



# TUYỂN TẬP HỘI THẢO KHOA HỌC QUỐC GIA

## QUẢN LÝ MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN TÀI NGUYÊN THIÊN NHIÊN

# EMNR 2026



**Trần Thị Thanh Thủy, Phạm Thị Thanh Hải, Tô Nguyễn Hồng Nhung..... 102**

Hiện trạng môi trường phóng xạ khu vực mỏ Đông Pao, tỉnh Lai Châu

**Nguyễn Quang Minh, Vũ Trường Sơn..... 111**

Đánh giá xói lở lòng sông dự án khai thác cát sỏi tại 4 điểm khu vực Nghĩa Lộ, Văn Chấn, tỉnh Lào Cai

**Nguyễn Quang Minh, Đào Trung Thành, Nguyễn Quốc Phi, Phạm Khánh Huy 125**

Xác định lượng bổ cập từ nước mưa cho tầng chứa nước dưới đất Holocen đồng bằng sông Hồng

**Lê Việt Hùng, Trần Thành Lê, Phùng Thị Linh ..... 138**

Quản lý và khai thác tài nguyên sinh vật biển đảo của triều Nguyễn giai đoạn 1802-1858

**Đinh Thị Hải Đường ..... 148**

Cơ sở khoa học hoàn thiện chính sách đóng cửa mỏ nhằm đáp ứng yêu cầu khai thác khoáng sản bền vững và bảo vệ môi trường

**Quách Đức Tín, Hoàng Nam, Nguyễn Thị Cúc ..... 158**

## **PHẦN 2: SINH THÁI MÔI TRƯỜNG VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG**

Kinh tế tuần hoàn trong quản lý chất thải khai khoáng: xu hướng phát triển và tiềm năng áp dụng cho Việt Nam

**Nguyễn Phương Đông, Vũ Thị Lan Anh, Phạm Minh Khôi, Nguyễn Thị Hòa .... 170**

Ứng dụng mô hình DPSIR trong đánh giá thực trạng vận chuyển khoáng sản trên sông, hồ và ô nhiễm môi trường nước tại một số khu vực ở Việt Nam

**Trần Thị Ngọc, Phan Thị Mai Hoa, Nguyễn Thị Hòa, Đặng Thị Ngọc Thủy, Nguyễn Thị Hồng..... 180**

Đánh giá tác động đến môi trường không khí do hoạt động khai thác, chế biến đá vôi tại một số mỏ khu vực xã Tân Thành, tỉnh Ninh Bình

**Vũ Thị Lan Anh, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Hòa, Nguyễn Phương Đông ..... 189**

Dự báo lượng chất thải rắn y tế nguy hại phát sinh của tỉnh Quảng Ninh năm 2030

**Nguyễn Mai Hoa ..... 201**

Nghiên cứu đặc điểm phân bố trầm tích và sinh cảnh đáy biển phục vụ phát triển điện gió ngoài khơi vùng biển từ Vĩnh Hảo - La Gi

**Đàm Việt Quốc, Nguyễn Tài Tuệ, Trần Thị Dung, Phạm Lan Anh ..... 211**

Phân tích SWOT và đề xuất chiến lược nâng cao hiệu quả công tác lập phương án cải tạo, phục hồi môi trường cho các dự án khai thác khoáng sản lộ thiên



**Nghiên cứu ảnh hưởng do hoạt động khai thác, chế biến đá vôi tại khu vực xã**

**Tân Thành, tỉnh Ninh Bình đến môi trường không khí**

Vũ Thị Lan Anh<sup>a\*</sup>, Trần Thị Ngọc<sup>a</sup>, Nguyễn Thị Hòa<sup>a</sup>, Nguyễn Phương Đông<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam

**\*Tác giả liên hệ:**

**Họ và tên: Vũ Thị Lan Anh**

**Điện thoại: (+84) 985-809-675**

**Email: vuthilananh@humg.edu.vn**

**Tóm tắt**

Tài nguyên khoáng sản đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế – xã hội của Việt Nam, trong đó tỉnh Ninh Bình sở hữu nguồn đá vôi và đá dolomit phong phú, có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên, hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản có nguy cơ gây tác động tiêu cực đến môi trường. Nghiên cứu này tập trung đánh giá các tác động môi trường từ hoạt động khai thác và chế biến đá vôi tại khu vực Thung Dục, xã Tân Thành, tỉnh Ninh Bình với công suất khai thác khoảng 250.000 tấn đá vôi trắng/năm và thu hồi khoảng 36.000 m<sup>3</sup>/năm khoáng sản đi kèm, trong bối cảnh khai thác đồng thời với một số mỏ lân cận. Các phương pháp được áp dụng gồm phương pháp tính toán phát thải (đối với bụi đá) dựa trên hệ số ô nhiễm và phương pháp mô phỏng lan truyền chất ô nhiễm không khí bằng mô hình AERMOD. Kết quả tổng hợp cho thấy nồng độ bụi trong quá trình vận chuyển tại các khu vực có khoảng cách nhỏ hơn 150 m, nồng độ bụi vượt quy chuẩn. Kết quả mô phỏng cho thấy, khi xét đến yếu tố cộng hưởng từ các mỏ lân cận, bụi phát sinh sau nổ mìn có thể lan truyền tới bán kính khoảng 1.000 m theo hướng gió chủ đạo Tây Nam, với nồng độ trung bình khoảng 0,200 mg/m<sup>3</sup>, ảnh hưởng đến khu vực dân cư xung quanh. Trên cơ sở đó cần đề xuất các biện pháp giảm thiểu nhằm hạn chế phát sinh và lan truyền bụi, góp phần bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng.

**Từ khóa:** khai thác và chế biến, đá vôi, mô hình AERMOD, lan truyền



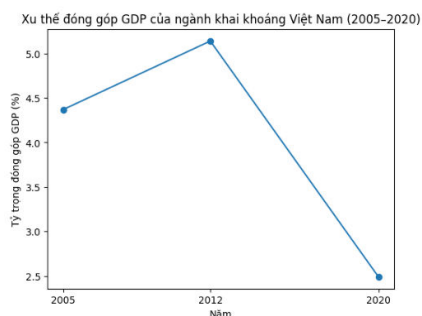
### 1. Đặt vấn đề

Tài nguyên khoáng sản đã và đang đóng vai trò nền tảng đối với sự phát triển của nền văn minh nhân loại trong suốt tiến trình lịch sử. Từ việc sử dụng sắt trong các công cụ lao động cổ đại cho đến silicon – vật liệu cốt lõi của công nghệ điện tử hiện đại, khoáng sản hiện diện sâu rộng trong hầu hết các lĩnh vực của đời sống kinh tế – xã hội.

Trong bối cảnh toàn cầu hóa và cách mạng công nghiệp hiện nay, tài nguyên khoáng sản tiếp tục giữ vai trò then chốt trong phát triển công nghiệp, xây dựng cơ sở hạ tầng và đảm bảo an ninh năng lượng. Trên phạm vi toàn cầu, các xu hướng khai thác đang chuyển dịch mạnh mẽ theo hướng nâng cao hiệu quả sử dụng, giảm thiểu tác động môi trường và hướng tới phát triển bền vững.

Khoáng sản không chỉ cung cấp nguyên liệu thô cho các ngành xây dựng, luyện kim, hóa chất mà còn góp phần quan trọng vào tăng trưởng kinh tế và nâng cao năng lực cạnh tranh quốc gia. Tại Việt Nam, khoáng sản được xác định là nguồn lực quan trọng phục vụ phát triển đất nước. Tuy nhiên, đóng góp vào GDP của ngành khai khoáng đang có xu hướng giảm đáng kể: từ mức 5,14% (tương đương 77,5 nghìn tỷ đồng) năm 2012 xuống còn xấp xỉ 2,49% (khoảng 73,1 nghìn tỷ đồng) vào

năm 2020.



*Hình 1. Xu thế đóng góp vào GDP của ngành khai khoáng Việt Nam*

Sự suy giảm này là kết quả của nhiều yếu tố, trong đó chủ yếu do các mỏ có trữ lượng lớn và điều kiện thuận lợi đã được khai thác hết. Nhiều mỏ hiện nay phải chuyển sang khai thác sâu với hàm lượng quặng thấp, dẫn đến chi phí vận hành tăng cao và hiệu quả kinh tế giảm sút. Tính đến năm 2022, cả nước có khoảng 5.000 mỏ và điểm quặng, với sự tham gia của 3.804 doanh nghiệp, trong đó các doanh nghiệp khai thác đá chiếm tỷ trọng lớn nhất với hơn 50% (Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020).

Ninh Bình là địa phương có vị trí địa lý thuận lợi và hệ thống giao thông đồng bộ, tạo điều kiện lý tưởng cho ngành công nghiệp khai khoáng phát triển. Tỉnh sở hữu nguồn đá vôi và đá dolomit phong phú, là nguyên liệu thiết yếu cho sản xuất xi măng, vôi và bột canxi cacbonat. Theo quy định hiện hành, các dự án khai thác tại đây sau



khi phê duyệt trữ lượng đều phải lập báo cáo đánh giá tác động môi trường (ĐTM) nghiêm ngặt trước khi cấp phép khai thác. Việc nghiên cứu và dự báo các tác động môi trường là nhiệm vụ cấp bách nhằm đề xuất các giải pháp giảm thiểu ô nhiễm cho cộng đồng dân cư.

Trong bối cảnh đó, nghiên cứu này tập trung đánh giá tác động đến môi trường không khí tại khu vực Thung Dục, xã Tân Thanh, tỉnh Ninh Bình. Dự án tại đây có công suất khai thác đá vôi trắng đạt 250.000 tấn/năm, đồng thời thu hồi khoáng 36.000 m<sup>3</sup>/ năm khoáng sản đi kèm làm vật liệu xây dựng. Bằng việc kết hợp phương pháp tính toán hệ số phát thải và mô hình mô phỏng AERMOD, nghiên cứu hướng tới việc xác định chính xác tải lượng bụi và phạm vi lan truyền ô nhiễm, từ đó đưa ra các biện pháp quản lý môi trường hiệu quả cho khu vực.

## 2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

### 2.1. Đối tượng

Khu vực nghiên cứu có tổng diện tích đất sử dụng là 9,43ha, trong đó: khu khai trường có diện tích 8,6 ha. Sân công nghiệp có diện tích 0,83 ha, nằm ở phía Nam mỏ cách khoảng 300m.

Công suất khai thác đá vôi trắng làm bột carbonat canxi là:  $A_q = 250.000$  tấn/năm

tương đương 92.593 m<sup>3</sup>/năm. Với thể trọng của đá là 2,7 tấn/m<sup>3</sup>. Thu hồi khoáng sản đi kèm đá vôi làm VLXDTT trung bình: 36.000 m<sup>3</sup>/năm.

- Công nghệ khai thác: công nghệ khai thác lộ thiên. Hiện nay để khai thác đá vôi làm bột, công nghệ phổ biến nhất là khai thác lộ thiên bằng phương pháp khoan nổ mìn. Loại thuốc nổ mà mỏ sử dụng để khai thác là ANFO, nhũ tương AD1 với phương pháp nroo vi sai phi điện qua hàng tam giác, giúp giảm chấn và tác động đá văng.

Mỏ nằm trong vùng quy hoạch khai thác đá vôi làm nguyên liệu cho các nhà máy chế biến nên có nhiều mỏ đang hoạt động với hình thức nổ mìn khai thác (Hình 2) chính vì vậy tác động đến từ quá trình hoạt động của mỏ còn cần xét đến yếu tố cộng hưởng của các mỏ xung quanh.



Hình 2. Vị trí dự án và sơ đồ vị trí các mỏ lân cận

### 2.2. Phương pháp nghiên cứu

#### 2.2.1. Phương pháp tính toán phát thải dựa trên hệ số ô nhiễm



Để đánh giá lượng bụi và khí thải phát sinh từ hoạt động của máy móc, thiết bị thi công trong giai đoạn xây dựng và khai thác, nghiên cứu sử dụng phương pháp tính toán phát thải dựa trên hệ số phát thải EF theo hướng dẫn tại Công văn số 1074/BTNMT-KSON, lựa chọn bộ hệ số EF do US EPA ban hành (US EPA, AP-42 Compilation of Air Pollutant Emission Factors).

Tải lượng phát sinh của từng chất ô nhiễm được xác định theo công thức sau:

$$G_i = F \times EF_i \quad (1)$$

Trong đó:

$G_i$ : Lượng phát thải của chất ô nhiễm  $i$  (kg/ngày hoặc kg/năm);

$F$ : Lượng nhiên liệu tiêu thụ của máy móc, thiết bị thi công (lít/ngày hoặc kg/ngày);

$EF_i$ : Hệ số phát thải của chất ô nhiễm  $i$  (kg/lít hoặc kg/kg nhiên liệu) (U.S. EPA. AP-42).

Các chất ô nhiễm được xem xét trong nghiên cứu bao gồm bụi tổng (TSP), CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub> và hydrocarbon (HC), là những thành phần đặc trưng phát sinh từ quá trình đốt cháy nhiên liệu của các động cơ thi công sử dụng dầu diesel hoặc xăng.

### **2.2.2. Phương pháp tính toán bụi phát sinh từ hoạt động nổ mìn, bốc xúc, san gạt mặt bằng**

Lượng bụi phát sinh từ một vụ nổ được tính theo công thức (2):

$$E = k \times 0,00022 \times 10,76A^{1,5} \quad (2)$$

Trong đó:

$E$  (Emission): Tải lượng bụi phát sinh từ một vụ nổ (kg/vụ nổ).

$k$  (Scaling Factor): Hệ số hiệu chỉnh theo kích thước hạt bụi:

- Đối với bụi tổng số (TSP):  $k = 1,0$

- Đối với bụi mịn PM<sub>10</sub>:  $k = 0,52$

- Đối với bụi siêu mịn PM<sub>2.5</sub>:  $k = 0,03$

$A$  (Area): Diện tích khu vực nổ mìn (m<sup>2</sup>).

Số hạng 0,00022: Là hệ số thực nghiệm đã được chuyển đổi sang đơn vị kg.

Công thức này rất phù hợp tính toán khi mô sử dụng loại thuốc nổ ANFO.

Lượng bụi phát sinh trong quá trình san gạt mặt bằng được xác định dựa trên hệ số ô nhiễm do Ngân hàng Thế giới (World Bank) đề xuất trong *Environmental Assessment Sourcebook, Volume II – Sectoral Guidelines* (1991). Phương pháp tính toán được thực hiện theo công thức tổng quát sau:

$$G = A \times EF \quad (3)$$

Trong đó:

$G$ : Tổng lượng bụi phát sinh (kg/ngày hoặc kg/năm);

$A$ : Khối lượng hoạt động san gạt mặt bằng (m<sup>2</sup>/ngày, m<sup>3</sup>/ngày hoặc tấn/ngày, tùy theo cách xác định);

$EF$ : Hệ số phát thải bụi tương ứng với hoạt động san gạt mặt bằng (kg bụi/đơn vị hoạt



động), lấy theo hướng dẫn của Ngân hàng Thế giới (*Environmental Assessment Sourcebook, Volume II – Sectoral Guidelines* (1991)).

### 2.2.3. Mô hình AERMOD

Mô hình AERMOD được phát triển từ năm 1991 bởi Hiệp hội Khí tượng Hoa Kỳ (AMS) phối hợp với Ủy ban Cải tiến Mô hình Quy định của US EPA.

Mô hình AERMOD được thiết kế để xử lý đồng thời địa hình bằng phẳng và địa hình phức tạp trong cùng một khuôn khổ mô hình. Dữ liệu địa hình được tích hợp trong quá trình xác định dạng phương trình nồng độ, cho phép đánh giá ảnh hưởng của độ cao, độ dốc và hình thái địa hình đến sự lan truyền chất ô nhiễm (Cimorelli, 2005).

Trong lớp biên ổn định (Stable Boundary Layer – SBL), sự phân bố nồng độ chất ô nhiễm được giả định tuân theo phân bố Gauss theo cả phương ngang và phương thẳng đứng. Trong khi đó, trong lớp biên đối lưu (Convective Boundary Layer – CBL), phân bố ngang vẫn được giả định là Gaussian, còn phân bố theo phương thẳng đứng được mô tả bằng hàm mật độ xác suất hai chiều dạng Gaussian, phản ánh đặc điểm chuyển động rối và đối lưu mạnh của khí quyển.

#### \* Tính toán nồng độ chất ô nhiễm

Đối với điều kiện lớp biên ổn định và địa hình đơn giản, nồng độ chất ô nhiễm tại một điểm thu nhận được xác định theo công thức Gaussian:

$$C(x, y, z) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \left[ \exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right]$$

(4)

Trong đó:

$C(x, y, z)$ : nồng độ chất ô nhiễm tại điểm tính toán ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ );

$Q$ : lưu lượng phát thải của nguồn (g/s);

$u$ : vận tốc gió trung bình (m/s);

$\sigma_y, \sigma_z$ : hệ số khuếch tán theo phương ngang và phương thẳng đứng (m);

$x$ : khoảng cách theo hướng gió (m);

$y$ : khoảng cách vuông góc hướng gió (m);

$z$ : cao độ điểm thu nhận (m);

$H$ : chiều cao hiệu dụng của nguồn phát thải (m), bao gồm chiều cao hình học và độ nâng của luồng khói.

Đối với điều kiện lớp biên đối lưu, AERMOD sử dụng cách tiếp cận xác suất để mô phỏng chuyển động rối theo phương thẳng đứng, qua đó cho phép đánh giá chính xác hơn sự khuếch tán chất ô nhiễm trong điều kiện đối lưu mạnh.

### 2.2.4. Phương pháp điều tra, thu thập số liệu và khảo sát thực địa

Nhóm nghiên cứu tiến hành khảo sát thực địa để xác định hiện trạng tình hình khai thác, bố trí các hạng mục công trình điều



tra xã hội học tại khu vực nghiên cứu, nhất là các đối tượng xung quanh, nhạy cảm của khu vực có khả năng chịu tác động trong quá trình khai thác của mỏ,... Đồng thời xác định vị trí lấy mẫu làm cơ sở cho việc đo đạc thông số môi trường nền.

### 3. Kết quả nghiên cứu

#### 3.1. Kết quả tính toán thải lượng các chất ô nhiễm không khí

##### 3.1.1. Bụi phát sinh trong quá trình nổ mìn, san gạt, xúc bốc, tập kết

Căn cứ theo Văn bản số 1074/BTNMT-KSONMT ngày 21/02/2024 của Bộ TNMT về việc hướng dẫn kỹ thuật kiểm kê phát thải bụi và khí thải từ nguồn thải điểm, nguồn diện và nguồn di động: tải lượng chất thải rắn ít độc hại (chủ yếu là đất đá) khi khai thác mỏ lộ thiên tại khai trường các mỏ đá đang khai thác cho thấy hàm lượng bụi trong không khí như sau: Quá trình nổ mìn: 0,4kg/tấn; Công đoạn san gạt, xúc bốc: 0,17kg/tấn.

Khối lượng đá cần nổ mìn hàng năm với đá vôi trắng làm bột carbonat canxi là:  $A_q = 250.000$  tấn/năm tương đương  $92.593 \text{ m}^3/\text{năm}$  (với thể trọng của đá là  $2,7 \text{ tấn/m}^3$ ) và thu hồi khoáng sản đi kèm đá vôi làm VLXDTT trung bình:  $36.000 \text{ m}^3/\text{năm}$ ;  $128.593 \times 2,7 = 347.201,1$  (tấn/năm) làm tròn là 347.200 tấn/năm.

Khối lượng xúc bốc hàng năm gồm đá khai

thác và khối lượng đất bóc phủ. Do khối lượng đất bóc tại dự án rất nhỏ nên khối lượng xúc bốc là 347.200 (tấn/năm). Khối lượng đá vận chuyển về hệ thống nghiền sàng là: 347.200 tấn đá nguyên khai/năm; Cũng dựa trên văn bản số 1074, hoạt động khai thác khoáng sản (khai thác, nghiền, đập đá) được phân loại là nguồn thải diện. Chất ô nhiễm là bụi như sau:

Bảng 1. Hệ số phát thải trong khai thác khoáng sản

| Nguồn phát thải | Hoạt động cụ thể              | Đơn vị     | Thông số ô nhiễm |         |         | Tổng tải lượng |
|-----------------|-------------------------------|------------|------------------|---------|---------|----------------|
|                 |                               |            | PM               | PM10    | PM2.5   |                |
| Khai thác đá    | Khai thác, nghiền, đập đá ướt | kg/tấn ướt | 0,0006           | 0,00027 | 0,00005 | 0,00092        |
|                 | Khai thác, nghiền, đập đá khô | kg/tấn khô | 0,0027           | 0,0012  | 0,0006  | 0,0045         |

Theo thiết kế, khối lượng khai thác thiết kế của mỏ là 347.200 tấn/năm thì lượng bụi phát sinh từ các hoạt động khai thác được dự báo trong bảng dưới đây:

Bảng 2. Tính toán tải lượng bụi phát sinh từ hoạt động khai thác

| Nguồn phát thải | Nguyên liệu/sản phẩm          | Sản lượng khai thác (tấn/năm) |           | Tổng tải lượng bụi phát sinh (kg/năm) |           |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|---------------------------------------|-----------|
|                 |                               | XDCB                          | Hoạt động | XDCB                                  | Hoạt động |
| Khai thác đá    | Khai thác, nghiền, đập đá ướt | 80.357                        | 347.200   | 105                                   | 5.027     |
|                 | Khai thác, nghiền, đập đá khô | 80.357                        | 347.200   | 1,87                                  | 4.648     |

+ Bụi phát sinh trong công đoạn vận



### chuyển vận vật liệu

Tùy theo điều kiện chất lượng đường sá, chất lượng xe vận chuyển mà lượng bụi phát sinh nhiều hay ít. Đặc biệt nồng độ bụi sẽ tăng cao trong những ngày khô, nắng gió. Bụi do nguyên vật liệu rơi vãi khi vận chuyển cuốn theo gió phát tán vào không khí gây nên ô nhiễm cho các khu vực xung quanh.

Tải lượng bụi phát sinh (một cách tương đối) do xe tải chạy trên đường dự tí:

$$E = 1,7k \left( \frac{s}{12} \right) \left( \frac{S}{48} \right) \left( \frac{W}{2,7} \right)^{0,7} \left( \frac{w}{4} \right)^{0,5} \left[ \frac{(365-p)}{365} \right], \text{ kg/(xe.km)} \quad (5)$$

Trong đó:

- + E- Lượng phát thải bụi, kg bụi/ (xe.km);
- + k- Hệ số để kể đến kích thước bụi; k=0,8 cho bụi có kích thước nhỏ hơn 30micromet;
- + s- Hệ số để kể đến loại mặt đường: đường đất s=12, đường nhựa s = 5,7;
- + S-Tốc độ trung bình của xe tải, S = 20 km/h;
- + W- Tải trọng của xe, W = 15 tấn;
- + w- Số lốp xe của ô tô, w = 8 lốp;
- + p- Số ngày mưa trung bình trong năm, p = 160 ngày;

Thay các giá trị vào công thức ta tính được tải lượng bụi đường do các phương tiện vận tải gây ra trên đường như sau:

$$E = 5 * 0,8 * (12/12) * (20/48) * (15/2,7)^{0,7} * (8/4)^{0,5} * [(365-160)/365] = 1,49$$

Do đó, khi xe vận chuyển trên đường có tải lượng bụi là 1,49 kg bụi/(xe.km).

Quãng đường vận chuyển của đất đá từ quá trình khai thác mang về trạm nghiền sàng là 0,5 km, với lượng vận chuyển lớn nhất là 374.200 (tấn/năm), xe ô tô vận chuyển tải trọng 15 tấn thì lượng xe dự tính là 23.147 chuyến.

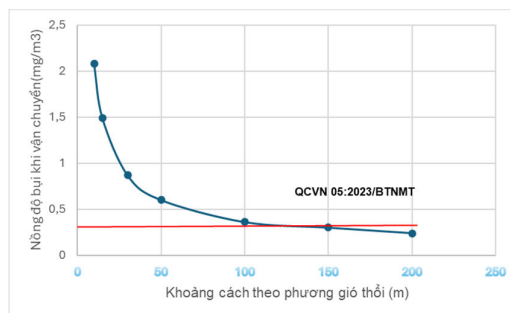
Như vậy, lượng bụi sinh ra do quá trình vận chuyển là:

$$Q_{\text{đđ}} = 1,49 * 0,98 * 23.147 = 33.799 \text{ kg}$$

Nồng độ trung bình của bụi đường từ một nguồn đường thải liên tục, thẳng góc với hướng gió.

$$E = 1,49 \text{ kg/(xe.km)} \text{ tương ứng } 9,28 \text{ mg/m.s.}$$

Dự báo nồng độ bụi đường như sau:



Hình 3. Nồng độ bụi theo khoảng cách

Từ đồ thị trên nhận thấy: với khoảng cách ngoài 150m so với đường vận chuyển nồng độ bụi nằm trong tiêu chuẩn cho phép; với khoảng cách nhỏ hơn 150m nồng độ bụi



cao hơn QCVN 05:2023/BTNMT.

+ *Bụi sinh ra do sử dụng nhiên liệu*

Căn cứ tài liệu về lượng phát thải khi sử dụng 1 tấn dầu đối với động cơ đốt trong tạo ra 0,94 kg bụi.

Lượng dầu diesel sử dụng là 297.855 lít/năm (tỷ trọng dầu là 0,85g/cm<sup>3</sup>) tương ứng 253.176 tấn dầu/năm.

Như vậy lượng bụi sinh ra là:

$$Q_{NL} = 253.176 \times 0,94 = 237.986 \text{ kg bụi/năm}$$

### 3.2.2. Khí thải

+ Khí thải sinh ra do đốt nhiên liệu trong giai đoạn khai thác mỏ:

Khí thải phát sinh từ các động cơ đốt trong như thiết bị sử dụng trong quá trình khai thác tại mỏ và hoạt động xe vận chuyển đá về khu trạm nghiền.

Lượng dầu diesel sử dụng là 297.855 lít/năm (tỷ trọng dầu là 0,85g/cm<sup>3</sup>) tương ứng 253.176 tấn dầu/năm tương đương 973,75 tấn/ngày (số ngày làm việc một năm là 260 ngày). Dựa vào hệ số tải lượng các chất ô nhiễm khí thải do đốt nhiên liệu căn cứ tài liệu của US EPA cung cấp về lượng phát thải khi sử dụng 1 tấn dầu đối với động cơ đốt trong tính được tải lượng các chất ô nhiễm như bảng sau:

*Bảng 3. Tải lượng các chất ô nhiễm khí thải phát sinh tại mỏ*

| Chất ô nhiễm    | Hệ số tải lượng (kg/tấn) | Tổng tải lượng (kg/ngày) |
|-----------------|--------------------------|--------------------------|
| SO <sub>2</sub> | 2,80                     | 2,726                    |
| NO <sub>2</sub> | 12,30                    | 11,977                   |
| HC              | 0,24                     | 0,233                    |

+ *Khí thải do nổ mìn*

Các chất hơi, khí phát sinh từ các vụ nổ mìn cũng được sinh ra và có ảnh hưởng tới môi trường không khí nhưng có tính chất tạm thời do việc nổ mìn diễn ra không liên tục.

Lượng khí thải sinh ra do nổ mìn, thực chất là quá trình oxy hóa các chất cháy trong thành phần của thuốc nổ. Khí phát sinh ra trong quá trình nổ mìn gồm các khí: CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO (nếu phản ứng cháy xảy ra không hoàn toàn). Theo US EPA thì lượng CO<sub>2</sub> sinh ra khi nổ 1kg thuốc nổ là 0,075 kg; lượng thuốc nổ dùng cho khai thác chủ yếu để phá đá trong 1 năm khoảng 52.509 kg/năm. Như vậy lượng khí CO<sub>2</sub> sinh ra trong 1 năm do nổ mìn là 3.938,175kg.

Sản phẩm khí độc, bụi tạo thành khi nổ hoà lẫn vào không khí, xâm nhập vào đất đá, chứa đầy các khe nứt và lỗ hổng trong đất đá gây ngộ độc cho con người. Khi nổ mìn trên mỏ lộ thiên, đám mây bụi - khí bay cao đến 1.600m. Mật độ CO ở phần trên của nó đạt 0,04% và NO<sub>2</sub> là 0,07% (sau khi nổ 1,5÷2 phút). Thời gian phân tán đám mây bụi, khí ra khỏi công trường có thể kéo dài 30 phút. Khi nổ quy mô lớn



ở các mỏ đá, khối lượng khí độc phụ thuộc vào điều kiện nổ và có thể vượt 100 lít/kg.

### 3.2. Đánh giá mức độ lan truyền ô nhiễm

Với mô hình AERMOD, dữ liệu đưa vào được nhóm nghiên cứu khảo sát và thu thập từ việc lấy mẫu tại các điểm mỏ xung quanh dự án.

Bảng 4. Tổng hợp các chất ô nhiễm, công suất của các mỏ đá xung quanh

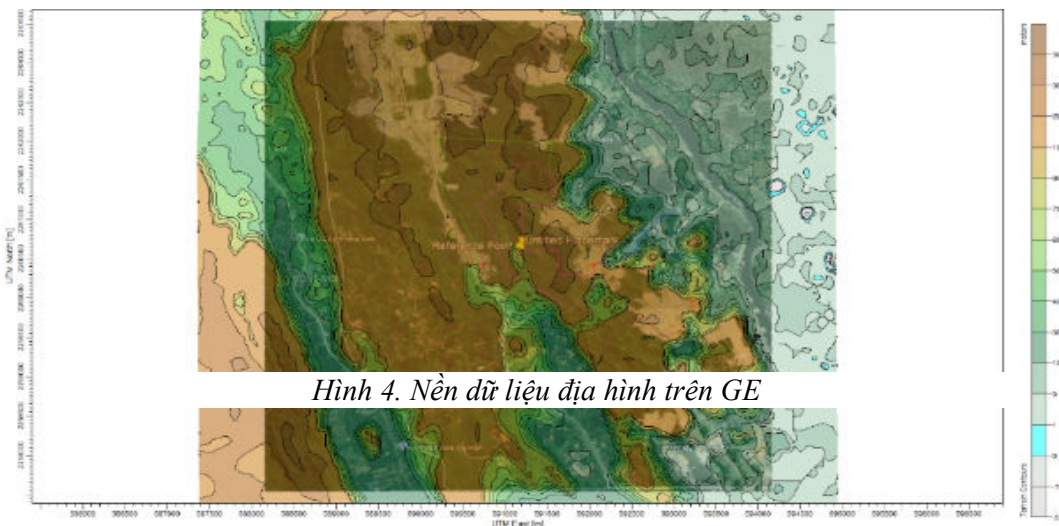
| Tên | Tải lượng bụi phát tán trung bình (g/s/m <sup>2</sup> ) | Chất ô nhiễm mô phỏng |
|-----|---------------------------------------------------------|-----------------------|
| MD1 | 0,0097                                                  | Bụi                   |
| MD2 | 0,00027                                                 | Bụi                   |
| MD3 | 0,00028                                                 | Bụi                   |
| MD4 | 0,00020                                                 | Bụi                   |

Dữ liệu địa hình của khu vực nghiên cứu sử dụng trong các mô hình là dữ liệu từ Mô hình SRTM DEM (độ phân giải không gian 90 m) do cơ quan Cơ quan nghiên cứu và phát triển hàng không vũ trụ NASA

Administration) kết hợp với NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) đồng xây dựng. Dữ liệu được xử lý lại bằng phần mềm AERMAP để trở thành dữ liệu đầu vào cho mô hình. AERMAP được tích hợp các mô hình có liên quan tới địa hình, ảnh hưởng của vật khối khi tiếp xúc với bề mặt đồi núi. AERMET kết hợp dữ liệu từ WebGIS để tạo ra tập tin địa hình cho mô hình. Từ những dữ liệu trên, AERMOD sẽ đưa ra kết quả mô phỏng dưới dạng hình ảnh không gian 2 chiều, 3 chiều và xuất ra thông qua Google Earth (hình 4).

Quá trình đánh giá sử dụng các dữ liệu khí tượng, bao gồm:

- Bộ dữ liệu khí tượng được sử dụng từ số liệu trạm quan trắc gần nhất với khu vực Dự án là trạm quan trắc tại Hà Nam (trước đây). Các dữ liệu khí tượng thu thập được là các số liệu quan trắc khí tượng hàng giờ



(National Aeronautics and Space Administration) gồm các loại dữ liệu sau: hướng gió, vận



tốc gió, nhiệt độ không khí, độ ẩm, áp suất khí quyển, lượng mưa,... Bộ dữ liệu thám không - file upper air met data file (\*.fsl) là dữ liệu được quan trắc về độ cao xáo trộn được thu thập trên trang <https://esrl.noaa.gov/raobs>.

- Số liệu về khí tượng được sử dụng cho việc tính toán mô hình bao gồm chế độ gió của khu vực hàng giờ trong năm 2024.

- Các quá trình lan truyền được mô phỏng dựa trên các thuật toán chỉ đạt được tính chính xác cao khi các giả thiết giới hạn của thuật toán được đảm bảo. Mô phỏng quá trình phát tán khí thải trong môi trường không khí dựa trên giả thiết như sau:

+ Các điều kiện ổn định thì vận tốc gió và chế độ rối không thay đổi theo thời gian là giá trị trung bình trong 1 giờ.

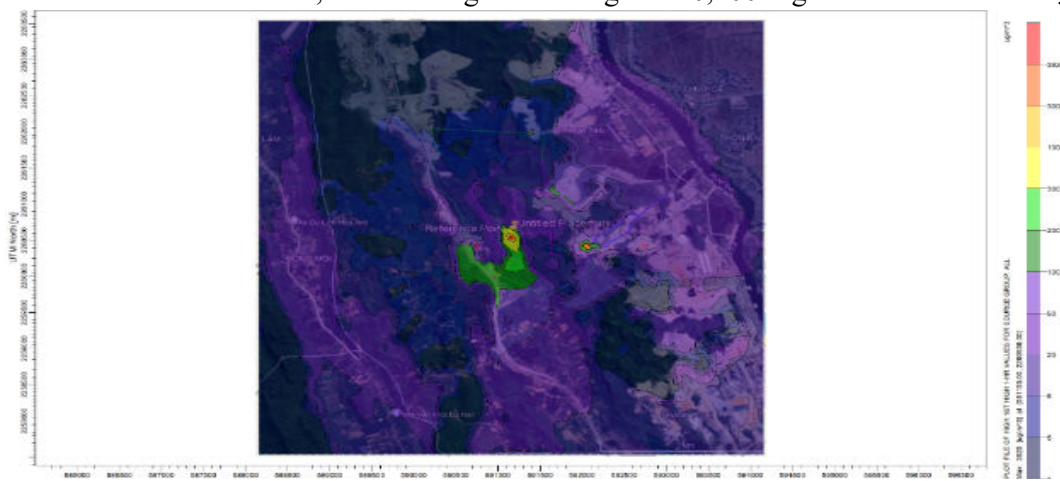
+ Dòng chảy đồng nhất: vận tốc gió và chế độ rối không thay đổi theo không gian.

+ Chất ô nhiễm có tính trơ, tức là không có

phản ứng hóa học, sinh học, bản chất tự nhiên của khí thải sẽ không thay đổi trong suốt quá trình tính toán, bỏ qua những tác nhân đồng hoá khí thải hay phân rã - tổng hợp khí thải.

+ Có sự phản xạ tuyệt đối của bề mặt đất đối với luồng khói. Kết quả mô phỏng phát tán bụi phát tán trong 1h của các chất ô nhiễm tại độ cao tính toán 1,5 m so sánh với tiêu chuẩn cho phép QCVN 05:2023/BTNMT theo dữ liệu khí tượng toàn bộ năm 2024 (hình 5).

Như vậy trên nền dữ liệu khí tượng và địa hình với hướng gió chủ đạo cả năm, có thể thấy vùng phát tán bụi từ mỏ khi có yếu tố cộng hưởng với các dự án xung quanh trong thời gian 1h sau khi nổ mìn có thể lên tới bán kính 1000m (hướng Tây Nam) từ ranh giới mỏ. Trong vùng bán kính 1000m hướng chủ đạo là Tây Nam, nồng độ bụi trung bình  $0,200 \text{ mg/m}^3$  bao trùm toàn bộ



Hình 5. Bản đồ phân vùng nồng độ bụi phát tán trong 1h



khu vực dân cư xung quanh. Có thể thấy bụi nổ nếu như có tính đến yếu tố cộng hưởng của các mỏ xung quanh sẽ gây ra ô nhiễm lan rộng trong toàn khu vực xung quanh dự án.

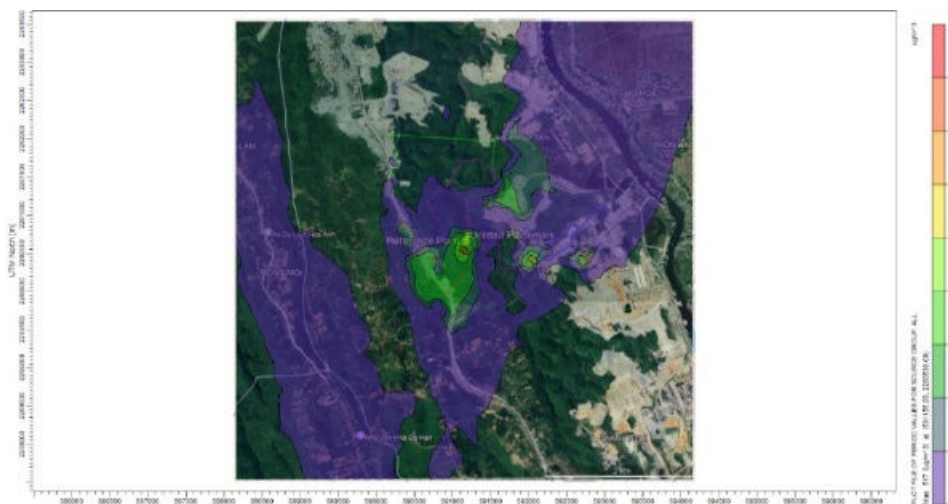
Bản đồ phân vùng cả năm so sánh với QCVN 05:2023/BTNMT theo dữ liệu khí tượng toàn bộ năm 2024 (hình 6).

Như vậy, trên nền dữ liệu khí tượng và địa hình với hướng gió chủ đạo cả năm, có thể thấy vùng phát tán bụi từ mỏ khi có yếu tố cộng hưởng với các dự án xung quanh có thể lên tới bán kính 1000m (hướng Tây Nam) từ ranh giới mỏ. Trong vùng bán kính 1000m hướng chủ đạo là Tây Nam, nồng độ bụi trung bình là  $0,150 \text{ mg/m}^3$  và hầu như ít ảnh hưởng đến xung quanh.

#### 4. Kết luận

Nghiên cứu đã tiến hành đánh giá chi tiết

các tác động đến môi trường không khí từ hoạt động khai thác và chế biến đá vôi tại khu vực Thung Dục, xã Tân Thanh, tỉnh Ninh Bình. Hoạt động nổ mìn, san gạt, xúc bốc và vận chuyển là những nguồn phát sinh bụi chính. Kết quả tính toán cho thấy tải lượng bụi từ quá trình vận chuyển đất đá, khai thác là rất lớn. Trong phạm vi nhỏ hơn 150m tính từ đường vận chuyển, nồng độ bụi vượt ngưỡng cho phép theo QCVN 05:2023/BTNMT; nồng độ này chỉ đạt mức an toàn khi khoảng cách lớn hơn 150m. Về lan truyền bụi sau nổ mìn (Mô hình AERMOD): Khi tính đến yếu tố cộng hưởng từ các mỏ lân cận trong vùng quy hoạch, bụi phát sinh sau nổ mìn có thể lan truyền với bán kính lên tới 1.000m theo hướng gió chủ đạo Tây Nam. Trong khu vực này, nồng độ bụi trung bình sau 1 giờ nổ mìn đạt khoảng  $0,200 \text{ mg/m}^3$ , gây



Hình 6. Bản đồ phân vùng nồng độ bụi trong năm



ảnh hưởng trực tiếp đến các khu vực dân cư xung quanh. Về khí thải động cơ: Các chất ô nhiễm khác phát sinh từ quá trình đốt cháy nhiên liệu của máy móc thi công và nổ mìn tuy có tải lượng đáng kể nhưng mang tính chất tạm thời và cục bộ.

### Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2020). *Chiến lược khoáng sản Việt Nam đến năm 2030, tầm nhìn đến năm 2050*. Hà Nội.
2. Cimorelli, A.J., et al. (2005). *AERMOD: A Dispersion Model for Industrial Source Applications*. Journal of Applied Meteorology, 44, 682–693.
3. International Council on Mining and Metals – ICMM (2019). *Integrated Mine Closure: Good Practice Guide*.
4. U.S. EPA (2004). *AERMOD: Description of Model Formulation*. EPA-454/R-03-004.
5. U.S. EPA. AP-42. *Compilation of Air Pollutant Emission Factors*.
6. World Bank (1991). *Environmental Assessment Sourcebook, Volume II – Sectoral Guidelines*. Environment Department, World Bank, Washington DC.

Ngày nộp: 16/8/2025

Ngày chấp nhận đăng: 24/12/2025