không khí tại khu vực mỏ than Cao Sơn.

- Phương pháp tổng hợp, phân tích, chạy mô hình dự báo đánh giá kết quả: Căn cứ dựa trên các tài liệu thu thập và kết quả khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng, tác giả đã tiến hành tổng hợp, phân tích, chạy mô hình AERMOD để dự báo đánh giá chất lượng môi trường không khí khu vực mỏ. Trong đó, dữ liệu trường gió, tần suất gió đưa vào mô hình được căn cứ trên số liệu quan trắc, hướng gió thịnh hành trong khu vực theo mùa hè và mùa đông, với các hướng là Tây Bắc và Đông Bắc, hướng gió Tây là hướng gió thường xuất hiện trong mùa hè, vào buổi sáng sớm mang đến nền nhiệt cao. Nhiệt độ không khí trung bình vào mùa hè dao động từ 28,5 - 30,5°C, mùa đông từ 17,5 - 18,0°C. Dữ liệu bức xạ mặt trời trung bình tại khu vực mỏ tương đối cao và chu kỳ đồng nhất theo năm. Mức bức xạ cao nhất trong ngày vào buổi sáng dao động từ 250 - 270 W/m². Khu vực mỏ có lượng mưa trung bình, phân bố mưa trong năm tập trung vào thời điểm mùa hè chuyển dần sang thu, từ tháng 5 đến tháng 11 trong năm với 87,36% thời gian là khô ráo. Ngoài ra, nghiên cứu còn sử dụng các dữ liệu về địa hình, thảm phủ bề mặt với miền tính trong bán kính vùng lan truyền là 10 km với nồng độ bụi TSP và PM10 tại các điểm quan trắc đưa vào kịch bản đánh giá mức độ tác động và phạm vi lan truyền chất ô nhiễm. Từ các kết quả chạy mô hình đánh giá cùng hiện trạng công tác quản lý môi trường đang thực hiện tại Công ty, nghiên cứu đã đưa ra giải pháp quản lý phù hợp với thực tiễn hướng tới phát triển bền vững.



Hình 1. Hoa gió tổng hợp trong thời gian 1/2022-12/2024 tại khu vực mỏ than Cao Sơn

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng các nguồn thải tác động đến môi trường không khí mỏ than Cao Sơn

Dựa trên các tài liệu thu thập cùng kết quả khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng, nghiên cứu đã tổng hợp được các nguồn thải khí bụi chính gây tác động đến môi trường không khí của mỏ than Cao Sơn, cụ thể như sau:

3.1.1. Khu vực khai trường

Đây là khu vực có sự phát sinh khí bụi lớn của mỏ than Cao Sơn. Hoạt động khoan nổ mìn, bốc xúc và vận chuyển đất đá là nguồn phát sinh khí bụi chính tại khu vực khai trường. Mỏ than Cao Sơn sử dụng phương pháp khoan nổ mìn khi đào hào chuẩn bị, phân tầng khai thác với số hàng lỗ khoan là 3 hàng. Ngoài ra, để thực hiện nổ mìn còn sử dụng mạng lỗ khoan nghiêng và mạng nổ là mạng hình nêm. Qua nghiên cứu về hoạt động khoan nổ mìn cho thấy, sau vụ nổ khoảng 38 giây, ở khoảng cách 50 m, hàm lượng CO có trong mây, khí bụi đạt 0,1%, khí NO₂ là 0,02% (Công ty Cổ phần Than Cao Sơn, 2023). Đây là nguyên nhân chính gây khuếch tán vào không khí lượng khí bụi khá lớn, ảnh hưởng đến người lao động. Kết quả khảo sát, thu thập còn cho thấy hoạt động khoan, đào, phân tầng khai thác cũng là nguồn phát sinh khí bụi lớn, gây tác động đến môi trường. 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.

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

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy hoạt động sàng tuyển, phân loại, tách đá cũng là nguồn phát sinh khí bụi và tiếng ồn lớn, gây ảnh hưởng trực tiếp đến công nhân tham gia tại phân xưởng. Theo kết quả khảo sát thực địa cho thấy công nghệ sàng tuyển và chế biến than đang thực hiện tại cơ sở xưởng sàng ở mặt bằng +33-+50, +126, +95-+100, +41 bao gồm các công đoạn: 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. Tại mỏ than Cao Sơn, than nguyên khai sau sàng phần lớn được vận chuyển đến nhà máy sàng tuyển than Cửa Ông và nhà máy sàng tuyển than Khe Châm 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.

Ngoài ra, khí bụi còn phát sinh tại trạm nghiền băng tải đá số 1, 2. Tuy nhiên, do tại đây có sử dụng tuyển băng tải đổ thải lên bãi thải Bàng Nâu và bãi thải trong mỏ lộ thiên Khe Châm II, tuyển băng tải cũng được che phủ nên hàm lượng phát sinh khí bụi thấp. Nhìn chung, việc 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 thải vừa giúp tiết kiệm chi phí sản xuất vừa hạn chế sự phát sinh khí bụi gây ô nhiễm môi trường.

3.1.3. Khu vực bãi thải

Đất đá thải phát sinh của mỏ Cao Sơn là 794.857.122 m³ trong đó 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 Châm III, bãi thải trong Khe Tam, bãi thải trong Thảng Lợi, bãi thải trong lộ thiên Khe Châm II và bãi thải trong Gầm Cao Sơn theo Quyết định số 3928/QĐ-BTNMT ngày 30/12/2022 (Công ty Cổ phần Than Cao Sơn, 2023).

3.1.4. Tuyển đường vận chuyển

Hoạt động vận chuyển trong khu vực khai thác than và hoạt động đổ thải tại các bãi thải có thể gây một số tác động đến môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn đặc biệt vào mùa khô. Theo kết quả thu thập cho thấy tổng khối lượng đất đá thải của mỏ than Cao Sơn 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 băng 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 tuyển băng sẽ kéo dài 15 - 20 năm. Các ô tô vận tải sử dụng hiện có tải trọng từ 50 - 60 tấn; 90 - 100 tấn; 130 - 150 tấn để vận tải đất đá thải (Công ty Cổ

phần Than Cao Sơn, 2023). Hiện nay, bụi và khí thải phát sinh trước hết từ các phương tiện hoạt động trên tuyến đường vận chuyển đất đá thải dài 7 km từ khu vực khai trường đến các bãi thải. Trên công trường khai thác, mật độ xe hoạt động nhiều, dày đặc dễ gây mất an toàn giao thông và phát sinh nhiều khí bụi và tiếng ồn, rung, gây ô nhiễm môi trường. Tuy nhiên, do các phương tiện đã được che phủ để đảm bảo giảm khả năng phát tán ra môi trường nên hàm lượng khí bụi phát sinh thấp, chủ yếu là do sự ma sát giữa phương tiện và nền đường và từ quá trình đốt cháy nhiên liệu để hoạt động động cơ của các phương tiện.

Nhìn chung, dựa trên kết quả thu thập, khảo sát thực địa cho thấy các nguồn phát sinh khí bụi, gây tác động đến môi trường không khí khu vực mỏ than Cao Sơn chủ yếu từ hoạt động khoan, nổ mìn, phân tầng, xúc bốc đất đá tại khu vực khai trường, hoạt động nghiền sàng than tại khu vực sàng tuyển và hoạt động vận chuyển than, đất đá trong khu vực khai thác.

3.2. Đánh giá chất lượng môi trường không khí khu vực nghiên cứu

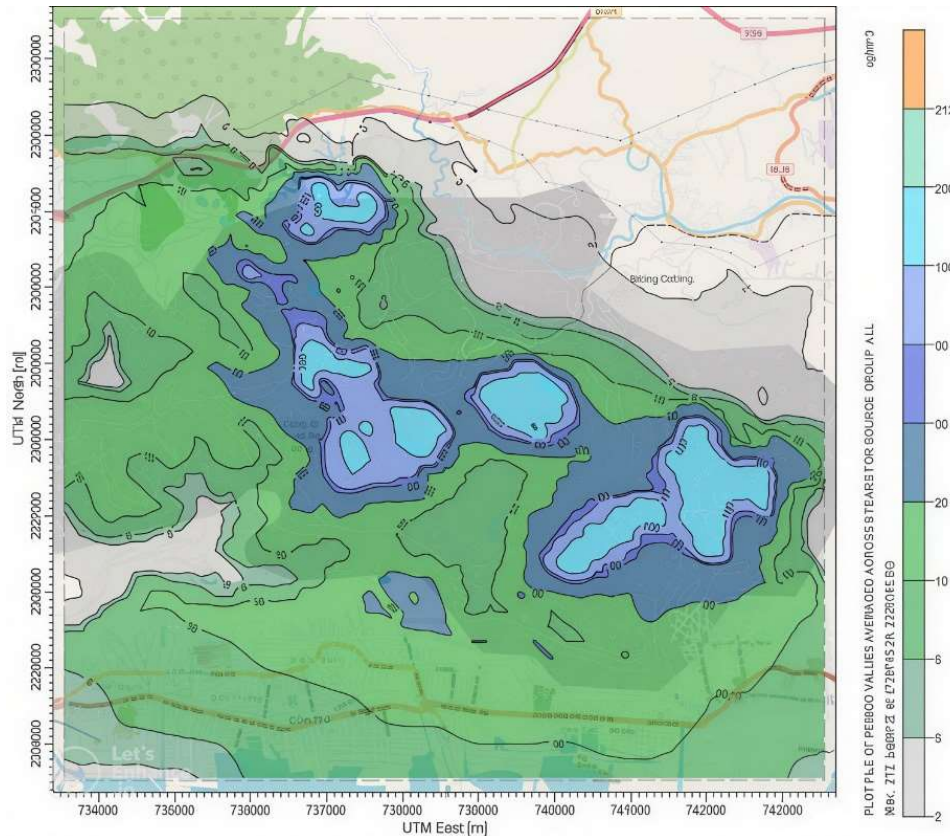
Kết quả thu thập, khảo sát thực địa khu vực nghiên cứu cho thấy môi trường không khí tại khu vực khai thác mỏ than Cao Sơn chịu ảnh hưởng chủ yếu của tổng bụi lơ lửng, khí thải, khí nổ và tiếng ồn, đặc biệt vào mùa khô, trong đó tập trung cao ở khu vực khai trường, trên tuyến đường vận chuyển và khu vực sàng tuyển. Trong đó, nồng độ khí SO_2 , bụi lơ lửng TSP và bụi PM10, đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT trong cả hai mùa. Kết quả tổng hợp cũng 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 quy chuẩn cho phép. Trong đó, nồng độ bụi lơ lửng tập trung cao nhất 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 qua dẫn đến sự gia tăng cao hàm lượng bụi. Song do có sự tập trung đầu tư công nghệ sản xuất và xây dựng nhiều giải pháp kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí nên nồng độ bụi vẫn đạt quy chuẩn cho phép. Tuy nhiên, Công ty vẫn cần tiếp tục thực hiện các biện pháp kiểm soát bụi lơ lửng hiệu quả hơn, đặc biệt là khi chuyển mùa. Kết quả quan trắc nồng độ bụi theo mùa tại một số vị trí phát sinh lượng bụi cao được tổng hợp trong Bảng 1.

Bảng 1. Kết quả quan trắc tổng bụi lơ lửng TSP tại mỏ than Cao Sơn năm 2024

Mẫu	Vị trí	Nồng độ, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Mùa mưa	Mùa khô
K6	Sàng 2	186	197,5
K11	Bãi thải Bàng Nâu +170	187,5	194
K12	Chân bãi thải Bàng Nâu vị trí cầu Bàng Tẩy	190	193
K18	Bãi thải Đông cao Sơn	184,5	191
K19	Moong trung tâm	193	195,5
K29	Đường vận chuyển đi bãi thải Bàng Nâu	183	192
	QCVN 05:2023/BTNMT (trung bình 24 giờ)	200	

Nguồn: Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin (2024)

Nghiên cứu cũng đã sử dụng mô hình mô phỏng để đánh giá sự phân bố nồng độ khí thải phát sinh tại mỏ than Cao Sơn cùng khả năng khuếch tán, lan truyền của chúng đến môi trường. Để đánh giá mức độ tác động của khí bụi đến môi trường, kết quả mô phỏng sẽ được so sánh với quy định về ngưỡng tối đa của bụi TSP trong môi trường theo QCVN 05:2023/BTNMT trung bình 24 giờ là $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kết quả đánh giá sự phân bố nồng độ TSP trung bình tại khu vực mỏ than Cao Sơn được thể hiện trên Hình 2. Trong đó, nồng độ bụi TSP tập trung cao nhất ở khu vực moong khai thác, khai trường mỏ và chân bãi thải với dải nồng độ trong khoảng từ $100 - 200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ còn ở các khu vực lân cận mỏ và gần khu vực dân cư xung quanh, nồng độ bụi thấp hơn quy chuẩn cho phép rất nhiều, thường ở mức $10 - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Hình 2. Sơ đồ phân bố nồng độ TSP trung bình tại khu vực mỏ than Cao Sơn

Nguồn: Công ty Cổ phần Tin học, Công nghệ, Môi trường - Vinacomin (2024)

Kết quả mô hình phân bố nồng độ bụi TSP tại Hình 2 cũng tương đồng với kết quả quan trắc tại các vị trí phát sinh nồng độ bụi cao tại Bảng 1, như tại khu vực khai trường, chân bãi thải với dải nồng độ thay đổi từ 100 - 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dải màu xanh dương nhạt). Mô hình mô phỏng cũng đánh giá được sự suy giảm nồng độ bụi theo không gian, trong đó càng xa khu vực khai trường khai thác mỏ, nồng độ TSP càng thấp, nồng độ thay đổi từ 10 - 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (dải màu xanh lá cây). Kết quả nghiên cứu cho thấy nồng độ bụi phát sinh cao tập trung chủ yếu tại khu vực khai trường khai thác, càng ra xa thì nồng độ bụi giảm. Điều này cho thấy hoạt động khai thác than là nguồn phát sinh khí bụi tại khu vực nghiên cứu nhưng chỉ gây tác động trực tiếp đến người công nhân vận hành tại khu vực khai trường.

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

Căn cứ trên tài liệu thu thập về báo cáo môi trường hàng năm của Công ty cùng kết quả khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng, hiện tại Công ty đã thực hiện nhiều giải pháp kỹ thuật để giảm thiểu sự phát sinh khí bụi gây tác động đến môi trường. 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 hóa, đồng bộ thiết bị công suất lớn đối với các thiết bị khai thác và vận chuyển, đầu tư các xe có tải trọng 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. Theo nghiên cứu cho thấy việc vận chuyển bằng băng tải di động đã giúp mô giảm được khoảng 40% lượng xe ô tô hoạt động trên các tuyến đường, giảm bớt được lượng khí bụi phát tán từ các phương tiện và trên tuyến đường vận chuyển, góp phần đảm bảo chất lượng môi trường không khí khu vực. Kết quả tính toán sơ bộ năm 2018 về đơn giá và chênh lệch của đơn giá khi vận tải đất đá mỏ Cao Sơn ra bãi thải Bảng Nâu bằng hệ thống vận tải liên hợp ô tô - băng tải và khi vận tải bằng ô tô đơn thuần cho thấy, khi vận chuyển đất đá bằng hệ thống vận tải liên hợp ô tô - băng tải sẽ giảm được 9.210 đồng/ m^3 so với khi vận chuyển bằng ô tô đơn thuần (Hoàng Văn Khanh, 2020). Điều này cho thấy việc thay đổi phương thức

vận chuyển sẽ vừa tiết kiệm chi phí, vừa đảm bảo an toàn và bảo vệ môi trường. Ngoài ra, 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 trên các tuyến đường vận chuyển hoặc khu vực bãi thải.

Công ty còn sử dụng các hệ thống phun sương dập bụi để tránh phát tán khí bụi. Theo kết quả khảo sát đánh giá cho thấy, hiện công ty 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. Ngoài ra, để giảm phát tán bụi, Công ty còn xây dựng tường chắn bụi tại khu vực cụm sàng 2 với kích thước tường chắn dài x cao là 333 m x 17 m. Kết cấu của tường chắn có cột tường rào được đặt trên hệ móng cọc 300 x 300 mm; móng và dầm móng sử dụng bê tông đá 1x2 M250; phần tường rào bằng tấm chắn đục lỗ thép; cột thép D141,3 x 5,56. Theo dữ liệu báo cáo thống kê cho thấy hiện nay Công ty đang sử dụng 12 hệ thống phun sương dập bụi để giảm thiểu bụi, khí thải phát sinh tại khu vực bãi thải Bàng Nâu với 152 cột phun, công suất 50 m³/h/hệ thống cùng 5 súng phun sương. Tại các tuyến băng tải đất đá ra bãi thải Bàng Nâu, Công ty đang sử dụng 10 điểm phun nước dập bụi trên tuyến băng tải 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, đảm bảo hoạt động phun sương dập bụi được hoạt động liên tục. 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 và khu vực bãi thải. Tổng hợp các xe phun nước tưới đường là 19 xe trong đó có 3 xe tưới nước, rửa đường cao áp và 16 xe tưới đường với thể tích téc chứa nước từ 12 - 50 m³. Đối với vận chuyển than từ khai trường về cụm sàng mỏ, công ty duy trì thực hiện phun tưới nước thường xuyên với tần suất 5 lượt/ca (vào ngày khô, trừ ngày mưa), dung tích là 30 m³ - 35 m³ để phun tưới thường xuyên trên các tuyến đường tại khai trường, bãi thải, đường vận chuyển trong mỏ và tưới liên tục trong 3 ca.

Tại khu vực tập kết than, để giảm lượng khí bụi phát sinh, Công ty 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. Ngoài ra, Công ty còn thực hiện 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.

3.4. Giải pháp nâng cao hiệu quả quản lý môi trường không khí cho mỏ than Cao Sơn

Dựa vào những công tác quản lý môi trường hiện đang triển khai thực hiện tại mỏ, để nâng cao hiệu quả quản lý môi trường không khí, Công ty có thể thực hiện những giải pháp cụ thể sau.

3.4.1. Giải pháp về công nghệ và kỹ thuật

Tiếp tục thực hiện cơ giới hóa công tác vận chuyển đất đá thải bằng các băng tải di động có che phủ vừa giảm bớt được lưu lượng xe vận chuyển vừa giảm khả năng phát tán bụi.

Sử dụng phương pháp khoan ướt hoặc sử dụng máy khoan có chụp hút lọc bụi, nổ mìn vi sai từng lỗ, hạn chế xúc tăng cao để tránh sạt lở gây bụi.

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 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, sàng tuyển than, đổ thải đất đá và các khu vực tiếp giáp khu dân cư (Kim Ngân, 2024). Đầu tư thêm các hệ thống phun sương dập bụi trên các tuyến đường vận chuyển nội mỏ, duy trì thường xuyên tưới nước làm ẩm trên các tuyến đường trong khai trường và trên tuyến đường vận chuyển. Thường xuyên duy tu, bảo dưỡng đường vận chuyển để đảm bảo lưu thông và hạn chế phát sinh khí bụi.

Nghiên cứu xây dựng hệ thống quan trắc chất lượng không khí tự động, liên tục tại các khu vực trọng điểm, kết nối với trung tâm điều hành để theo dõi và xử lý kịp thời các sự cố bất thường.

Xây dựng thêm các đường vận chuyển than riêng ít qua khu vực dân cư hoặc dây chuyền băng tải vận chuyển than có hệ thống che phủ giảm bụi để không làm ảnh hưởng tới khu vực xung quanh. Tuân thủ các quy định đối với các phương tiện vận chuyển, che chắn các phương tiện vận chuyển than và đất đá thải bằng bạt hoặc thùng kín và rửa xe trước khi ra khỏi khu vực mỏ. Tăng cường công tác bảo dưỡng, trung tu, đại tu các thiết bị, máy mỏ để hạn chế lượng bụi và khí thải phát sinh.

Trồng nhiều cây xanh làm vành đai cản bụi, có khả năng hấp thụ bụi tốt vừa tạo cảnh quan môi trường vừa giảm thiểu nguy cơ phát tán bụi và tiếng ồn trong quá trình khai thác, đặc biệt tăng cường trồng xen dày tại các khu vực tiếp giáp với khu dân cư.

Nghiên cứu 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.

Nghiên cứu lắp đặt hệ thống quạt thông gió cưỡng bức trên các tầng để thông gió khu vực khai trường lộ thiên khi khai thác xuống sâu, đảm bảo lưu thông không khí trong lòng moong.

3.4.2. Giải pháp về quản lý, vận hành

Lập kế hoạch khai thác, đổ thải cụ thể, phối hợp với các mỏ và dự án khác xung quanh bố trí lịch vận chuyển hợp lý sao cho mật độ xe cộ chạy không quá dày đặc trong cùng một thời điểm, tránh tác động cộng hưởng về phát sinh bụi và khí thải.

Tăng cường tập huấn công tác bảo vệ môi trường tới cán bộ, công nhân vận hành nhằm nâng cao công tác quản lý môi trường tại mỏ, thực hiện đồng bộ công tác quản lý môi trường và an toàn của mỏ.

Xây dựng đội ngũ cán bộ chuyên trách về quản lý môi trường có trình độ chuyên môn cao. Nghiên cứu xây dựng và áp dụng hệ thống quản lý môi trường ISO 14001 tại Công ty.

4. Kết luận

Nguồn phát sinh gây tác động đến môi trường không khí tại mỏ than Cao Sơn chủ yếu từ các hoạt động nổ mìn và bốc xúc đất đá ở khu vực khai trường, bãi thải và khu vực sàng tuyển than. Trong đó, khí bụi phát sinh chủ yếu từ các hoạt động khai thác than và vận chuyển đất đá thải, bụi mìn phát sinh lớn tại khu vực sàng tuyển và khí thải phát sinh từ các phương tiện vận chuyển và máy móc. Lượng khí bụi phát sinh thay đổi tùy vào từng khu vực sẽ có mức độ phát thải khác nhau.

Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy chất lượng môi trường không khí tại mỏ vẫn được đảm bảo, trong đó lượng bụi phát sinh cao nhất tại tất cả các điểm quan trắc trong cả 2 mùa, song đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 05:2023/BTNMT. Nồng độ khí bụi đều có xu hướng giảm vào mùa mưa và tăng cao hơn vào mùa khô, trong đó tập trung cao nhất tại khu vực khai trường, bãi thải và giảm dần tại các khu vực dân cư lân cận.

Công tác quản lý môi trường để giảm thiểu các tác động đến môi trường không khí của mỏ than đang được thực hiện tốt, song để đảm bảo hiệu quả bảo vệ môi trường lâu dài, tác giả cũng đã đề xuất một số giải pháp kỹ thuật và quản lý, trong đó cần nghiên cứu triển khai đồng bộ các giải pháp kết hợp hệ thống quan trắc và giám sát môi trường nhằm đảm bảo hiệu quả thực tế và sự tuân thủ quy định pháp luật về bảo vệ môi trường cho mỏ than; xây dựng và áp dụng hệ thống quản lý môi trường ISO 14001 cho Công ty.

Tài liệu tham khảo

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 Cổ phần 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. Hoàng Văn Khanh, 2020. Vận tải liên hợp ô tô - băng tải ở mỏ Cao Sơn - Giải pháp hữu hiệu về kinh tế, môi trường và an toàn. *Tạp chí Công nghiệp môi trường điện tử*.
5. Kim Ngân, 2024. Bảo vệ môi trường vùng than Quảng Ninh: TKV hướng tới mục tiêu phát triển toàn diện, bền vững. *Báo Bộ Công Thương*, Hà Nội.
6. Hồ Sĩ Giao, Bùi Xuân Nam, & Mai Thế Toàn, 2010. *Bảo vệ môi trường trong khai thác lộ thiên*. NXB Từ điển Bách Khoa, Hà Nội.
7. Hoàng Yến, 2021. Nâng cao năng lực xúc bốc các mỏ lộ thiên. *Cổng thông tin điện tử tỉnh Quảng Ninh*.

ASSESSING THE SOURCES OF DUST EMISSIONS AT CAO SON COAL MINE AND PROPOSING SOLUTIONS FOR AIR ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN THIS AREA

Do Manh Dung¹, Tran Thi Thanh Thuy^{2,*}, Tran Anh Quan²

¹*Vinacomin - Information, Technology and Environment Joint Stock Company*

²*Hanoi University of Mining and Geology*

ABSTRACT

Coal mining plays a crucial role in the economic development and livelihoods of Quang Ninh Province. To ensure sustainable development and maintain a balance between economic benefits and environmental quality, it is necessary to assess dust emission sources from coal mining activities at the Cao Son coal mine. This assessment supports the development of solutions to control and minimize dust dispersion into the environment. Through data collection, field surveys, and stakeholder consultations, this study provides a preliminary assessment of dust emission sources in the mining area. The main sources are concentrated within the mining site due to the removal of surface soil and rock using heavy equipment such as excavators, drilling machines, and blasting operations. In addition, dust is also generated from the transportation of waste rock and soil along haul roads from the mining site to surrounding waste dumps. The study also evaluated total suspended particulate matter (TSP) generation at the Cao Son coal mine, indicating that the highest dust concentrations occur in the pit area. Furthermore, the study compiled and reviewed the technological solutions currently applied for dust control and emission reduction in the study area. Based on these findings, several mining and operational management solutions are proposed to minimize dust generation, thereby improving air quality and contributing to the sustainable development of the coal industry and Quang Ninh Province.

Keywords: *environment; air pollution; coal mining; environmental management*