

NGHIÊN CỨU ẢNH HƯỞNG CỦA KHAI THÁC KHOÁNG SẢN TỚI TÀI NGUYÊN ĐẤT TẠI THỊ TRẤN TRẠI CAU, HUYỆN ĐỒNG HỖ, THÁI NGUYÊN

Dương Hồng Việt*, Hà Văn Tuyên, Trần Hải Đăng, Chu Thị Thơ
Trường Đại học Nông Lâm - ĐH Thái Nguyên

TÓM TẮT

Nghiên cứu được triển khai nhằm mục đích đánh giá hiện trạng tài nguyên đất quanh khu vực khai thác khoáng sản tại mỏ sắt Trại Cau. Nghiên cứu cũng nhằm phân tích những phản hồi của người dân về các vấn đề về khai thác, ô nhiễm môi trường đất và các tồn tại liên quan đến môi trường đất gần khu vực khai thác. Phương pháp luận gồm nghiên cứu tài liệu thứ cấp, phỏng vấn sử dụng mẫu phiếu điều tra, lấy mẫu đất và phân tích một số chỉ tiêu hóa học bao gồm: pH, Chì (Pb), Kẽm (Zn), Asen (As) và Cadimi (Cd). Kết quả thu được như sau: Đất tại khu vực nghiên cứu có tính chua (pH từ 5,1 đến 6,4); Các mẫu đất tại khu vực khai thác mỏ sắt Trại Cau có xuất hiện hàm lượng kim loại nặng như: Pb, Zn và As vượt quy chuẩn cho phép của Việt Nam (QCVN) đối với đất công nghiệp. Chỉ tiêu kim loại ở mẫu đất dân sinh nằm trong QCVN. Trong 50 người được phỏng vấn, đại đa số cho rằng khai thác khoáng sản là nguyên nhân chính gây nên các vấn đề về môi trường đất tại địa bàn và những tồn tại của khai thác khoáng sản gồm ảnh hưởng tới trạng thái bề mặt đất đặc biệt là hiện tượng sụt lún đất, mất nước, ô nhiễm môi trường và tiếng ồn, nứt vỡ các công trình xây dựng và giao thông.

Từ khóa: Ô nhiễm môi trường; khai thác khoáng sản; tài nguyên; kim loại nặng; đất.

Ngày nhận bài: 06/8/2019; Ngày hoàn thiện: 27/4/2020; Ngày đăng: 11/5/2020

A STUDY ON IMPACTS OF MINING ACTIVITIES ON LAND RESOURCES IN TRAI CAU, DONG HY COMMUNE, THAI NGUYEN

Duong Hong Viet*, Ha Van Tuyen, Tran Hai Dang, Chu Thi Tho
TNU - University of Agriculture and Forestry

ABSTRACT

This study was conducted to assess the current state of land resources around the mining area at Trai Cau Mine. We aimed to analyze people's feedback on exploitation issues, soil pollution and soil related issues around the mining areas. The methodology includes the study of secondary documents, interviews using survey forms, soil sampling and analysis of some chemical indicators including: pH, Pb, Zn, As, and Cd. The results indicated that soil in the study area is acidic (pH from 5.1 to 6.4); soil samples contain some heavy metal contamination such as Pb, Zn, and As exceeded the permitted standards of Vietnam (QCVN) for industrial land while, the metals target in residential land samples are in the permitted standards of Vietnam (QCVN). A majority of 50 respondents indicated mining activities are the main cause of soil issues and lead to the negative effects on environment including soil erosion, land subsidence, environmental and noise pollution, and traffic disturbance.

Keywords: *Environmental pollution; mineral mining; resources; heavy metals; soil*

Received: 06/8/2019; Revised: 27/4/2020; Published: 11/5/2020

* Corresponding author. Email: duonghongviet@tuaf.edu.vn

1. Giới thiệu

Thái Nguyên hiện là một trong những cái nôi của ngành khai thác và chế biến khoáng sản của Việt Nam với khoảng 156 mỏ và điểm khoáng sản đã và đang được đưa vào khai thác, chế biến. Quặng sắt là một loại khoáng sản có tiềm năng lớn mang lại lợi ích kinh tế cao. Hiện nay, trên địa bàn tỉnh Thái Nguyên đã phát hiện trên 80 mỏ và điểm khoáng sản sắt, trong đó có trên 49 mỏ và điểm đã đưa vào quy hoạch, với tổng trữ lượng còn lại gần 934,6 triệu tấn [1].

Mỏ sắt Trại Cau, huyện Đồng Hỷ, tỉnh Thái Nguyên là một trong những đơn vị đứng đầu có kinh nghiệm lâu năm trong lĩnh vực khai thác quặng phục vụ sản xuất gang lò cao của Công ty Cổ phần Gang thép Thái Nguyên. Mỏ cũng khẳng định vai trò quan trọng trong phát triển ngành luyện kim của tỉnh với trữ lượng khai thác hơn 10 triệu tấn, công suất khai thác trên 200 nghìn tấn/năm [2]. Từ tháng 11 năm 2012 đến tháng 3 năm 2019, sản lượng quặng nhà máy thu được là khoảng gần 802 nghìn tấn cùng với một khối lượng lớn đất đá thải ra do khai thác trong thời gian này cũng rất cao với tổng số đạt hơn 2,3 triệu mét khối đất đá thải [3].

Mỏ sắt Trại Cau do khai thác lộ thiên đã tạo ra các moong khai thác sâu tới hơn 100m so với mực nước biển và đổ thải cao hơn 100m so với mặt địa hình khu vực, làm biến dạng địa hình, tác động xấu đến hệ sinh thái khu vực, bồi lấp dòng chảy mặt, thậm chí gây mất nước, sụt lún đất. Theo nguồn tin thu thập được thì nhiều năm nay, người dân ở thị trấn Trại Cau, xã Cây Thị, Xã Nam Hòa huyện Đồng Hỷ luôn bị ám ảnh bởi hiện tượng sụt lún, nứt nhà, nứt đất, mất nước [4].



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu [2]

Khai thác khoáng sản là nguyên nhân dẫn đến nhiều tác động tiêu cực đến môi trường và đời sống của người dân sống gần nơi khai thác [5]-[7]. Hiện tượng sụt lún đất, ô nhiễm nguồn đất và nước do khai thác khoáng sản đã và đang xảy ra tại nhiều nơi trong địa bàn khai thác khoáng sản tỉnh Thái Nguyên. Báo Pháp luật Việt Nam điều tra và cho biết, có khoảng “133 hộ dân bị rạn nứt nhà ở các mức độ khác nhau do ảnh hưởng của sụt lún đất. Trong đó, thị trấn Trại Cau có 44 hộ, xã Cây Thị có 89 hộ, tại các xóm Trại Cau, Hòa Bình và Kim Cương của xã Cây Thị có 117 thửa ruộng với diện tích gần 7,5 ha của 44 hộ dân có hiện tượng sụt lún đất thành hố sâu hoặc nghiêng ruộng, mất nước” [8]. Do vậy, việc nghiên cứu thực trạng sụt lún còn tiếp tục diễn ra hay không? Hiện trạng tài nguyên đất khu vực khai thác như thế nào và ảnh hưởng tới đời sống con người ra làm sao? Đây là những câu hỏi cần được giải đáp để đảm bảo sự an toàn của người dân Thị trấn Trại Cau, Đồng Hỷ, Thái Nguyên. Do vậy, đề tài “Đánh giá ảnh hưởng của khai thác khoáng sản tới tài nguyên đất và con người tại thị trấn Trại Cau, huyện Đồng Hỷ, Thái Nguyên” sẽ giúp trả lời các câu hỏi trên.

2. Vị trí, đối tượng, nội dung và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vị trí nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện tại khu vực xung quanh Mỏ sắt Trại Cau nằm ở thị trấn Trại Cau, huyện Đồng Hỷ, tỉnh Thái Nguyên cách thành phố Thái Nguyên 20 km về phía Đông và tiếp giáp các xã: phía Bắc giáp với xã Cây Thị và xã Nam Hoà; phía Nam giáp xã Tân Lợi; phía Tây - Tây Bắc giáp xã Nam Hoà và phía Đông giáp với xã Tân Lợi (Xem hình 1).

2.2. Đối tượng nghiên cứu

Hoạt động khai thác khoáng sản; Công tác quản lý môi trường khu vực mỏ sắt Trại Cau, Thái Nguyên. Hiện trạng chất lượng môi trường đất tại khu vực khai thác khoáng sản. Người dân sống gần khu vực khai thác quặng (cung cấp

các thông tin về cảm quan các vấn đề về môi trường và đánh giá ảnh hưởng của hoạt động khai thác khoáng sản đến môi trường).

2.3. Nội dung nghiên cứu

Nội dung 1: Khảo sát ảnh hưởng của khai thác khoáng sản đến trạng thái bề mặt đất của khu vực nghiên cứu.

Nội dung 2: Nghiên cứu ảnh hưởng của khai thác khoáng sản đến một số tính chất hóa học đất thông qua phân tích chỉ tiêu pH và một số chỉ tiêu kim loại nặng trong đất.

Nội dung 3: Phản hồi của người dân về ô nhiễm đất và những tồn tại của khai thác khoáng sản.

2.4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp thu thập số liệu thứ cấp: Số liệu thứ cấp về thông tin về điều kiện tự nhiên kinh tế xã hội và môi trường, bản đồ cấp huyện được trích dẫn và sử dụng từ các báo cáo bản cứng và bản điện tử của các cơ quan như: Công ty Mỏ Sắt Trại Cau, Ủy ban nhân dân các cấp thuộc thị trấn Trại Cau, phòng Tài nguyên và Môi trường huyện Đồng Hỷ...; từ các đề tài nghiên cứu và các nguồn trực tuyến có uy tín.

Phương pháp điều tra số liệu sơ cấp: Số liệu điều tra, đo đạc, lấy mẫu đất, bảo quản, vận chuyển và phân tích theo quy định hiện hành. Mẫu đất được chia làm 2 đợt quan trắc.

Nghiên cứu thực hiện việc lấy mẫu đất tại 5 vị trí khác nhau. Trong đó có 4 mẫu đất (MĐ1, MĐ2, MĐ3 và MĐ4) tại khu vực mỏ khai thác. Mẫu đất MĐ5 là mẫu đất nằm trong khu đất dân sinh. Tất cả các phương pháp đo đạc và phân tích mẫu đất đều tuân theo các phương pháp tiêu chuẩn đã được ban hành theo Thông tư 24/2017/TT-BTNMT. Thời gian lấy mẫu được chia làm 2 đợt: Đợt 1: 03/06 2018 và đợt 2: 28/10/2018.

Đối với số liệu phỏng vấn: Nghiên cứu tiến hành phỏng vấn ngẫu nhiên 50 hộ sống trên địa bàn nghiên cứu bằng phương pháp phỏng vấn trực tiếp sử dụng bảng câu hỏi có sự kết hợp giữa câu hỏi đóng và câu hỏi mở.

Phương pháp tổng hợp và xử lý số liệu: Các kết quả thu được thông kê thành bảng, biểu đồ trên phần mềm Microsoft Excel, tổng hợp số liệu, so sánh và đánh giá theo các tiêu chuẩn và quy chuẩn Việt Nam QCVN 03-MT:2015/BTNMT.

Phương pháp xây dựng bản đồ: Sử dụng máy định vị cầm tay Garmin GPSMAP 78s xác định tọa độ các vị trí sụt lún, vị trí lấy mẫu đất và vị trí hộ dân tham gia phỏng vấn, sau đó số hoá và mô phỏng thành biểu đồ bằng phần mềm online Google My Maps.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Ảnh hưởng của khai thác khoáng sản đến trạng thái bề mặt đất

Nghiên cứu đã tiến hành khảo sát và mô phỏng lại một số điểm sụt lún xung quanh khu vực mỏ sắt Trại Cau bao gồm 14 thị trấn Trại Cau và xã Cây Thị (Hình 2).

Nhận xét chung về môi trường đất: Tuy có tính đệm khá tốt và ít chịu ảnh hưởng mạnh mẽ bởi các chất ô nhiễm song chúng lại có khả năng tích lũy chất ô nhiễm theo thời gian. Khu vực xung quanh mỏ sắt, trong quá trình khai thác mỏ sản sinh ra một khối lượng lớn đất đá thải bao gồm đất đá bóc bề mặt.... Việc quản lý, lưu trữ đất đá thải kém sẽ gây ra các tác động xấu tới môi trường đất xung quanh khu vực mỏ. Ngoài ra, các chất ô nhiễm như bụi, khí độc hại có khả năng lan truyền ra môi trường xung quanh, các chất ô nhiễm này trực tiếp gây ô nhiễm môi trường không khí còn gián tiếp gây ô nhiễm môi trường đất và nước. Bên cạnh đó, các hiện tượng sụt lún đất, nứt vỡ các công trình xây dựng như nhà cửa vẫn là các vấn đề còn tồn tại trên địa bàn gần khu vực khai thác.



Hình 2. Vị trí một số điểm sụt lún xung quanh khu vực khai thác quặng sắt

Trong đó, khu vực chịu ảnh hưởng nặng nhất bao gồm: Tổ 14, tổ 12, tổ 15 thị trấn Trại Cau, xóm Kim Cương, xóm Trại Cau, xóm Hòa Bình - xã Cây Thị với tổng số hộ bị ảnh hưởng là 134 hộ [9].

- Số lượng bề mặt đất bị nứt là 4 cùng với chiều dài nứt đất lớn hơn 10 m, độ khe hở trên mặt đất đến 50 cm.

- Cánh đồng Kim Cương đã ghi nhận được 9 hố sụt lún có đường kính từ 2 m đến 10 m. Phân bố hố sụt không có quy luật và làm mất nước, ảnh hưởng đến sản xuất.

- Nứt nhà: Số nhà dân thuộc tổ 14 thị trấn Trại Cau, hư hỏng nặng cần di dời 4 hộ và nhiều hộ khác cần phải khắc phục do hư hỏng với mức độ nhẹ hơn; 11 hộ dân tại xóm Hòa Bình, xã Cây Thị bị nứt tường nhà [10].

3.2. Ảnh hưởng của khai thác khoáng sản đến một số tính chất hóa học đất

Kết quả phân tích mẫu đất cho 2 đợt quan trắc về nồng độ pH (bảng 1), và một số kim loại nặng bao gồm: Chì (Pb), Kẽm (Zn), Asen (As) và Cadimi (Cd) được mô phỏng như sau:

Đất tại khu mỏ và khu vực lân cận (MĐ1, MĐ2, MĐ3 và MĐ4) thuộc loại đất nghèo dinh dưỡng. Bằng nhận xét trực quan cũng có thể nhận thấy điều này: Đất nhiều sỏi đá và hầu như không có loại cây nào ngoài sim, mua và một số loại cây thân thảo khác, trong đất lẫn nhiều đá và các tảng quặng lớn nổi lên trên mặt đất.

Bảng 1. Kết quả phân tích chỉ tiêu pH

Mẫu đất	pH	
	Đợt 1	Đợt 2
MĐ1	5,1	5,3
MĐ2	5,3	5,2
MĐ3	5,2	5,3
MĐ4	5,4	5,3
MĐ5*	6,4	6,4

(* đất dân sinh)

Bên cạnh đó, tất cả các mẫu đất được phân tích đều cho thấy đất tại đây chua (pH từ 5,1-6,4), các chỉ tiêu phân tích về hàm lượng kim loại nặng ở các mẫu đất trong và cạnh khu vực khai thác (MĐ1, MĐ2, MĐ3 và MĐ4) cho 02 đợt quan trắc hầu hết vượt quy chuẩn

của Việt Nam (QCVN) cho phép đối với chỉ tiêu dành cho đất công nghiệp. Các chỉ tiêu về kim loại ở mẫu đất MĐ5 nằm trong tiêu chuẩn cho phép đối với QCVN cho đất dân sinh. Các chỉ tiêu cụ thể như sau:

• Hàm lượng Pb

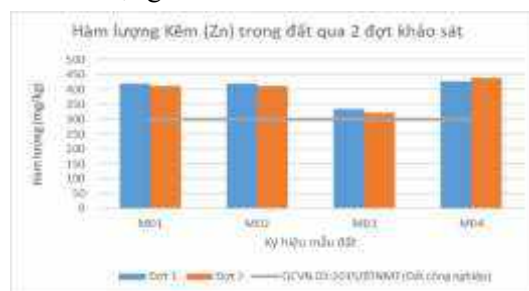


Hình 3. So sánh hàm lượng Pb với QCVN

Hình 3 mô phỏng kết quả so sánh hàm lượng Chì trong mẫu đất so với QCVN. Trong đó có thể thấy rằng, hàm lượng kim loại chì (Pb) trong đất hầu hết đều vượt qua các tiêu chuẩn cho phép theo QCVN cho đất công nghiệp đối với các mẫu (MĐ1, MĐ2, MĐ4) tại khu vực khai thác.

Mẫu đất gần khu vực khai thác MĐ3 có chỉ tiêu Pb khá cao nhưng vẫn nằm trong giới hạn cho phép. Qua 2 đợt quan trắc mẫu đất, hàm lượng chì trong mẫu MĐ1 đợt 1 cao hơn đợt 2 với hàm lượng lần lượt là 364,09 mg/kg và 332,83 mg/kg. Trái lại, MĐ2 và MĐ4 có hàm lượng chì tại đợt 2 cao hơn đợt 1 với hàm lượng lần lượt như sau 356,11 mg/kg so với 405,61 mg/kg và 333,6 mg/kg so với 445,8 mg/kg.

• Hàm lượng Zn

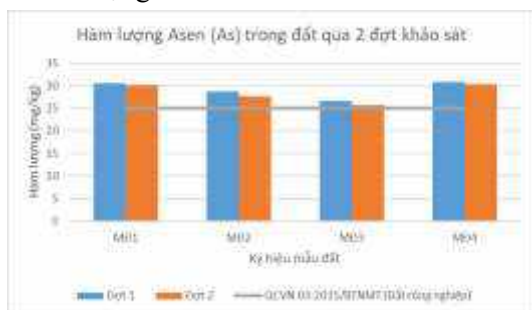


Hình 4. So sánh hàm lượng Zn với QCVN

Hình 4 mô phỏng kết quả so sánh hàm lượng kẽm (Zn) với tiêu chuẩn cho phép QCVN đối với đất công nghiệp. Kết quả cho thấy, hàm lượng kẽm trong đất tại khu vực khai thác tại

điêm mỏ có hàm lượng khá cao so với tiêu chuẩn cho phép đối với các mẫu đất MĐ1, MĐ2 và MĐ4. Mẫu đất gần khu vực khai thác MĐ3 cũng có hàm lượng kẽm vừa vượt quá tiêu chuẩn cho phép. Mẫu MĐ4 có hàm lượng kẽm trong đất ở đợt quan trắc 2 cao hơn đợt 1 và đều có hàm lượng cao nhất trong 4 mẫu đất với hàm lượng lần lượt là 427,55 mg/kg và 437,5. Hàm lượng Zn trong mẫu đất MĐ1 và MĐ2 khá là tương đồng nhau giao động trong khoảng với khoảng từ 410 mg/kg đến khoảng 420 mg/kg.

• Hàm lượng As



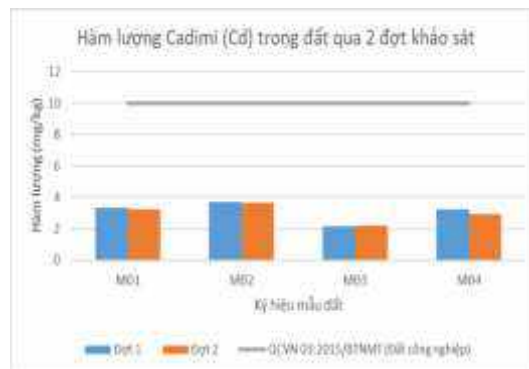
Hình 5. So sánh hàm lượng As với QCVN

Hình 5 cho biết kết quả đối chỉ tiêu Asen trong đất với các tiêu chuẩn cho phép theo QCVN đối với đất công nghiệp. Hàm lượng Asen trong các mẫu đất nghiên cứu đều trên mức tiêu chuẩn QCVN và hàm lượng giảm đối với đợt quan trắc 2. Mẫu đất MĐ1 và MĐ4 là 2 mẫu đất có hàm lượng Asen trong đất cao nhất vượt tiêu chuẩn cho phép với hàm lượng khoảng gần 31 mg/kg cho đợt 1 và khoảng 30 mg/kg cho đợt 2. MĐ2 là mẫu đất tiếp theo có hàm lượng Asen cao hơn tiêu chuẩn cho phép cho cả 2 đợt quan trắc với hàm lượng As đợt một là 28,72 mg/kg và đợt hai là 27,62 mg/kg. Mặc dù mẫu đất MĐ3 có hàm lượng Asen trong đất là ít nhất nhưng vẫn trên ngưỡng chỉ tiêu QCVN đối với đất công nghiệp.

• Hàm lượng Cd

Hình 6 cho ta biết được hiện trạng hàm lượng Cadimi trong đất so với QCVN đối với đất công nghiệp. Có thể dễ dàng nhận thấy rằng, tất cả các mẫu đất tại khu vực khai thác và

ngay gần khu vực khai thác có hàm lượng Cadimi thấp hơn nhiều so với tiêu chuẩn cho phép. Mẫu đất MĐ2 có hàm lượng cao nhất trong cả 2 đợt quan trắc trong khi mẫu đất 3 có hàm lượng thấp hơn cả.



Hình 6. So sánh hàm lượng Cd với QCVN

• Hàm lượng kim loại trong mẫu đất dân sinh (MĐ5)



Hình 7. So sánh hàm lượng kim loại nặng trong đất dân sinh với QCVN

Kết quả phân tích và so sánh được mô phỏng tại hình 7. Có thể nhận thấy một số chỉ tiêu kim loại nặng Cadimi (Cd), Asen (As), Kẽm (Zn) và Chì (Pb) đều xuất hiện trong mẫu đất MĐ5 tại khu vực dân cư gần khu vực khai thác mỏ sắt Trại Cau. Tuy nhiên, các chỉ tiêu phân tích đều nằm trong quy chuẩn cho phép của Việt Nam đối với đất dân sinh.

3.3. Phản hồi của người dân về tồn tại của khai thác khoáng sản đối với môi trường đất

Nghiên cứu đã phỏng vấn 50 người dân sống xung quanh khu vực khai thác khoáng sản về ảnh hưởng và những tồn tại của khai thác khoáng sản đối với môi trường đất. Kết quả được thể hiện như sau: Đa số người dân đều

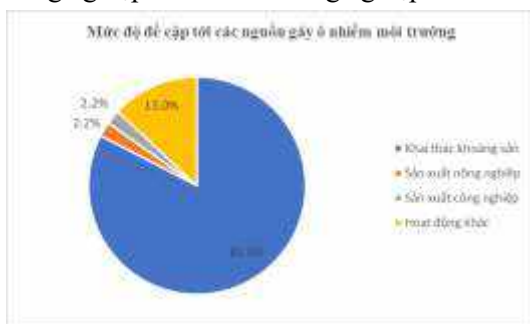
nhận thức rằng, khai thác khoáng sản tại thị trấn Trại Cau có ảnh hưởng đáng kể đến môi trường đất, nước và con người (bảng 3). Có đến hơn 60% số người dân được phỏng vấn cho biết rằng, hiện trạng môi trường đất tại thị trấn Trại Cau bị ô nhiễm. Trong đó mức độ ô nhiễm của môi trường đất và nước đều được người dân đánh giá ở mức ô nhiễm trung bình với tỷ lệ 38% và ô nhiễm ở mức nặng là 30%.

Bảng 2. *Phản hồi của người dân về hiện trạng và mức độ ô nhiễm*

Phản hồi của người phỏng vấn (n=50)	Môi trường đất
Hiện trạng ô nhiễm	
Có	60 %
Không	40 %
Mức độ ô nhiễm	
Nhẹ	32%
Trung bình	38%
Nặng	30%

(Số liệu điều tra)

Bên cạnh đó, người được phỏng vấn cho biết hoạt động khai thác khoáng sản là nguyên nhân chính gây ra ô nhiễm môi trường trên địa bàn thị trấn Trại Cau với 82,6% tổng số người phản hồi (hình 8). Trong khi đó, một tỷ lệ rất nhỏ chiếm khoảng 2,2% tổng số người dân đề cập tới nguyên nhân gây ô nhiễm là do sản xuất nông nghiệp và sản xuất công nghiệp.



Hình 8. *Mức độ đề cập tới các nguồn gây ô nhiễm môi trường tại Trại Cau*

4. Kết luận

Bên cạnh việc đem lại hiệu quả của phát triển kinh tế của vùng, việc khai thác khoáng sản cũng làm ảnh hưởng không ít tới môi trường thị trấn Trại Cau cụ thể như sau:

- Khai thác khoáng sản đã và đang ảnh hưởng tới trạng thái bề mặt đất đặc biệt là hiện tượng

sụt lún đất, nứt vỡ các công trình xây dựng và giao thông.

- Đất ở khu vực nghiên cứu mang tính chua (pH từ < 6,4). Bên cạnh đó, các chỉ tiêu về kim loại bao gồm Pb, Zn và As vượt so với QCVN đối với đất công nghiệp. Đặc biệt mẫu đất MĐ1, MĐ2, MĐ4 có hàm lượng Zn khá cao so với tiêu chuẩn cho phép. Riêng khu vực sinh sống (MĐ5) chỉ tiêu kim loại Pb, Zn, As và Cd đều nằm trong tiêu chuẩn cho phép so với QCVN (đối với đất dân sinh).

- Đa số người dân đánh giá hoạt động khai thác khoáng sản là nguyên nhân chính gây ra tác động tiêu cực đến tài nguyên đất. Trong khi hoạt động của sản xuất công nghiệp và nông nghiệp có tác động không đáng kể đến các vấn đề môi trường tại địa phương.

Nghiên cứu đã phần nào chỉ ra được những ảnh hưởng của khai thác khoáng sản đến tài nguyên đất. Phân tích góc nhìn từ phía người dân đối với các hoạt động khai thác khoáng sản ảnh hưởng đến môi trường và con người là căn cứ học thuật giúp cho các nhà quản lý, các nhà lập chính sách môi trường tham khảo để có những chiến lược quản lý môi trường hiệu quả cao. Các nghiên cứu tiếp theo nên tập trung nghiên cứu các giải pháp cải thiện ô nhiễm đất, nghiên cứu thêm về tài nguyên nước và không khí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1]. Thai Nguyen People's Committee, *A Project: Overcoming environmental pollution in mineral exploitation and processing areas in Thai Nguyen province*, 2010.
- [2]. Trại Cau Mine, *Environmental impact assessment report: A strategy for expanding deep layer mining exploitation of Trại Cau Mine*, 2009.
- [3]. Trại Cau Mine, *Production outputs of deep-layer mining November 2012 to March 2019 and iron ore mineral sorting diagram of Trại Cau Mine*, 2019.
- [4]. Thai Nguyen Environment and Natural Resource Department, Thai Nguyen: Needed-solutions on urgent environmental issues. *Environment and Natural Resource Department - Thai Nguyen People's*

- Committee*, 2013. [Online]. Available: <http://www.tnmtthainguyen.gov.vn/-/1962-2013-12-04-01-02-57>. [Accessed June 10, 2018].
- [5]. E. Ameh, and F. Akpah, "Heavy metal pollution indexing and multivariate statistical evaluation of hydrogeochemistry of River PovPov in Itakpe Iron-Ore mining area, Kogi State, Nigeria," *Adv Appl Sci Res*, vol. 2, pp. 33-46, 2011.
- [6]. F. Qin, H. Ji, Q. Li, X. Guo, L. Tang and J. Feng, "Evaluation of trace elements and identification of pollution sources in particle size fractions of soil from iron ore areas along the Chao River," *Journal of Geochemical Exploration*, vol. 138, pp. 33-49, 2014.
- [7]. S. Sinha, R. N. Bhattacharya, and R. Banerjee, "Surface iron ore mining in eastern India and local level sustainability," *Resources Policy*, vol. 32, pp. 57-68, 2007.
- [8]. T. Ha, "Contributions to people's livelihood stability in land subsidence areas", *Thai Nguyen News*, 2017. [Online]. Available: <http://www.baothainguyen.org.vn/trang-in-250143.html>. [Accessed Dec.17, 2018].
- [9]. Thai Nguyen Metallurgical Joint Stock Company, *Report on subsidence and dehydration situations in Trai Cau, recommendations and solutions*, 2017.
- [10]. N. V. Dung, N. V. Tinh, and N. T. T. Trang, *Preliminary results report of an assessment of the causes of land subsidence - works rift and water loss in Cay Thi commune and group 14 of Trai Cau town, Dong Hy district, Thai Nguyen province, Vietnam Institute of Geoscience and Mineral Resources, Hanoi*, 2016.