



Rừng là vàng, nếu mình biết bảo vệ và xây dựng thì rừng rất quý

(Lời Hồ Chủ tịch)

Rừng & Môi trường

ISSN 1859-1248

HỘI KHOA HỌC KỸ THUẬT LÂM NGHIỆP VIỆT NAM



Số 125

Năm 2025



SỐ 125
NĂM 2025



Tổng Biên tập
PGS. TS. Triệu Văn Hùng



Phó tổng Biên tập
Đàm Thị Mỹ



Thiết kế
Nguyễn Zùng



Tòa soạn và Trị sự
Số 114 Hoàng Quốc Việt, Hà Nội
ĐT: (024) 3.7541311 - 0913. 381559
Fax: (024) 3.7552220
Website: trungvamoitruong.vn
Email: tckhrungvamoitruong@gmail.com
f: www.facebook.com/tapchiRungvaMoiTruong

GPXB số: 224/GP-BTTTT

Cấp ngày 8/6/2015

In tại: CTCP Khoa học và công nghệ

Hoàng Quốc Việt

Giá: 20.000 đ

Rừng & Môi trường

Khoa học công nghệ

- ◆ **Đặng Thị Tố Nga, Nguyễn Thuý Hà, Đinh Đại Ngọc:** Nghiên cứu ảnh hưởng của liều lượng phân đạm đến sinh trưởng phát triển... 4
- ◆ **Phan Thị Mai Hoa, Trần Thị Ngọc, Nguyễn Thị Cúc:** Ứng dụng mô hình thủy lực MIKE 21 tích hợp Mike NAM trong đánh giá tác động... 9
- ◆ **Trần Cao Nguyên, Nguyễn Tử Kim:** Đánh giá khả năng sử dụng và giá trị thương mại gỗ Trắc ở Việt Nam 16
- ◆ **Nguyễn Thị Hồng, Đào Trung Thành:** Nghiên cứu rủi ro môi trường từ hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản chì - kẽm... 23
- ◆ **Nguyễn Thị Thanh Thủy, Nguyễn Thị Yến:** Phân tích ma trận SWOT về phát triển nông nghiệp ứng dụng công nghệ cao... 28
- ◆ **Nguyễn Thị Cúc:** Nghiên cứu dự báo chất lượng nước sông Hồng... 33
- ◆ **Phan Thị Mai Hoa, Trần Thị Ngọc:** Tổng quan hệ thống các yếu tố không gian trong đánh giá du lịch sinh thái: Định hướng ứng dụng... 39
- ◆ **Đào Trung Thành, Nguyễn Thị Hồng:** Đánh giá hàm lượng kim loại nặng trong nước và trầm tích ven bờ đảo Cái Bàu... 47
- ◆ **Nguyễn Thị Minh Hạnh, Vương Sỹ Tú Anh, Nguyễn Ngọc Bích Hân, Phạm Thị Minh Nghĩa, Nguyễn Phương Bắc, Vũ Phương Lan:** Tái tạo địa hình đáy khu vực ven biển, đảo sử dụng công nghệ... 53
- ◆ **Nguyễn Thị Cúc, Phan Thị Mai Hoa:** Ứng dụng ảnh viễn thám nhiệt đánh giá sự biến đổi nhiệt độ bề mặt của TP Hạ Long... 61
- ◆ **Nguyễn Thị Hoà, Nguyễn Thị Thu Huyền, Nguyễn Phương Đông:** Đánh giá hiện trạng chất lượng và đề xuất phương án bảo vệ... 67
- ◆ **Nguyễn Ngọc Thùy:** Đánh giá thực trạng quản lý nhà nước... 73
- ◆ **Đinh Thị Lan:** Nghiên cứu thành phần loài nấm lớn ăn được ở một số xã trên địa bàn huyện Bạch Thông, tỉnh Bắc Kạn 79
- ◆ **Nguyễn Đắc Bình Minh, Chu Huy Tưởng, Phan Thị Lan Anh, Phạm Hồng Nhung:** Sản xuất nông nghiệp gắn với du lịch... 83
- ◆ **Đào Thị Thu Hà, Nguyễn Thị Thanh:** Đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp phát triển rừng trồng Mỡ theo hướng hiệu quả... 87
- ◆ **Nguyễn Thị Thu Hoàn, Dương Trung Dũng:** Kết quả thử nghiệm trồng mô hình tre Lục trúc lấy măng tại khu mô hình... 95
- ◆ **Vũ Thị Lan Anh, Nguyễn Thị Hồng, Nguyễn Thị Hòa:** Đánh giá tác động và đề xuất giải pháp cải tạo phục hồi môi trường... 99
- ◆ **Nguyễn Văn Huân, Trịnh Đình Trung, Nguyễn Hồng Ngọc, Ninh Khắc Bấy, Trần Quang Minh:** Kết quả gây đột biến chủng vi khuẩn *Bacillus subtilis* BK bằng Acridine Orange nhằm nâng cao... 105
- ◆ **Trần Quốc Hưng, Nguyễn Công Hoan, Nguyễn Đức Thiện:** Nghiên cứu khả năng tích lũy Các bon rừng trồng Keo tai tượng... 112
- ◆ **Nguyễn Thị Thu Trang, Nguyễn Văn Dũng:** Nghiên cứu ảnh hưởng của khí phóng xạ radon đến môi trường khu vực... 119
- ◆ **Nguyễn Công Hoan, Trần Quốc Hưng:** Phân cấp sinh trưởng và đề xuất biện pháp tỉa thưa rừng trồng Keo tai tượng... 126
- ◆ **Dương Trung Dũng, Nguyễn Thị Thu Hoàn:** Nghiên cứu ảnh hưởng của phân bón cho cây mẹ đến sản xuất hom giống... 132
- ◆ **Nguyễn Thị Thu Hà:** Nghiên cứu tác động phân bố... 136
- ◆ **Vũ Thị Quý, Trần Quang Hoàng Long:** Đánh giá công tác bồi thường GPMB tại Dự án Xây dựng tuyến đường từ đê... 141
- ◆ **Nguyễn Anh Trụ, Bùi Thị Lâm, Ngô Thanh Sơn, Đỗ Thị Tuyết Mai, Phạm Thị Vân Anh:** Đánh giá mức độ rủi ro khí hậu... 147
- ◆ **Phạm Thị Thu Huyền, Đỗ Tuấn Tùng, Bùi Trung Nguyên:** Đánh giá khả năng sinh trưởng và năng suất của một số giống đậu... 156
- ◆ **Nguyễn Thuý Hà:** Ảnh hưởng của phân bón đến sinh trưởng... 162
- ◆ **Nguyễn Hà, Phạm Khôi Nguyên, Nguyễn Thị Ánh Nguyệt, Phạm Ngọc Nam:** Nghiên cứu tạo chi tiết cong gỗ cao su... 166
- ◆ **Vũ Lệ Hà, Trịnh Thanh Thương, Nguyễn Quỳnh Mai, Đinh Ngọc Hân, Nguyễn Thị Huệ:** Thực trạng pháp luật về quyền tiếp cận thông tin đất đai ở Việt Nam và kinh nghiệm của một số nước... 174

Hoạt động trong ngành

- ◆ **Nguyễn Quý:** Hội nghị sơ kết công tác 4 tháng đầu năm và triển khai nhiệm vụ trọng tâm năm 2025 của Quý... 182

NGHIÊN CỨU RỦI RO MÔI TRƯỜNG TỪ HOẠT ĐỘNG KHAI THÁC, CHẾ BIẾN KHOÁNG SẢN CHÌ – KẼM KHU VỰC PHIA ĐĂM – KHUỐI MẠN, HUYỆN PÁC NẶM, TỈNH BẮC KẠN

♥ Nguyễn Thị Hồng^{1*}, Đào Trung Thành^{1, 2}

TÓM TẮT:

Nghiên cứu đánh giá các rủi ro môi trường tiềm ẩn từ hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản chì - kẽm tại khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn, tỉnh Bắc Kạn. Các rủi ro chính được xác định bao gồm: Ô nhiễm không khí do bụi và khí thải; ô nhiễm nước và đất bởi kim loại nặng từ bãi thải và bùn tuyển; suy thoái cảnh quan, mất sinh cảnh tự nhiên và đa dạng sinh học; cùng các tác động đến sức khỏe cộng đồng và điều kiện sống dân cư. Phân tích rủi ro theo phương pháp ma trận cho thấy, phần lớn các rủi ro ở mức trung bình đến cao, đòi hỏi các biện pháp kiểm soát và phục hồi môi trường kịp thời, nhằm hướng tới khai thác khoáng sản an toàn và phát triển bền vững.

Từ khóa: Rủi ro môi trường, khai thác khoáng sản, chì - kẽm, ô nhiễm kim loại nặng, suy thoái sinh thái.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh phát triển kinh tế - xã hội hiện nay, ngành công nghiệp khai khoáng đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp nguyên liệu cho nhiều lĩnh vực sản xuất. Trong đó, khai thác và chế biến khoáng sản kim loại như chì - kẽm là một trong những ngành công nghiệp có giá trị kinh tế cao. Tuy nhiên, bên cạnh những lợi ích kinh tế, hoạt

động khai thác và chế biến mỏ chì - kẽm cũng gây ra nhiều tác động tiêu cực đến môi trường và sức khỏe con người nếu không được quản lý và kiểm soát hiệu quả.

Mỏ quặng chì - kẽm khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn có tổng diện tích sử dụng là 82,09 ha. Trong đó: khu vực khai thác là 38 ha, diện tích các công trình phụ trợ 44,09 ha. Thời gian hoạt động của mỏ là 18 năm, trong đó thời gian khai thác quặng là 16 năm. Quy mô công suất của mỏ là 60.000 tấn/năm với công nghệ khai thác lộ thiên và hầm lò [1].

Công nghệ chế biến quặng chì - kẽm tại khu vực sử dụng công nghệ tuyển nổi có chọn riêng hai vòng tuyển là vòng tuyển chì và vòng tuyển kẽm. Vòng tuyển chì gồm các khâu: 1 khâu tuyển chính; 2 khâu tuyển tinh và 3 khâu tuyển vớt. Tại vòng tuyển kẽm chọn 1 khâu tuyển chính; 2 khâu tuyển tinh và 3 khâu tuyển vớt [1].

Hoạt động khai thác và chế biến thường đi kèm với việc xả thải chất độc hại như kim loại nặng (Pb, Zn, Cu, Fe...), bụi, nước thải chưa qua xử lý ra môi trường đất, nước và không khí. Điều này không chỉ ảnh hưởng đến hệ sinh thái tự nhiên mà còn đe dọa trực tiếp đến đời sống và sinh kế của cộng đồng dân cư sống xung quanh khu vực mỏ.

Ngoài ra, việc quản lý và kiểm soát ô nhiễm trong khai thác khoáng sản vẫn còn nhiều bất cập, đặc biệt là tại các khu vực miền núi, nơi điều kiện địa hình và trình độ kỹ thuật còn hạn chế.

¹ Trường Đại học Mỏ - Địa chất

² Học viện Khoa học và Công nghệ, Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam

* Email liên hệ: nguyenthihong@hmg.edu.vn

Xuất phát từ thực trạng nêu trên, việc nghiên cứu rủi ro môi trường từ hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản chì - kẽm khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn là cần thiết. Những kết quả thu được không chỉ giúp nhận diện rõ hơn các tác động tiêu cực mà còn là cơ sở khoa học để đề xuất các giải pháp quản lý, giảm thiểu rủi ro và phát triển bền vững ngành khai khoáng trong tương lai.

II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Phương pháp thu thập tài liệu và khảo sát thực địa

Thu thập dữ liệu từ báo cáo nghiên cứu khả thi của dự án, báo cáo đánh giá tác động môi trường và tiến hành khảo sát trực tiếp tại khu vực mỏ khai thác và các vùng lân cận nhằm thu thập thông tin thực tế về hiện trạng môi trường đất, nước, không khí, hệ sinh thái và điều kiện sinh hoạt của người dân. Ghi nhận các dấu hiệu ô nhiễm, hiện tượng thoái hóa môi trường hoặc ảnh hưởng đến cây trồng, vật nuôi.

2. Phương pháp phân tích rủi ro

Dựa trên nguyên tắc phân loại và tổ chức các yếu tố rủi ro thành các nhóm có mối liên hệ với nhau. Các nhóm này có thể được phân chia dựa trên đặc điểm nguồn phát sinh, mức độ tác động, loại môi trường chịu ảnh hưởng hoặc tính chất của các nguy cơ (môi trường, xã hội, sức khỏe...).

3. Phương pháp ma trận rủi ro môi trường

Phương pháp ma trận rủi ro môi trường được sử dụng để đánh giá và phân loại các rủi ro tiềm ẩn từ hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản chì - kẽm tại khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn. Ma trận rủi ro được xây dựng dựa trên hai yếu tố chính: xác suất xảy ra và tác động của các rủi ro.

Xác suất được đánh giá theo các mức độ từ thấp đến cao (rất thấp, thấp, trung bình, cao), tương ứng với khả năng xảy ra các sự cố.

Tác động được đánh giá từ thấp đến rất cao (thấp, trung bình, cao, rất cao), dựa trên mức độ nghiêm trọng của hậu quả khi rủi ro xảy ra.

Các yếu tố rủi ro môi trường, bao gồm ô nhiễm không khí, nước, suy thoái hệ sinh thái và cảnh quan, được xếp vào ma trận và phân loại mức độ rủi ro từ thấp đến rất cao. Mỗi yếu tố sẽ được đánh giá và đưa ra các biện pháp kiểm soát phù hợp, từ giám sát và cải tiến quy trình đến các biện pháp kiểm soát nghiêm ngặt và phục hồi môi trường nếu cần thiết.

Phương pháp này giúp xác định ưu tiên quản lý các rủi ro môi trường, đảm bảo các biện pháp can thiệp hiệu quả và phù hợp với mức độ rủi ro.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

1. Các rủi ro môi trường tiềm ẩn

Rủi ro đối với nguồn nước:

Thành phần khoáng vật quặng chì kẽm khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn trên cơ sở phân tích 30 mẫu khoáng cho thấy, khoáng vật nguyên sinh chủ yếu là galenit (PbS), sphalerite, pyrit (FeS_2), chalcopryrite ($CuFeS_2$), pyrotin (FeS), marcarit; khoáng vật thứ sinh là geothit, covelin và anglezit [1].

Nước thải từ hoạt động khai thác ($7.425 m^3/ngày$) và tuyển quặng ($681,69 m^3/ngày$) chứa nhiều kim loại nặng như Pb, Zn, Cu, Fe,... thường phát sinh từ quá trình tuyển quặng, thấm qua bãi thải, hoặc dòng axit mỏ hình thành do phản ứng oxy hóa pyrit (FeS_2). Các kim loại nặng có độc tính cao, khó phân hủy sinh học, dễ tích lũy trong sinh vật và chuỗi thức ăn. Nguồn ô nhiễm nước không chỉ ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt và nước ngầm, mà còn gây hại đến hệ sinh thái thủy sinh và sức khỏe con người.

Trong quá trình tuyển nổi khoáng sản chì - kẽm tại khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn, một số hóa chất được sử dụng nhằm tăng hiệu quả thu hồi quặng: $C_4H_9COSSNa$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $C_{10}H_{17}OH$, CaO có thể gây ra các rủi ro môi trường tiềm ẩn nếu không được kiểm soát chặt chẽ.

Cụ thể, natri isobutyl xanthat ($C_4H_9OCSSNa$) là thuốc tuyển có khả năng phân hủy sinh học nhưng sinh ra các hợp chất lưu huỳnh độc như CS_2 và H_2S , dễ gây độc cho sinh vật thủy sinh và làm suy thoái nguồn nước. Đồng sunfat nặng

nước ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), chất hoạt hóa trong tuyển nổi sphalerit, có thể gây tích lũy kim loại nặng trong nước và đất, ảnh hưởng đến hệ sinh thái và sức khỏe cộng đồng. Terpeneol ($\text{C}_{10}\text{H}_{17}\text{OH}$) là chất tạo bọt có mùi và độc tính sinh học thấp, nhưng có thể gây ảnh hưởng đến môi trường không khí nếu không được thu gom hơi đúng cách. Trong khi đó, vôi sống (CaO) được sử dụng để điều chỉnh pH nhưng có thể làm tăng tính kiềm của nước thải, gây ăn mòn thiết bị và ảnh hưởng đến hệ vi sinh vật thủy sinh.

Rủi ro ô nhiễm không khí:

Bao gồm: Bụi phát sinh từ khai thác, bốc xúc, vận chuyển và bụi mịn chứa kim loại nặng (Pb, Zn) từ quá trình tuyển quặng. Bên cạnh đó, khí thải từ các thiết bị cơ giới sử dụng dầu diesel (máy xúc, xe tải, máy khoan) còn thải ra CO , NO_x , SO_2 , PM_{10} và $\text{PM}_{2.5}$... Các chất ô nhiễm này ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe hô hấp, làm tăng nguy cơ bệnh phổi, hen suyễn và các bệnh lý tim mạch.

Các chất ô nhiễm này gây suy giảm chất lượng không khí, ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe con người (gây hen suyễn, viêm phổi, bệnh phổi tắc nghẽn mạn tính, tích lũy kim loại nặng), đồng thời lắng đọng xuống đất và nước, làm thoái hóa hệ sinh thái. Bụi lắng trên lá cây còn làm giảm khả năng quang hợp, ảnh hưởng xấu đến sản xuất nông nghiệp địa phương.

Rủi ro từ bãi thải đất đá, bùn thải quặng đuôi:

Tổng khối lượng đất đá thải trong suốt vòng đời khai thác mỏ ước tính khoảng 484.000 m^3 , bao gồm đất đá bóc từ khai thác lộ thiên và đào lò hầm lò. Nếu không được quản lý đúng cách, các bãi thải này tiềm ẩn nhiều rủi ro môi trường như:

Ô nhiễm nước mặt và nước ngầm: Nước mưa rửa trôi kim loại nặng (Pb, Zn, Cu, Fe) và ion SO_4^{2-} vào các nguồn nước.

Xói mòn và lũ quét: Bãi thải không được gia cố có thể gây sạt lở đất đá xuống hạ lưu trong mùa mưa.

Ô nhiễm không khí: Bụi phát sinh từ bãi thải dưới tác động của gió và phương tiện vận chuyển.

Suy thoái đất và cảnh quan: Bãi đổ thải chiếm dụng đất nông nghiệp và rừng, làm mất đất canh tác.

Ngoài ra, quá trình tuyển quặng phát sinh khoảng 423.478 m^3 bùn thải chứa kim loại nặng, nếu không được thu gom, xử lý triệt để có thể gây:

Ô nhiễm nguồn nước: Rò rỉ bùn thải làm gia tăng tải lượng kim loại trong nước mặt và nước ngầm.

Biến đổi dòng chảy tự nhiên: Bùn ứ đọng gây tắc nghẽn suối, ảnh hưởng đến hệ sinh thái thủy sinh và nguy cơ úng ngập cục bộ.

Rủi ro sinh thái:

Hoạt động khai thác lộ thiên, đổ thải đất đá và xây dựng công trình phụ trợ tại khu vực có địa hình rừng núi xen kẽ đất nông nghiệp đã gây ra những biến đổi đáng kể về mặt địa hình và hệ sinh thái tự nhiên. Các rủi ro chính bao gồm:

Thay đổi cảnh quan địa hình: Việc hình thành các moong khai thác sâu, bãi thải cao từ 10 - 30 m phá vỡ địa hình tự nhiên và làm mất mỹ quan khu vực, ảnh hưởng tiêu cực đến tiềm năng phát triển du lịch sinh thái.

Nguy cơ sạt lở đất: Các bãi thải có độ dốc lớn, kết cấu rời rạc dễ bị xói mòn và sạt lở, đặc biệt trong mùa mưa bão.

Suy thoái hệ sinh thái: Việc chặt phá rừng và san gạt đất phục vụ khai trường làm mất sinh cảnh của nhiều loài động, thực vật bản địa; đồng thời, ô nhiễm nguồn nước từ đất đá thải và bùn tuyển gây suy giảm nghiêm trọng quần thể sinh vật thủy sinh (cá, tôm, côn trùng nước ngọt).

Suy giảm đa dạng sinh học: Mất nơi cư trú và nguồn thức ăn dẫn đến suy giảm số lượng và thành phần loài trong hệ sinh thái địa phương.

Rủi ro sức khỏe và xã hội: Hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản chì - kẽm có thể gây ra nhiều rủi ro tiềm ẩn ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng và sự ổn định xã hội tại khu vực:

Rủi ro sức khỏe cộng đồng: Phơi nhiễm kim loại nặng (Pb, Zn, Cu, Fe) qua không khí (bụi mịn), nước uống và chuỗi thực phẩm có

thể gây các vấn đề nghiêm trọng như: Ngộ độc mãn tính, tổn thương hệ thần kinh, thận và hệ miễn dịch, đặc biệt ở trẻ em.

Ô nhiễm không khí với bụi $PM_{2.5}$, PM_{10} , khí NO_x , SO_2 từ phương tiện cơ giới làm tăng nguy cơ mắc các bệnh về đường hô hấp (hen suyễn, viêm phổi), bệnh tim mạch, phổi tắc nghẽn mãn tính.

Tiếng ồn và rung động từ nổ mìn, máy khoan, vận chuyển ảnh hưởng đến giấc ngủ, tâm lý và chất lượng sống của cư dân lân cận.

Rủi ro xã hội và sinh kế: Mất đất canh tác và tài nguyên sinh kế: Việc chiếm dụng đất rừng và nông nghiệp để xây dựng mỏ, bãi thải, xưởng tuyển có thể làm giảm khả năng sản xuất nông nghiệp của người dân.

Gia tăng mâu thuẫn cộng đồng: Sự bất bình đẳng trong việc phân phối lợi ích từ khai thác khoáng sản (giữa doanh nghiệp và người dân), cùng với tác động môi trường tiêu cực, có thể làm gia tăng khiếu kiện, xung đột xã hội.

Di cư và mất ổn định dân cư: Ô nhiễm, tiếng ồn, và điều kiện sống suy giảm có thể khiến người dân rời bỏ nơi cư trú truyền thống, dẫn đến thay đổi cơ cấu dân cư và mất kết nối cộng đồng.

2. Đánh giá tổng hợp rủi ro môi trường

Hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản chì - kẽm tại khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn tiềm ẩn nhiều rủi ro môi trường và xã hội,

Bảng 1. Ma trận đánh giá rủi ro môi trường từ hoạt động khai thác - chế biến khoáng sản chì - kẽm khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn

Nguồn phát sinh	Yếu tố gây hại	Đối tượng chịu tác động	Mức độ rủi ro	Biện pháp kiểm soát/giảm thiểu
Khai thác, bốc xúc, vận chuyển, nghiền	Bụi, bụi mịn chứa Pb, Zn	Con người, không khí, thực vật	Cao	Phun nước dập bụi, che chắn bãi thải, trồng cây chắn bụi, kiểm soát tốc độ xe vận chuyển
Tuyển quặng	Hóa chất $C_4H_9OCSSNa$, $CuSO_4 \cdot 5H_2O$, $C_{10}H_{17}OH$, CaO	Nguồn nước, sinh vật thủy sinh, sức khỏe người dân	Cao	Xử lý nước thải tuyển đạt QCVN, lưu trữ, sử dụng hóa chất đúng quy chuẩn, kiểm soát rò rỉ
Đất đá thải, bùn thải tuyển	Kim loại nặng (Pb, Zn, Cu, Fe), SO_4^{2-}	Nước mặt, nước ngầm, đất, hệ sinh thái thủy sinh	Cao	Gia cố bãi thải, phủ kín bằng lớp thực vật, xây dựng hồ lắng, thu gom và xử lý triệt để bùn thải
Phương tiện, máy móc, thiết bị	Khí thải (CO , NO_x , SO_2), bụi PM_{10} , $PM_{2.5}$	Sức khỏe hô hấp, môi trường không khí	Trung bình	Bảo dưỡng thiết bị định kỳ, sử dụng động cơ tiêu chuẩn khí thải, quy hoạch tuyển vận chuyển
Bãi thải, moong khai thác	Thay đổi địa hình, sạt lở, bụi	Đất đai, cảnh quan, du lịch sinh thái, người dân hạ lưu	Cao	Gia cố bờ thải, cải tạo cảnh quan sau khai thác, phục hồi thảm thực vật
Khai trường, hạ tầng phụ trợ	Mất đất rừng, đất nông nghiệp	Sinh kế người dân, đa dạng sinh học, động - thực vật bản địa	Cao	Giảm thiểu diện tích chiếm dụng, trồng rừng thay thế, bồi thường - hỗ trợ chuyển đổi sinh kế
Nguồn nước nhận thải	Nước chứa kim loại nặng, pH cao	Hệ sinh thái nước, người sử dụng nước sinh hoạt và nông nghiệp	Cao	Xây dựng hồ lắng, hệ thống xử lý nước thải đạt chuẩn, quan trắc định kỳ
Toàn bộ hoạt động mỏ	Tiếng ồn, rung chấn, bụi, mất sinh cảnh	Sức khỏe cộng đồng, ổn định dân cư, an sinh xã hội	Trung bình	Giới hạn thời gian hoạt động, giảm tiếng ồn máy móc, hỗ trợ tái định cư nếu cần thiết
Chuỗi tiếp xúc gián tiếp	Kim loại nặng tích lũy trong thực phẩm, nước, không khí	Sức khỏe người dân (đặc biệt trẻ em, người già), gia súc, cây trồng	Cao	Giám sát chất lượng đất - nước - thực phẩm, cảnh báo cộng đồng, hỗ trợ y tế

với mức độ ảnh hưởng khác nhau tới các thành phần môi trường tự nhiên và cộng đồng địa phương. Các rủi ro được phân tích và tổng hợp theo ma trận dựa trên các trục: nguồn phát sinh - yếu tố gây hại - đối tượng chịu tác động

- mức độ rủi ro - biện pháp kiểm soát (Bảng 1).

Kết quả cho thấy, các rủi ro môi trường trọng yếu tập trung vào ba nhóm chính: (i) ô nhiễm nước (kim loại nặng, chất rắn lơ lửng từ tuyển và bãi thải); (ii) ô nhiễm không

khí (bụi mịn chứa Pb, Zn; khí thải NO_x, SO₂); và (iii) suy thoái hệ sinh thái - cảnh quan do thay đổi địa hình, mất rừng tự nhiên và sạt lở đất. Bên cạnh đó, rủi ro sức khỏe cộng đồng cũng là vấn đề nổi bật, đặc biệt là khả năng nhiễm độc kim loại nặng thông qua đường hô hấp, tiếp xúc nước và thực phẩm. Nếu không được kiểm soát chặt chẽ, các rủi ro này có thể gây ra hậu quả lâu dài đối với môi trường và đời sống người dân vùng bị ảnh hưởng.

IV. KẾT LUẬN

Hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản chì - kẽm tại khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn tiềm ẩn nhiều rủi ro môi trường, bao gồm ô nhiễm không khí, nước, đất; suy giảm cảnh quan và đa dạng sinh học; cùng các tác động tiêu cực đến sức khỏe cộng đồng. Thông qua phân tích bằng phương pháp ma trận rủi ro, các nguy cơ mức trung bình đến cao đã được xác định, trong đó nổi bật là rủi ro ô nhiễm kim loại nặng và suy thoái hệ sinh thái.

Để giảm thiểu các tác động này, cần thực hiện đồng bộ các giải pháp: Tăng cường giám sát môi trường; cải tiến công nghệ khai thác - tuyển quặng theo hướng thân thiện; quản lý chất thải, nước thải và bãi thải chặt chẽ; phục hồi môi trường sau khai thác; đồng thời xây dựng cơ chế phối hợp giữa doanh nghiệp, chính quyền và cộng đồng địa phương nhằm đảm bảo phát triển kinh tế đi đôi với bảo vệ môi trường bền vững.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Báo cáo nghiên cứu khả thi dự án Đầu tư xây dựng công trình khai thác và chế biến quặng chì - kẽm khu vực Phia Đăm - Khuổi Mạn, xã Bằng Thành, huyện Pác Nặm, tỉnh Bắc Kạn .

2. Nguyễn Thị Cúc (2019). *Đánh giá tác động và rủi ro môi trường tại khu vực khai thác và chế biến quặng apatit tại tỉnh Lào Cai*. Tạp chí Khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất, 60 (2), 39-46.

3. Piekarski, C. M., & Wójcik, P. (2020). *Risk Assessment Methods in Mining Industry - A Systematic Review*. Applied Sciences, 10(15), 5172.

4. Sousa, R. N., Veiga, M. M., Meech, J., Jokinen, J., & Sousa, A. J. (2011). *A simplified matrix of environmental impacts to support an intervention program in a small-scale mining site*. Journal of Cleaner Production.

5. Wang, Q., Yang, Y., Liu, Y., Zhang, J., & Li, M. (2023). *Pollution Level and Ecological Risk Assessment of Heavy Metals in an Abandoned Lead-Zinc Tailings Pond*. Sustainability, 15(15), 11987.

A STUDY ON ENVIRONMENTAL RISKS ASSOCIATED WITH LEAD - ZINC MINING AND PROCESSING IN THE PHIA DAM - KHUOI MAN AREA, PAC NAM DISTRICT, BAC KAN PROVINCE

Nguyen Thi Hong¹, Dao Trung Thanh¹

¹ Hanoi University of Mining and Geology

SUMMARY:

This study assesses the potential environmental risks associated with Lead - Zinc mining and processing in the Phia Dam - Khuoi Man area, Bac Kan Province. The main identified risks include air pollution from dust and exhaust emissions; contamination of water and soil by heavy metals originating from waste rock and tailings; landscape degradation; loss of natural habitats and biodiversity; and negative impacts on community health and living conditions. A risk assessment using a matrix-based approach reveals that most of these risks fall into the medium to high categories, emphasizing the need for timely environmental control and remediation measures to ensure safe mineral exploitation and promote sustainable development.

Keywords: *Environmental risk, mineral mining, lead - zinc, heavy metal pollution, ecological degradation.*

Ngày nhận bài: 5/5/2025

Ngày chuyển phản biện: 9/5/2025

Ngày thông qua phản biện: 14/5/2025

Ngày duyệt đăng: 21/5/2025