

## Ảnh hưởng của cây xanh và mặt nước đến sự khuếch tán bụi tại khu vực khai thác đồng - Apatit, tỉnh Lào Cai

Nguyễn Thị Cúc<sup>1,2,\*</sup>, Nguyễn Phương<sup>3</sup>, Hoàng Anh Lê<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup>Nghiên cứu sinh, trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội

<sup>3</sup>Công ty cổ phần tư vấn triển khai công nghệ Mỏ - Địa chất

<sup>4</sup>Trường Đại học Khoa học Tự nhiên – Đại học Quốc gia Hà Nội

### TÓM TẮT

Khai thác đồng – apatit là hoạt động công nghiệp chính tại tỉnh Lào Cai. Bên cạnh lợi ích kinh tế, môi trường tại khu vực khai thác và các khu vực lân cận cũng bị ảnh hưởng không nhỏ, đặc biệt là ô nhiễm bụi TSP trong không khí xung quanh. Hiện nay, nhiều nghiên cứu mô phỏng giá trị nồng độ bụi TSP bằng các mô hình toán mà chưa tính đến các yếu tố ảnh hưởng như cây xanh, mặt nước, giao thông. Điều này cho kết quả mô phỏng bụi chưa đúng với thực tế [2]. Vì vậy, trong nghiên cứu này, trên cơ sở kết quả mô phỏng bụi TSP tại khu vực khai thác và chế biến quặng đồng – Apatit Lào Cai bằng mô hình AERMOD, tác giả tính bổ sung ảnh hưởng của yếu tố cây xanh và mặt nước đến sự phát tán bụi TSP trong môi trường không khí nhằm đánh giá tổng hợp chất lượng không khí tại khu vực khai thác đồng - apatit khu vực Lào Cai thông qua chỉ số đánh giá tổng hợp I. Kết quả nghiên cứu cho thấy, khi tính đến yếu tố cây xanh và mặt nước, các khu vực như Đồng Tuyển, Cam Đường, TP. Lào Cai nơi có hoạt động khai thác đồng - apatit chuyển từ ô nhiễm nặng sang mức khá xấu theo đánh giá về chỉ số tổng hợp I. Diện tích các khu vực ô nhiễm nhẹ giảm đi rõ rệt. Điều này có thể lý giải do các khu vực khai thác đồng - apatit nằm ở khu vực miền núi, nơi có nhiều cây xanh là yếu tố có thể làm giảm sự phát tán bụi trong không gian. Kết quả tính tỷ lệ che phủ cây xanh ở khu vực nghiên cứu khá cao, chủ yếu trên 60%. Tỷ lệ diện tích mặt nước chủ yếu < 20%. Như vậy, có thể thấy, khả năng làm giảm mức ô nhiễm bụi ở khu vực nghiên cứu chủ yếu do tỷ lệ diện tích cây xanh cao.

*Từ khóa:* TSP; đồng - Apatit; Lào Cai; AERMOD.

### 1. Đặt vấn đề

Chất lượng không khí chịu ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như nguồn thải (giao thông, sinh hoạt, xây dựng, khai thác khoáng sản). Tuy nhiên, nếu trong khu vực nghiên cứu có nhiều cây xanh và diện tích mặt nước (ao, hồ, sông) lớn thì chất lượng không khí cũng được cải thiện do cây xanh và mặt nước có tác dụng làm sạch không khí. Hiện nay, việc ứng dụng các mô hình như AERMOD, ISC, Metilis, ... mô phỏng chất lượng không khí mang lại hiệu quả cao, cho chúng ta thấy bức tranh tổng quát về môi trường không khí khu vực nghiên cứu. Mặc dù mang lại nhiều ưu điểm nhưng phương pháp này cũng có những hạn chế nhất định, một trong số đó là giá trị nồng độ chất ô nhiễm trong không khí nói chung hay TSP nói riêng được tính tại điểm tiếp cận chưa tính đến khả năng loại bụi của cây xanh và mặt nước. Do vậy, kết quả tính toán sẽ có sự sai khác nhất định so với giá trị thực tế.

Trong nghiên cứu này, tác giả tiến hành mô phỏng sự phát tán bụi TSP trong môi trường không khí bằng mô hình AERMOD. Tính bổ sung ảnh hưởng của yếu tố cây xanh, mặt nước và yếu tố giao thông đến sự phát tán bụi TSP nhằm đánh giá tổng hợp chất lượng không khí tại khu vực khai thác đồng – apatit khu vực Lào Cai thông qua chỉ số đánh giá tổng hợp I. Cụ thể, chỉ số đánh giá tổng hợp I được thành lập trên cơ sở chồng lớp các bản đồ chuyên đề gồm: bản đồ phân bố mức độ ô nhiễm TSP, bản đồ tỷ lệ che phủ cây xanh, bản đồ tỷ lệ diện tích mặt nước, bản đồ mật độ đường giao thông theo trọng số (bảng 1). Kết quả nghiên cứu cho thấy, sự phát tán bụi TSP trong môi trường không khí trước và sau khi tính đến yếu tố giảm thiểu là mặt nước và cây xanh có sự giảm đi đáng kể. Từ chỉ số tổng hợp I cho thấy có 40ha có chất lượng môi trường khá xấu tập trung ở khu vực Đồng Tuyển, Cam Đường và thành phố Lào Cai, 400ha có chất lượng môi trường thuộc mức trung bình tập trung ở các khu vực lân cận mỏ, còn lại thuộc mức tốt và rất tốt.

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

#### 2.1. Mô hình aermod

Mô hình AERMOD - The AMS/EPA Regulatory Model (AERMOD) được phát triển bởi Cơ quan khí

\* Tác giả liên hệ

Email: nguyencuc.humg@gmail.com

tượng và Cục bảo vệ môi trường Hoa Kỳ từ năm 1991 và được thiết kế để hỗ trợ cho chương trình quản lý của Cục Bảo vệ Môi trường Hoa Kỳ (US-EPA). Mô hình gồm 3 thành phần:

- Mô hình phân tán (AERMIC) là trạng thái ổn định thiết kế cho tầm ngắn (lên đến 50 km) phân tán của các chất gây ô nhiễm không khí phát thải từ các nguồn công nghiệp.

- Công cụ khí tượng (AERMET): xử lý các số liệu khí tượng cần thiết của mô hình phân tán, chẳng hạn như không khí hỗn loạn, tầm cao, vận tốc ma sát và nhiệt bề mặt.

- Công cụ địa hình (AERMAP) có mục đích chính là để thể hiện cho một mối quan hệ vật lý giữa các tính năng địa hình và hoạt động của đám ô nhiễm không khí. Nó tạo ra các dữ liệu và chiều cao cho từng vị trí, đồng thời còn cung cấp thông tin cho phép các mô hình phân tán để mô phỏng tác động của không khí.

Công thức tính toán nồng độ chất ô nhiễm tại điểm có tọa độ x, y, z từ nguồn điểm phát thải liên tục, có dạng sau đây:

$$C(x, y, z) = \frac{QKV}{2\pi u_s \sigma_y \sigma_z} \times \exp\left(-0,5 \frac{y^2}{\sigma_y^2}\right) \quad (1)$$

Trong đó:

Q: lưu lượng phát thải (khối lượng trong một đơn vị thời gian).

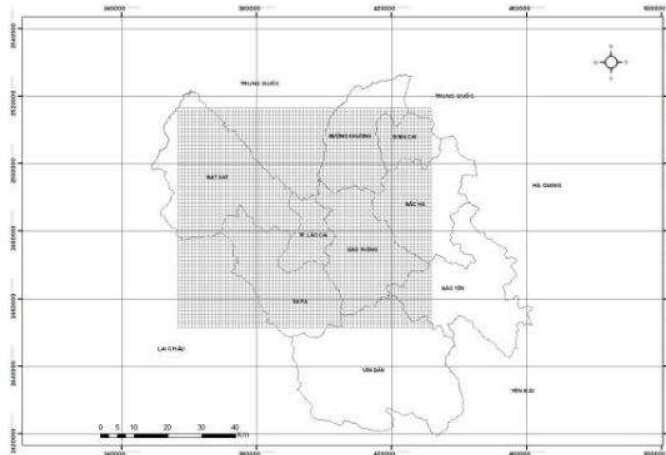
K: hệ số chuyển đổi đơn vị

V: thành phần thẳng đứng, thành phần này có lưu ý tới ảnh hưởng chiều cao ống khói, độ nâng vệt khói sau khi thoát ra khỏi nguồn thải, độ cao hòa trộn theo phương thẳng đứng, lắng đọng trọng trường, lắng đọng khô của những hạt bụi (kích thước hạt lớn hơn 20  $\mu m$ ).

$\sigma_y, \sigma_z$ : Độ lệch quân phương của sự phân bố theo phương ngang và phương đứng.

$u_s$ : tốc độ gió trung bình (m/s) tại độ cao phát thải.

Vùng nghiên cứu được giới hạn bằng một lưới ô vuông với diện tích 75x65km nhằm bao quát hết được các nguồn thải và diện tích ảnh hưởng của khu vực nghiên cứu. Kích thước mỗi ô lưới 1000x1000m (hình 1).



Hình 1. Khoanh vùng chia lưới ô vuông cho khu vực nghiên cứu

## 2.2. Chỉ số chất lượng môi trường tổng hợp

Chỉ số chất lượng môi trường tổng hợp (I) được tính cho từng ô (1000x1000m) trên cơ sở chồng xếp các bản đồ chuyên đề. Bản đồ chuyên đề được thành lập từ các yếu tố ảnh hưởng đến môi trường. Bao gồm các bản đồ ô nhiễm do hoạt động khai thác đồng - apatit, giao thông, tỷ lệ che phủ cây xanh và diện tích mặt nước.

Cụ thể chỉ số I được xác định theo công thức sau:

$$I = \sum_{i=1}^n W_i \cdot R_i \cdot 10 \quad (2)$$

Trong đó:

I: Chỉ số tổng hợp đánh giá chất lượng môi trường không khí.

$R_i$ : Cấp (hạng) tương ứng với chỉ tiêu (yếu tố) thứ i trong ô được tính.

$W_i$ : Trọng số tương ứng với yếu tố I, n: số nhân tố ảnh hưởng (bảng 1).

Căn cứ vào chỉ số I tính được cho từng ô trong toàn bộ mạng lưới, tiến hành phân hạng chất lượng không khí của cả khu vực nghiên cứu.

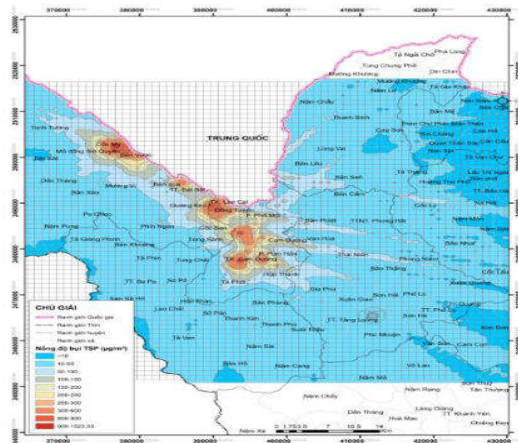
Bảng 1. Trọng số tương đối của các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng không khí khu vực nghiên cứu

Yếu tố ảnh hưởng	Trọng số ( $W_i$ )
Ô nhiễm do khai thác đồng - apatit	0,50
Ô nhiễm do giao thông	0,15
Độ che phủ cây xanh	0,30
Diện tích mặt nước	0,05
Tổng	1,00

### 3. Kết quả và thảo luận

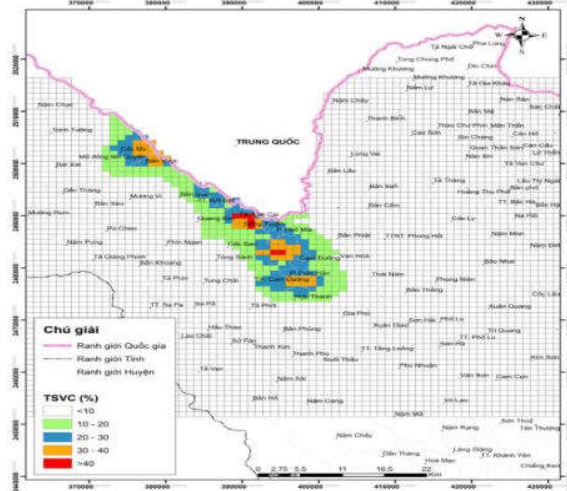
#### 3.1. Kết quả mô phỏng bụi TSP tại khu vực khai thác đồng – apatit, tỉnh Lào Cai

Trên cơ sở kết quả tính toán nguồn phát thải bao gồm các khai trường, bãi thải và nhà máy chế biến quặng đồng – apatit năm 2019, ứng dụng mô hình Aermoc tiến hành mô phỏng nồng độ trung bình 1 giờ cao nhất tại khu vực nghiên cứu và bản đồ phần trăm số ngày có nồng độ vượt QCCP, năm 2019 (hình 2,3).



Hình 2. Phân bố nồng độ TSP trung bình 1h cao nhất ở khu vực nghiên cứu, năm 2019

Mức ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	300 - 600	600 - 900	1000 - 1500	Diện tích ô nhiễm vượt QCVN 05/2013 (ha)
Năm 2019	3457	857	170	4484



Hình 3. Sự phân bố mức độ ô nhiễm TSP, tính bằng phần trăm số ngày có nồng độ vượt QCCP, năm 2019

Xét chung cho cả năm (hình 2, 3) cho thấy nhiều khu vực thuộc huyện Bát Xát và thành phố Lào Cai bị ô nhiễm bụi lơ lửng ở mức độ cao, có nơi gấp 2 đến ~5 lần so với QCCP như Bản Vược, TT Bát Xát,

Cam Đường, Pom Hán. Tổng diện tích bị ô nhiễm bụi TSP trong năm 2019 tính theo trung bình giờ cao nhất là 4.484 ha. Trong đó, 3.457 ha vượt QCCP từ 1 đến 2 lần; 857 ha vượt QCCP từ 2 đến 3 lần và 170 ha vượt QCCP trên 3 lần. Diện tích ô nhiễm giảm dần theo khoảng cách đến nguồn thải và ở những khu vực cách nguồn thải khoảng 1,5km thì gần như không bị ảnh hưởng bởi bụi TSP từ hoạt động khai thác đồng – apatit.

Kết quả tính tần suất vượt quy chuẩn cho phép cho thấy, các khu vực như Đồng Tuyển, Cam Đường, thành phố Lào Cai có trên 40% số ngày trong năm có hàm lượng TSP vượt cho với QCCP tương đương khoảng 70ha. Các khu vực có 30 – 40% số ngày trong năm vượt QCCP bao gồm Phố Mới, Hợp Thành, Bát Xát, Bản Qua ... Về cơ bản đây là khu vực có các khai trường khai thác quặng đồng – apatit.

Trong nghiên cứu này, mức độ ô nhiễm TSP tạm thời được chia làm 5 mức, từ “không ô nhiễm hoặc ô nhiễm rất nhẹ” đến ô nhiễm nặng. Mức độ ô nhiễm được đánh giá thông qua thang điểm từ 1 đến 5, tương ứng với khả năng gây ô nhiễm thông qua giá trị tần suất từ thấp đến cao (mức độ ô nhiễm càng nặng thì điểm đánh giá càng cao). Bảng phân cấp mức độ ô nhiễm TSP và thang đánh giá được trình bày trong bảng 2.

*Bảng 2. Chỉ tiêu đánh giá mức độ ô nhiễm TSP do hoạt động khai thác đồng – apatit*

Mức độ ô nhiễm	Tần suất xuất hiện nồng độ TSP vượt TCCP (%)	Điểm đánh giá
Nặng	> 40	5
Khá nặng	30 - 40	4
Trung bình	20 - 30	3
Nhẹ	10 - 20	2
Không ô nhiễm	< 10	1

### 3.2. Đánh giá tổng hợp chất lượng không khí có tính đến yếu tố giảm nhẹ

#### a. Xây dựng bản đồ chuyên đề

##### \* Bản đồ tỷ lệ che phủ cây xanh

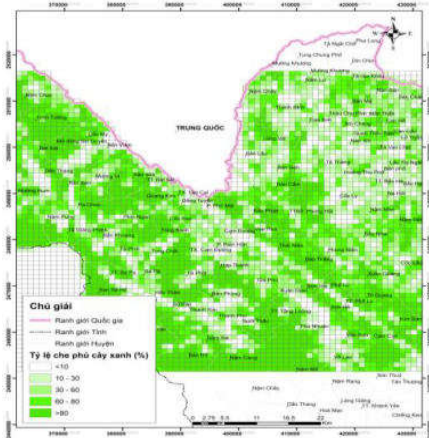
Ảnh hưởng của cây xanh đến khả năng phân bố bụi trong không gian tại khu vực nghiên cứu được đánh giá thông qua tỷ lệ che phủ cây xanh. Tỷ lệ che phủ cây xanh được đưa vào tính toán và xây dựng bản đồ bao gồm cây xanh tập trung và phân tán, cụ thể là rừng, cây lâu năm, cây nông nghiệp, cỏ.

Dựa vào bản đồ phân loại sử dụng đất năm 2019 của tỉnh Lào Cai [3], sử dụng phần mềm Arcgis 10.3, bản đồ xây dựng được bản đồ phân bố tỷ lệ che phủ cây xanh cho khu vực nghiên cứu, ứng với quy mô tính toán 1km<sup>2</sup> tương ứng 1 ô vuông.

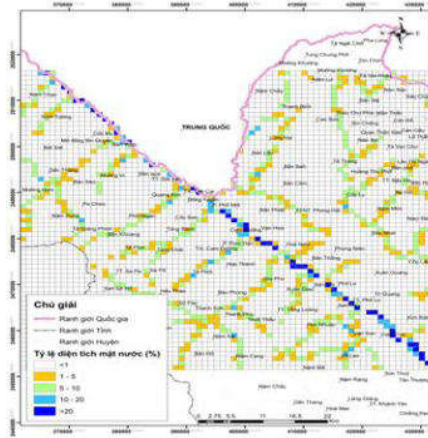
Tỷ lệ che phủ cây xanh được chia làm 5 mức từ rất thấp đến rất cao và được cho điểm theo từng mức (bảng 3). Thang đánh giá được cho từ thấp đến cao (thấp nhất là 1 và cao nhất là 5). Nói cách khác, tỷ lệ che phủ của cây xanh có giá trị càng thấp ứng với khả năng giảm thiểu TSP càng thấp thì sẽ nhận giá trị điểm số càng cao và ngược lại. Nhìn chung khu vực nghiên cứu có diện tích phủ cây xanh lớn, diện tích phủ ít cây xanh chủ yếu ở khu vực thành phố Lào Cai.

*Bảng 3. Chỉ tiêu đánh giá tỷ lệ diện tích che phủ của cây xanh*

Mức độ che phủ của cây xanh	Tỷ lệ che phủ cây xây (%)	Điểm đánh giá
Rất cao	>80	1
Cao	60-80	2
Trung bình	30 - 60	3
Thấp	10 - 30	4
Rất thấp	<10	5



Hình 3a. Tỷ lệ che phủ cây xanh tại khu vực khai thác và chế biến đồng – apatit, Lào Cai



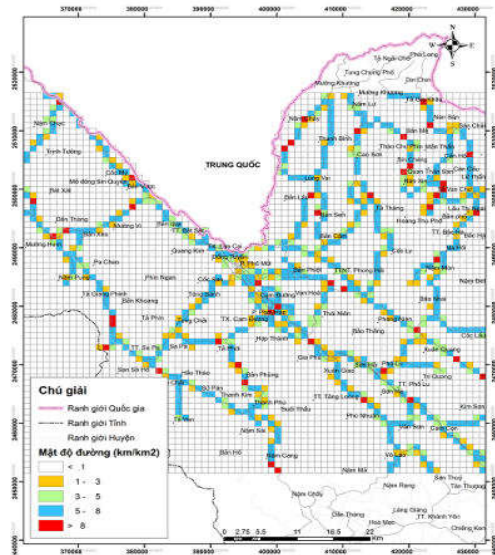
Hình 4. Tỷ lệ diện tích mặt nước tại khu vực khai thác và chế biến đồng – apatit, Lào Cai

*\* Bản đồ tỷ lệ diện tích mặt nước*

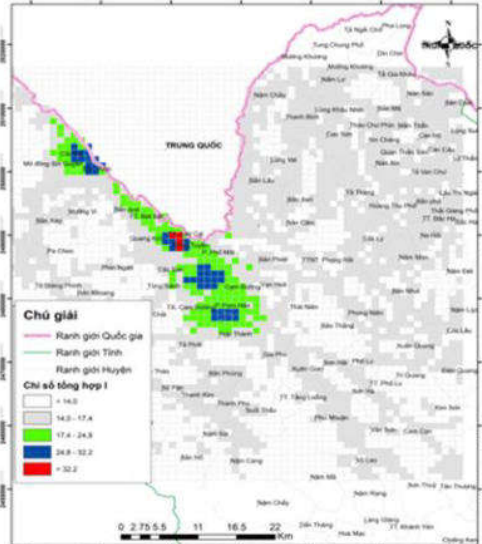
Bản đồ diện tích mặt nước được xác định dựa trên sự phân bố nước mặt tại khu vực nghiên cứu bao gồm sông, suối và hồ. Tỷ lệ diện tích mặt nước được tính bằng tỷ số giữa diện tích mặt nước trên một đơn vị diện tích trong mỗi ô vuông (1km<sup>2</sup>). Trên cơ sở dữ liệu từ Bản đồ sử dụng đất tỉnh Lào Cai năm 2019 [3] kết hợp với sử dụng phần mềm Arcgis 10.3, bài báo đã xây dựng được bản đồ diện tích mặt nước (hình 4). Tỷ lệ phần trăm diện tích mặt nước được chia làm 5 mức và được cho điểm đánh thông qua thang điểm từ 1 đến 5, tương ứng với tỷ lệ phần trăm mặt nước từ cao xuống thấp (bảng 4). Nói cách khác, tỷ lệ mặt nước có giá trị càng thấp, tương ứng với khả năng cải thiện chất lượng không khí càng thấp thì điểm đánh giá càng cao và ngược lại.

Bảng 4. Chỉ tiêu đánh giá tỷ lệ diện tích mặt nước

Phân cấp tỷ lệ diện tích mặt nước	Tỷ lệ diện tích mặt nước W (%)	Điểm đánh giá
Rất cao	>0,8	1
Cao	0,5 - 0,8	2
Trung bình	0,3 - 0,5	3
Thấp	0,1 - 0,3	4
Rất thấp	<0,1	5



Hình 5. Mật độ đường tại khu vực khai thác và chế biến đồng - apatit, Lào Cai



Hình 6. Bản đồ đánh giá tổng hợp chất lượng không khí khu vực khai thác đồng – apatit, tính đến yếu tố giảm nhẹ



*b. Kết quả đánh giá*

Bản đồ tổng hợp chất lượng không khí được xây dựng trên cơ sở chồng xếp kết quả của 4 bản đồ chuyên đề. Các bản đồ chuyên đề được sử dụng để xây dựng bản đồ tổng hợp gồm:

- Bản đồ mức độ ô nhiễm TSP do hoạt động khai thác và chế biến quặng đồng - apatit
- Bản đồ mật độ đường giao thông
- Bản đồ tỷ lệ che phủ của cây xanh
- Bản đồ tỷ lệ diện tích mặt nước

Trên cơ sở kết quả chồng xếp, căn cứ vào cách phân cấp đánh giá chỉ số tổng hợp I (bảng 6) kế thừa từ kết quả nghiên cứu của tác giả Phạm Thị Việt Anh, 2014 [1], bài báo đã phân loại và xếp cấp đánh giá chất lượng không khí khu vực nghiên cứu (hình 6).

*Bảng 6. Phân hạng đánh giá chất lượng không khí tổng hợp khu vực Bát Xát – thành phố Lào Cai, tỉnh Lào Cai (TSP)*

Cấp đánh giá CLKK	Chỉ số tổng hợp I
Xấu	$I \geq 39,6$
Khá xấu	$32,2 \leq I < 39,6$
Trung bình	$24,8 \leq I < 32,2$
Khá tốt	$17,4 \leq I < 24,8$
Tốt	$I < 17,4$

*ÔN: Ô nhiễm; KÔN: Không ô nhiễm; CXMN: Tỷ lệ che phủ của cây xanh, mặt nước  
Nguồn: Phạm Thị Việt Anh, 2014*

Từ hình 6 cho thấy theo kết quả phân loại tương đối chất lượng không khí tại khu vực nghiên cứu có 40ha thuộc khu vực Đồng Tuyển và TP. Lào Cai có chất lượng không khí khá xấu, 400ha thuộc khu vực Pom Hán, Hợp Thành, Cam Đường, Cốc Mỹ, Bản Vược có chất lượng không khí thuộc mức trung bình (ô nhiễm nhẹ), 1.340ha có chất lượng không khí ở mức khá tốt. Đối sánh giữa hình 3 và hình 6 cho thấy, khi tính đến yếu tố cây xanh và mặt nước, các khu vực ô nhiễm nặng như Đồng Tuyển, Cam Đường, TP. Lào Cai (khai trường mỏ Cốc) từ ô nhiễm nặng chuyển sang khu vực có chất lượng không khí khá xấu theo đánh giá về chỉ số tổng hợp I. Diện tích các khu vực ô nhiễm nhẹ giảm đi rõ rệt. Điều này có thể lý giải do các khu vực khai thác chủ yếu nằm ở đồi núi, nơi có nhiều cây xanh. Kết quả tính tỷ lệ che phủ cây xanh ở khu vực nghiên cứu khá cao, chủ yếu trên 60%. Do vậy, khả năng làm giảm mức ô nhiễm bụi từ cây xanh có hiệu quả cao. Trong diện tích nghiên cứu, tỷ lệ diện tích mặt nước tại khu vực nghiên cứu rất thấp, chủ yếu < 20%. Vì vậy, yếu tố mặt nước gần như có vai trò rất nhỏ trong việc giảm thiểu bụi TSP trong khu vực khai thác và chế biến đồng – apatit.

**4. Kết luận**

Hoạt động khai thác và chế biến quặng đồng – apatit gây tác động không nhỏ đến môi trường, đặc biệt là bụi TSP. Kết quả mô phỏng bụi TSP tại khu vực khai thác và chế biến đồng – apatit cho thấy nhiều khu vực thuộc huyện Bát Xát và thành phố Lào Cai bị ô nhiễm bụi lơ lửng ở mức độ cao, có nơi gấp 2 đến ~5 lần so với QCCP như Bản Vược, TT Bát Xát, Cam Đường, Phom Hán. Diện tích ô nhiễm giảm dần theo khoảng cách từ nguồn thải và ở những khu vực cách nguồn thải khoảng 1,5km thì gần như không bị ảnh hưởng bởi bụi TSP từ hoạt động khai thác đồng – apatit. Kết quả đánh giá tổng hợp chất lượng không khí tại khu vực nghiên cứu có tính đến yếu tố ảnh hưởng cho thấy cây xanh và mặt nước có vai trò làm giảm hàm lượng bụi TSP từ khu vực khai thác và chế biến đồng – apatit. Từ chỉ số tổng hợp I cho thấy có 40ha cso chất lượng môi trường khá xấu, 400ha có chất lượng môi trường thuộc mức trung bình, còn lại thuộc mức tốt và rất tốt.

**Tài liệu tham khảo**

Phạm Thị Việt Anh, 2014. *Nghiên cứu, đánh giá tổng hợp chất lượng môi trường không khí khu vực Hà Nội*. Luận án tiến sĩ, 166tr. Đại học Quốc gia Hà Nội.

Bùi Tá Long, 2019. Nghiên cứu ứng dụng mô hình hoá tính toán ô nhiễm không khí cho nguồn thải đường và thể tích - trường hợp áp dụng tại mỏ khai thác đá tinh Bình Dương. Tạp chí khí tượng thủy văn 07-2019.

Bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2019, tỷ lệ 1/50.000. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lào Cai.

## ABSTRACT

### Effects of trees and water surface on dust diffusion in copper-apatite mining area, Lao Cai province

Nguyễn Thị Cúc<sup>1,2,\*</sup>, Nguyễn Phương<sup>3</sup>, Hoàng Anh Lê<sup>4</sup>

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

<sup>2</sup> PhD - University of Science (VNU-HUS) University of Science (VNU-HUS)

<sup>3</sup> Mining and geologic technology consulting and expanding joint stock company

<sup>4</sup> University of Science (VNU-HUS) University of Science (VNU-HUS)

Copper-apatite mining is the main industrial activity in Lao Cai province. Besides economic benefits, the environment in the mining area and surrounding areas is also significantly affected, especially TSP dust pollution in the surrounding air. Currently, many studies simulate the value of TSP dust concentration by mathematical models without taking into account influencing factors such as trees, water surface, and traffic. This gives simulation results that are not true to reality. Therefore, in this study, based on the simulation results of TSP dust in the mining and processing area of copper - apatite Lao Cai, the author calculates the influence of green trees and water surface on the development TSP dust dispersion in the air environment to evaluate the overall air quality in the copper-apatite mining area in Lao Cai area through the composite evaluation index I. When taking into account the factors of trees and water surface, areas such as Dong Tuyen, Cam Duong, Lao Cai city changed from heavily polluted to quite bad according to the assessment of composite index I. The area of lightly polluted areas decreased markedly. This can be explained because the mining areas are mainly located in mountainous areas, where there are many forests and trees. The results of calculating the tree cover rate in the study area are quite high, mainly over 60%. Therefore, the ability to reduce dust pollution from trees is more effective than water surface with the rate of < 20%.

*Keywords:* TSP; Copper-Apatite; Lao Cai; Aermod.