PHẦN 1.
QUẢN LÝ TÀI NGUYÊN VÀ MÔI TRƯỜNG

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá hiện trạng công tác quản lý bao gói thuốc bảo vệ thực vật sau sử dụng tại các tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long

Nguyễn Mai Hoa[a1], Trần thị Thanh Thủy[a]
[a]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*

Ngày nộp: 12/3/2020; Ngày chấp nhận: 23/10/2020; Ngày đăng: 20/12/2020

Tóm tắt

Bao bì thuốc bảo vệ thực vật sau sử dụng không được thu gom, xử lý hợp vệ sinh đang gây ô nhiễm môi trường đất, nước và đe dọa tới sức khỏe con người ở các vùng nông thôn nước ta. Theo kết quả tổng hợp từ các Sở NN&PTNT kết hợp với điều tra, khảo sát và tham vấn cộng đồng tại 12 tỉnh thuộc vùng đồng bằng sông Cửu Long đã xác định được lượng bao gói thuốc bảo vệ thực vật sau sử dụng phát sinh năm 2018 là 1739,9 tấn, trong đó An Giang là tỉnh có lượng phát sinh lớn nhất, chiếm 34,6%, tiếp đến là Kiên Giang (21,1%); Đồng Tháp (17,1%); hai tỉnh Sóc Trăng và Cà Mau chỉ chiếm chưa tới 1% lượng bao gói phát sinh. 60% bao gói thuốc bảo vệ thực vật là túi nylon; 38,96% là chai nhựa và chỉ có 1,04% là chai thủy tinh. Hiện nay, 12 tỉnh đã bước đầu thực hiện thu gom bao gói thuốc bảo vệ thực vật bằng 3.143 bể thu đặt tại ruộng. Tuy nhiên, đa số các bể này chưa đạt quy chuẩn theo thông tư 36/2015/TT-BTNMT. 33,22% bao gói thuốc bảo vệ thực vật được thu gom và xử lý bằng phương pháp đốt tập trung đảm bảo vệ sinh môi trường, còn lại là do người dân tự đốt tại ruộng, đốt tại các bể chứa hoặc chôn lấp lẫn với rác thải sinh hoạt tại các bãi rác gây ô nhiễm môi trường. Trên cơ sở thực tế đó, bài báo cũng đã đề xuất một số giải pháp để giảm thiểu lượng phát sinh, đồng thời tăng cường công tác thu gom và xử lý bao gói thuốc bảo vệ thực vật.

Từ khóa: *thu gom, xử lý, bao bì, thuốc bảo vệ thực vật, đồng bằng sông Cửu Long.*

1. Đặt vấn đề

Tại một số vùng nông thôn nước ta, tình trạng bao gói thuốc bảo vệ thực vật (TBVTV) sau sử dụng chưa được thu gom, xử lý đúng quy định, vứt bừa bãi trên đồng ruộng, kênh mương đang là nguồn gây ô nhiễm môi trường khá nghiêm trọng, ảnh hưởng đến hệ sinh thái và đe dọa sức khỏe cộng đồng. Theo ước tính, lượng bao bì TBVTV thường chiếm khoảng 14,86% so với lượng thuốc tiêu thụ, như vậy mỗi năm chúng ta đã thải ra môi trường khoảng 15.000 tấn bao bì các loại. Theo kết quả nghiên cứu của Viện Bảo vệ thực vật, lượng thuốc còn bám lại trên bao bì trung bình chiếm 1,85% tỷ trọng bao bì, như vậy mỗi năm môi trường phải tiếp nhận khoảng trên 200 tấn TBVTV. Lượng thuốc này sẽ gây ô nhiễm nguồn đất, nước và nhiễm bẩn nông sản *(Phạm Thị Bưởi, 2012)*.

Trên thế giới đã có nhiều mô hình thu gom và xử lý bao bì TBVTV nhưng các mô hình này chưa thực sự phù hợp với đặc thù của nền sản xuất nhỏ, không tập trung như Việt Nam, các nghiên cứu trong nước về vấn đề này cũng còn bị bỏ ngỏ. Nhiều địa phương như Nghệ An, Tuyên Quang, Vĩnh Long,… đã tổ chức thu gom và xử lý bao bì TBVTV song mới chỉ ở quy mô nhỏ. Chi cục BVTV tại một số địa phương như Hà Nội, Hưng Yên, Vĩnh Phúc, Phú Thọ, Hải Dương... đã tập trung tuyên truyền, vận động nông dân thu gom bao bì TBVTV sau sử dụng chứa trong các bể xi măng đặt tại đồng ruộng để chờ tiêu hủy, đặc biệt là tại các vùng sản suất nông sản an toàn. Tuy nhiên, kết quả của các mô hình

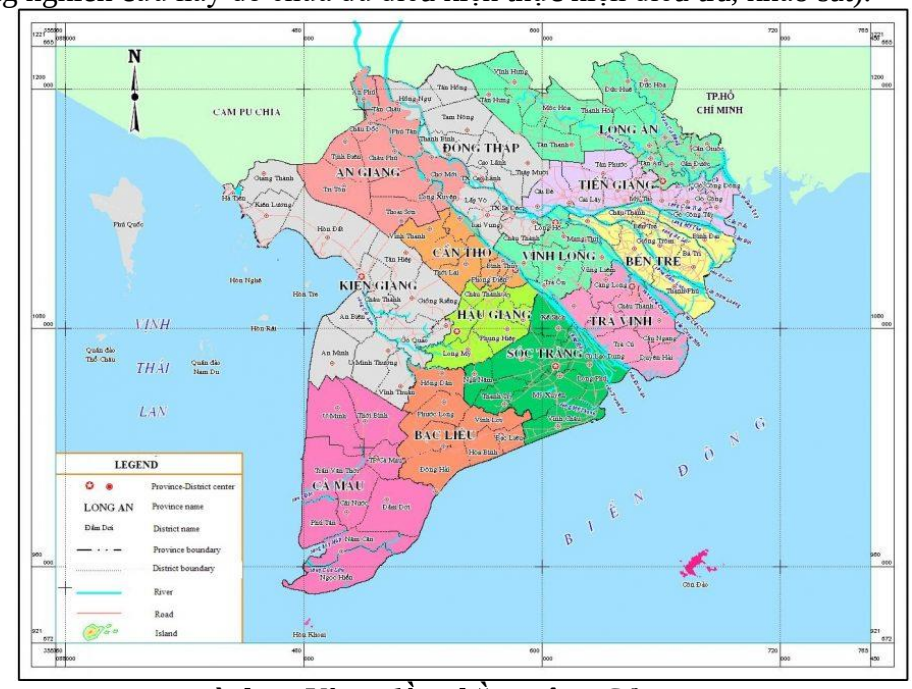
1 Liên hệ tác giả
Email: nguyenmaihoa@humg.edu.vn

này cũng chưa thực sự giải quyết triệt để được yêu cầu thu gom và tiêu hủy bao bì sau sử dụng, phần đông người dân vẫn chưa ý thức việc bỏ bao bì thuốc vào hố. Vì vậy, việc đánh giá để có cái nhìn tổng quan về thực trạng từ đó đề xuất các giải pháp khả thi để nâng cao hiệu quả công tác quản lý, thu gom, xử lý bao gói TBVTV sau sử dụng là vấn đề cấp thiết, đặc biệt là đối với vùng đồng bằng sông Cửu Long – vựa lúa lớn nhất cả nước.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

Lượng bao bì TBVTV sau sử dụng tại 12 tỉnh vùng đồng bằng sông Cửu Long là: Tiền Giang, Bến Tre, Trà Vinh, Vĩnh Long, Sóc Trăng, Bạc Liêu, Hậu Giang, Long An, An Giang, Đồng Tháp, Kiên Giang, Cà Mau (riêng thành phố Cần Thơ chưa được đề cập đến trong nghiên cứu này do chưa đủ điều kiện thực hiện điều tra, khảo sát).



Hình 1: Vùng đồng bằng sông Cửu Long

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Tổng hợp tài liệu

Các thông tin, số liệu liên quan đến lượng bao gói TBVTV phát sinh, hiện trạng thu gom, các phương pháp xử lý đang áp dụng tại 12 tỉnh trong phạm vi nghiên cứu được thu thập từ các cơ quan chức năng như: UBND, Chi cục Trồng trọt và BVTV, Sở NN&PTNT, Văn phòng nông thôn mới các tỉnh. Kết quả thu thập của các địa phương được phân tích, xử lý và so sánh, từ đó rút ra các đánh giá cụ thể.

2.2.2. Phương pháp điều tra, khảo sát

Tác giả đã tham gia điều tra về hiện trạng phát sinh bao gói TBVTV, các thói quen về thải bỏ của người dân và các giải pháp thu gom, xử lý ở các địa phương trong phạm vi nghiên cứu.

2.2.3. Phương pháp tham vấn cộng đồng

Phương pháp này được tiến hành thông qua phiếu điều tra và phỏng vấn về thực trạng phát sinh và các giải pháp thu gom, công nghệ xử lý bao gói TBVTV. Đối tượng

tham vấn gồm: đại diện Cơ quan quản lý Nhà nước (UBND các cấp, Chi cục Trồng trọt và BVTV, Sở NN&PTNT), đại diện các đơn vị thu gom, xử lý và người dân.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng phát sinh

3.1.1. Nguồn gốc

Kết quả điều tra, khảo sát cho thấy trong khu vực nghiên cứu, ngoài lúa còn trồng các loại cây ngắn ngày như: ngô, đỗ, các loại rau xanh, hoa màu… và nhiều khu vực chuyên canh các loại cây ăn quả như xoài, chôm chôm, nhãn,… Trong những năm qua, do tình trạng sâu bệnh xuất hiện với quy mô ngày càng lớn và mức độ gây hại ngày càng cao nên nhu cầu sử dụng TBVTV trong sản xuất nông nghiệp tại các địa phương hàng năm đều gia tăng.

Theo phỏng vấn người dân tại khu vực nghiên cứu, đối với lúa mỗi năm phun TBVTV ít nhất từ 4 - 5 lần/vụ, sử dụng cả thuốc nước và thuốc gói. Đối với thuốc gói thường 150 - 300 g/1000 m^2, nếu thuốc nước thường sử dụng loại 100 ml cho 1 sào 5 thước và loại 250 ml cho 3 sào. Với hoa màu thì số lần phun thuốc ít hơn do thời gian sinh trưởng của cây ngắn. Với quy trình chăm sóc cây ăn quả phức tạp hơn, mỗi năm người dân thường phun thuốc diệt cỏ dại, thuốc trừ sâu, bọ dầy. Trên bao bì của mỗi loại TBVTV đều có ghi liều lượng phun song thực tế khi phun thuốc bà con ít khi tuân theo quy định này.

3.1.2. Hiện trạng

Kết quả điều tra và tổng hợp số liệu từ UBND, Chi cục Trồng trọt và BVTV, Sở NN&PTNT các tỉnh cho thấy lượng bao gói TBVTV phát sinh trên địa bàn 12 tỉnh ĐBSCL là 1739,9 tấn/năm.

Bảng 1: Lượng bao bì TBVTV phát sinh

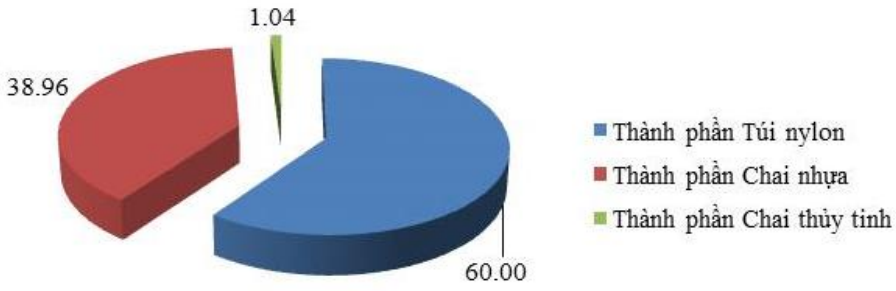
TT	Tỉnh	Lượng bao bì phát sinh[1] (tấn)	Tỷ lệ (%)
1	Long An	20,3	1,2
2	Tiền Giang	53,7	3,1
3	Bến Tre	21,4	1,2
4	Trà Vinh	133,3	7,7
5	Vĩnh Long	71,2	4,1
6	Hậu Giang	67,5	3,9
7	Sóc Trăng	4,5	0,3
8	An Giang	600,0	34,5
9	Đồng Tháp	296,0	17,0
10	Kiên Giang	365,0	21,0
11	Bạc Liêu	100,0	5,7
12	Cà Mau	7,0	0,4
	Tổng	**1739,9**	**100,0**

Nguồn: Tổng hợp từ báo cáo của UBND, Sở NN&PTNT, Chi cục Trồng trọt và BVTV, Văn phòng NTM các tỉnh, 2018.

Lượng bao bì TBVTV phát sinh tại các địa phương trong khu vực nghiên cứu có sự khác biệt rõ rệt, trong đó An Giang, Kiên Giang, Đồng Tháp, Trà Vinh và Bạc Liêu là 5 tỉnh có lượng phát sinh lớn nhất (≥ 100 tấn/năm) còn Cà Mau và Sóc Trăng là 2 tỉnh có

lượng bao gói TBVTV phát sinh thấp nhất (< 10 tấn/năm). 72,5% lượng bao bì TBVTV phát sinh tập trung vào 3 tỉnh là An Giang, Kiên Giang và Đồng Tháp.

Bao bì TBVTV được quy định là chất thải nguy hại. Trước đây, phần lớn bao bì bằng chai thủy tinh nhưng hiện nay chủ yếu là chai nhựa và các túi Polyethylen, đây là các chất thải khó phân hủy. Theo thống kê tại 12 tỉnh nghiên cứu, 60% lượng bao gói TBVTV là dạng bao giấy tráng kẽm, bao nilon nhỏ (tương đương với 1043,94 tấn) và 38,96% vỏ dạng lọ nhựa dung tích 100 – 250 ml (677,85 tấn), chỉ có một lượng nhỏ khoảng 1,04% là chai thủy tinh loại dung tích 100 – 200 ml (18,11 tấn).



Hình 2: Thành phần bao gói TBVTV tại khu vực nghiên cứu

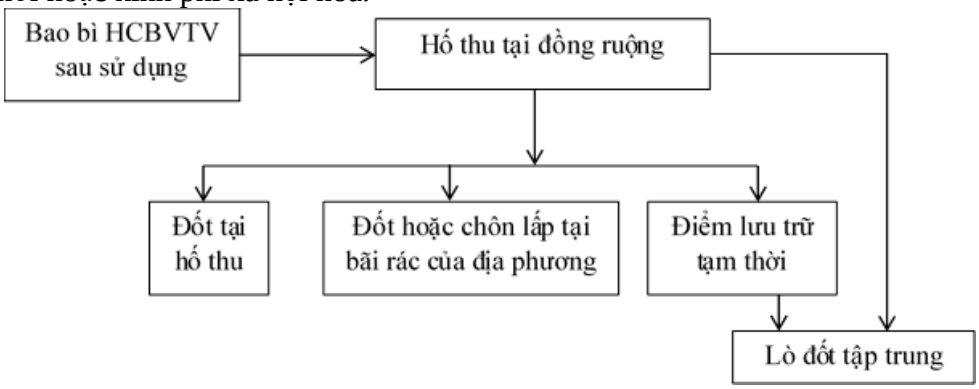
3.2. Mô hình thu gom và xử lý

Kết quả điều tra cho thấy tại 12 tỉnh nghiên cứu đang tồn tại 2 dạng là mô hình thu gom, xử lý bao gói TBVTV tập trung và mô hình thu gom, xử lý không tập trung do người dân tự thực hiện.

Mô hình 1: thu gom và xử lý tập trung

Bao bì TBVTV sau sử dụng được Chi cục Trồng trọt &BVTV/Đoàn thanh niên/Hội Nông dân/Hội phụ nữ các địa phương tổ chức thu gom vào hố thu tại đồng ruộng. Tùy từng địa phương, bao bì sau thu gom sẽ được đốt luôn tại hố thu hoặc vận chuyển đi xử lý tập trung bằng phương pháp đốt hoặc chôn lấp. Mô hình này hiện đang được áp dụng phổ biến tại các xã đồng bằng, các xã nằm gần trung tâm huyện lỵ của các tỉnh.

Tại cả 12 tỉnh, đều có bố trí các hố thu gom bao gói TBVTV trên đồng ruộng. Các hố thu thường có chiều cao 1,2 ÷ 2,0 m, đường kính 0,8 ÷ 1m với kinh phí xây dựng trung bình 1 ÷ 1,5 triệu đồng/hố từ nguồn kinh phí do tỉnh hỗ trợ chương trình xây dựng nông thôn mới hoặc kinh phí xã hội hóa.



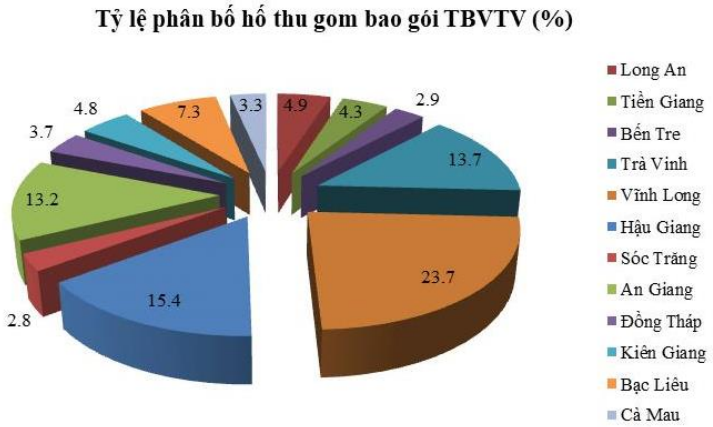
Hình 3: Mô hình thu gom và xử lý bao bì TBVTV tập trung

Bảng 2: Hiện trạng hố thu bao bì TBVTV

TT	Tỉnh	Số hố thu	Số huyện có hố thu	Mật độ (hố/ huyện)
1	Long An	155	13	12
2	Tiền Giang	135	11	12
3	Bến Tre	90	5	18
4	Trà Vinh	431	5	86
5	Vĩnh Long	744	8	93
6	Hậu Giang	485	5	97
7	Sóc Trăng	88	4	22
8	An Giang	415	11	38
9	Đồng Tháp	115	12	10
10	Kiên Giang	150	4	38
11	Bạc Liêu	230	4	58
12	Cà Mau	105	4	26
	Tổng	**3.143**	**86**	**37**

Nguồn: Tổng hợp từ báo cáo của UBND, Sở NN&PTNT, Chi cục Trồng trọt và BVTV, Văn phòng NTM các tỉnh, 2018

Tuy nhiên, việc bố trí chưa được thực hiện rộng khắp và đồng đều giữa các địa phương trong phạm vi mỗi tỉnh. Chỉ có 4/12 tỉnh (Tiền Giang, Vĩnh Long, An Giang, Đồng Tháp) có bố trí hố thu bao gói TBVTV sau sử dụng tại tất cả các huyện trong tỉnh, tại 8 tỉnh còn lại tỷ lệ đơn vị hành chính cấp huyện có bố trí hố thu chỉ đạt dưới 87%, đặc biệt tại 3 tỉnh Sóc Trăng, Kiên Giang và Cà Mau, số huyện có bố trí hố thu gom chỉ chiếm chưa đến 50% số đơn vị hành chính cấp huyện của tỉnh.



Hình 4: Tỷ lệ phân bố hố thu bao gói TBVTV sau sử dụng tại khu vực nghiên cứu



Hình 5: Cơ cấu phân bố hố thu bao gói TBVTV tại khu vực nghiên cứu

Ưu điểm của mô hình:

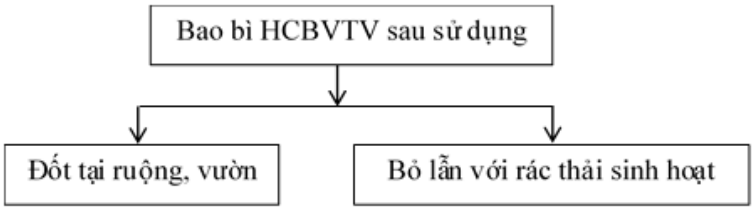
- Các hố thu thường được đặt trên đường trục chính nội đồng, cạnh các mương nước, gần điểm pha chế thuốc trước khi đem đi phun nên thuận tiện cho người dân bỏ bao bì TBVTV sau sử dụng.
- Việc xây dựng hố thu bao bì TBVTV đã góp phần nâng cao nhận thức, thay đổi hành vi của bà con nông dân.
- Mô hình đã nhận được sự ủng hộ của bà con và đã có hiệu quả bước đầu trong việc hạn chế tình trạng vứt bao bì TBVTV bừa bãi của người dân.

Nhược điểm:

- Do thiếu kinh phí nên số lượng hố thu còn ít, nhiều khu vực cả xã chỉ có 1 – 2 hố thu, cả huyện chỉ có 10 – 12 hố dẫn đến lượng bao bì TBVTV thu gom được thấp, chủ yếu chỉ đạt 10 – 15%. Theo khảo sát của tác giả, rất nhiều hố thu bao bì TBVTV ở các địa phương đã trong tình trạng đầy ứ, không còn chỗ chứa, có nơi bà con phải vứt bao bì ngay bên ngoài bể.
- Các hố thu tại nhiều địa phương còn chưa đúng quy cách kỹ thuật: kích thước nhỏ, bể không có đáy bê tông để chống TBVTV thẩm thấu ra môi trường…, không có nắp đậy để che mưa hoặc cửa lấy rác quá cao gây khó khăn cho việc lấy bao gói TBVTV ra đưa đi xử lý….
- Vẫn còn hiện tượng bao gói TBVTV bị vứt bừa bãi trên đồng ruộng hoặc được thu gom vào các thùng chứa rác thông thường và tiêu hủy bằng phương pháp đốt không đảm bảo vệ sinh môi trường.
- Vẫn còn tình trạng rác thải thông thường, phụ phẩm nông nghiệp, thậm chí xác động vật được bỏ lẫn với bao bì TBVTV tại hố thu gây khó khăn cho công tác thu gom, xử lý.
- Tại nhiều địa phương, bao gói TBVTV sau khi được thu gom tại hố trên đồng ruộng nhưng chưa có phương án vận chuyển đi xử lý do chưa có phương tiện đạt chuẩn để thực hiện vận chuyển theo đúng yêu cầu đối với chất thải nguy hại.
- Trong 12 tỉnh nghiên cứu hiện chỉ có tỉnh Sóc Trăng có điểm lưu trữ tạm thời bao gói TBVTV để chờ xử lý và tỉnh Vĩnh Long có điểm trung chuyển nhưng các điểm lưu trữ tạm thời/trung chuyển này chưa được xây dựng theo đúng quy định về khu vực lưu chứa chất thải nguy hại.

Mô hình 2: người dân tự thu gom, xử lý

Bao gói TBVTV sau sử dụng được bà con thu gom và đốt ngay tại ruộng hoặc bỏ chung để thu gom và xử lý cùng rác thải sinh hoạt. Mô hình này hiện đang phổ biến tại nhiều xã vùng xa hoặc các xã đảo của các tỉnh trong khu vực nghiên cứu. Đây là mô hình cần tiến tới hạn chế vì nguy cơ gây ô nhiễm môi trường và ảnh hưởng tới sức khỏe người dân.



Hình 6: Mô hình người dân tự thu gom, xử lý

3.3. Công nghệ xử lý

Hiện nay trên địa bàn 12 tỉnh nghiên cứu đều chưa có cơ sở chuyên xử lý bao gói TBVTV. Vì vậy, hầu hết bao bì TBVTV (66,78% - tương đương 1161,87 tấn) đang do người dân tự chôn, đốt ngoài ruộng hoặc đốt trực tiếp tại hố thu bao gói TBVTV khi hố đầy hoặc vào cuối vụ sản xuất, chưa đáp ứng được yêu cầu BVMT.

Tỷ lệ bao gói TBVTV tại 12 tỉnh nghiên cứu được xử lý đốt tập trung chiếm tỷ lệ thấp (33,22% - tương ứng với 578,03 tấn). Tại 5/12 tỉnh (chiếm 41,67% số tỉnh nghiên cứu), có <10% lượng bao bì TBVTV được xử lý đốt tập trung; 3/12 tỉnh (chiếm 25%) có tỷ lệ bao bì TBVTV xử lý đốt tập trung đạt từ 10 – 30% lượng phát sinh; chỉ có 16,67% (2/12 tỉnh) có lượng bao bì TBVTV xử lý đốt tập trung đạt >50% lượng phát sinh. Theo kết quả điều tra, lượng bao bì TBVTV thu gom được của 11/12 tỉnh được vận chuyển đi thiêu hủy tại nhà máy xi măng Hoxim Hòn Chông/Nhà máy xi măng Insee Việt Nam (tại tỉnh Kiên Giang) theo chương trình Cùng nông dân bảo vệ môi trường (phối hợp giữa Công ty Cổ phần BVTV An Giang, Công ty Cổ phần Tập đoàn Lộc Trời, các công ty sản xuất TBVTV, Cục BVTV và Trung tâm Bảo vệ Thực vật phía Nam). Riêng tại tỉnh Long An, bao bì TBVTV được đốt tại lò đốt của Nhà máy xử lý chất thải nguy hại của Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường Trái Đất Xanh, ở KCN Đức Hòa 1, xã Đức Hòa Đông, huyện Đức Hòa, tỉnh Long An.

Nguồn: Tổng hợp từ báo cáo của Chi cục Trồng trọt và BVTV, Văn phòng NTM các tỉnh, 2018

Định kỳ 2 ÷ 3 lần/năm (theo lịch thông báo của đơn vị xử lý bao gói TBVTV), cán bộ Chi cục Trồng trọt và BVTV các tỉnh sẽ phối hợp với trạm BVTV các xã tập trung lượng bao gói TBVTV đã thu gom của các xã vào bao bì đựng TBVTV chuyên dụng (do Chi cục Trồng trọt và BVTV tỉnh phát) để Công ty xử lý đến vận chuyển đi tiêu hủy. Riêng tại tỉnh Sóc Trăng và Vĩnh Long, bao gói TBVTV sẽ được các xã vận chuyển lên kho lưu giữ bao gói tạm thời/điểm trung chuyển của tỉnh để Công ty xử lý đến vận chuyển đi tiêu hủy. Trong quá trình thu gom có tiến hành phân riêng bao gói TBVTV thành 2 loại là túi nylon và chai thủy tinh đựng vào 2 bao riêng. Kinh phí vận chuyển đến nhà máy xử lý do Chi cục trồng trọt và BVTV các tỉnh hỗ trợ còn công thu gom tại cánh đồng và vận chuyển về kho chứa tạm được huy động từ việc đóng góp ngày công của các cán bộ Chi cục BVTV, cán bộ các Trạm BVTV xã và người dân.

Bảng 3: Hiện trạng xử lý bao bì TBVTV

TT	Tỉnh	Xử lý tập trung (tấn/năm)	Tỷ lệ (%)
1	Long An	2,20	10,84
2	Tiền Giang	16,89	31,45
3	Bến Tre	0,00	0,00
4	Trà Vinh	1,33	1,00
5	Vĩnh Long	4,68	6,58
6	Hậu Giang	42,19	62,50
7	Sóc Trăng	0,45	10,00
8	An Giang	480,00	80,00
9	Đồng Tháp	16,00	5,41
10	Kiên Giang	2,19	0,60
11	Bạc Liêu	10,00	10,00
12	Cà Mau	2,10	30,00
	Tổng	**578,03**	**33,22**

3.4. Công tác quản lý bao bì TBVTV tại khu vực nghiên cứu

3.4.1. Các chính sách, quy định liên quan đến thu gom, xử lý bao gói thuốc BVTV

Tại 12 tỉnh nghiên cứu, hiện chưa có các chính sách, quy định riêng của địa phương liên quan đến thu gom, xử lý bao gói TBVTV mà chủ yếu vẫn căn cứ trên Thông tư liên tịch số 05/2016/TTLT-BNNPTNT-BTNMT ngày 16/5/2016 của Bộ Nông nghiệp và PTNT và Bộ Tài nguyên và Môi trường về "Hướng dẫn việc thu gom, vận chuyển và xử lý bao gói TBVTV sau sử dụng". Tuy nhiên, UBND các tỉnh đã xây dựng các chương trình, kế hoạch hành động với nhiều nội dung có liên quan đến công tác thu gom, vận chuyển, xử lý bao gói TBVTV đảm bảo đúng quy định.

Ngoài ra, Chi cục Trồng trọt và BVTV của các tỉnh đã phối hợp với UBND các cấp tổ chức tập huấn, tuyên truyền, hướng dẫn người nông dân sử dụng TBVTV an toàn, hiệu quả và thu gom, xử lý bao gói TBVTV sau khi sử dụng theo đúng quy định.

3.4.2. Vai trò của các bên liên quan trong thu gom, xử lý bao gói TBVTV

Sở Nông nghiệp và Phát triển Nông thôn, trực tiếp là chi cục Trồng trọt và BVTV chịu trách nhiệm hướng dẫn các địa phương trong việc sử dụng TBVTV và thu gom bao gói TBVTV; xây dựng, quản lý, sử dụng hố thu bao gói TBVTV.

Sở Tài nguyên và Môi trường hướng dẫn việc vận chuyển, xử lý bao gói TBVTV trên địa bàn. Tham mưu UBND tỉnh bố trí kinh phí từ ngân sách sự nghiệp môi trường được phân bổ hàng năm và lựa chọn tổ chức hoặc doanh nghiệp có đủ điều kiện để vận chuyển, xử lý bao gói TBVTV đảm bảo đúng quy định.

UBND các huyện/thị căn cứ vào tình hình tại địa phương lập dự án, bố trí kinh phí xây dựng các bể chứa bao gói TBVTV.

Trung tâm BVTV phía Nam, Công ty Cổ phần BVTV An Giang, Công ty TNHH Jimmy Hung Anh Food phối hợp với Chi cục Trồng trọt và BVTV, UBND các huyện/thị triển khai chương trình "Cùng nông dân bảo vệ môi trường", hỗ trợ kinh phí xây dựng hố thu, kinh phí vận chuyển và xử lý bao gói TBVTV, tuyên truyền nâng cao nhận thức cho người nông dân về thu gom bao gói TBVTV.

Các tổ chức đoàn thể như Đoàn thanh niên, Hội phụ nữ, Hội Nông dân… tham gia xây dựng các bể thu bao gói TBVTV tại đồng ruộng và tổ chức tuyên truyền, vận động hội viên và nhân dân tham gia thu gom.

3.5. Đề xuất giải pháp

Để nâng cao hiệu quả công tác thu gom và xử lý bao gói TBVTV sau sử dụng, trong thời gian tới các tỉnh cần triển khai thực hiện một số giải pháp sau:

- Chi cục Trồng trọt và BVTV các tỉnh cần quản lý chặt chẽ để có được số liệu chính xác về số lượng bao gói TBVTV sau sử dụng phát sinh trên địa bàn;
- Xây dựng các hố thu bao bì TBVTV đạt tiêu chuẩn trên đồng ruộng, xác định mật độ và vị trí đặt hố thu cho phù hợp;
- Tuyên truyền để người dân nhận thức được mức độ nguy hại của bao bì TBVTV để tham gia vào công tác thu gom.
- Các tỉnh cần đầu tư xây dựng 1 bãi chôn lấp an toàn hoặc lò đốt chất thải nguy hại để xử lý bao bì TBVTV. Có thể đốt tại lò đốt chất thải công nghiệp nguy hại của địa phương hoặc xây dựng lò đốt riêng bao bì TBVTV quy mô liên tỉnh do đòi hỏi nhiệt độ đốt đối với loại chất thải này cao, chi phí đầu tư lớn trong khi lượng phát sinh không nhiều nên nếu đầu tư lò đốt riêng từng tỉnh có thể không hoạt động hết công suất.

4. Kết luận và kiến nghị

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy:

- Tổng lượng bao gói TBVTV sau sử dụng năm 2018 của 12 tỉnh nghiên cứu là 1739,9 tấn. Lượng phát sinh giữa các tỉnh có sự chênh lệch rõ rệt, 72,5% lượng phát sinh tập trung ở 3 tỉnh là An Giang, Kiên Giang và Đồng Tháp.
- Trong khu vực nghiên cứu hiện đang phổ biến 2 mô hình thu gom, xử lý bao gói TBVTV là mô hình thu gom, xử lý tập trung do Chi cục Trồng trọt &BVTV và các đoàn thể quản lý (chiếm 33,22% lượng bao bì TBVTV phát sinh) và mô hình thu gom, xử lý không tập trung do người dân tự thực hiện (chiếm 66,78%).
- Bao gói TBVTV sau sử dụng chủ yếu được thu gom vào các bể chứa đặt tại đồng ruộng (hiện có 3.143 bể thu tại 12 tỉnh). Cách làm này đã hạn chế được lượng vỏ thuốc phát tán ra môi trường nhưng đây chỉ là giải pháp tạm thời, bởi bao bì sau thu gom tại nhiều địa phương vẫn chưa có biện pháp xử lý.
- Công tác thu gom, xử lý bao gói TBVTV trong khu vực nghiên cứu hiện còn gặp nhiều khó khăn do: thiếu kinh phí để triển khai xây dựng số lượng lớn bể lưu chứa ở khu vực đồng ruộng; trang thiết bị thu gom, vận chuyển còn chưa đạt tiêu chuẩn; ý thức phân loại, thu gom bao gói TBVTV của người dân còn chưa cao nên một bộ phận người dân vẫn giữ thói quen vứt bừa bãi bao gói TBVTV. Các tỉnh chưa có đơn vị đủ năng lực vận chuyển, xử lý chất thải nguy hại nên việc vận chuyển, xử lý bao gói TBVTV theo quy định tại Thông tư 36/2015/TT-BTNMT gặp khó khăn.
- Phương pháp xử lý chủ yếu đối với bao gói TBVTV sau sử dụng đang áp dụng tại khu vực nghiên cứu là đốt (cả đốt tập trung tại lò đốt chất thải nguy hại, lò sản xuất xi măng và đốt tự phát ngay trên đồng ruộng, hố thu). Một số địa phương còn xử lý chung bao gói TBVTV với chất thải rắn sinh hoạt thông thường.

Trong thời gian tới, Bộ NN&PTNT cần phối hợp với Bộ TN&MT chỉ đạo cho các Sở NN&PTNT, cụ thể là Chi cục BVTV các tỉnh thực hiện điều tra, đánh giá chi tiết hiện

trạng phát sinh, thu gom và xử lý bao gói TBVTV để làm cơ sở định hướng cho việc xây dựng các chiến lược, chính sách quản lý bao gói TBVTV hiệu quả hơn.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Thị Bưởi, 2012. Đánh giá thực trạng thu gom, xử lý và xây dựng mô hình xử lý bao bì thuốc bảo vệ thực vật quy mô phòng thí nghiệm – áp dụng tại Đặng Xá, Gia Lâm, Hà Nội và Tân Tiến, Văn Giang, Hưng Yên. Luận văn Thạc sĩ Khoa học Môi trường – Trường Đại học Khoa học Tự nhiên.
2. Chi cục Trồng trọt và BVTV tỉnh An Giang, Kiên Giang, Tiền Giang, Hậu Giang, Vĩnh Long, Bạc Liêu, 2018. Báo cáo kết quả thực hiện chương trình "Cùng nông dân bảo vệ môi trường".
3. Sở NN&PTNT tỉnh Trà Vinh, Đồng Tháp, 2018. Báo cáo tình hình thu gom, xử lý bao bì TBVTV.
4. UBND tỉnh Bến Tre, Cà Mau, Sóc Trăng, 2018. Báo cáo tình hình xử lý CTR khu vực nông thôn và thực hiện tiêu chí môi trường trong xây dựng nông thôn mới.
5. Văn phòng điều phối nông thôn mới tỉnh Long An, 2018. Báo cáo tình hình quản lý chất thải nông nghiệp.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá mối quan hệ giữa khả năng trượt lở và các yếu tố liên quan sử dụng phương pháp hệ số tin cậy và mô hình thống kê Bayes. Lấy ví dụ tại khu vực huyện Vị Xuyên và TP. Hà Giang, tỉnh Hà Giang

Nguyễn Anh Đức[a1], Nguyễn Quốc Phi[b], Trần Văn Đạt[c] Vũ Đình Tuấn[d], Nguyễn Quang Minh[b]
[a]*Trung tâm Quan trắc Môi trường, Sở Tài nguyên và Môi trường Ninh Bình*
[b]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam*
[c]*Viện Kinh tế và Quản lý Thủy lợi, Viện Khoa học Thủy lợi Việt Nam*
[d]*Khoa Môi trường, Trường ĐH Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia HN*

Ngày nộp bài: 20/3/2020; Ngày chấp nhận:19/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Việc áp dụng các phương pháp suy luận thống kê vào nghiên cứu môi trường ngày càng được quan tâm. Việc thu thập các bằng chứng nhất quán hoặc không nhất quán với một giả thuyết nào đó. Khi các bằng chứng tích lũy, mức độ tin tưởng vào một giả thuyết thay đổi. Khi có đủ bằng chứng mức độ tin tưởng này thường là rất cao hoặc rất thấp. Các giả thuyết với mức độ thấp sẽ bị coi là sai và loại bỏ. Nghiên cứu tại khu vực huyện Vị Xuyên và thành phố Hà Giang, tỉnh Hà Giang để đánh giá mối quan hệ giữa khả năng trượt lờ và các yếu tố liên quan sử dụng phương pháp hệ số tin cậy với độ tập trung các điểm trượt là 73,28% trên 32,35% diện tích; theo mô hình thống kê Bayes độ tập trung các điểm trượt là 73,39% trên 33,49%.

Từ khóa: Trượt lở, CF, Bayes, Hà Giang

1. Giới thiệu chung

Ngày nay, việc phân vùng dự báo tai biến địa chất với sự trợ giúp của công nghệ thông tin đã trở nên dễ dàng hơn và đạt độ tin cậy cao bằng việc sử dụng khối lượng lớn các dữ liệu liên quan. Nội dung chính của việc phân vùng tai biến địa chất là việc là khoanh định những khu vực có mức độ rủi ro theo mức độ, nguồn gốc và theo các cơ chế khác nhau. Việc phân vùng dự báo phải trên những thông tin cơ bản kết hợp với các vị trí xảy ra tai biến thu thập được trong lịch sử của vùng nghiên cứu.

Việc phân vùng tai biến địa chất đặc biệt áp dụng cho tai biến trượt lở dựa trên 3 tính chất cơ bản được Varnes (1984) đưa ra như sau:

1. Quá khứ và hiện tại là chìa khóa cho tương lai. Những điều kiện và quá trình trượt lở đã và đang xảy ra cũng sẽ diễn ra tương tự ở trong tương lai.

2. Những điều kiện cơ bản hình thành nên hiện tượng trượt lở là có thể xác định được.

3. Có thể đánh giá được mức độ của tai biến trượt lở.

Các hệ phương pháp đánh giá và phân vùng tai biến cũng đã phát triển ngày càng phong phú, có thể kể đến như: Các phương pháp đo vẽ trực tiếp (đo vẽ địa mạo hoặc phân tích tài liệu viễn thám, ảnh hàng không), các phương pháp kinh nghiệm (dựa trên kiến thức chuyên gia), phương pháp chỉ số (phân tích Bayesian, phân tích cặp), các phương pháp toán thống kê (phương pháp xác suất, hồi quy đa biến, hồi quy logic, các phương pháp sử dụng trí tuệ nhân tạo như mạng nơron thần kinh, cây quyết định…) và các phương pháp dựa trên các đặc tính địa kỹ thuật (mô hình SINMAP, cân bằng giới hạn, các

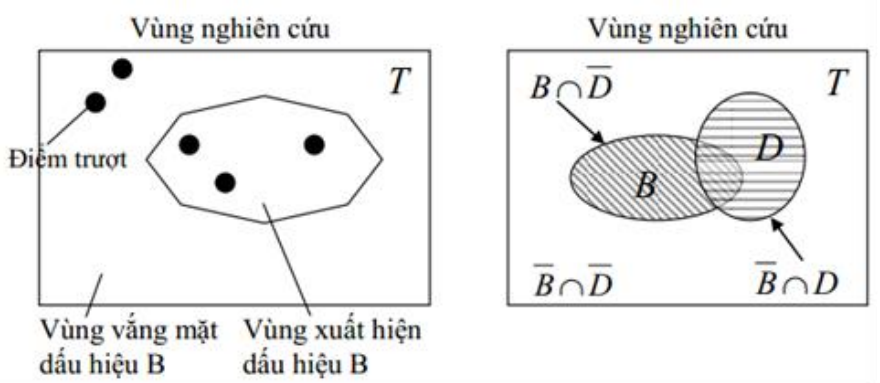
[1] *Liên hệ tác giả:*
Email: naduc113@gmail.com

phương pháp số, lý thuyết phân tích khối). Trong đó, mô hình hồi quy logic và mạng nơron thần kinh là hai phương pháp phổ biến nhất, nhận được nhiều sự quan tâm của các nhà nghiên cứu tai biến địa chất nói chung và phân tích tai biến trượt lở nói riêng (Dai và Lee, 2003; Chung và nnk., 1995; Lee, 2004; Lee, 2005; Long và nnk., 2005).

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Mô hình thống kê Bayes

Mô hình thống kê Bayes tính toán các trọng số dựa trên giả thuyết thống kê xác suất của Bayes. Giả sử T là diện tích vùng nghiên cứu và vùng này được chia ra thành nhiều vùng diện tích nhỏ hoặc điểm ảnh có diện tích cố định (ô đơn vị). Tổng số đơn vị hoặc điểm ảnh trong vùng nghiên cứu sẽ là N{T} và tương ứng các điểm trượt lở (D) trong vùng nghiên cứu cũng sẽ số lượng đơn vị, điểm ảnh tương ứng N{D}. các biến nhị phân B, ví dụ như bản đồ địa chất, bản đồ địa mạo, bản đồ thảm thực vật… ứng với các số lượng ô đơn vị hoặc điểm ảnh N{B}:



Hình 1. Mô hình biểu diễn xác suất xuất hiện điểm trượt lở theo mô hình Bayes

Như vậy xác suất xuất hiện các điểm trượt được tính theo công thức:

$$P\{D\} = \frac{N\{D\}}{N\{T\}} \quad (1)$$

- Xác suất xuất hiện dự báo B căn cứ vào điểm trượt đã biết được tính toán theo công thức:

$$P\{B/D\} = \frac{P\{B \cap D\}}{P\{D\}} \quad (2)$$

- Xác suất xuất hiện dấu hiệu dự báo B căn cứ vào diện tích không xuất hiện trượt lở được tính theo công thức:

$$P\{B/\overline{D}\} = \frac{P\{B \cap \overline{D}\}}{P\{\overline{D}\}} \quad (3)$$

- Xác xuất không xuất hiện dấu hiệu dự báo B căn cứ vào những điểm trượt lở đã biết như sau:

$$P\{\overline{B}/D\} = \frac{P\{\overline{B} \cap D\}}{P\{D\}} \quad (4)$$

- Xác xuất không xuất hiên dấu hiệu dự báo B căn cứ vào diện tích ngoài điểm trượt lở là:

$$P\{\overline{B}/\overline{D}\} = \frac{P\{\overline{B} \cap \overline{D}\}}{P\{\overline{D}\}} \quad (5)$$

Từ đó tỷ trọng thông tin dương W^+ được xác định theo công thức:

$$W^+ = \ln\frac{P\{B/D\}}{P\{B/\bar{D}\}} \quad (6)$$

Và tỷ trọng thông tin âm W^- xác định theo công thức:

$$W^- = \ln\frac{P\{\bar{B}/D\}}{P\{\bar{B}/\bar{D}\}} \quad (7)$$

Độ tương phản C giữa tỷ trọng thông tin dương W^+ và tỷ trọng thông tin âm W^- được xác định theo công thức:

$$C = W^+ - W^- \quad (8)$$

Trong nghiên cứu tai biến địa chất, độ tương phản C thường được sử dụng như là trọng số cho các đối tượng.

Trọng số của các lớp thông tin được tính toán theo phương pháp Chỉ số thống kê có giá trị biến đổi từ 0-∞ và được tính theo từng bậc số liệu của các lớp thông tin. Các bậc có giá trị trọng số >1 là các bậc tập trung nhiều vị trí tai biến địa chất trên một đơn vị diện tích và ngược lại, các bậc có giá trị trọng số <1 là các bậc có ít điểm tai biến địa chất trên một đơn vị diện tích. Các giá trị trọng số này thể hiện mức độ quan trọng của từng bậc trong từng yếu tố lớp thông tin. Xác suất tai biến được tính toán bằng mô hình thống kê Bayes bằng cách tính các trọng số: Tỷ trọng thông tin dương W^+, tỷ trọng thông tin âm W^- và độ tương phản (Contrast - C). Trọng số của các lớp thông tin được tính toán theo mô hình Thống kê Bayes có giá trị biến đổi theo lý thuyết từ -∞ đến +∞ và được tính theo từng bậc số liệu của các lớp thông tin. Các bậc có giá trị trọng số >0 là các bậc tập trung nhiều vị trí tai biến địa chất trên một đơn vị diện tích và ngược lại, các bậc có giá trị trọng số <0 là các bậc có ít điểm tai biến địa chất trên một đơn vị diện tích. Các giá trị trọng số này thể hiện mức độ quan trọng của từng bậc trong từng yếu tố (lớp thông tin).

2.2. Phương pháp hệ số tin cậy (Certainty Factor - CF)

Phương pháp hệ số tin cậy thuộc hệ các phương pháp phân tích chỉ số thống kê hiện đang được ứng dụng rất phổ biến cho nghiên cứu nguy cơ tai biến ở tỷ lệ trung bình như trong vùng nghiên cứu (1:25.000, 1:50.000). Hệ số tin cậy CF có dạng 1 hàm xác suất và được giới thiệu đầu tiên trong hệ chuyên gia về y khoa MYCIN (Shortliffe và Buchanan, 1975) để ước lượng khả năng chẩn đoán bệnh, tiên lượng nguy cơ nhiễm bệnh dựa trên các triệu chứng đã biết. Tiếp sau đó, rất nhiều hệ chuyên gia khác nhau đã phát triển dựa trên mô hình này như EMYCIN (Melle, 1982), CENTAUR (Aikins, 1983), GUIDON (Hasling và nnk, 1984). Trong nghiên cứu tai biến địa chất, mô hình CF lần đầu tiên được sử dụng phân tích trượt lở trong các công trình của Chung và Fabbri (1993, 1998), Chung và Leclerc (1994), Binaghi và nnk. (1998), Lan và nnk. (2004). Mô hình CF cho phép đánh giá mức độ tin cậy giữa khả năng xảy ra trượt lở và các yếu tố liên quan.

Hệ số CF có thể được mô tả dưới dạng sau:

$$CF_{ij} = \begin{cases} \dfrac{f_{ij} - f}{f_{ij}(1-f)}; & khi\ f_{ij} \geq f \\ \dfrac{f_{ij} - f}{f(1-f_{ij})}; & khi\ f_{ij} < f \end{cases} \quad (9)$$

Trong đó: CF_{ij}: Hệ số tin cậy thành phần I trong thông số j

f_{ij}: Mật độ trượt lở trong thành phần I của thông số j

f: Mật độ các trượt lở trên toàn bộ diện tích nghiên cứu

$$f_{ij} = \frac{A^*_{ij}}{A_{ij}} \text{ và } f = \frac{A^*}{A} \quad (10)$$

Trong đó: A^*_{ij}: Diện tích trượt lở trong thành phần I của thông số j

A_{ij}: Diện tích của thành phần I trong thông số j

A^*: Diện tích trượt lở trên toàn bộ khu vực nghiên cứu

A: Tổng diện tích khu vực nghiên cứu

CF là chỉ số mô tả mức độ tin cậy của chuyên gia về khả năng xảy ra của 1 hiện tượng. Tương tự như hệ số tương qua giữa các thông số, giá trị của CF biến đổi trong khoảng từ -1 đến 1. Trong đó, giá trị dương (>0) chỉ mức độ tin cậy cao về mối liên hệ giữa hiện tượng trượt lở và các yếu tố liên quan, giá trị âm (<0) phản ánh mức độ tin cậy thấp của mối quan hệ này. Do vậy, CF_y=1 có nghĩa là khả năng xảy ra hiện tượng trượt lở dưới ảnh hưởng của yếu tố Y là chắc chắn, khi CF_y=-1 thì khả năng xảy ra hiện tượng trượt lở dưới ảnh hưởng của yếu tố Y là không chắc chắn và khi CF_y=0 thì mối quan hệ giữa trượt lở và yếu tố Y là chưa rõ ràng, không thể kết luận gì từ mối quan hệ này.

3. Xây dựng bản đồ phân vùng dự báo nguy cơ trượt lở tại khu vực huyện Vị Xuyên và TP. Hà Giang

3.1. Cơ sở nguồn tài liệu

Dựa trên nguồn tài liệu thu thập được cơ sở dữ liệu phục vụ cho việc phân tích nguy cơ tai biến trượt lở trong khu vực nghiên cứu đã được xây dựng bao gồm:

- Thông tin về các vị trí xảy ra trượt lở được tổng hợp nguồn tài liệu khảo sát thực địa và từ các kết quả nghiên cứu đã có trong khu vực nghiên cứu kết hợp với kết quả phân tích ảnh viễn thám đa thời gian.
- Nền bản đồ địa chất tỷ lệ 1:200.000 đến 1:50.000 tại khu vực nghiên cứu do Tổng cục Địa chất và Khoáng sản phát hành.
- Các bản đồ địa hình UTM tỷ lệ 1:50.000, 1:10.000 khu vực nghiên cứu do Bộ Tài nguyên và Môi trường ban hành năm 2004 và một số tài liệu đo vẽ chi tiết từ các dự án đã thực hiện thu thập được.
- Các số liệu đo mưa vệ tinh GSMaP của Cơ quan nghiên cứu và phát triển hàng không vũ trụ Nhật Bản (JAXA) và số liệu đo độ ẩm vệ tinh SMOPS (Soil Moisture Products) của Cơ quan Thông tin, Dữ liệu và viễn thám môi trường quốc gia của Mỹ (NESDIS).
- Ảnh vệ tinh Landsat 5 (TM), Landsat 7 (ETM+) và Landsat 8 (OLI).

3.2. Xây dựng cơ sở dữ liệu GIS về hiện trạng tai biến và các yếu tố hưởng

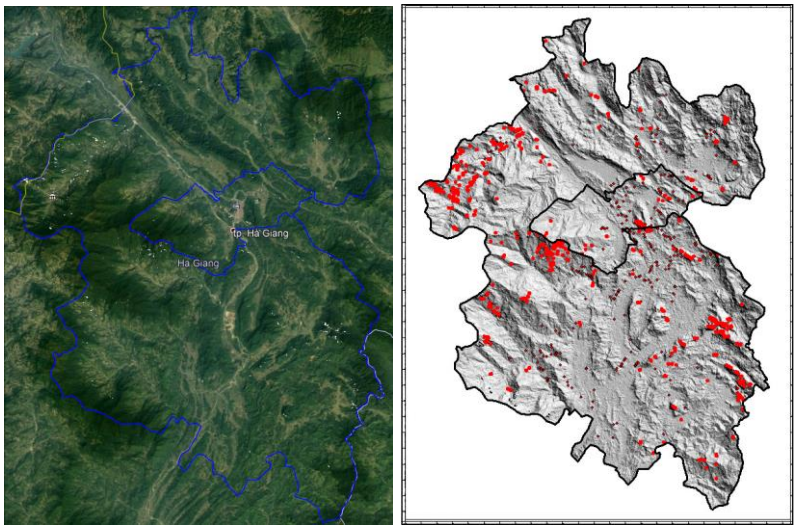
3.2.1. Vị trí các điểm trượt

Các vị trí trượt lở được thu thập từ các nghiên cứu có trước, đặc biệt là số liệu từ Đề án về phân vùng trượt lở của tỉnh Hà Giang do Viện Khoa học Địa chất và Khoáng sản chủ trì. Phần lớn các khối trượt thu thập ngoài thực địa từ các dự án là các khối trượt nằm dọc theo các tuyến giao thông, liên quan chặt chẽ đến các hoạt động nhân sinh. Tổng số điểm trượt lở thu thập được từ các nghiên cứu trước trong diện tích nghiên cứu là 306 vị trí. Các khối trượt tự nhiên thường nằm sâu bên trong núi, không có phương tiện tiếp cận tốt, do vậy các vị trí khối trượt này được đối chiếu và khoanh bổ sung trên ảnh Google Earth qua các năm. Các khối trượt trên Google Earth được thể hiện trên các hình sau:



Hình 2. Các khối trượt trên ảnh Google Earth

Các điểm trượt lở quan sát được trên Google Earth chủ yếu là các khối trượt tự nhiên với quy mô lớn hơn rất nhiều các khối trượt phân bố dọc các tuyến đường giao thông, tuy nhiên phần lớn chúng phân bố sâu trong núi hoặc trên các sườn dốc cao, khó tiếp cận khi khảo sát thực địa. Bên cạnh đó, do đặc điểm thảm phủ thực vật của khu vực phát triển hết sức mạnh mẽ, nguồn tư liệu ảnh Google Earth cũng cho phép học viên quay lại các thời điểm trong quá khứ để xác định các vị trí điểm trượt đã bị che phủ hoặc xác định số lần tái hoạt động của một số điểm trượt. Do vậy, với đặc điểm miễn phí, ảnh có độ phân giải cao và khả năng khoanh định đa thời gian tại nhiều vị trí, đây là nguồn thông tin bổ sung hết sức quan trọng giúp cho việc chuẩn bị cơ sở dữ liệu các điểm trượt được đầy đủ và tin cậy hơn cho các phân tích thống kê sau này. Kết quả thống kê trên ảnh Google Earth cho phép học viên xác định được 669 vị trí điểm sạt lở, bổ sung vào CSDL vị trí các điểm trượt trong toàn vùng nghiên cứu là 975 điểm.



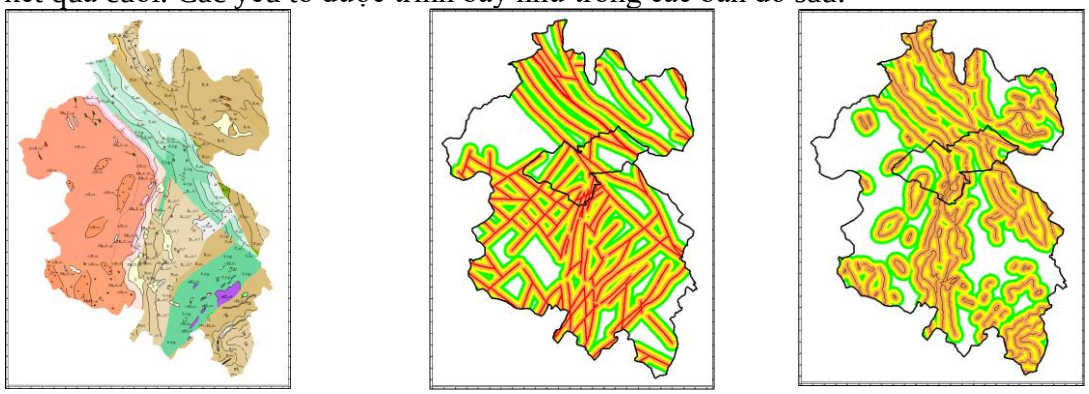
a) b)

Hình 3. Vị trí các điểm trượt lở được khoanh trên Google Earth (a) và kết quả tổng hợp 975 vị trí (b)

Sau khi có dữ liệu các điểm trượt, nguồn dữ liệu sẽ được chuyển đổi và đưa vào phần mềm *iGeoHazard* để phục vụ cho việc phân tích thống kê và đánh giá nguy cơ trượt lở.

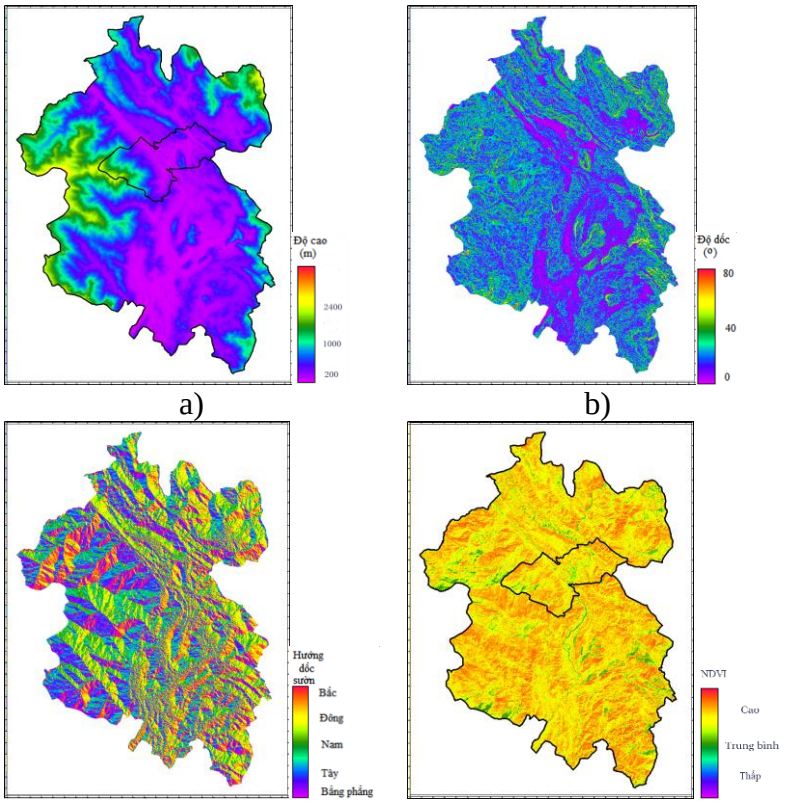
3.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến nguy cơ trượt lở tại khu vực nghiên cứu

Các thành phần môi trường được phân tách thành 11 yếu tố ảnh hưởng liên quan đến các điều kiện địa chất nền, các điều kiện địa hình tự nhiên, điều kiện khí tượng - thủy văn và các điều kiện nhân sinh. Các yếu tố này được đánh giá ngang nhau khi tổng hợp vào kết quả cuối. Các yếu tố được trình bày như trong các bản đồ sau:



a) b) c)

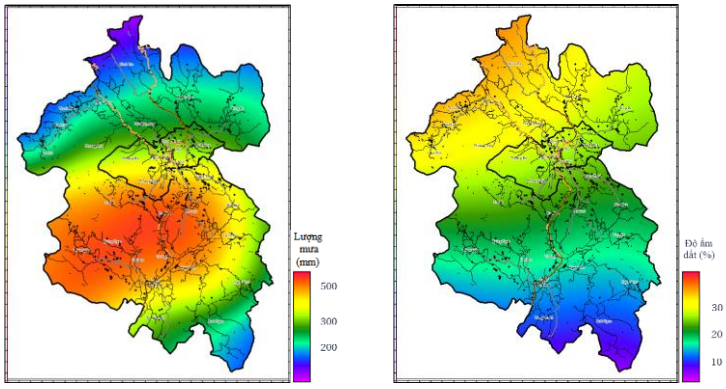
Hình 4. Các yếu tố liên quan đến điều kiện địa chất: a) Thành phần thạch học; b) khoảng cách đến đứt gãy và c) khoảng cách đến ranh giới địa chất



a) b)

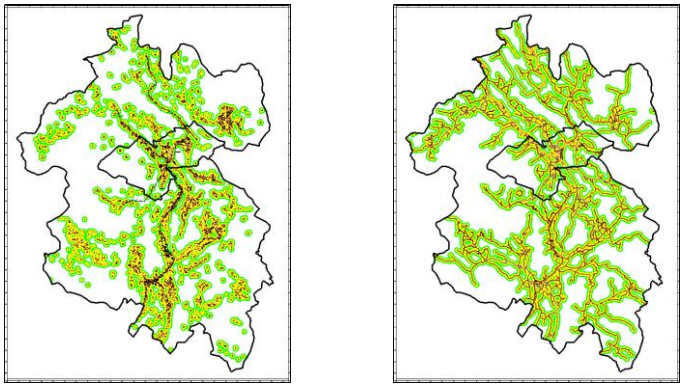
c) d)

Hình 5. Các yếu tố liên quan đến điều kiện tự nhiên: a) Độ cao địa hình; b) độ dốc; c) hướng dốc địa hình và d) chỉ số thực vật NDVI



a) b)

Hình 6. Các yếu tố liên quan đến khí tượng thủy văn: a) Phân bố lượng mưa và b) Độ ẩm đất

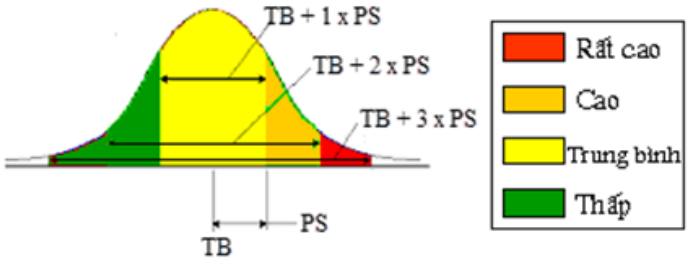


a) b)

Hình 7. Các yếu tố liên quan đến các hoạt động của con người: a) mật độ dân cư và b) mạng lưới giao thông

3.3. Kết quả phân vùng dự báo trượt lở

Để phân vùng nguy cơ xảy ra tai biến trượt lở, dựa trên kết quả tính toán nguy cơ tai biến theo cả hai phương pháp, nguy cơ tai biến tại khu vực nghiên cứu được phân ra thành 4 cấp dựa theo mô hình phân phối chuẩn dựa trên kết quả tính toán giá trị trung bình (TB) và phương sai (PS) như mô tả trên hình sau:



Hình 8. Mô hình phân phối chuẩn

Dựa trên số liệu tính toán thực tế, các sơ đồ phân vùng dự báo tai biến sau đó được phân ra thành các vùng như sau:

- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến thấp.
- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến trung bình.
- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến cao.

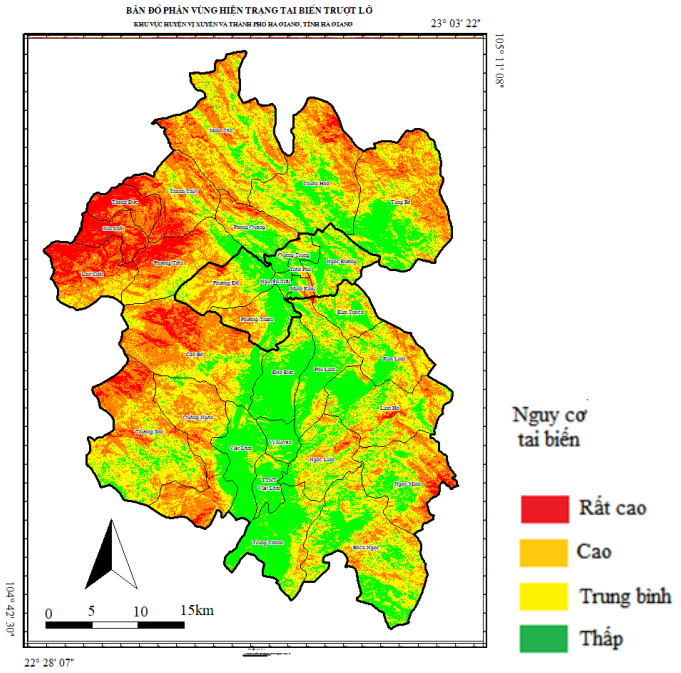
- Vùng có nguy cơ xảy ra tai biến rất cao.

Các ngưỡng số liệu cụ thể theo cả ba phương pháp được tổng hợp như sau:

Bảng 1. Ngưỡng phân bố nguy cơ tai biến tại khu vực nghiên cứu

Phân bậc nguy cơ		**Thấp**	**Trung bình**	**Cao**	**Rất cao**
Phương pháp	Hệ số tin cậy (CF)	<-1,59	-1,59-0,22	0,22-2,03	>2,03
	Thống kê Bayes	<-2,42	-2,42-0,0	0,0-2,42	>2,42
Màu		**Xanh**	**Vàng**	**Cam**	**Đỏ**

Từ bảng trên và bản đồ dự báo nguy cơ tai biến sử dụng hệ thống thông tin GIS ta sẽ cho ra bản đồ phân bậc nguy cơ tai biến theo 2 phương pháp là hệ số tin cậy (CF) và phương pháp thống kê Bayes với các màu theo các bậc màu.



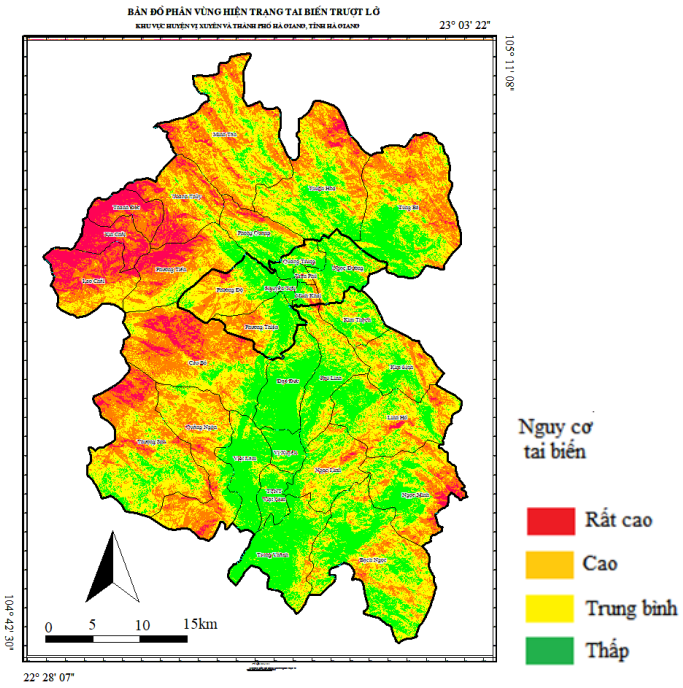
Hình 9. Kết quả phân bậc nguy cơ tai biến theo phương pháp Bayes

Kết quả phân bậc theo phương pháp thống kê Bayes được thống kê theo bảng dưới đây:

Bảng 2. Bảng phân bậc nguy cơ tai biến theo phương pháp thống kê Bayes

Nguy cơ tai biến	**Diện tích (km^2)**	**Tỷ lệ (%)**	**Diện tích trượt (pixel)**	**Tỷ lệ (%)**
Thấp	468,90	28,58	916	7,36
Trung bình	622,11	37,92	2271	18,25
Cao	436,20	26,59	4748	38,15
Rất cao	113,18	6,90	4510	36,24
Tổng	***1640***	***100***	***12445***	***100***

Kết quả phân bậc theo phương pháp thống kê Bayes cho thấy khu vực có nguy cơ tai biến cao đến rất cao chiếm khoảng 33% diện tích vùng nghiên cứu song chiếm gần 75% vị trí các điểm tai biến đã biết. Trong đó, riêng khu vực được đánh dấu có nguy cơ tai biến rất cao chỉ chiếm 6.9% diện tích nhưng chiếm tới hơn 36,24% các điểm trượt đã biết, cho thấy khả năng dự báo khá chính xác của phương pháp.



Hình 10. Kết quả phân bậc nguy cơ tai biến theo mô hình hệ số tin cậy CF

Kết quả phân bậc theo phương pháp thống kê CF được thống kê theo bảng dưới đây:

Bảng 3. Bảng phân bậc nguy cơ tai biến theo phương pháp hệ số tin cậy CF

Nguy cơ tai biến	Diện tích (km^2)	Tỷ lệ (%)	Diện tích trượt (pixel)	Tỷ lệ (%)
Thấp	487,32	29,71	1013	8,14
Trung bình	622,42	37,94	2312	18,58
Cao	413,05	25,18	4570	36,72
Rất cao	117,60	7,17	4550	36,56
Tổng	***1640***	***100***	***12445***	***100***

Kết quả phân bậc theo phương pháp thống kê CF cho thấy khu vực có nguy cơ tai biến cao đến rất cao chiếm khoảng 32% diện tích vùng nghiên cứu song chiếm gần 73% vị trí các điểm tai biến đã biết. Trong đó, riêng khu vực được đánh dấu có nguy cơ tai biến rất cao chỉ chiếm 7,17% diện tích nhưng chiếm tới hơn 36,56% các điểm trượt đã biết, cho thấy khả năng dự báo khá chính xác của phương pháp.

4. Kết luận

1. Kết quả nghiên cứu dựa trên các phương pháp tính toán định lượng cũng cho phép chỉ ra các vùng có khả năng xuất hiện các dạng tai biến trượt lở với các mức độ nguy cơ khác nhau trong khu vực nghiên cứu. Các phương pháp tính toán thống kê đã được sử dụng để đánh giá mối quan hệ giữa nguy cơ xảy ra tai biến môi trường với các thông số địa chất và môi trường liên quan. Việc sử dụng phối hợp các phương pháp toán và viễn thám trên nền GIS cho phép phân tích và dự báo khả năng xảy ra tai biến trượt lở tại một vị trí cụ thể bất kỳ trong khu vực nghiên cứu. Kết quả phân vùng được kiểm nghiệm sử dụng vị trí các điểm trượt lở thực tế trong diện tích nghiên cứu cho thấy kết quả phân vùng

theo phương pháp Chỉ số thống kê có độ chính xác cao nhất. Các kết quả phân tích, đánh giá cho thấy các mô hình dự báo đều có độ chính xác cao, trong đó phương pháp Chỉ số thống kê có độ chính xác tới 0,882 (~88%) với hệ số Kappa đạt 0,765. Kết quả phân bậc theo phương pháp này cho thấy các khu vực có nguy cơ tai biến cao đến rất cao chỉ chiếm khoảng 20% diện tích vùng nghiên cứu song đã bao trùm được gần 74% vị trí các vị trí xảy ra tai biến đã biết. Trong đó, riêng khu vực được đánh dấu có nguy cơ rất cao tuy chỉ chiếm 6,85% diện tích song vẫn xác định được tới hơn 57% các vị trí xảy ra tai biến, cho thấy khả năng dự báo khá chính xác của phương pháp.

2. Kết quả nghiên cứu của luận văn đã phân định được các vùng có nguy cơ tai biến địa chất với các mức độ từ thấp đến rất cao:

- Vùng có nguy cơ tai biến rất cao 113,18 km^2 chiếm 6,90%.
- Vùng có nguy cơ tai biến cao 436,20 km^2 chiếm 26,59%.
- Vùng có nguy cơ tai biến trung bình 622,11 km^2 chiếm 37,92%.
- Vùng có nguy cơ tai biến thấp 468,90 km^2 chiếm 28,58%.

3. Qua quá trình nghiên cứu đánh giá trên kết quả phân tích được thì ta phải đặc biệt chú ý các lớp thông tin có yếu tô ảnh hưởng rất cao đến độ tập trung các điểm trượt gồm: độ cao địa hình ở khu vực có độ cao từ 500-1500m; độ dốc địa hình từ 30° trở lên; hướng dốc địa hình là hướng Nam; thành phần thạch học là hệ phức Sông Chảy pha 1 và 3; khoảng cách đến đứt gãy từ 1500m trở lên; khoảng cách đến ranh giới địa chất từ 1500m trở lên; độ ẩm đất từ 35,5% trở lên.

4. Các biểu hiện tai biến địa chất trong khu vực nghiên cứu được ghi nhận chủ yếu gồm có: sạt lở bờ sông, trượt lở đất đá, lũ quét và xói mòn khe rãnh. Hiện tượng trượt lở là hiện tượng tai biến địa chất chính xảy ra trong khu vực nghiên cứu, các vị trí trượt lở phân bố chủ yếu trên bề mặt sườn núi địa hình có độ dốc lớn, mức độ phân cắt cao, phát triển chủ yếu theo phương Tây Bắc và Tây Nam của vùng nghiên cứu.

5. Về ý nghĩa thực tiến, kết quả nghiên cứu đã cung cấp cho các nhà quản lý các dữ liệu về tai biến địa chất tại xã Lao Chải, Xín Chải, Thanh Đức, Phương Tiến, Cao Bồ thuộc huyện Vị Xuyên cần phải đặc biệt quan tâm cảnh báo người dân các khu vực nguy hiểm. Các số liệu nghiên cứu và phân tích có thể sử dụng trong công tác khảo sát và đánh giá khả năng gây tai biến địa chất khi tiến hành xây dựng các công trình giao thông, nhà cửa… nhằm đưa ra các giải pháp an toàn phù hợp.

Lời cảm ơn

Nghiên cứu này được tài trợ bởi nhiệm vụ "Nghiên cứu đề xuất hoàn thiện thể chế, chính sách nhằm giảm thiểu rủi ro lũ quét và sạt lở đất, đá ở các tỉnh miền núi phía Bắc (mã số KC.08.35/16-20) và Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED) trong đề tài mã số 105.08-2017.302.

Tài liệu tham khảo

1. Lại Huy Anh, Mai Trọng Thông, Tống Phúc Tuấn, 2010. Đánh giá thực trạng và đề xuất giải pháp ngăn ngừa, hạn chế tác hại lũ ống, lũ quét trên địa bàn tỉnh Nghệ An, Viện khoa học và công nghệ Việt Nam, Hà Nội.
2. Nguyễn Cẩn, Nguyễn Đình Hòe, 2005. Tai biến môi trường, NXB Đại học Quốc gia Hà Nội.
3. Trần Trọng Huệ, 2004. Báo cáo Nghiên cứu đánh giá tổng hợp các loại hình tai biến địa chất trên lãnh thổ Việt Nam và các giải pháp phòng tránh. Đề tài độc lập cấp nhà

nước. Lưu trữ Viện Địa chất, Viện KH&CN Việt Nam, Hà Nội.

4. Nguyễn Phương, Đỗ Văn Nhuận, Nguyễn Quốc Phi, Hạ Quang Hưng, 2013. Giáo trình tai biến địa chất, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội.
5. Nguyễn Phương, Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Phương Đông, 2013. Nghiên cứu tai biến địa chất liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản các tỉnh Tây Nguyên và khu vực miền Trung. Tạp chí Công nghiệp mỏ 6, p.13-16.
6. Nguyễn Quốc Phi, Nguyễn Quang Luật, Nguyễn Kim Long, Đỗ Văn Nhuận, 2013. Xây dựng mô hình phân bố không gian đánh giá khả năng xảy ra lũ quét tại Quảng Ngãi, Kỷ yếu Hội thảo Khoa học Công nghệ trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội 2013, Hà Nội, p.157-165.
7. Quoc Phi Nguyen, Quang Minh Nguyen, Dong Pha Phan, Truong Thanh Phi, Tra Mai Ngo, 2018. Simulation of propagation area triggered by debris flows using Flow-R: A case study at Ta Phoi watershed, Lao Cai province. Kỷ yếu Hội nghị toàn quốc về Khoa học Trái đất và Tài nguyên với Phát triển bền vững (ERSD 2018). NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, p.63-68. ISBN: 978-604-76-1753-1.
8. Cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, 2009. Địa chất và Tài nguyên Việt Nam, Nhà xuất bản Khoa học tự nhiên và Công nghệ, Hà Nội.
9. Tổng cục quản lý đất đai, 2012. Quy trình điều tra thoái hóa đất, Hà Nội.
10. Vũ Đình Tuấn (chủ biên), 2019. Báo cáo đề tài "Dự báo xói mòn vùng đất dốc ở miền Bắc Việt Nam dùng phương pháp học máy" (mã số 105.08-2017.302). Quỹ Phát triển khoa học và công nghệ Quốc gia (NAFOSTED), Hà Nội.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu đề xuất bộ tiêu chí đánh giá tác động môi trường cho các dự án khai thác khoáng sản biển Việt Nam

Nguyễn Phương Đông[a], Nguyễn Phương[a1], Nguyễn Tiến Thành[b], Nguyễn Đình Lập[b]

[a] *Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*

[b] *Liên đoàn Địa chất và Khoáng sản biển*

Ngày nộp: 14/3/2020; Ngày chấp nhận:28/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Đánh giá tác động môi trường (ĐTM) là chìa khóa để quản lý môi trường của các dự án công nghiệp, được sử dụng để dự đoán, đánh giá và đề xuất các giải pháp giảm thiểu rủi ro về môi trường trong quá trình hoạt động của một dự án. Ở nước ta ĐTM là bắt buộc trong quy trình lập và triển khai các dự án đầu tư phát triển, các nội dung ĐTM đã được quy định trong các văn bản mang tính pháp lý. Tuy nhiên, công tác ĐTM trong khai thác khoáng sản biển có những đặc thù riêng. Vì vậy, việc nghiên cứu xây dựng Bộ tiêu chí ĐTM trong khai thác khoáng sản đáy biển là cần thiết. Áp dụng phối hợp phương pháp phân tích tài liệu, khảo sát thực địa, kết hợp phương pháp tiếp cận và kinh nghiệm thực tế đã xác định các tác động của hoạt động thăm dò, khai thác khoáng sản biển đến môi trường; từ đó đề xuất Bộ tiêu chí ĐTM cho các dự án khai thác khoáng sản rắn đáy biển Việt Nam. Bộ tiêu chí đề xuất trong bài báo được phân thành 03 nhóm (Tài nguyên, môi trường, kimh tế - xã hội) với 26 tiêu chí cụ thể.

Từ khóa: *Khoáng sản biển, ĐTM trong khai thác khoáng sản biển Việt Nam.*

1. Đặt vấn đề

Phần lục địa Việt Nam nằm ở bờ Tây Biển Đông, có đường bờ biển dài khoảng 3260 km, với gần 3.000 đảo lớn nhỏ gần bờ. Biển Đông có vị trí Địa chính trị và Địa kinh tế quan trọng, là đường hàng hải chiến lược về giao lưu thương mại quốc tế giữa Thái Bình Dương và Ấn Độ Dương; cũng là nơi tập trung nhiều nguồn tài nguyên thiên nhiên (trong đó có tài nguyên khoáng sản) và chiếm tới 1/3 toàn bộ đa dạng sinh học biển của thế giới. Kể từ khi Chiến lược biển nước ta đến năm 2020 được triển khai, kinh tế các vùng ven biển đã có tốc độ tăng trưởng khá nhanh, tạo nền tảng vững chắc cho tiến trình tiến ra biển, bảo vệ chủ quyền vùng biển, hải đảo của Tổ quốc. Trong giai đoạn 5 năm đầu 2010 - 2015, kinh tế vùng ven biển đạt tốc độ tăng trưởng bình quân 7,0%/năm; trong đó, ngành nông nghiệp tăng 3,5%/năm, ngành công nghiệp - xây dựng tăng 7,3%/năm và ngành dịch vụ tăng 8,1%/năm. Giai đoạn 2016 - 2020, nền kinh tế biển vẫn duy trì được mức tăng trưởng như giai đoạn 2010 - 2015; tuy nhiên, do một số nguyên nhân khách quan và chủ quan, nên một số ngành công nghiệp biển (khai thác dầu khí, du lịch biển, đảo,…) chưa đạt được kết quả như mong muốn.

Một số vùng biển của nước ta có đặc trưng là thềm lục địa nông, thoải và rộng, có nguồn cung cấp vật liệu trầm tích khá lớn từ các hệ thống sông khác nhau. Đây là những

[1] *Liên hệ tác giả*
Email: phuong_mdc@yahoo.com

khu vực đã được đánh giá có tiềm năng về khoáng sản rắn; đặc biệt là khoáng sản làm vật liệu xây dựng và sa khoáng, là nguồn tài nguyên quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội đối với các tỉnh ven biển.

Với hiện trạng nguồn VLXD ở nước ta ngày càng thiếu hụt trầm trọng, cần thiết phải tiến hành công tác điều tra đánh giá, thăm dò, tiến tới khai thác cát biển để thay thế dần cát xây dựng trên đất liền là cần thiết; và hiện cũng đã và đang có nhiều dự án khai thác cát biển làm vật liệu xây dựng ở các tỉnh Quảng Ninh, Hải Phòng, Thái Bình, Kiên Giang,…Tuy nhiên, quá trình khai thác khoáng sản biển sẽ gây ra nhiều hệ lụy về môi trường tự nhiên, gây tác động khác nhau cho môi trường sống của các sinh vật và tổ chức sống ở tầng đáy. Trầm tích bị xáo trộn làm vẩn đục nước, phá vỡ hệ thống sinh thái khu vực khai thác và lân cận. Các dự án khai thác khoáng sản biển ít nhiều còn ảnh hưởng đến tiềm năng phát triển du lịch như: làm vẩn đục nước nước biển, làm mất đi mỹ quan đối với các bãi tắm; tiếng ồn của các phương tiện khai thác, vận chuyển sẽ làm ô nhiễm không khí khu vực.

Đối với các hoạt động du lịch sinh thái, việc chặt phá rừng ngập mặn để xây dựng cơ bản hay tạo đường vận chuyển khoáng sản sẽ làm giảm đa dạng sinh học các giống loài trong rừng sinh thái ven biển. Khai thác khoáng sản biển cũng ảnh hưởng đến giao thông - cảng biển. Quá trình khai thác tài nguyên sẽ làm suy giảm và cạn kiệt chính loại tài nguyên đó; đặc biệt gây lãng phí tài nguyên khi đối tượng khai thác chưa được đánh giá đầy đủ về chất lượng và trữ lượng. Mặt khác, trong khai thác khoáng sản biển, nếu không tính toán chính xác chiều sâu khai thác hợp lý, sẽ tác động xuống các tầng trầm tích phía dưới, có thể sẽ xâm hại đến các nguồn tài nguyên khác.

Để góp phần nâng cao nhận thức của các cấp, các ngành, người dân và doanh nghiệp khai thác khoáng sản biển, bảo đảm khai thác bền vững tài nguyên, bảo vệ môi trường, đòi hỏi phải nghiên cứu xây dựng Bộ tiêu chí đánh giá tác động môi trường trong hoạt thăm dò và khai thác khoáng sản biển Việt Nam. Bài báo giới thiệu "*Bộ tiêu chí đánh giá tác động môi trường trong hoạt động thăm dò và khai thác khoáng sản biển Việt Nam*".

2. Nguồn tài liệu và cơ sở pháp lý

2.1. Nguồn tài liệu

- Tài liệu sử dụng trong bài báo được tổng hợp, phân tích từ các Báo cáo ĐTM của các Dự án khai thác cát biển làm vật liệu xây dựng (san lấp) của các tỉnh Thái Bình, Kiên Giang và thành phố Hải Phòng giai đoạn 2010 - 2018.

- Các kết quả đề tài của nhiều tác giả nghiên cứu trước (Bùi Văn Hạt, Đào Mạnh Tiến, 2010; Đào Mạnh Tiến, 2006; Đào Mạnh Tiến, Trịnh N. Tính và nnk, 2011, Vũ Trường Sơn, Hoàng Anh Khiển và nnk, 2011)

- Kết quả nghiên cứu của đề tài "Xây dựng luận cứ khoa học phục vụ công tác quy hoạch điều tra, thăm dò, khai thác khoáng sản vùng biển 0 - 200m nước Đông Nam Bộ", Mã số: KC.09.18/16-20 do Liên đoàn Địa chất biển chủ trì, do tập thể tác giả thực hiện chính.

- Tài liệu tham khảo của các nước và tổ chức quốc tế có liên quan đến nội dung nghiên cứu của bài báo.

2.2. Cơ sở pháp lý sử dụng để xây dựng bộ tiêu chí ĐTM trong khai thác khoáng sản biển

Bộ tiêu chí ĐTM được xây dựng dựa trên các cơ sở pháp lý sau sau:

- Phù hợp với Luật Bảo vệ môi trường năm 2014 và các Nghị định, Thông tư liên quan:

+ Phù hợp với nội dung của chương 2, mục 3 từ Điều 18 đến điều 28, Luật bảo vệ môi trường Số: 55/2014/QH13 ngày 23 tháng 06 năm 2014; chương 2, mục 4 từ điều 15 đến điều 24, Luật bảo vệ môi trường (sửa đổi) năm 2020 đã được QH14 thông qua ngày 17 tháng 11 năm 2020 và có hiệu lực thi hành từ ngày 01 tháng 01 năm 2022.

+ Nghị định số 40/2019/NĐ-CP ngày 13 tháng 05 năm 2019. Quy định chi tiết, hướng dẫn thi hành luật bảo vệ môi trường.

+ Thông tư số 25/2019/TT-BNTMT ngày 31 tháng 12 năm 2019 của Bộ tài nguyên và môi trường, Quy định chi tiết thi hành một số điều của Nghị định số 40/2019/NĐ – CP

- Phù hợp với các TCVN, QCVN về môi trường hiện đang có hiệu lực, cụ thể:

+ Đối với nước biển ven bờ, được đánh giá theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước biển ven bờ - QCVN 10:2008/BTNMT. Quy chuẩn này áp dụng để đánh giá và kiểm soát chất lượng của vùng nước biển ven bờ. Đối với nước biển xa bờ, được đánh giá theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước biển xa bờ - QCVN 44:2012/BTNMT.

+ Đối với chất lượng trầm tích, đánh giá theo Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích - QCVN 43:2017/BTNMT.

+ Đối với chất lượng môi trường không khí xung quanh, đánh giá chất lượng không khí theo QCVN05:2013/BTNMT.

3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu

3.1. Cách tiếp cận

Bài báo sử dụng cách tiếp cận lý thuyết, kết hợp tiếp cận thực tế nhằm chỉ rõ cơ sở lý luận và thực tế để minh chứng về tính đặc thù và các tiêu chí cần được nhận diện và đánh giá trong các báo cáo ĐTM cho các dự án khai thác khoáng sản đáy biển Việt Nam.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Trong bài báo đã sử dụng các phương pháp sau:

- Phương pháp phân tích chủ đề: Nhằm tìm ra nội dung, chủ đề cơ bản, điển hình có liên quan đến vấn đề ĐTM. Phương pháp này mang tính định tính và chủ yếu có chức năng minh hoạ cho các quan điểm của người nghiên cứu và thường mang tính chủ quan.

- Phương pháp thu thập và tổng hợp tài liệu: Gồm tài liệu viết, hình ảnh minh họa,... Tài liệu thu thập gồm: Tài liệu Địa chất và khoáng sản biển, địa hình - địa mạo, khí tượng, thủy văn, các dạng tai biến liên quan hoạt động khai thác khoáng sản biển. Các báo cáo ĐTM của dự án khai thác, chế biến khoáng sản biển (chủ yếu cát san lấp) giai đoạn 2010 - 2019 ở các tỉnh Thái Bình, Kiên Giang và thành phố Hải Phòng và các tài liệu nghiên cứu của nước ngoài liên quan đến nội dung nghiên cứu.

- Phương pháp phân tích tài liệu: Sử dụng hai phương pháp phân tích cơ bản sau:

+ *Phương pháp phân tích chủ đề:* Nhằm tìm ra nội dung, chủ đề tư tưởng cơ bản, tìm những ý điển hình có liên quan đến vấn đề ĐTM trong hoạt động khoáng sản biển.

+ *Phương pháp phân tích nội dung:* Phương pháp mang tính xã hội học, bảo đảm tính khách quan và thấy rõ được các ý nghĩa mà mục tiêu nghiên cứu đề ra.

- Khảo sát thực địa: Thực hiện trong quá trình triển khai đề tài Mã số: KC.09.18/16-20 nhằm bổ sung một số tài liệu theo Bộ tiêu chí dự kiến lựa chọn;

- *Phương pháp phỏng vấn cộng đồng*: Nhằm thu thập thông tin từ cộng đồng dân cư về các tác động của các dự án khai thác khoáng sản biển đến môi trường và hoạt động phát triển kinh tế - xã hội;

- *Phương pháp chuyên gia kết hợp kinh nghiệm thực tế*: Tham vấn ý kiến chuyên môn của các cá nhân chuyên gia hoặc tập thể chuyên gia am hiểu sâu về lĩnh vực môi trường, địa chất và khoáng sản biển; từ đó lựa chọn những ý kiến tốt nhất và kết hợp với kinh nghiệm thực tế của nhóm tác giả để lựa chọn các tiêu chí trong ĐTM đối với các dự án hoạt động thăm dò, khai thác khoáng sản rắn ở đáy biển Việt Nam.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Các tác động của hoạt động thăm dò, khai thác khoáng sản biển đến môi trường

Công tác thăm dò, khai thác khoáng sản đáy biển và một số vấn đề cần quan tâm

Mặc dù việc thăm dò và khai thác khoáng sản biển hiện tại và tương lai là rất cấp thiết và có vai trò quan trọng đối với các quốc gia ven biển; trong đó có Việt Nam. Song, hiện nay vẫn gặp phải một số khó khăn, cần quan tâm như sau:

- Độ sâu đáy biển: Trên thế giới, hiện khai thác khoáng sản biển chủ yếu là cát sạn làm vật liệu xây dựng ở độ sâu 0- 35m nước; một số nước như Nhật Bản đã khai thác đến độ sâu 30-50 m nước, có thể tới 80m; trên độ sâu này hầu như chưa được thăm dò, khai thác (ngoại trừ dầu - khí).

- Các tác động của hoạt động thăm dò đến môi trường: Để tiến hành công tác thăm dò khoáng sản đáy biển, phải tiến hành các công việc cơ bản sau:

+ Lấy mẫu tầng mặt bằng cuốc và ống phóng có trọng lượng lớn, nhất là sử dụng ống khoan rung (vibrocore);

+ Chụp ảnh đáy biển bằng các máy ảnh chụp dưới biển gắn với cuốc;

+ Đo độ sâu đáy biển bằng máy đo sâu hồi âm;

+ Chụp ảnh hình thái đáy biển bằng đo tầm xa hồi âm (sonar) quét sườn;

+ Khoanh diện tích và chiều dày các lớp cát sạn theo kết quả khảo sát bằng máy địa chấn nông, độ phân giải cao và dùng nguồn Sparker hoặc Boomer.

+ Trong một số trường hợp có thể khoan lấy mẫu (đối với mỏ phân bố gần bờ, có độ sâu < 10 m nước).

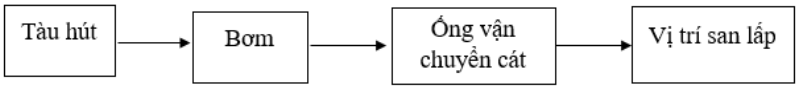
- Công nghệ khai thác khoáng sản biển: Công nghệ khai thác khoáng sản rắn đáy biển nói chung, cát làm vật liệu xây dựng và sa khoáng nói riêng, hiện được phân thành 2 loại:

+ Công nghệ khai thác vùng biển ven bờ, vùng nội thủy (vùng biển nông dưới 30 m nước): Thường sử dụng sàn khai thác di chuyển 8 chân tự nâng (Eight-leg walking and dredging self - elevating platform (WADSEP)) để hỗ trợ hệ thống khai thác bằng phương pháp cơ học, bằng chuỗi gầu xúc dạng thang… Khi hoạt động khai thác, gầu xúc quét qua lại sang hai bên sườn bằng việc kéo- thả dây neo, phương pháp này đã hạn chế đáng kể tác động của sóng ở vùng biển hở, tuy nhiên chỉ phù hợp khai thác ở độ sâu dưới 90m nước.

+ Công nghệ khai thác chìm (submerged dredge) bằng phương pháp hút sử dụng đầu cắt với hệ thống bơm được đặt chìm dưới đáy. Tuy nhiên, hiện nay ít được áp dụng do giá thành cao và công nghệ phức tạp.

Ở nước ta, trong thời gian gần đây đã có một số dự án khai thác cát biển làm vật liệu san lấp ở Hải Phòng, Thái Bình, Kiên Giang…, khai thác đến độ sâu 10 m nước; chủ yếu khai thác bằng tàu hút cát tự hành công suất từ 15.000 - 30.000 m^3/tháng.

Quy trình khai thác cát biển làm vật liệu xây dựng tóm tắt như hình 1.



Hình 1: Quy trình khai thác cát biển làm vật liệu san lấp

Đối với vùng biển xa bờ: Hiện nay áp dụng công nghệ sàn công tác bán chìm, với ưu điểm là duy trì hoạt động khai thác liên tục ngay cả lúc biển động; hạn chế là khả năng chịu tải khi khoáng sản được tích trữ trên sàn.

- Công nghệ sàng tuyển, rửa muối: Một trong những vấn đề quan trọng nhất khi khai thác sử dụng cát làm vật liệu xây dựng là phải làm giảm độ muối của chúng. Thông thường khi khai thác dưới đáy biển nông, cát sạn thường chứa khoảng 0,25 - 0,35% muối ăn, việc sử dụng loại cát như vậy sẽ làm rỉ sắt, thép, giảm độ chịu nén của bê tông.

Do đó ta phải tìm cách rửa muối bảo đảm ≤ 0,04% trọng lượng cát. Hiện có nhiều phương pháp khác nhau, ví dụ ở Nhật Bản đã dùng các phương pháp sau:

+ Rửa cát ngay trên tàu hoặc trên bờ bằng nước ngọt;
+ Đổ cát thành đống và ngâm nước mưa trong một thời gian;
+ Phương pháp rửa bằng máy móc.

- Khả năng làm giảm nguồn lợi các tài nguyên khác (thuỷ sản);
- Khả năng làm tăng sự xói lở bờ biển, phá huỷ môi trường;
- Sự quản lý nghiêm ngặt trong việc khai thác mỏ của Nhà nước; bảo đảm sự cân bằng lợi ích với các ngành liên quan (thuỷ sản, du lịch, giao thông- cảng biển...).
- Khoáng sản đáy biển thường phân bố trên diện rộng, khối lượng lớn nhưng giá trị thấp, khi khai thác thường có tác động lớn đến môi trường; đặc biệt ngành nuôi trồng thủy sản, du lịch và giao thông đường biển. Vì vậy, khi tiến hành thăm dò và khai thác một vùng nào đó, cần phải bàn bạc, thoả thuận với các người dân và ngành thuỷ sản, du lịch,…

****Những tác động của hoạt động thăm dò, khai thác khoáng sản biển đến môi trường***

Trên cơ sở phân tích, tổng hợp tài liệu thực tế và các kết quả nghiên cứu trước [1, 2, 3, 4, 5], theo tác giả trong các Báo cáo ĐTM của dự án khai thác khoáng sản rắn đáy biển cần nhận diện và đánh giá đầy đủ các tác động cốt lõi (chính) sau:

- Tiếng ồn phát sinh từ các thiết bị khai thác; đặc biệt là khai thác bằng xáng cạp, tiếng ồn của xáng cạp đạt tới 82 - 87 dBA và giảm dần trong bán kính 50m. Vì vậy, nếu khai thác ở những khu vực ven bờ đông dân cư, hoặc gần các khu bảo tồn thiên nhiên hoặc các khu dự trữ sinh quyển có thể gây ra những ảnh hưởng đáng kể.
- Trong khai thác, thường sử dụng phương pháp áp lực khí hoặc bánh công tác khuấy và rửa trôi lớp phủ và bơm hút lên tàu. Do các tác động này, mối liên kết của các trầm tích vốn có sẽ bị phá vỡ, các hạt bị khuấy trộn lên, hàm lượng chất lơ lửng trong nước tăng, làm môi trường nước bị vẩn đục trong phạm vi lớn.
- Vùng nước bị ảnh hưởng khi tàu hoạt động có bán kính hàng trăm mét và thời gian ảnh hưởng kéo dài trong nhiều giờ. Mặt khác, nước tách ra từ hỗn hợp trầm tích - nước trong quá trình hút khoáng sản rắn lên tàu chủ yếu chứa bùn sét, khi chảy xuống biển sẽ làm ô nhiễm vùng nước biển xung quanh tàu hút. Mặt khác, việc nạo hút khoáng sản rắn còn khuấy động lớp trầm tích đáy, làm cho nồng độ các chất ô nhiễm trong nước tăng lên.
- Địa hình đáy biển vùng khai thác khoáng sản sẽ thay đổi. Sự thay đổi này nhiều hay ít phụ thuộc vào quy mô của dự án khai thác. Đối với các vùng biển nước nông, địa

hình mới của đáy biển sau khi khai thác sẽ tác động đến kiểu lan truyền sóng và sự vận chuyển bùn lắng.

Cùng với ảnh hưởng của sóng, hướng vận chuyển và lượng trầm tích vận chuyển cũng gây ảnh hưởng quan trọng tới sự ổn định của đới bờ.

- Khai thác khoáng sản biển, đặc biệt ở vùng biển nông, vùng nội thủy sẽ gây ảnh hưởng rất lớn tới hoạt động đánh bắt, nuôi trồng thủy sản.

- Phát tán các nguyên tố kim loại nặng độc hại, nguyên tố phóng xạ ra môi trường xung quanh. Như trình bày trên, ở một số vùng biển của nước ta, trong trầm tích đáy biển có chứa kim loại nặng độc hại (As, Pb, Hg,….) hoặc trong quặng sa khoáng có các khoáng vật chứa nguyên tố phóng xạ (U, Th). Do đó, khi khai thác khoáng sản, các hạt trầm tích có chứa kim loại nặng độc hại hoặc chứa phóng xạ bị khuấy trộn và khuếch tán ra xung quanh khu vực khai thác, phát tán kim loại nặng hoặc nguyên tố phóng xạ vào môi trường nước và môi trường trầm tích xung quanh khu vực khai thác. Đây là vấn đề cần phải quan tâm trong hoạt động khai thác khoáng sản đáy biển.

- Trong quá trình bóc, tách lớp trầm tích bên trên bề mặt đáy biển để khai thác khoáng sản là hoạt động trực tiếp làm mất đi môi trường cư trú của các động vật bám đáy (ngao, sò, trai, ốc,..).

- Quá trình xây dựng cơ bản, một số công trình đường ống đưa khoáng sản khai thác vào bờ hoặc sử dụng tàu thuyền vận chuyển vào khu tuyển làm giàu (sa khoáng) hoặc rửa muối (cát làm xây dựng), cần giải phóng một số vị trí phát triển rừng ngập mặn. Làm mất đi sự đa dạng của hệ thống rừng phòng hộ ven biển; đồng thời làm tăng nguy cơ xói lở bờ; mặt khác còn gián tiếp ảnh hưởng tới tiềm năng phát triển du lịch và cảng biển trong vùng.

- Hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản phát thải bụi có chứa các chất gây hại vào không khí; mặt khác, nước thải trong quá trình khai thác nếu không được xử lý triệt để trước khi xả xuống biển sẽ gây ảnh hưởng tới chất lượng môi trường nước biển.

- Việc gia tăng khai thác khoáng sản cả về số lượng doanh nghiệp và quy mô khai thác dẫn đến gia tăng số lượng lao động đến địa phương. Điều này tạo thêm áp lực lớn cho địa phương trong công tác quản lý và làm nảy sinh nhiều mâu thuẫn, tệ nạn xã hội trong cộng đồng.

Các dạng tai biến địa chất, gồm:

- Các dạng tai biến địa chất các quá trình địa chất động lực tạo thành, như động đất, hoạt động của đứt gãy. Trong lịch sử, nước ta đã ghi nhận được nhiều trận động đất xảy ra ở biển Đông, theo Vũ Văn Hạt, Đào Mạnh Tiến (2010) từ năm 2000 hoạt động động đất có dấu hiệu tăng cường tại vùng ven biển và thềm lục địa Nam Trung Bộ và Nam Bộ. Các trận động đất tại khu vực biển Vũng Tàu vào năm 2002 và năm 2005 là 3 trận. Theo chu kỳ T≤ 1000 năm, xác suất xuất hiện p ≥0,1 trong 100 năm, thì vùng biển Đông Nam Bộ sẽ bị ảnh hưởng của đới chấn động cấp 7 ở ngoài khơi chạy song song với đường bờ; đới chấn động cấp 6 phân bố ở hai bên đới chấn động cấp 7 và toàn bộ phần đất liền và đới chấn động cấp 5 ở ngoài khơi Đông Nam Phan Thiết [Vũ Văn Hạt, Đào Mạnh Tiến, 2010].

- Xói lở đường bờ biển, bồi tụ, biến động luồng lạch, mực nước biển dâng: Xói lở dọc bờ biển nước ta đã và đang diễn ra với xu thế ngày càng tăng và phức tạp. Các dạng bồi tụ biến động luồng lạch, cát di chuyển, nước biển dâng và bão lụt trong điều kiện biến đổi khí hậu cực đoan đã hiện hữu và ngày càng bất thường.

Khai thác khoáng sản rắn đáy biển, được đánh giá là ít có những tác động tiêu cực đến môi trường như khai thác trên đất liền, nhưng dưới góc độ phát triển bền vững, cần phải đánh đầy đủ các khía cạnh tác động đến môi trường của các Dự án này. Từ đó, có thể đưa ra các phương pháp khai thác, quản lý, các phương án giảm thiểu tác động môi trường thích hợp và có hiệu quả.

4.2. Đề xuất bộ tiêu chí ĐTM cho các dự án khai thác khoáng sản biển Việt Nam

Báo cáo ĐTM có ảnh hưởng đến việc ra quyết định đối với Dự án; do đó, đòi hỏi phải có sự tham gia từ đầu vào của cơ quan quản lý nhà nước và cộng đồng dân cư. ĐTM là một thành phần của quản lý môi trường, nên phải được thực hiện trước khi ra quyết định cho phép Dự án hoạt động và phải lập kế hoạch tiến độ đầy đủ để dự án hoạt động ổn định lâu dài, các rủi ro môi trường cần được nhận diện và đánh giá đầy đủ và các giải pháp giảm thiểu phải được xác định ngay từ đầu. Để chuẩn bị cho lập báo cáo ĐTM, các thông tin về kinh tế - xã hội, môi trường nền, các quy hoạch vùng và khu vực, quy hoạch về khai thác khoáng sản rắn đáy biển, ý kiến chuyên gia và cộng đồng dân cư phải được thu thập đầy đủ.

Trên cơ sở phân tích các ảnh hưởng có thể xảy ra đối với tài nguyên - môi trường biển do hoạt động khai thác khoáng sản rắn đáy biển, nhận diện các đối tượng chịu tác động và những dấu hiệu đặc trưng các tác động nêu trên, kết hợp tài liệu tham khảo từ các công trình nghiên cứu của một số nước và tổ chức trên thế giới [2, 6, 7, 8, 9, 10, 11] và các kết quả nghiên cứu trước (Vũ Trường Sơn, 2012), tác giả đề xuất Bộ tiêu chí sử dụng trong ĐTM cho các dự án khai thác khoáng sản rắn đáy biển Việt Nam (Bảng 1).

Bảng 1: Đề xuất bộ tiêu chí cho công tác lập báo cáo ĐTM các dự án khai thác khoáng sản rắn đáy biển Việt Nam (có tham khảo của Vũ Trường Sơn, 2012)

TT	Nhóm tiêu chí		Tiêu chí đánh giá	Yêu cầu -về kỹ thuật
1	Tài nguyên	Tài nguyên sinh vật	Loài	Xác đinh được số loài trong khu vực khai thác
2			Mật độ	Cá thể/m3 đối với động - thực vật phù du, cá thể/m2 đối với động vật đáy
3			Sinh khối	Đánh giá sự biến đổi về sinh khối và dự báo khả năng phục hồi sinh khối sau khai thác (g/m2)
4		Tài nguyên khoáng sản	Trầm tích chứa khoáng sản bị bóc dỡ so với lượng trầm tích được bồi hoàn	Dự báo lượng trần tích bị bóc dỡ và khả năng bồi hoàn trầm tích
5			Tổn thất tài nguyên khoáng sản	Tính toán mức độ tổn thất khoáng sản trong quá trình khai thác
6		Tài nguyên vị thế	Giá trị vị thế tự nhiên	Đánh giá được mức độ tổn hại đến các giá trị vị thế tự nhiên, kinh tế, chính trị
7			Giá trị vị thế kinh tế	
8			Giá trị vị thế chính trị	
9	Môi trường	Môi trường nước	pH, Eh, Ec	Đánh giá, so sánh với Quy chuẩn

10			Tổng chất rắn lơ lửng TSS, hàm lượng BOD, COD	Việt Nam về chất lượng nước biển ven bờ, xa bờ.
11			Hàm lượng kim loại (As, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Mn, Fe, Hg)	
12			Amoni (NH4+) (tính theo N)	
13			Hàm lượng dầu	
14		Môi trường trầm tích	pH	Đánh giá, so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng trầm tích
15			Hàm lượng kim loại (As, Cd, Pb, Cr, Cu, Zn, Hg)	
16			Hàm lượng H2S, dầu mỡ	
17			Địa hình đáy biển	Đánh giá mức độ biến đổi địa hình đáy biển trước sau kết thúc khai thác
18		Môi trường không khí	SO2, CO, NO2, CO2, tổng bụi lơ lửng (TSP), bụi PM10, PM2.5	Đánh giá, so sánh với Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh
19		ĐCMT và TBĐC	Xói lở đường bờ	
20			Bồi tụ biến động luồng lạch	
21			Cát di chuyển	
22	Kinh tế - xã hội	Xung đột môi trường	Đánh bắt thủy sản	Đánh giá khả năng, mức độ xảy ra các mối xung đột giữa khai thác khoáng sản biển với đánh bắt, nuôi trồng thủy sản, hoạt động giao thông đường biển, hoạt động du lịch và bảo đảm an ninh quốc phòng
23			Nuôi trồng thủy sản	
24			Giao thông đường biển	
25			Du lịch	
26			An ninh quốc phòng	

5. Kết luận

Kết quả nghiên cứu có thể rút ra một số kết luận sau:

- Vùng biển nước ta được đánh giá là có tiềm năng về khoáng sản; đặc biệt là khoáng sản làm vật liệu xây dựng và sa khoáng, nhưng phân bố trên diện rộng, khối lượng lớn nhưng giá trị thấp, khi khai thác thường có tác động đến môi trường; đặc biệt đối với ngành nuôi trồng thủy sản, du lịch và giao thông đường biển. Vì vậy, khi tiến hành thăm dò và khai thác khoáng sản biển cần nhận diện và đánh giá đầy đủ các tác động của hoạt động khai thác tới môi trường tự nhiên và các xung đột môi trường có khả năng xảy ra; từ đó đề xuất giải pháp giảm thiểu các tác động xấu tới môi trường.

- Để góp phần nâng cao nhận thức của các cấp, các ngành, người dân và doanh nghiệp khai thác khoáng sản rắn đáy biển đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững, đòi hỏi phải xây dựng Bộ tiêu chí đánh giá tác động môi trường trong hoạt thăm dò và khai thác

khoáng sản biển Việt Nam. Bộ tiêu chí đề xuất sử dụng trong các báo cáo ĐTM cho các dự án khai thác khoáng sản rắn đáy biển Việt Nam được phân thành 03 nhóm tiêu chí (Tài nguyên, môi trường và kinh tế - xã hội) với 26 tiêu chí đánh giá cụ thể. Trong đó, nhóm tài nguyên được chia thành 03 phụ nhóm gồm 08 tiêu chí; nhóm môi trường chia thành 04 phụ nhóm gồm 13 tiêu chí và nhóm kinh tế - xã hội gồm 05 tiêu chí cần. Các tiêu chí này cần được nhận diện và đánh giá đầy đủ trong báo cáo ĐTM của dự án khai thác.

Đây là cơ sở khoa học để phục vụ công tác lập báo cáo ĐTM các dự án khai thác khoáng sản rắn đáy biển Việt Nam biển.

Lời cảm ơn

Tập thể tác giả xin gửi lời cảm ơn sự hỗ trợ của đề tài "Xây dựng luận cứ khoa học phục vụ công tác quy hoạch điều tra, thăm dò, khai thác khoáng sản vùng biển 0-200m nước Đông Nam Bộ", mã số: KC.09.18/16 – 20 do Liên đoàn Địa chất và Khoáng sản biển chủ trì.

Tài liệu tham khảo

1. Bùi Văn Hạt, Đào Mạnh Tiến, 2010. Đặc điểm Địa chất môi trường và Địa chất tai biến vùng biển Nam Trung Bộ. Tài liệu Hội thảo Đào tạo nguồn nhân lực về Môi trường trong lĩnh vực khoa học Trái đất và Mỏ. tr.106 -121. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
2. Vũ Trường Sơn (chủ nhiệm), 2012. Báo cáo kết quả Đề tài: "Nghiên cứu cơ sở khoa học phục vụ đánh giá tác động môi trường đối với các dự án khai thác khoáng sản rắn từ đáy biển", Mã số: TNMT.06.03.
3. Vũ Trường Sơn, Hoàng Anh Khiển, Trịnh Nguyễn Tính, Đỗ Tử Chung, Lê Anh Thắng, Vũ Đức Nam, 2011. Đánh giá triển vọng vật liệu xây dựng đáy biển vùng biển Việt Nam (0 - 100m nước) và định hướng khai thác bền vững.Tạp chí Địa chất, Loạt A, số 327- 328, tr.11- 120.
4. Đào Mạnh Tiến (chủ nhiệm), 2011. Báo cáo tổng kết Dự án: "Điều tra địa chất, khoáng sản, địa động lực, địa chất môi trường, tai biến địa chất các vùng biển Việt Nam từ 30-100m nước ở tỷ lệ 1: 500.000 - 1: 100.000.
5. Nguyễn Tiến Thành (chủ nhiệm), 2020. Xây dựng luận cứ khoa học phục vụ công tác quy hoạch điều tra, thăm dò, khai thác khoáng sản vùng biển 0- 200m nước Đông Nam Bộ. Mã số: KC.09.18/16 - 20.
6. Griffith Law SchoolInternational Seabed Authority, Co-Chair's Report, Workshop on Environmental Assessment and Management for Exploitation of Minerals in the Area, Surfers Paradise, Queensland, Australia, 2016.
7. International Seabed Authority, Recommendations for the guidance of contractors for the assessment of the possible environmental impacts arising from exploration for marine minerals in the Area, ISBA/19/LTC/8, Kingston, Jamaica, 2013.
8. Jennifer M. Durden , Laura E. Lallier, Kevin Murphy , Aline Jaeckel , Kristina Gjerde , Daniel O.B. Jones. Environmental Impact Assessment process for deep-sea mining in 'the Area', Marine Policy 87 (2018) 194-202.
9. J.M. Durden, D.S.M. Billett, A. Brown, A.C. Dale, L. Goulding, S. Gollner, K. Murphy, E. Pape, A. Purser, J.-F. Rolin, A.J. Smith, I. Stewart, P.J. Turner, T. de Wachter, P.P.E.

Weaver, C.L. Van Dover, P.A. Verlaan, D.O.B. Jones, Report on the managing impacts of deep-sea resource exploitation (MIDAS) workshop on environmental management of deep-sea mining, Res. Ideas Outcomes 2 (2016) e10292.

10. L.E. Lallier, F. Maes, Environmental impact assessment procedure for deep seabed mining in the area: independent expert review and public participation, Mar. Policy 70 (2016) 212- 219.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Hiện trạng ô nhiễm amoni trong nước ngầm khu vực Hà Nội và khả năng xử lý bằng TiO_2 và TiO_2 biến tính

Đặng Thị Ngọc Thủy[a1], Nguyễn Hoàng Nam[a], Nguyễn Thị Hà[b], Nguyễn Mạnh Khải[b]
[a]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*
[b]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội*

Ngày nộp: 24/32020; Ngày chấp nhận: 7/10/2020; Ngày đăng 20/12/2020

Tóm tắt

Ô nhiễm amoni trong nước ngầm tại khu vực Hà Nội đang là các vấn đề lo ngại của các nhà quản lý, các nhà khoa học và đặc biệt là người dân sinh sống tại khu vực bị ô nhiễm. Theo các kết quả phân tích, đánh giá hàm lượng amoni của các nhà máy nước, 17% lượng nước ngầm đang khai thác (xấp xỉ 100.000m^3/ngày đêm) bị ô nhiễm amoni, tập trung chủ yếu ở khu vực phía Nam và Tây Nam Hà Nội. Qua khảo sát thực tế tại các nhà máy nước sử dụng nguồn nước cấp ngầm thì hàm lượng amoni dao động từ 3mg/l trở lên đến trên 10 mg/l (vượt QCVN 01:2009/BYT) ở Nam Dư, Kim Liên, Hà Đình, Tương Mia, Pháp Vân, Hà Đông. Amoni không gây độc trực tiếp cho con người nhưng sản phẩm chuyển hóa từ amoni thành nitrit và nitrat là yếu tố gây độc, là một trong những nguyên nhân gây nên tình trạng thiếu máu, xanh da thậm chí có thể gây ung thư. Hiện nay có rất nhiều công nghệ xử lý amoni trong nước ngầm cũng như nước sinh hoạt như phương pháp hấp phụ, trao đổi ion, công nghệ lọc màng, thẩm thấu ngược, điện thẩm tách,... Nhìn chung các phương pháp này đòi hỏi đầu tư lớn, cần nhiều thời gian, hay tạo ra các chất thải thứ cấp cần phải có chi phí bổ sung. Trong nghiên cứu này đã tổng hợp, phân tích hiện trạng nhiễm amoni trong nước ngầm và đề xuất phương án xử lý bằng vật liệu quang xúc tác nano TiO2 biến tính.

Từ khóa: *amoni, đất hiếm, nano TiO_2, nước ngầm, TiO_2 biến tính, xúc tác quang.*

1. Hiện trạng ô nhiễm nước ngầm khu vực Hà Nội

Toàn bộ thành phố Hà Nội với dân số khoảng trên 8 triệu người bao gồm cả dân số đô thị và nông thôn. Tỷ lệ được cấp nước sạch đến năm 2018 đạt 60% với khoảng 4,2 triệu người được sử dụng nước sạch [8].

Công suất cấp nước cho thành phố Hà Nội hiện nay là khoảng 1.763.637 m^3/ngđ trong đó nước ngầm hơn 600.000 m^3/ngđ chiếm khoảng 35% (cung cấp cho khoảng 3,2 triệu người dân chủ yếu cho khu vực nội thành cũ). Khu vực phía Nam thành phố là nơi tập trung khai thác nước ngầm lớn nhất chiếm đến 77% sản lượng khai thác, khu vực phía Bắc chiếm 15,3%, trong khi cả khu vực nông thôn rộng lớn chỉ khai thác có 5,2%, còn lại các giếng nhỏ lẻ là 2,5% [3].

Ngoại trừ nhà máy nước sông Đà, sông Hồng, sông Đuống sử dụng nguồn nước mặt, còn lại các nhà máy và trạm cấp nước của Hà Nội đều sử dụng nguồn nước ngầm. Nước thô khai thác từ các giếng khoan và được bơm tập trung về các nhà máy xử lý nước cấp.

Các nhà máy xử lý nước ngầm ở Hà Nội có dây chuyền công nghệ xử lý cơ bản như

[1] *Liên hệ tác giả*

E-mail: dangthingocthuy@humg.edu.vn/ dangngocthuy@gmail.com

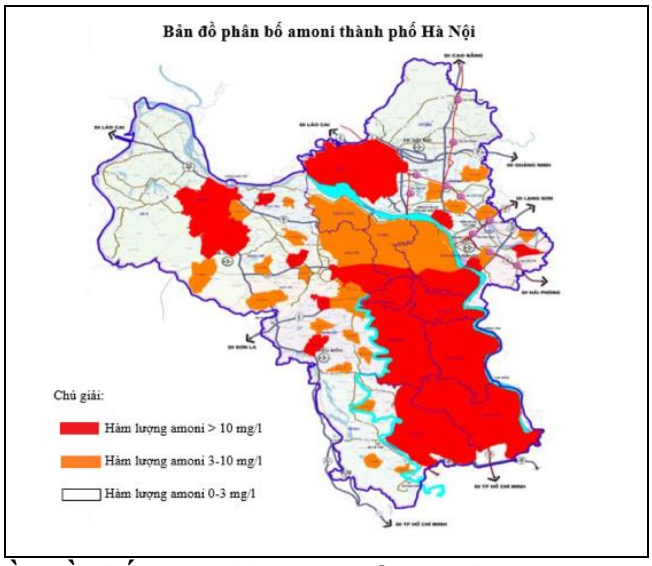
sau:

Nước thô giếng khoan → Làm thoáng → Lắng tiếp xúc → Lọc nhanh → Khử trùng bằng clo → Bể chứa → Trạm bơm tăng áp → Mạng lưới tiêu thụ.

Kết quả khảo sát thực tế cho thấy, pH nước ngầm ở Hà Nội đều có giá trị từ 6,6-6,8 giá trị này sẽ tăng lên dao động từ 7,3-7,6 sau khi qua dây chuyền xử lý nước sắt đây là điều kiện thuận lợi cho vi khuẩn nitrifier phát triển [7]. Hầu như chất lượng nước ngầm sau xử lý của các NMN tại Hà Nội đảm bảo chất lượng, tuy nhiên cũng có một vài trạm có hàm lượng amoni khá cao như Pháp Vân (10,16÷25,60); Tương Mai (3,70÷10,08); Hạ Đình (7,21÷13,65). Tính đến thời điểm 9/2019, tình trạng ô nhiễm này vẫn chưa được khắc phục (thậm chí ở một số nhà máy nước khu vực Thanh Trì, Phú Xuyên, Ứng Hòa hàm lượng amoni ở mức từ 4,8 – 21,3 mg/l trong nước đầu ra. Do sử dụng dây chuyền xử lý thông thường được áp dụng với cả Hà Nội, không có hạng mục xử lý amoni nên hàm lượng amoni sau xử lý chỉ giảm khoảng 10÷20%.

Tổng hợp chất lượng nước sau xử lý của các trạm cấp nước nông thôn cho thấy trong số 73 trạm hoạt động thì có đến 43 trạm có chỉ tiêu amoni không đạt yêu cầu, 47 trạm có chỉ số độ ô xy hóa vượt quá tiêu chuẩn cho phép do các trạm này được xây dựng theo công nghệ cũ nên công trình cũng chỉ xử lý được sắt, mangan. Cụ thể, chỉ tiêu amoni vượt QCVN 01:2009/BYT các trạm ở các khu vực như: Thanh Trì (29 trạm); Phú Xuyên (2 trạm); Thanh Oai (2 trạm); Ứng Hòa (6 trạm) và một vài khu vực khác [11].

Tổng hợp từ các số liệu đo đạc nồng độ amoni tại các nhà máy nước đã thành lập bản đồ phân bố amoni thành phố Hà Nội như hình 1.



Hình 1: Bản đồ phân bố amoni khu vực Hà Nội (theo Trịnh Xuân Đức, 2018)

Đánh giá về hàm lượng amoni trên toàn vùng Hà Nội theo 2 tiêu chí: (1) QCVN 01:2009/BYT quy định hàm lượng amoni < 3 mg/L cho nước ăn uống; (2) khả năng xử lý amoni chỉ cần quá trình nitrat hóa khi nước ngầm có nồng độ 3 <amoni < 10 mg/L, phải thêm quá trình khử nitrat khi nồng độ >10 mg/L. Theo kết quả tổng hợp có thể chia làm 3 vùng như sau:

Vùng 1 (màu trắng): nồng độ amoni < 3 mg/L gồm các nhà máy nước sau: Mai Dịch, Ngô Sĩ Liên, Đông Anh, Ngọc Hà, Bắc Thăng Long, Yên Phụ, Cáo Đỉnh, Lương Yên, Gia Lâm, Thụy Khuê.

Vùng 2 (màu vàng): nồng độ amoni trong khoảng 3 - ≤ 10 mg/L, gồm các nhà máy nước Nam Dư, Kim Liên.

- Vùng 3 (màu đỏ): nồng độ amoni > 10 mg/L; gồm các nhà máy nước sau: Pháp Vân, Hạ Đình, Tương Mai, Hà Đông cơ sở 1 và cơ sở 2.

2. Tác hại của amoni và các hợp chất nitơ trong nước ngầm sử dụng cho sinh hoạt

Tài liệu Hướng dẫn về chất lượng nước uống của Tổ chức Y tế thế giới cũng như Tiêu chuẩn 1329/2002 (Bộ Y tế) không coi amoni là chất gây nguy hại cho sức khoẻ con người mà xếp vào nhóm các chất có thể làm người dùng nước than phiền vì lý do cảm quan (mùi, vị).

Tuy nhiên, amoni lại là yếu tố gây cản trở trong công nghệ xử lý nước cấp thể hiện ở hai khía cạnh. Thứ nhất, nó làm giảm tác dụng của clo là tác nhân sát trùng chủ yếu áp dụng ở các nhà máy nước Việt Nam, do phản ứng với clo tạo thành monocloamin là chất sát trùng thứ cấp hiệu quả kém clo hơn 100 lần. Thứ hai, amoni cùng với một số thành phần vi lượng trong nước (hữu cơ, phốt pho, sắt, mangan…) là "thức ăn" để vi khuẩn phát triển, gây hiện tượng "không ổn định sinh học" ảnh hưởng đến chất lượng nước sau xử lý. Nước có thể bị đục, đóng cặn trong hệ thống dẫn, chứa nước. Nước bị giảm chất lượng về mặt cảm quan.

Một hiện tượng nữa cần được quan tâm là khi nồng độ amoni trong nước cao, rất dễ sinh nitrit (NO_2^-). Trong cơ thể động vật, nitrit và nitrat có thể biến thành N - nitroso - là tiền chất có nguy cơ gây ung thư. Mặc dù bằng chứng dịch tễ học chưa đầy đủ về tác hại đối với con người, tuy nhiên Tổ chức Y tế thế giới cũng như Tiêu chuẩn 1329/2002 (Bộ Y tế) đã đề ra mức giới hạn 3 và 50mg/l tương ứng đối với nitrit và nitrat nhằm ngăn ngừa bệnh mất sắc tố máu (methaemoglobinaemia) đối với trẻ sơ sinh dưới 3 tháng tuổi.

Nitrat cũng tạo ra chứng thiếu vitamin và có thể kết hợp với các amin để tạo nên những nitrosamin là nguyên nhân gây ung thư ở người cao tuổi.

3. Khả năng xử lý amoni và các hợp chất nitơ trong nước ngầm bằng vật liệu TiO_2 biến tính

3.1 Vật liệu nano TiO_2 và TiO_2 biến tính

Gần đây, công nghệ nano được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực xử lý nước qua cơ chế hấp phụ chất ô nhiễm và diệt khuẩn có trong nước bị ô nhiễm. Vật liệu nano TiO_2 cũng rất được quan tâm nghiên cứu trong ứng dụng để xử lý nước cấp cho sinh hoạt. Quá trình làm sạch nước dựa trên quá trình quang xúc tác.

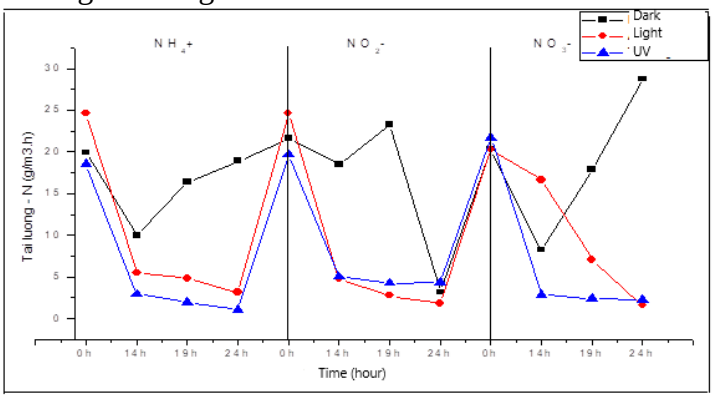
Hiện tượng quang xúc tác xảy ra trên bề mặt vật liệu xảy ra khi có sự kích thích của ánh sáng có bước sóng thích hợp với năng lượng bằng hoặc lớn hơn năng lượng vùng cấm của vật liệu (TiO_2). Khi đó các electron hóa trị (e-) tách khỏi liên kết, di chuyển từ vùng hóa trị lên vùng dẫn là để lại lỗ trống ở vùng hóa trị, do đó tạo ra các cặp electron-lỗ trống (e-/h+).

$$TiO_2 + hv\ (\lambda < 378\ nm) \rightarrow TiO_2\ (e_{CB}^- + h_{VB}^+)$$

Các electron quang sinh này có tính khử rất mạnh còn các lỗ trống lại có tính oxi hóa rất mạnh, chúng sẽ tham gia phản ứng với các chất hấp phụ tại bề mặt chất xúc tác như H_2O, OH^-, các hợp chất hữu cơ, oxi hòa tan… Sự oxi hóa H_2O hay OH^- sẽ sinh ra gốc tự do $^{\bullet}OH$, thúc đẩy các quá trình oxi hóa nâng cao (có khả năng oxi hóa hầu hết các chất hữu cơ). Như vậy trong quá trình xúc tác quang của TiO_2, các chất ô nhiễm hữu cơ hoặc vô cơ hoặc là bị khoáng hóa hoàn toàn hoặc là bị oxi hóa lên mức cao hơn và cuối cùng tạo thành các chất không hoặc ít độc hại.

Nano TiO_2 được chứng minh là chất xúc tác quang với những lợi thế vượt trội về hiệu quả loại bỏ các chất ô nhiễm hữu cơ, vô cơ và vi sinh vật khỏi nước Tuy nhiên, TiO_2 tinh khiết chỉ có thể kích hoạt được ở vùng cực tím với bước sóng < 380nm. Do đó để sử dụng bức xạ mặt trời trong vùng ánh sáng khả khiến phản ứng xúc tác quang đòi hỏi phải giảm năng lượng vùng cấm của vật liệu. Có nhiều nghiên cứu biến tính TiO_2 ion kim loại chuyển tiếp (để tạo những trạng thái trung gian trong vùng cấm TiO_2) hoặc đưa thêm anion của C, N, F, P hoặc S (để thay thế O trong tinh thể TiO_2) nhằm làm giảm năng lượng E_g của quang xúc tác đồng thời mở rộng ánh sáng hấp thụ từ vùng UV sang vùng nhìn thấy và giảm sự tái kết hợp của những electron và lỗ trống được phát quang của TiO_2 [9,10].

Trong nghiên cứu của tác giả và cs (2018), các hợp chất của nitơ, amoni trong nước được xử lý bằng vật liệu nano TiO_2 biến tính N phủ trên C. Vật liệu này cho thấy hiệu suất xử lý cao trong cả vùng ánh sáng khả kiến.



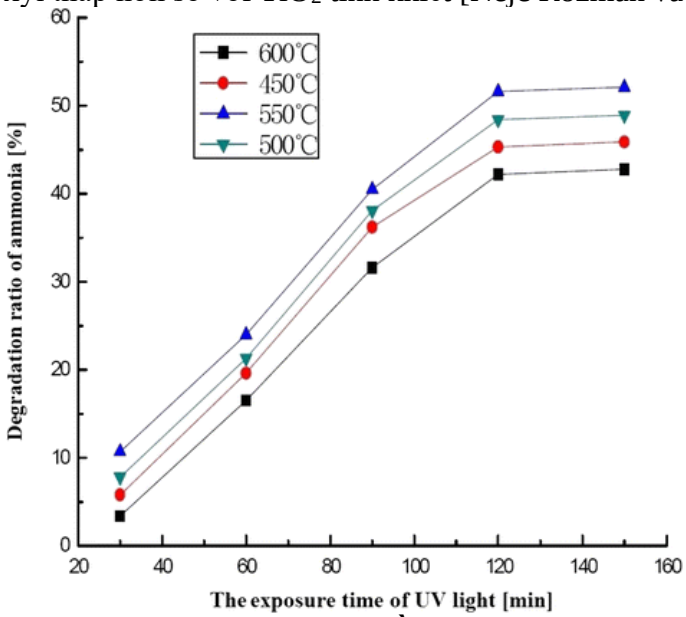
Hình 2: Biểu đồ thể hiện hiệu suất xử lý các hợp chất nito của vật liệu nano TiO_2 biến tính N trong các điều kiện ánh sáng khác nhau [4]

Năm 2007, Jie Zhang và cs đã nghiên cứu chế tạo TiO_2 nano pha tạp Er^{3+} bằng phương pháp hóa kết hợp xử lý nhiệt ở các chế độ khác nhau và đã thu được vật liệu TiO_2:Er^{3+} dạng hình cầu rỗng. Chi-Hnan Han, Hale-Soo Lee, Kyyong Lee, Sang Do Han đã nghiên cứu tổng hợp thành công TiO_2 nano đồng pha tạp Eu^{3+} - Yb^{3+} bằng phương pháp sol-gel kết hợp phương pháp nổ tại 700°C. Kết quả nghiên cứu cho thấy TiO_2 đồng pha tạp Eu^{3+} - Yb^{3+} có cấu trúc vô định hình, trong khi vật liệu TiO_2 không pha tạp có cấu trúc chủ yếu là rutile. Năm 2011, P. HaroGonZale, M. Pedroni, đã tổng hợp thành công TiO_2 dạng ống pha tạp Eu^{3+} bằng phương pháp thủy nhiệt. Kết quả phân tích nhiễu xạ và ảnh SEM cho thấy ống nano chiều dài khoảng 100nm hình thành do sự cuộn tròn của nhiều tấm TiO_2. Năm 2013, Yuechan Cao và cs đã tổng hợp và nghiên cứu tính chất phát quang của Sm^{3+} pha tạp trên nền các hạt TiO_2 nano bằng phương pháp sol-gel, khảo sát với các nồng độ tạp và nhiệt độ ủ khác nhau.

Năm 2017, Vesna Đorđevic Bojana và cs đã tổng quan các phương pháp chế tạo TiO_2 nano và tính chất quang của TiO_2 nano pha tạp các ion đất hiếm. Báo cáo chỉ ra rằng, việc đưa các ion đất hiếm hóa trị 3 vào nền mạng TiO_2 nano đã làm thay đổi cấu trúc và một số tính chất vật lý của hệ. Các ion đất hiếm có thể định xứ tại 3 vị trí khác nhau trong mạng tinh thể TiO_2 anatase. Cụ thể là, các ion đất hiếm có thể thay thế vị trí của Ti^{4+}, nằm ở các vị trí khuyết tật do sai hỏng mạng và định xứ ở gần bề mặt. Trong đó, phần lớn các ion đất hiếm chiếm vị trí gần bề mặt với mức độ đối xứng thấp. Mặt khác, các ion đất hiếm có bán kính ion lớn hơn Ti^{4+}, khi chiếm vị trí của Ti, khả năng linh động của các ion

giảm do đó đã ngăn cản quá trình tạo pha anatase của TiO_2 khi pha tạp nguyên tố đất hiếm. Khi các ion đất hiếm thay vào vị trí Ti^{4+} làm tăng các khuyết tật trong mạng tinh thể, từ đó làm giảm trật tự mạng gần dẫn đến kích thước tinh thể giảm. Ngoài ra, do TiO_2 (anatase) với độ rộng vùng cấm cỡ 3,2 eV, trong khi khe năng lượng (từ trạng thái cơ bản đến mức kích thích thấp nhất) của các ion đất hiếm tương đối lớn, nên chỉ có một số ion đất hiếm (Nd^{3+}, Sm^{3+}, Eu^{3+}, Ho^{3+}, Er^{3+}, Tm^{3+}, Yb^{3+}) khi pha tạp vào nền mạng này gây ra hiệu ứng phát quang.

Để tăng cường khả năng xúc tác quang của TiO_2 trong vùng ánh sáng nhìn thấy, TiO_2 đã được biến tính bằng hạt nano Eu và Au. Đánh giá khả năng xúc tác quang thông qua phản ứng phân hủy RhB. Kết quả cho thấy Au/Eu-TiO_2 có hoạt tính quang xúc tác tốt hơn so với TiO_2 biến tính chỉ bằng Au (Au/TiO_2) hoặc chất xúc tác TiO_2 biến tín với riêng Eu (Eu/TiO_2). Lý do có thể là hiệu ứng đồng thời của Eu và Au trên vật liệu giúp tăng cường hấp thụ ánh sáng nhìn thấy và thúc đẩy quá trình chuyển dịch điện tích của chất mang. Lý do trên được đưa ra khi sử dụng các phương pháp DRS, XPS và quang phổ điện quang chuyển tiếp. Bên cạnh đó, nghiên cứu cũng đã đề xuất một cơ chế phản ứng có thể xảy ra khi Au/Eu-TiO_2 đóng vai trò là xúc tác quang [Xiahui Lin và cs, 2018]. Tuy nhiên cũng có nghiên cứu chỉ ra khi biến tính TiO_2 bằng đất hiếm lại làm giảm khả năng hoạt tính. TiO_2 biến tính với đất hiếm sử dụng $TiOSO_4$ và các nguyên tố Ce, La, Gd và phân tích đặc tính cấu trúc, tính chất quang, hình thái và khả năng xúc tác bằng phương pháp nhiễu xạ tia X, UV-VIS, kính hiển vi điện tử quét phát xạ trường (FE-SEM). Kết quả cho thấy việc biến tính với các nguyên tố đất hiếm làm chậm sự biến đổi của anatase và brookit thành rutile. Tuy nhiên, nghiên cứu cũng đưa ra nhận định TiO_2 tinh khiết có hoạt tính cao hơn các vật liệu biến tính do các mẫu vật liệu biến tính đều có tỷ lệ Ti^{3+}/Ti^{4+} nhỏ hơn và oxy hydroxyl thấp hơn so với TiO_2 tinh khiết [Nejc Rozman và cs, 2019].



Hình 3. Hiệu quả loại bỏ amoni trong nước bằng xúc tác quang sử dụng TiO_2 và tia UV [Gong, X và cs, 2015]

3.2. Quang xúc tác phân hủy amoni sử dụng TiO_2 và TiO_2 biến tính

Quá trình oxy hóa tiên tiến gồm ozonation, oxy hóa peroxon, quá trình oxy hóa không khí ướt xúc tác, quá trình oxy hóa xúc tác quang, oxy hóa điện hóa đã được nghiên

cứu để chuyển hóa amoni và nitơ hữu cơ thành khí nitơ hoặc nitrat [Andrea G. Capodaglio và cs, 2015].

TiO_2 cố định trên các hạt thủy tinh được sử dụng làm chất xúc tác quang để phân hủy amoniac nồng độ cao trong nước. Màng TiO_2 được chuẩn bị thông qua lớp phủ sâu TiO_2 trong một hệ thống sol-gel tiền chất tetrabutyl titanate và nung ở 400-650 °C. Một số yếu tố ảnh hưởng như nhiệt độ ủ, thành phần chất xúc tác, thời gian tráng màng TiO_2, pH mẫu nước, thời gian tiếp xúc với tia cực tím, thời gian lặp lại,… đã được khảo sát. Kết quả cho thấy vật liệu có thể sử dụng hiệu quả để phân hủy quang xúc tác amoni trong nước ở nồng độ cao (xem hình 3) [Gong, X và cs, 2015].

Nghiên cứu động học của quá trình oxy hóa amoni ở nồng độ cao 26 – 214 mg/l bằng xúc tác quang sử dụng TiO_2 của được tiến hành. Một số yếu tố ảnh hưởng đến quá trình như pH, TiO_2, nồng độ amoni và O_2 hòa tan được đánh giá. Các sản phẩm của quá trình phân hủy gồm NO_2^-, NO_3^- và e N_2) đã được nghiên cứu [Murgia SM và cs, 2005].

4. Kết luận

Hiện trạng ô nhiễm amoni trong nước ngầm ở Hà Nội nói riêng và một số khu vực ở Việt Nam đặt ra thách thức về lựa chọn công nghệ xử lý hiệu quả, phù hợp.

Oxy hóa xúc tác quang sử dụng vật liệu TiO_2 và TiO_2 biến tính là công nghệ được nhiều tác giả nghiên cứu áp dụng với nhiều triển vọng. Các nghiên cứu cần được đánh giá đầy đủ hơn về tính phù hợp với điều kiện kinh tế của Việt Nam, vừa đảm bảo chi phí thấp, vận hành dễ dàng mà còn hạn chế các sản phẩm phụ gây ô nhiễm đến môi trường.

Tài liệu tham khảo

1. Lê Văn Cát (2007), Xử lý nước thải giàu hợp chất nitơ và photpho, NXB KHTN&CN Hà Nội.
2. Lê Văn Cát, Trịnh Xuân Đức (2015), Hệ thống tổ hợp tương hỗ trong kỹ thuật xử lý nước thải, NXB Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.
3. Liên đoàn địa chất thủy văn – Địa chất công trình miền Bắc (2005), Xây dựng cơ sở dữ liệu về nguồn tài nguyên nước trên địa bàn thành phố Hà Nội phục vụ công tác quản lý, UBND Thành phố Hà Nội.
4. Đặng Thị Ngọc Thủy, Nguyễn Hoàng Nam (2018), Preparation of TiO_2 nano-material coating on rice husk ash and application for nitrogen compound removal from water, Vietnam Journal of catalysis and adsorption, 7 – Issue 3 (2018) 97 -104.
5. Niêm giám thống kê 2015-2018. Cục thống kê thành phố Hà Nội.
6. Phạm Phát Tân, Nguyễn Thị Dung, Trần Mạnh Trí (2007), Nghiên cứu điều chế và đặc tính chất xúc tác TiO_2 được cấy thêm nguyên tố nitơ nhằm nâng cao đặc tính quang hóa ở vùng ánh sáng khả kiến. Tạp chí Khoa học và Công nghệ, tập 45, p. 93−98.
7. Trịnh Xuân Đức (2018). Nghiên cứu ứng dụng xử lý amoni trong nước ngầm trên hệ thiết bị sử dụng màng vi sinh chuyển động. Luận án TSKT.
8. Vinse (2014), Hồ sơ đề xuất cho phép chuẩn bị đầu tư dự án "Xây dựng nhà máy nước mặt sông Hồng", Công ty nước sạch Hà Nội.
9. Andrea G. Capodaglio, Petr Hlavínek, Massimo Raboni (2015), Physico-chemical technologies for nitrogen removal from wastewaters: a review. Rev. Ambient. Água, Vol.10, No.3 . https://doi.org/10.4136/ambi-agua.1618

10. Cong Y., Zhang J., Chen F., Anpo M., and He D., (2007), Preparation, Photocatalyst Activity, and Machamism of Nano−TiO_2 Co−Doped with Nitrogen and Iron (III). *Journal of Physical Chemistry*, Vol. 111, No.28, p. 10618−10623.
11. Gong, X., Wang, H., Yang, C. et al (2015), Photocatalytic degradation of high ammonia concentration wastewater by TiO_2 . Fut Cit & Env Vol 1, 12. https://doi.org/10.1186/s40984-015-0012-9
12. Jie Zhang, Xin Wang, Wei-Tao Zheng, Xiang-Gui Kong, Ya-Juan Sun, Xin, Wang (2007). Structure and luminescence properties of TiO_2:Er^{3+} nanocrystals annealed at different temperatures. Materials Letters. Vol 61, Issues 8–9, 1658-1661.
13. Murgia SM, Poletti A, Selvaggi R (2005) Photocatalytic degradation of high ammonia concentration water solutions by TiO_2. Ann Chim Vol 95, No. 5, 335–343.
14. Rozman, N.; Tobaldi, D.M.; Cvelbar, U.; Puliyalil, H.; Labrincha, J.A.; Legat, A.; Sever Škapin, A (2019), Hydrothermal Synthesis of Rare-Earth Modified Titania: Influence on Phase Composition, Optical Properties, and Photocatalytic Activity. Materials, Vol 12, 713.
15. Xiahui Lin, Hong Chen,Zhibiao Hu,Yidong Hou,Wenxin Dai (2018), Enhanced visible light photocatalysis of TiO_2 by Co-modification with Eu and Au nanoparticles, Solid State Sciences, Volume 83, 181-187.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Floods on the Tra Khuc river and inadequacies due human activities

Tuan Canh Le[1]
Ha noi University of Natural Resources and Enviroment, Vietnam

Received: 15/3/2020; Revised: 24/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

Every year floods often happening on the rivers of Central Vietnam. Most rivers in the Central region originate from the Truong Son Mountains in the West and flow into the South China Sea. General characteristics, rivers in central Vietnam are often short, the slope changes abruptly, when the rain comes up, the flood usually happening. One of the reasons that hinder flood drainage is human activities. Such as the construction of cross -river. land-use planning in coastal estuaries. The article writes about inadequacies in construction works and land use planning in the downstream area, Tra Khuc River in Quang Ngai province.

Key words: *flooding, Tra Khuc River, land- use.*

Introductions

Every year, in the rainy season, we have to brace ourselves to fight with nature. The central region of Vietnam, including Quang Ngai province, faces floods again. Tra Khuc River is an important river of Quang Ngai province. The last section, which runs from west to east, reaches the sea with a length of about 12 km (Figure 1). There have been many studies on the Tra Khuc River but not mentioning the influence of constructions on the ability to drain water when floods occur (Trung Ba Phạm, Mau Le Dinh, 2019; Tuan Canh Le, 2015; Tung Thanh Tran, 2006; Vi Phan Thi Tuong, 2012). The cause are many reasons for this, but an unworthy cause comes from land-use planning. The paper will analyze topographic fluctuations in the Tra Khuc estuary, Quang Ngai province. At the same time, warning of the planning of Ngoc Island on the Tra Khuc River has hindered the ability of flood drainage.

2. Material and methods

The documents use article include topography maps from 1965 to present, reports, projects related flooding on Tra Khuc river. The methods used for the article include:

- Analyze and select documents

- Theoretical basis analysis: the formation and development of the river occurred in 4 stages, estuarine areas related to the final stage. Due to special properties, Downstream areas on rivers often form terrain types such as mudflats, terraces, floating dunes in the middle of the stream, etc. These terrain types, which often change seasonally throughout the year, are classified as unstable.

- Outdoor research: Studying and surveying the actual distribution of population, buildings and land use of topographic forms in the lower section of the Tra Khuc river. Investigate information on floods, flow interactions with topographic forms.

[1] Corresponding author
Email: lctuan@hunre.edu.vn

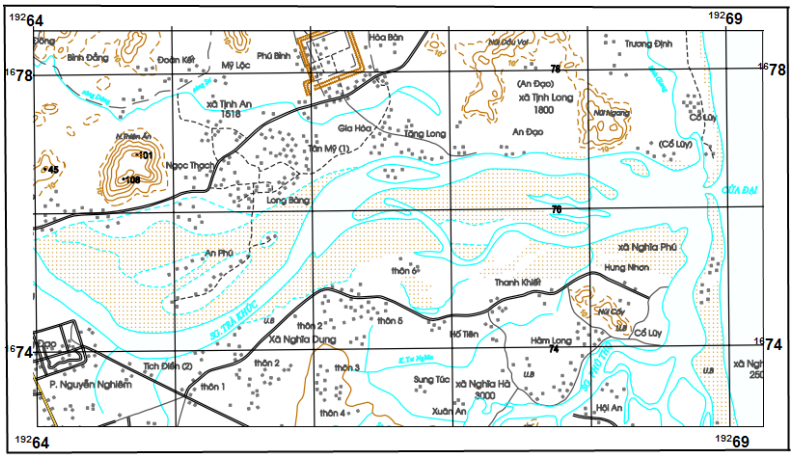


Figure 1. The last section, which runs from west to east, reaches the sea with a length of about 12 km

3. Reseach result

3.1. Overview of the flood situation on the Tra Khuc River.

Research results show that floods usually focus from September to December, and occur most often in October and November. Table 1 shows the average of the major floods in the year in the Tra Khuc River.

Table 1. Average of the major floods in the year

Featured	9	10	11	12	The average number of floods per year
The average number of floods	0,04	0,88	1,09	0,24	2,25
%	2	39	48	11	100

Every year, floods happen continuously, flooding the lower delta of the Tra Khuc River. Flooding is a major cause of crop damage, traffic congestion, and damage to homes and buildings. Here are some historic floods that happened on the Tra Khuc River:

In 1924: flood flow was approximately 10,000 m3 / s; In 1964, Q = 14,500 m3 / s, causing 80% of crop losses in the whole Quang Ngai plain; In 1998, the highest water level reached 7.72m, exceeding the III alarm level of 2.02m, estimated to cause damage of 158 billion VND; In 1999, the water level at Tra Khuc bridge reached Hmax = 8.36m, surpassing the warning level III by 2.66m, the total damage was up to 490 billion VND. In 2010, flooded cause many houses and traffic was delayed, threatening the safety of hydroelectric dams, people have to evacuate. Continuous flooding occurred in 2013 and 2017. 2017 flood peak measured at Tra Khuc bridge is 7.56m, on alert 3 is 1.06m. In October 2019, when it rains, floods appear again. The water level at Tra Khuc station measured on October 31, 2019, was: 5.89m, below the alert level of 3: 0.61m.

3.2. Fluctuations inflows and the effects of constructions across the Tra Khuc River

As we know, the process of formation and development of the river goes through 4 stages. Over time, the flow is always fluctuating. Downstream area, the slope of the river bed decreases, create mudflats, dunes floating on the river or terrace. These are topographic that are often changed. Especially, dunes floating on the river like the Dao Ngoc

of the Tra Khuc River, Quang Ngai province.

Analysis UTM map shows, in the years from1963 to 1969, there was no Dao Ngoc. At that time, the flow of the Tra Khuc river flows down to the South, creating an arc with a radius of about 1km, the central point is mountain peek of Thien An. An Phu village also comes from this period, and higher around, like a floating "mound" (Figure 1)

Along the Tra Khuc River, from An Phu village to Cua Dai, some of the dunes are formed, with dunes of about 1 km2 wide. The interaction of the river flow with waves and tides has formed a sand bar across the Dai estuary. Therefore, the Tra Khuc estuary is very small, reducing the ability of Tra Khuc to drain into the sea (Figure 1).

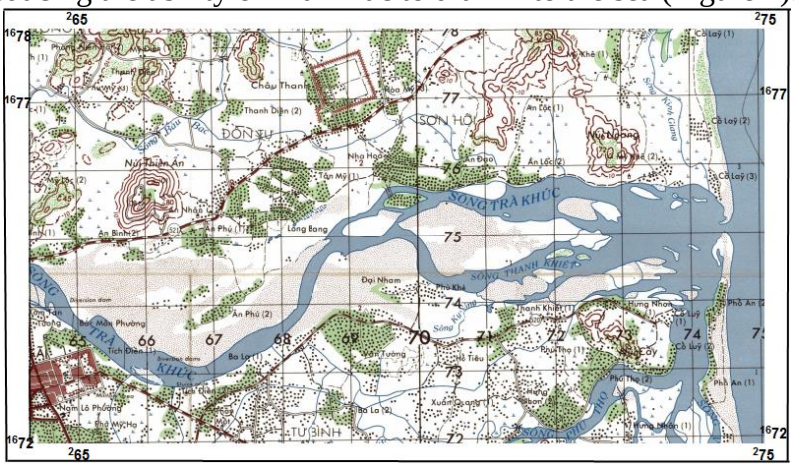


Figure 1. UTM map was drawn in 1963-1969, without Dao Ngoc, An Phu village is on the left bank of Tra Khuc River, sand bars cut cross Tra Khuc river, Cua Dai was very small.

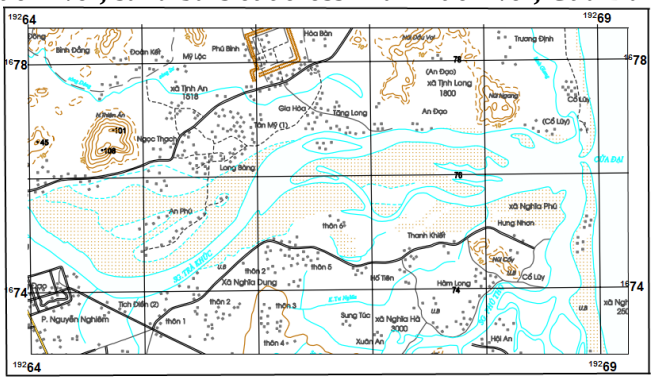


Figure 2. Gaus map drawn from 1993 to 1994, showing that Tra Khuc River has more flow in the North. Dao Ngoc began to form, An Phu village was divided.

From 1993 to 1994, the terrain along the Tra Khuc River has changed again. That is the appearance of the flow north of An Phu village. The dunes develop along the stream from An Phu village to Cua Dai estuary, the north bank of Tra Khuc river is more straight and smooth (Figure 2).

Thus, the flow of the Tra Khuc River has changed over time. The settlement process of the people on Dao Ngoc has tended to increase. The results of the field survey have confirmed, Currently, on Dao Ngoc, nearly

There is only one road to come to Dao Ngoc. Every year, when the rain season comes, the road is submerged again (photo 1, photo 2)

The study by Pham Ba Trung and Le Dinh Mau (2019) confirms: The channel in the

Tra Khuc estuary is always changing due to the movement of dunes on the two main banks of the river (Trung Ba Phạm, Mau Le Dinh, 2019).The results of this study were following the law of changes in river flows. Practical research and results of topographic map analysis, satellite images show, the flood drainage ability of the Tra Khuc river faces many difficulties because the path of the water to the sea is blocked by many obstacles. That is, the system of bridges, roads, railroad crossings to river and mudflats on the middle of the river. In particular, the construction of the Cua Dai Bridge at the end of 2017 has further hindered the drainage of the Tra Khuc River. In 2019, Quang Ngai province agreed with the planning and investment proposal of the Dao Ngoc Ecological Urban Area project proposed by Thai group Quang Ngai. Dao Ngoc is formed from sediments of Tra Khuc River, this is an unstable topography, often fluctuated over time. Currently, Dao Ngoc is condemned, causing congestion of the flow. Dao Ngoc planning as perspective view (Figure 3) will increase the flood disaster on the Tra Khuc River.



Photo 1. An Phu Village lies in the middle of Tra Khuc River, with only one access road.



Photo 2. When the flood returns, the road is submerged



Figure 3. The planning perspective of Dao Ngoc Ecological Urban Area proposed by Thai group - Photo: quangngai.gov

The construction of a bridge crosses the river, usually selected at the smallest river bed. About 3 km along the Tra Khuc river, there are 4 bridges (Railway Bridge, Thach Bich Bridge, Tra Khuc Bridge, and Tra Khuc 2 Bridge). The piers will become "retaining walls", hindering the flow of water (*Figure 4, photo 3*).



Figure 4. About 3 km along the Tra Khuc river, there are 4 bridges: Railway Bridge, Thach Bich Bridge, Tra Khuc Bridge, and Tra Khuc 2 Bridge.



Photo 3. A series of piers are obstacles to water, reducing the ability to drain water on the Tra Khuc river

3.3. Cua Dai is strongly accreted, due to the impact of waves and tides.

Research and analysis of topographic maps for 54 years (from 1965 to 2019) shows: Cua Dai is always changing due to the impact of waves and tides. In the flood season, Cua Dai is expanded, in the dry season, the Cua Dai is filled. Nowadays, Quang Ngai province continues to construct the Cua Dai Bridge, which is certain that the Cua Dai Bridge will adversely affect the flood drainage of the Tra Khuc River (Figure 5).

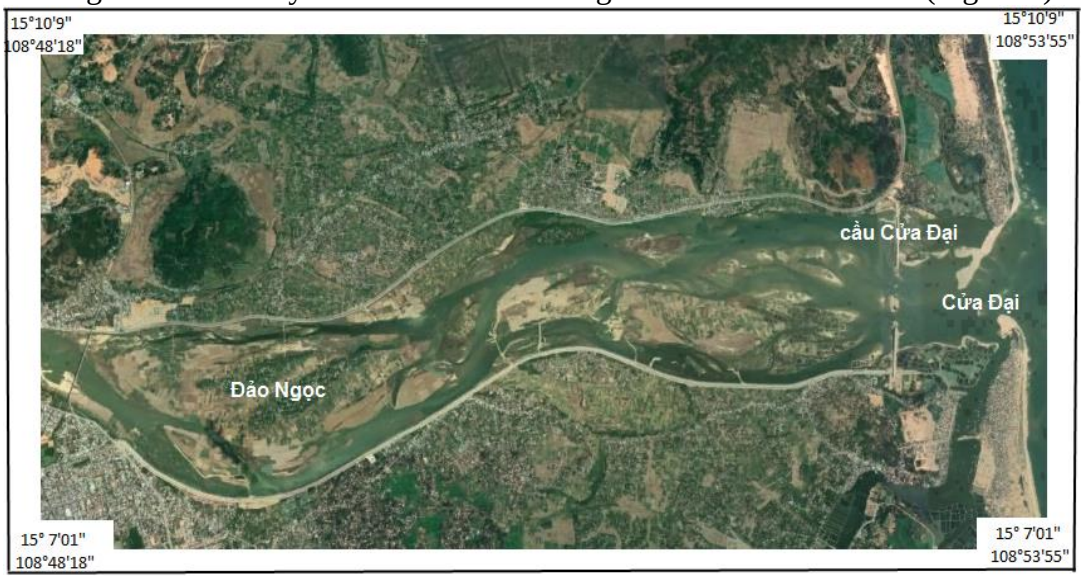


Figure 5. Lots of dune on the Tra Khuc river. Adding Cua Dai bridge cut cross, preventing water from flowing into the sea.

Along the Tra Khuc River, there are many dunes, plus Cua Dai Bridge, sand bars, which block the way of water to the East Sea (Figure 5, Figure 6).

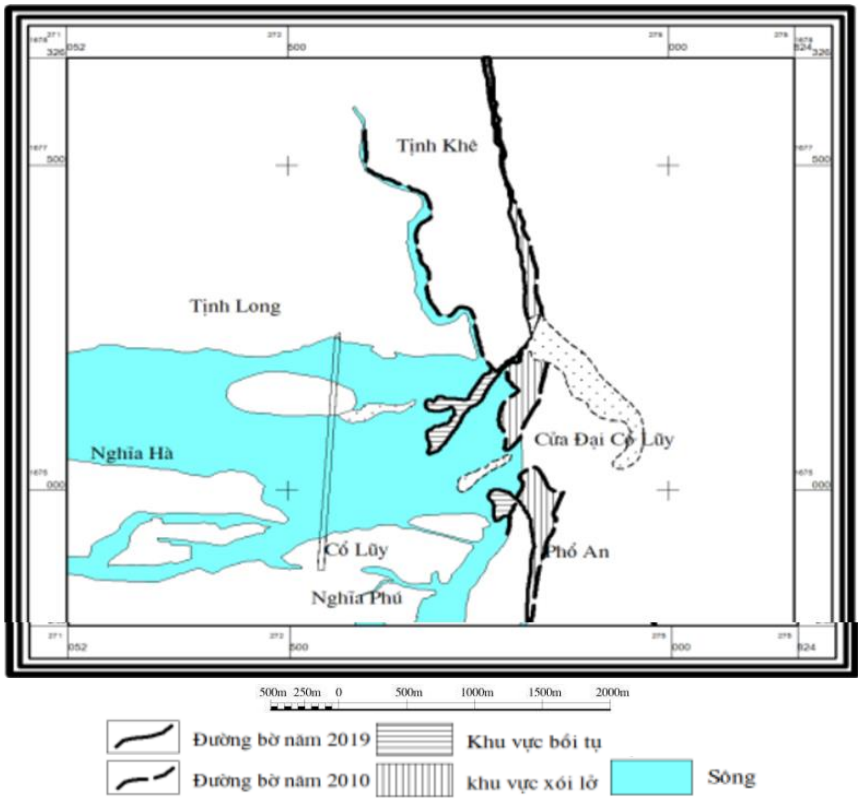


Figure 6. Cua Dai barrier by dunes are always fluctuating and the shoreline changes in the area of the Tra Khuc river (Trung Ba Phạm, Mau Le Dinh, 2019)

4. Conclusion

Floods often occur on the Tra Khuc River, causing much damage to people in Quang Ngai province. Have been too many constructions cut across the river, obstructing the ability to drain water is one of the many causes of increased flooding levels of the Tra Khuc River. Especially, Dao Ngoc is alluvial land located in the middle of Tra Khuc River, the land area is often to seasonal changes. Dao Ngoc's ecological urban area located on the flow of the Tra Khuc River has hindered the flow, contributing to increased flooding on the Tra Khuc River. For Quang Ngai to develop sustainably, it is necessary to have the close cooperation of scientists and managers. The lands on the river flow, such as Dao Ngoc on the Tra Khuc River, which have been planned by Quang Ngai province as residential land, will become a barrier to the river's drainage to the sea. Why are there irrational planning projects? The answer is for managers!

References

1. Trung Ba Phạm, Mau Le Dinh, 2019. Study erosion –deposition processes at Co Luy- Cua Lo Quang Ngai province. Proceeding the third Natonal scientific conference on Marine Geology Ha Noi, 22-23 October, 2019. Publishing House for Science and Technology.
2. https://motthegioi.vn/thoi-su-c-66/
3. https://www.quangngai.gov.vn/
4. http://kttvqg.gov.vn/du-bao/

5. Tuan Canh Le, 2015. Calculating sediment volume in coastal river mouths in central Vietnam, serving dredging river bed, mitigating flood events (piloting Cua Dai area, Tra Khuc river, Quang Ngai province). Scientific conference "Connecting basic scientific research with fields of Mining - Geology - Petroleum - Environment". Natural Science Publishing House and National Technology Publishing House, Hanoi.
6. Tung Thanh Tran, 2006. Analysis of changes in the morphology of Tra Khuc estuary, Quang Ngai province. Science and Technology Journal of Water Resources and Environment, No. 14
7. Vi Phan Thi Tuong, 2012. Study on solutions to stabilize the Tra Khuc river bed from downstream of Thach Nham dam to Cua Dai. Master thesis, archived at Danang University.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Khoanh vùng nguy cơ ô nhiễm môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản tại khu vực Thạch Hà, Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh

Nguyễn Thị Hòa[a*]
[a]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam*

Ngày nộp: 23/3/2020; Ngày chấp nhận: 3/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Trong những năm gần đây, vấn đề ô nhiễm môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản ngày càng nghiêm trọng. Tại vùng ven biển Thạch Hà, Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh, chất lượng môi trường liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản đang có những biến đổi bất lợi và tiêu cực với môi trường và con người, ngoài những vấn nạn về ô nhiễm môi trường, cạn kiệt nguồn tài nguyên còn có sự xuất hiện ngày càng nhiều những vấn đề xung đột môi trường. Bài báo đi nghiên cứu, đánh giá hiện trạng môi trường và tìm hiểu những biểu hiện, nguyên nhân của các vấn đề ô nhiễm môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản tại vùng Thạch Hà, Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh, từ đó tiến hành khoanh vùng nguy cơ các khu vực ô nhiễm môi trường dựa trên việc xây dựng các nguyên tác khoanh vùng và xây dựng ngưỡng hàm lượng các chất ô nhiễm nhằm ngăn chặn sự phát tán ô nhiễm môi trường ra bên ngoài và đề xuất các biện pháp phòng ngừa, ngăn chặn và giải quyết ảnh hưởng của ô nhiễm môi trường trong quá trình phát kinh tế xã hội.

Từ khóa: ô nhiễm môi trường, khai thác khoáng sản, Thạch Hà, Hà Tĩnh

1. Đặt vấn đề

Khai thác và chế biến khoáng sản là một ngành công nghiệp có ý nghĩa quan trọng đối với nền kinh tế quốc dân. Tuy nhiên, hoạt động khai thác, chế biến khoáng sản luôn là một trong những ngành công nghiệp gây nhiều tác động xấu nhất đến môi trường sinh thái. Bên cạnh đó công tác đánh giá hiện trạng môi trường chưa được quan tâm và thực hiện tốt, vì vậy, vấn đề ô nhiễm môi trường trong hoạt động khai thác khoáng sản ngày càng gia tăng cả về số lượng và quy mô. Yếu tố chính gây tác động đến môi trường là các hoạt động từ khai trường khai thác khoáng sản, các bãi thải, khí độc hại, bụi và nước thải mỏ,... làm phá vỡ cân bằng tự nhiên, gây ra sự ô nhiễm nặng nề đối với môi trường và ảnh hưởng trực tiếp đến sức khoẻ của con người.

Khu vực vùng ven biển Thạch Hà - Cẩm Xuyên là vùng có hoạt động khai thác diễn ra mạnh mẽ trong đó có cả khai thác kim loại như sắt (01 mỏ), ilmenit (02 mỏ) và đá vật liệu xây dựng (02 mỏ) và 01 mỏ đất san lấp với quy mô và công nghệ khác nhau [4]. Hoạt động khai thác khoáng sản đã góp phần giải quyết việc làm, tăng thu ngân sách, thúc đẩy kinh tế địa phương phát triển, nhưng do sản lượng khai thác lớn, công nghệ khai thác còn lạc hậu, công tác bảo vệ môi trường chưa được chú trọng... đã dẫn đến môi trường tại nhiều khu khai thác khoáng sản bị ô nhiễm và suy thoái khá nghiêm trọng. Khai thác khoáng sản vùng ven biển Thạch Hà – Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh gây ô nhiễm nước mặt và nước ngầm trầm trọng, làm biến dạng địa hình tự nhiên, phá hủy các thảm thực vật tự nhiên trong khu vực, làm ảnh hưởng đến sức chịu tải của môi trường, làm tăng nguy cơ gây xói lở bờ biển, tai biên môi trường như gây ra hiện tượng khô hạn, thiếu nước, sa mạc

[*] *Liên hệ tác giả:*
Email: hoa.mdc.bn@gmail.com

hóa…làm ảnh hưởng lớn đến môi trường và cuộc sống của người dân địa phương.

Xuất phát từ những luận cứ trên cho thấy rằng việc "Khoanh vùng nguy cơ ô nhiễm môi trường liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản tại khu vực Thạch Hà, Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh" nhằm đáp ứng yêu cầu và đòi hỏi cấp thiết của thực tế, phục vụ sự phát triển bền vững kinh tế - xã hội tại khu vực Thạch Hà, Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh là cần thiết.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để khoanh vùng nguy cơ ô nhiễm môi trường tại khu vực nghiên cúu, bài báo đã sử dụng các phương pháp gồm: Phương pháp thu thập, tổng hợp và phân tích tài liệu; Phương pháp phân tích bản đồ, biểu đồ; Phương pháp khảo sát, điều tra thực địa và hệ thông tin đia lý (GIS).

- Phương pháp phân tích tổng hợp tài liệu: tác giả chỉ rõ những nguyên nhân dẫn đến ô nhiễm môi trường, những lý luận và các dẫn chứng thực tiễn, từ đó đưa ra những ngưỡng nguy cơ ô nhiễm môi trường và tiến hành khoanh vùng những nơi có nguy cơ ô nhiễm môi trường liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản.

- Phương pháp nghiên cứu hiện trường: tác giả đã trực tiếp đến các mỏ, các công ty doanh nhiệp các cơ quan liên quan đến việc khai thác khoáng sản để nắm bắt quy trình hoạt động khai thác chế biến từ đó đề ra những hướng nghiên cứu cho bài báo.

- Phương pháp điều tra, thống kê: từ thực tiễn các báo cáo, số liệu thống kê của các mỏ đá, các công ty doanh nghiệp khai thác chế biến đá và các ngành quản lý tài nguyên về môi trường tác giả chắt lọc, thống kê số liệu liên quan tới đề tài để làm rõ hơn thực trạng khai thác khoáng sản vùng Thạch Hà – Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh.

3. Hiện trạng môi trường các khu vực hoạt động khai thác khoáng sản vùng nghiên cứu

Từ kết quả khảo sát thực địa, thu thập số liệu và phân tích hiện trạng môi trường tại khu vực nghiên cứu cho thấy hiện trạng môi trường vùng ven biển Thạch Hà – Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh như sau [4]:

Nước mặt và nước ngầm

Các mỏ khai thác khoáng sản ở vùng nghiên cứu ven biển Thạch Hà phân bố trên 2 nguồn nước mặt chính, gồm: suối Chùa Tran (Thạch Khê) và suối Đồng Bàn (Thạch Văn). Hiện trạng môi trường tại các nguồn nước như sau:

- *Suối Chùa Tran*: Là nguồn thu nước từ các suối nhánh phía Nam núi Nam Giới, chảy theo các hướng Tây-Tây Nam và hướng Đông qua các xóm Thành Long, Minh Sơn và Thượng Hải, chiều dài khoảng 8km. Đây là nguồn cung cấp nước sinh hoạt cho khoảng 200 hộ dân và tưới cho khoảng 820ha đất nông nghiệp của các xã Thạch Đỉnh, Thạch Khê và Thạch Hải.

Kết quả khảo sát thu thập được cũng cho thấy suối Chùa Tran và toàn bộ các suối nhánh đều bị ô nhiễm. Nước suối có màu trắng đục, chứa nhiều cặn lơ lửng. Kết quả đo và phân tích mẫu nước mặt cho độ pH: 4,86-5,94, thấp hơn tiêu chuẩn 1,23-1,01 lần; hàm lượng DO: 5,6-5,7mg/l, thấp hơn tiêu chuẩn 1,07-1,05 lần; COD: 19-47mg/l, vượt tiêu chuẩn 1,9-4,7 lần; BOD_5: 13-26mg/l, vượt tiêu chuẩn 3,25-6,5 lần.

Nước ngầm trong các giếng sinh hoạt của dân bị ô nhiễm đặc biệt nghiêm trọng. Nước có màu trắng đục, hàm lượng COD: 28-56mg/l, vượt tiêu chuẩn 7-14 lần.

Các cơ sở xả chất thải rắn và nước thải gây ô nhiễm gồm: các mỏ đá xây dựng của

Công ty Cổ phần Khai thác Chế biến đá Thạch Hải, Công ty Cổ phần 999; mỏ sắt của Công ty Cổ phần Sắt Thạch Khê và mỏ đất san lấp của Công ty Cổ phần Xây lắp Thương mại Vận tải Hoàng Dương.

- *Suối Đồng Bàn*: Suối là nguồn thu nước từ các khe nhỏ phía Đông xóm Trung Văn, xã Thạch Văn. Suối chảy theo hướng Đông Bắc qua xóm Đồng Bàn đổ ra Biển Đông, chiều dài khoảng 2km. Suối Đồng Bàn là nguồn cung cấp nước sinh hoạt cho khoảng 50 hộ dân và tưới tiêu cho khoảng 195ha đất nông nghiệp của xã Thạch Văn.

Trên các khe suối thuộc lưu vực suối Đồng Bàn có 1 mỏ khai thác ilmenit của Tổng công ty Khoáng sản và Thương mại Hà Tĩnh.

Kết quả nghiên cứu thu thập được cũng cho thấy toàn bộ lưu vực suối Đồng Bàn bị ô nhiễm. Nước suối có màu trắng đục, chứa nhiều cặn lơ lửng. Kết quả phân tích mẫu nước mặt đã xác định độ pH: 5,18-5,52, thấp hơn tiêu chuẩn 1,16-1,09 lần; hàm lượng DO: 5,40mg/l, thấp hơn tiêu chuẩn 1,1 lần; COD: 22-58mg/l, vượt tiêu chuẩn 2,2-5,8 lần; BOD_5: 12 -23mg/l, vượt tiêu chuẩn 3-5,8 lần. Nước ngầm trong giếng sinh hoạt của dân bị ô nhiễm đặc biệt nghiêm trọng. Nước có màu trắng đục, hàm lượng COD: 21-70mg/l, vượt tiêu chuẩn 5,2-17,5 lần.

Cơ sở xả thải gây ô nhiễm nguồn nước tại suối Đồng Bàn là mỏ khai thác quặng titan sa khoáng của Tổng công ty Khoáng sản và Thương mại Hà Tĩnh.

Môi trường đất

Trên địa bàn vùng ven biển Thạch Hà, diện tích đất bị ô nhiễm do hoạt động khai thác khoáng sản gây ra là đất đồng bằng ven biển, phân bố chủ yếu ở 3 khu vực chính gồm Thạch Khê và Thạch Văn. Hiện trạng môi trường đất tại các khu như sau:

- *Khu Thạch Khê*

Đất thổ nhưỡng khu Thạch Khê phân bố từ chân núi Nam Giới, thuộc các xã Thạch Bàn, Thạch Khê và Thạch Hải, diện tích khoảng 900ha. Đây là đất trồng lúa và trồng màu của nhân dân địa phương.

Kết quả phân tích mẫu đất thu thập được đã cho thấy một số vị trí có hàm lượng As: 15,5-29,7ppm, vượt tiêu chuẩn 1,29-2,48 lần; Cr^{6+}: 368ppm, vượt 1,47 lần.

Nguyên nhân ô nhiễm là do chất thải rắn và nước thải của các mỏ khai thác đá xây dựng của Công ty Cổ phần Khai thác Chế biến đá Thạch Hải, Công ty Cổ phần 999; mỏ khai thác quặng sắt của Công ty Cổ phần Sắt Thạch Khê và mỏ đất san lấp của Công ty Cổ phần Xây lắp Thương mại Vận tải Hoàng Dương.

- *Khu Thạch Văn*

Đất thổ nhưỡng khu Thạch Văn phân bố từ phía Nam xã Thạch Hải đến xóm Bắc Hoà, xã Cẩm Hoà, diện tích khoảng 400ha. Đây là đất trồng lúa và trồng màu của xã Thạch Văn. Kết quả thu thập số liệu phân tích trước kia cũng cho thấy hàm lượng As: 15,0-18,1ppm, vượt tiêu chuẩn 1,25-1,51 lần; Cr^{6+}: 317ppm, vượt 1,27 lần.

Nguyên nhân ô nhiễm đất là do chất thải rắn và nước thải mỏ khai thác quặng titan sa khoáng của Tổng Công ty Khoáng sản và Thương mại Hà Tĩnh.

Môi trường phóng xạ

Kết quả thu thập số liệu của Liên đoàn Địa chất Xạ-Hiếm về kết quả đo gamma môi trường, đo nồng độ radon trong đất, không khí và trong nước thuộc khu khai thác đá granit núi Nam Giới cho thấy hiện trạng môi trường phóng xạ tại khu vực như sau:

Tổng hợp từ kết quả đo gamma môi trường 94 điểm, radon 96 điểm cho thấy:

+ Suất liều gamma 0,06-0,43μSv/h, có 13 điểm suất liều ≥0,3μSv/h, vượt tiêu chuẩn

an toàn theo tiêu chuẩn thứ cấp, nhưng phân bố đơn lẻ tại khai trường.

+ Nồng độ radon trong đất 96,5-1620Bq/m3, trong không khí 0-54,4Bq/m3, trong nước 32-182Bq/m3, thấp hơn tiêu chuẩn cho phép.

4. Kết quả nghiên cứu

4.1. Nguyên tắc dự báo nguy cơ ô nhiễm

Đối với nguy cơ ô nhiễm môi trường nước

Các khu vực có nguy cơ ô nhiễm môi trường nước (nước mặt, nước ngầm) được dự báo dựa trên các nguyên tắc:

- Là diện tích ô nhiễm nước mặt, nước ngầm đã được xác định trong quá trình thu thập tài liệu hiện trạng môi trường tại các vùng khai thác khoáng sản.
- Là phạm vi thường xuyên có nước hoặc có nước theo mùa, chịu ảnh hưởng trực tiếp của chất thải rắn và nước thải, theo nguyên tắc chất thải luôn luôn phân tán từ nơi có địa hình cao xuống các vị trí thấp hơn.
- Là diện tích thường xuyên có nước thuộc các lưu vực sông, suối với vai trò là nguồn tiếp nhận chất thải, nước thải và các nguồn gây ô nhiễm khác từ các mỏ khai thác khoáng sản phân tán ra môi trường.
- Là diện tích ngập úng theo mùa gồm bãi phù sa, bãi bồi, thềm bậc I, bậc II với vai trò là nguồn tiếp nhận chất thải, nước thải và các nguồn gây ô nhiễm từ các mỏ trong các đợt lũ lụt [3].

Đối với nguy cơ ô nhiễm môi trường đất

Diện tích có nguy cơ ô nhiễm môi trường đất dựa trên các nguyên tắc:

- Là diện tích đất ô nhiễm đã được xác định từ các tài liệu thu thập được về hiện trạng môi trường tại các vùng khai thác khoáng sản.
- Là diện tích đất thuộc các sườn núi, thung lũng, ven sông suối và đồng bằng chịu ảnh hưởng trực tiếp của chất thải và nước thải, theo nguyên tắc chất thải phân tán từ cao xuống thấp.
- Các phần diện tích đất dưới thung lũng, dọc bờ sông và đất đồng bằng với vai trò là nguồn tiếp nhận chất thải rắn, nước thải và các nguồn gây ô nhiễm khác từ các mỏ khai thác khoáng sản phân tán ra môi trường.
- Diện tích đất thuộc các bãi bồi ven sông, các doi cát, bãi cát, thềm bậc I và bậc II chịu ảnh hưởng của môi trường nước dự báo bị ô nhiễm.

Đối với nguy cơ ô nhiễm môi trường không khí

Các khu vực dự báo có nguy cơ ô nhiễm môi trường không khí được đánh giá dựa trên các nguyên tắc sau:

- Diện tích có mật độ mỏ dày (khoảng 1-2 mỏ/1km^2) gồm khu khai thác đá xây dựng, đất san lấp, đá vôi trắng... hoặc các vùng có mật độ mỏ thưa, nhưng quy mô khai thác lớn như đá vôi xi măng, quặng sắt, mangan.
- Diện tích có các mỏ sử dụng nhiều phương tiện máy móc, vật liệu nổ công nghiệp.
- Cơ sở dự báo hướng phân tán nguồn ô nhiễm không khí là hướng gió chủ đạo và đặc điểm địa hình tại khu vực khai thác.

Đối với nguy cơ ô nhiễm phóng xạ

Diện tích có nguy cơ ô nhiễm môi trường phóng xạ được xác định dựa trên nguyên tắc:

- Là vị trí trực tiếp phân bố các thân quặng urani, ilmenit ven biển.

- Là diện tích đất thuộc các sườn núi, thung lũng, ven sông suối và đồng bằng chịu ảnh hưởng trực tiếp khi có quặng lăn đi xuống, theo nguyên tắc các mảnh đá có chứa các chất phóng xạ sẽ phân tán từ cao xuống thấp.

- Các phần diện tích đất dưới thung lũng, dọc bờ sông và đất đồng bằng với vai trò là khu vực tập trung các nguồn gây ô nhiễm khác từ các mỏ khai thác khoáng sản phân tán ra môi trường.

4.2. Xây dựng ngưỡng hàm lượng xác định mức độ ô nhiễm của các thông số môi trường tại khu vực nghiên cứu.

Mức độ ô nhiễm môi trường được xác định chi tiết cho từng thông số dựa trên cơ sở so sánh giữa kết quả phân tích mẫu với Quy chuẩn kỹ thuật Quốc gia về TCCLMT. Đối với nước mặt so sánh theo QCVN 08:2015/BTNMT; nước ngầm theo QCVN 09:2015/BTNMT; nước thải theo QCVN 24:2011/BTNMT; đất và chất thải rắn theo QCVN 03:2015/BTNMT; không khí theo QCVN 05:2013/BTNMT và QCVN 26:2010/BTNMT. Cụ thể, hàm lượng xác định các mức ô nhiễm của các thông số môi trường được trình bày trong bảng sau [1], [2].

Bảng 1. Hàm lượng xác định mức độ ô nhiễm của các thông số môi trường tại các khu vực khai thác khoáng sản vùng nghiên cứu

TT	Thông số môi môi trường (đơn vị tính)	Hàm lượng xác định mức độ ô nhiễm			
		Bình thường	Ô nhiễm	Nghiêm trọng	Đặc biệt nghiêm trọng
I	**Nước mặt**				
1	DO (mg/l)	≥6,0	1,0 - <3,0	<1,0	
2	pH	6,0 - 8,5	1,0 - <3,0 hoặc >8,5 -13,5	>13,5 - 14 hoặc <1,0	
3	Zn (mg/l)	≤0,5	>0,5 - 01,5	>0,15 - 2,5	>2,5
4	Pb (mg/l)	≤0,02	>0,2 - 0,06	>0,06 - 0,1	>0,1
5	Cd (mg/l)	≤0,005	>0,005 - 0,015	>0,015- 0,025	>0,025
6	SS (mg/l)	≤20	>20 - 60	>60 - 100	>100
7	As (mg/l)	≤0,01	>0,01 - 0,03	>0,03 - 0,05	>0,05
8	Hg (mg/l)	≤0,001	>0,001 - 0,003	>0,003 - 0,005	>0,005
9	BOD_5 (mg/l)	≤4	>4 - 12	>20 - 40	>40
10	COD (mg/l)	≤10	>10 - 30	>50 - 100	>100
11	NO_3^- (mg/l)	≤2	>2 - 6	>6 - 10	>10
II	**Nước ngầm**				
1	pH	5,5 - 8,5	1,0 - <5,5 hoặc >8,5 - 3,5	>13,5 - 14 hoặc <1,0	
2	Zn (mg/l)	≤3,0	>3,0 - 9	>9 - 15	>15
3	Pb (mg/l)	≤0,01	>0,01 - 0,03	>0,03 - 0,05	>0,05
4	Mn (mg/l)	≤0,5	>0,5 - 1,5	>0,15 - 2,5	>2,5
5	Cd (mg/l)	≤0,005	>0,005 - 0,015	>0,015 - 0,025	>0,025
6	As (mg/l)	≤0,05	>0,05 - 0,15	>0,15 - 0,25	>0,25
7	Hg (mg/l)	≤0,001	>0,001 - 0,003	>0,003 - 0,005	>0,005
8	COD (mg/l)	≤4	>4,0 - 20	>20 - 40	>40
9	NO_3^- (mg/l)	≤15	>15 - 75	>75 - 150	>150
III	**Nước thải**				
1	pH (mg/l)	6 - 9	1,0 - <6 hoặc >8,5 - 3,5	>13,5 - 14 hoặc <1,0	
2	Zn (mg/l)	≤2,97	>2,97 - 8,91	>8,91 - 14,85	>14,85

TT	Thông số môi môi trường (đơn vị tính)	Hàm lượng xác định mức độ ô nhiễm			
		Bình thường	Ô nhiễm	Nghiêm trọng	Đặc biệt nghiêm trọng
3	Pb (mg/l)	≤0,099	>0,099 - 0,297	>0,297 - 0,495	>0,495
4	Mn (mg/l)	≤0,50	>0,50 - 1,5	>1,5 - 2,5	>2,5
5	Cd (mg/l)	≤0,005	>0,005 - 0,015	>0,015 - 0,025	>0,025
6	SS (mg/l)	≤49,5	>49,5 - 148,5	>148,5 - 247,5	>247,5
7	As (mg/l)	≤0,05	>0,05 - 0,15	> 0,15 - 0,25	>0,25
8	Hg (mg/l)	≤0,005	>0,005 - 0,015	>0,015 - 0,025	>0,025
9	BOD_5 (mg/l)	≤29,7	>29,7 -148,5	>148,5	>297
10	COD (mg/l)	≤49,5	>49,5 - 247,5	>247,5	>495
11	NO_3^- (mg/l)	≤5	>5 - 25	>25 - 50	>50
IV	**Mẫu đất và chất thải rắn**				
1	Cu (ppm)	≤50	>50 - 150	>150 - 250	>250
2	Pb (ppm)	≤70	>70 - 210	>210 - 350	>350
3	Zn (ppm)	≤200	>200 - 600	>600 - 1.000	>1.000
4	Mn (ppm)	≤3000	>300 - 9.000	>900 - 15.000	>15.000
5	Cr^{6+} (ppm)	≤250	>250 - 750	>750 - 1.250	>1.250
6	Sb (ppm)	≤0,6	>0,6 - 1,8	>1,8 - 3,0	>3,0
7	Hg (ppm)	≤7	>7 - 21	>21 - 35	>35
8	As (ppm)	≤12	>12 - 36	>36 - 60	>60
V	**Không khí**				
1	Bụi lơ lửng ($\mu g/m^3$)	300	> 300 - 900	>900 - 1.500	>1.500
2	CO ($\mu g/m^3$)	30.000	>30.000-90.000	>90.000-150.000	>150.000
3	SO_2 ($\mu g/m^3$)	350	>350 - 1.050	>1.050 - 1.750	>1750
4	NO_3 ($\mu g/m^3$)	200	>200 - 600	>600 - 1.000	>1.000
5	Tiếng ồn (dBA)	70	>70 - 210	>210 - 350	>350

4.3. Khoanh vùng nguy cơ ô nhiễm môi trường tại khu vực Thạch Hà – Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh

Đối với khu vực nghiên cứu, diện tích dự báo ô nhiễm môi trường nước là các khe suối, ao hồ, các vùng trung thấp chứa nước mặt và tầng chứa nước ngầm trong cát sa khoáng ven biển, phân bố từ Thạch Bàn đến Thạch Văn, chiều dài trên 18km. Đặc điểm ô nhiễm như sau:

- Diện tích dự báo ô nhiễm 50km2.
- Thành phần ô nhiễm Mn, As.
- Mức độ dự báo ô nhiễm: Ô nhiễm đặc biệt nghiêm trọng.

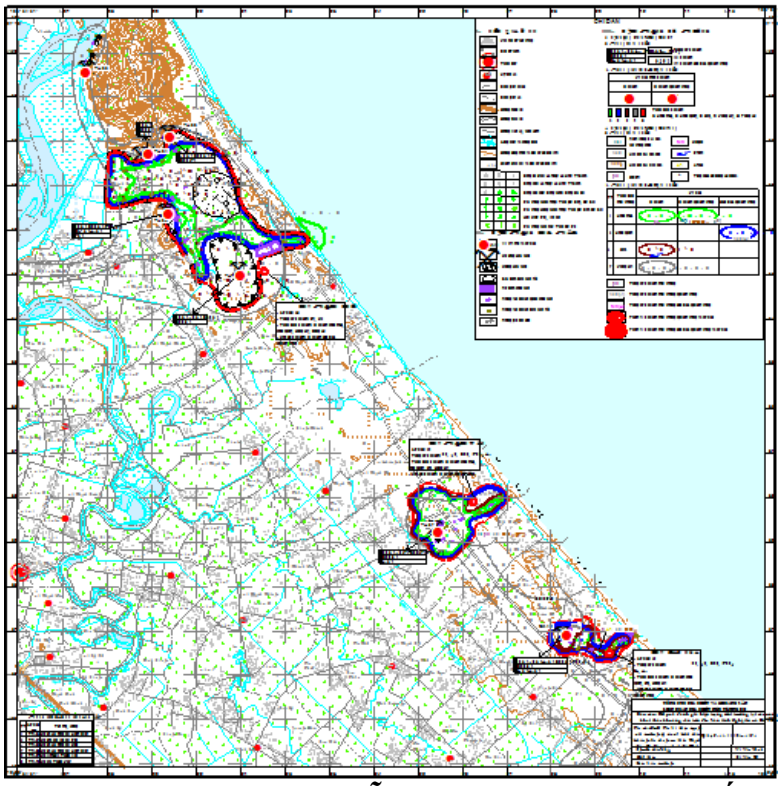
Vùng dự báo ô nhiễm môi trường đất là các bãi cát, cồn cát ven biển Thạch Hà, từ xã Thạch Bàn đến Thạch Văn, dài 18km. Đặc điểm ô nhiễm:

- Diện tích dự báo ô nhiễm 40km^2.
- Thành phần ô nhiễm Mn, As.
- Mức độ dự báo ô nhiễm: Ô nhiễm nghiêm trọng.

Phạm vi dự báo ô nhiễm môi trường không khí liên quan các mỏ khai thác quặng sắt và đá xây dựng tại Thạch Bàn, Thạch Đỉnh, Thạch Hải và ảnh hưởng đến các xã Thạch Khê, Thạch Văn... Đặc điểm ô nhiễm như sau:

- Theo hướng gió Đông Bắc, vùng dự báo ô nhiễm có diện phân bố theo hướng Tây Nam, chiều dài 19km, rộng 3km, diện tích 50km^2.

- Theo hướng gió Tây Nam, vùng dự báo ô nhiễm có hướng phân tán Đông Bắc, chiều dài 25km, rộng 3km, diện tích 60km^2.
- Mức độ dự báo ô nhiễm: Ô nhiễm.



Hình 1. Các vùng dự báo nguy cơ ô nhiễm môi trường liên quan đến các hoạt động khai thác khoáng sản tại Thạch Khê, Hà Tĩnh

5. Trao đổi, thảo luận

Sử dụng và khai thác khoáng sản và bảo vệ môi trường vùng ven bờ là trách nhiệm chung của cộng đồng và phải được xã hội hóa, thể hiện bằng các cam kết và hoàn thiện về thể chế. Đồng thời cần xây dựng và thực hiện kế hoạch phân vùng sử dụng tổng hợp vùng ven bờ, làm cơ sở để rà soát và điều chỉnh quy hoạch của các ngành kinh tế xã hội.

Quy hoạch vùng khai thác khoáng sản vùng ven biển một cách hợp lý, bảo đảm an toàn dân sinh và xã hội. Quy hoạch khai thác khoáng sản phải phù hợp với các quy hoạch khác của tỉnh theo hướng hài hóa giữa các bên, phát triển xã hội một cách bền vững, thân thiện với môi trường.

6. Kết luận

Có thể nói, khai thác tài nguyên khoáng sản cả nước nói chung và vùng Thạch Hà – Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh nói riêng tuy mang lại lợi ích kinh tế cho doanh nghiệp, cho quốc gia nhưng đã phải đánh đổi với sự hủy hoại môi trường sinh thái, đánh đổi với tiềm năng các nguồn tài nguyên khác như du lịch, nuôi trồng thủy sản, sản xuất nông, lâm nghiệp... và đối mặt với nhiều thách thức về kinh tế - xã hội của cộng đồng dân cư vùng khai khoáng. Bên cạnh đó, tài nguyên đất nước bị sử dụng lãng phí, cộng đồng dân cư địa phương phải gánh chịu hậu quả và chính quyền địa phương luôn phải tìm cách khắc phục. Do đó, việc khoanh vùng nguy cơ ô nhiễm môi trường tại vùng nghiên cứu là việc làm cần

thiết giúp cải thiện môi trường và sớm đưa ra các biên pháp giảm thiểu kịp thời và đúng thời điểm. Để khoanh vùng được nguy cơ ô nhiễm môi trường bài báo đã dựa trên các nguyên tắc dự báo nguy cơ ô nhiễm và xây dựng ngưỡng hàm lượng xác định mức độ ô nhiễm môi trường từ đó kết hợp với công nghệ GIS và viễn thám [5] đã tiến hành khoanh vùng được các khu vực có nguy cơ ô nhiễm môi trường ở các mức độ ô nhiễm khác nhau từ đó sớm đưa ra các biện pháp giảm thiểu ô nhiễm môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản gây ra một cách hợp lý nhằm đảm bảo sự phát triển bền vững của vùng Thạch Hà – Cẩm Xuyên, Hà Tĩnh nói riêng và xã hội nói chung.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2012. TT 04/2012/TT-BTNMT Quy định tiêu chí xác định cơ sở gây ô nhiễm môi trường, gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng, Hà Nội.
2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2007. TT 07/2007/TT-BTNMT Hướng dẫn phân loại quyết định danh mục cơ sở gây ô nhiễm môi trường cần phải xử lý, Hà Nội.
3. Đào Bùi Din, 2016. Đặc điểm địa chất thành tạo sa khoáng vùng ven biển bờ Hà Tĩnh. Tạp chí địa chất khoa học kỹ thuật Mỏ - Địa chất.
4. Hồ Văn Tú (chủ biên), 2012. Báo cáo kết quả đánh giá hiện trạng môi trường tại các vùng khai thác khoáng sản trên địa bàn tỉnh Nghệ An và Hà Tĩnh. Liên đoàn Địa chất Bắc Trung Bộ, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản Việt Nam, Hà Nội.
5. Nguyen Thi Hoa, 2018. The role of GIS and remote sensing on the environmental management of mining activities in Thach Ha, Cam Xuyen, Ha Tinh.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Vấn đề xây dựng cơ sở dữ liệu kiểm kê phát thải khí nhà kính cho ngành luyện kim bằng ứng dụng mã nguồn mở NoSQL MongoDB

Trần Thanh Hà[a1], Trần Thị Ngọc[b]
[a]Khoa Trắc Địa, Trường Đại học Mỏ - Địa chất
[b]Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Ngày nộp bài:10/3/2020; Ngày chấp nhận:9/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Vấn đề kiểm kê phát thải khí nhà kính đang là mối quan tâm hàng đầu không chỉ ở các nước phát triển như Mỹ, Canada, Anh , Pháp… mà đang thu hút chính phủ các quốc gia đang phát triển. Việt Nam với nền công nghiệp đang từng bước hiện đại hóa, cũng có sự chú trọng nhất định đến công tác kiểm kê phát thải KNK và bảo vệ môi sinh, phát triển bền vững. Ứng dụng giải pháp công nghệ vào trong các quá trình kiểm kê này giúp nâng cao chất lượng của các thông tin, dữ liệu đầu vào, mang đến sự thuận tiện khi tra cứu và tính toán lượng phát thải của đối tượng cụ thể, mà ở đây tác giả nghiên cứu- ngành luyện kim. Phần mềm được xây dựng trên cơ sở dữ liệu mã nguồn mở NoSQL MongoDB, cho phép người dùng tiếp cận thông tin nhanh nhất, thuận tiện nhất về lượng phát thải KNK của ngành. Trên cơ sở thông tin tiếp nhận được, người dùng có thể lựa chọn các kịch bản nhằm giảm nhẹ lượng phát thải khí nhà kính phù hợp với ngành.

Từ khóa: *kiểm kê phát thải, khí nhà kính, luyện kim, cơ sở dữ liệu mã nguồn mở.*

1. Đặt vấn đề

Sự phát thải khí nhà kính tăng lên được cho là do các hoạt động công nghiệp, tiêu thụ năng lượng của con người tăng dần (IPCC, 2006). Đó cũng chính là một trong những nguyên nhân dẫn đến sự ấm dần lên của trái đất, từ đó gây ra biến đổi khí hậu, nước biển dâng. Cuộc sống của con người cũng đang chịu các ảnh hưởng tiêu cực trực tiếp từ các hệ quả này. Do đó, hiểu rõ bản chất của quá trình phát thải khí nhà kính, đặc biệt do các hoạt động đốt nhiên liệu trong các ngành công nghiệp và năng lượng đang có vai trò quan trọng trong việc xây dựng lộ trình cắt giảm phát thải khí nhà kính trong tương lai trên toàn cầu, góp phần bảo vệ sự sống của nhân loại.

Việt Nam phê chuẩn Công ước khung của Liên hiệp Quốc về Biến đổi khí hậu (BĐKH) vào ngày 16/11/1994. Là thành viên của Công ước này, Việt Nam có nghĩa vụ thực hiện các hoạt động có liên quan, trong đó có việc thực hiện kiểm kê KNK trong các lĩnh vực khác nhau để làm rõ hiện trạng phát thải khí nhà kính. Thông báo Quốc gia lần thứ nhất (công bố năm 2003) về kiểm kê KNK quốc gia cho năm 1994 được thực hiện trong 5 lĩnh vực: năng lượng; quá trình công nghiệp; sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp; nông nghiệp và chất thải. Số liệu kiểm kê KNK năm 1994 cho thấy tổng lượng KNK phát thải của Việt Nam là 103,8 triệu tấn CO_2 tương đương, trong đó phát thải trong lĩnh vực sử dụng đất, thay đổi sử dụng đất và lâm nghiệp chiếm 18,7% tổng phát thải quốc gia (Bộ Tài nguyên và Môi trường 2003). Phát thải khí nhà kính quốc gia vào năm 2000 là 150,8 triệu tấn CO_2 tương đương, trong đó phát thải của lĩnh vực luyện kim chiếm 50% tổng phát thải (Bộ Tài nguyên và Môi trường 2010). Cho đến nay, các

[1] *Liên hệ tác giả:*
E-mail: tranthanhha@humg.edu.vn

chương trình kiểm kê KNK của Việt Nam vẫn sử dụng cách tiếp cận 1, là cách tiếp cận đơn giản nhất để tính toán sự thay đổi trữ lượng các bon và các khí không phải CO_2. Theo đó, các hệ số phát thải được dùng trong quá trình kiểm kê là các hệ số được IPCC đề xuất và có thể áp dụng cho nhiều vùng lãnh thổ có cùng đới khí hậu. Do đó các dữ liệu đầu vào trong các chương trình kiểm kê KNK ở Việt Nam vẫn tồn tại độ không chắc chắn khá cao (Bộ Tài nguyên và Môi trường 2010). Nhằm nâng cao chất lượng kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam, đề tài "Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải khí nhà kính và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải khí nhà kính đối với ngành công nghiệp luyện kim" được thực hiện bởi Trung tâm hỗ trợ phát triển Khoa học kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa Chất. Mục tiêu của đề tài là nhằm xây dựng bộ cơ sở dữ liệu đầu vào, phần mềm và hướng dẫn kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam. Phần mềm kiểm kê KNK có thể được sử dụng để tính toán thay đổi trữ lượng phát thải khí nhà kính theo quy định của IPCC. Hơn nữa, các hệ số phát thải quốc tế và của Việt Nam phù hợp với kiểm kê KNK và module hệ số phát được tích hợp trong phần mềm, giúp quá trình kiểm kê được hoàn thiện, đầy đủ và tiện lợi cho người sử dụng hơn.

2. Giới thiệu chung về phương pháp kiểm kê KNK

Các yêu cầu dữ liệu đầu vào cho kiểm kê KNK được tiếp cận dựa trên các hướng dẫn của IPCC về kiểm kê KNK quốc gia (IPCC 1996, 2003 và 2006). Phương pháp chuyên gia được áp dụng để phân tích các yêu cầu dữ liệu đầu vào cho kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim. Dựa trên các yêu cầu về dữ liệu đầu vào cho kiểm kê KNK quốc gia và xem xét mức độ sẵn có của số liệu ở Việt Nam, tiến hành phân tích đánh giá và tổng hợp các dữ liệu liên quan. Các số liệu liên quan được thu thập và tổng hợp từ các nghiên cứu sẵn có, bao gồm các nghiên cứu về tiêu thụ năng lượng quá trình chuyển hóa, hệ số phát thải, lượng các bon (CO_2), lượng CH_4, các số liệu về kiểm khí nhà kính, v.v. Trên cơ sở về dữ liệu và các yêu cầu về kiểm kê KNK, phần mềm kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim được xây dựng. Phần mềm xây dựng dựa trên các tiêu chí: i) đơn giản, dễ sử dụng, có giao diện người dùng thân thiện; ii) kiểm kê KNK được tính toán riêng rẽ theo cách tiếp cận 1 và cách tiếp cận 2; iii) có tính mở, cho phép người dùng cập nhật các hệ số phát thải mới, và truy xuất kết quả dễ dàng; và iv) kết quả tính toán có thể được truy xuất theo từng loại khí thải như CO_2, CH_4 hoặc tổng hợp vào một bảng kết quả tổng hợp.

3. Phần mềm kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim

3.1 Giới thiệu chung

Phần mềm kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim được xây dựng trên ngôn ngữ NoSQL, NoSQL là 1 dạng CSDL mã nguồn mở và được viết tắt bởi: None-Relational SQL hay có nơi thường gọi là Not-Only SQL. NoSQL được phát triển trên Javascript Framework với kiểu dữ liệu là JSON và dạng dữ liệu theo kiểu key và value. NoSQL ra đời như là 1 mảnh vá cho những khuyết điểm và thiếu sót cũng như hạn chế của mô hình dữ liệu quan hệ RDBMS (Relational Database Management System - Hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ) về tốc độ, tính năng, khả năng mở rộng,...

MongoDB là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở, là CSDL thuộc NoSql và được hàng triệu người sử dụng. MongoDB hoạt động dưới một tiến trình ngầm service, luôn mở một cổng (Cổng mặc định là 27017) để lắng nghe các yêu cầu truy vấn, thao tác từ các ứng dụng gửi vào sau đó mới tiến hành xử lý. MongoDB là một database hướng tài liệu (document), các dữ liệu được lưu trữ trong document kiểu JSON thay vì dạng bảng

như CSDL quan hệ nên truy vấn sẽ rất nhanh. Với CSDL quan hệ chúng ta có khái niệm bảng, các cơ sở dữ liệu quan hệ (như MySQL hay SQL Server...) sử dụng các bảng để lưu dữ liệu thì với MongoDB chúng ta sẽ dùng khái niệm là collection thay vì bảng. So với RDBMS thì trong MongoDB collection ứng với table, còn document sẽ ứng với row , MongoDB sẽ dùng các document thay cho row trong RDBMS. Các collection trong MongoDB được cấu trúc rất linh hoạt, cho phép các dữ liệu lưu trữ không cần tuân theo một cấu trúc nhất định. Thông tin liên quan được lưu trữ cùng nhau để truy cập truy vấn nhanh thông qua ngôn ngữ truy vấn MongoDB. Mỗi khi có một truy vấn dữ liệu, bản ghi được cache (ghi đệm) lên bộ nhớ Ram, để phục vụ lượt truy vấn sau diễn ra nhanh hơn mà không cần phải đọc từ ổ cứng. Khi có yêu cầu thêm/sửa/xóa bản ghi, để đảm bảo hiệu suất của ứng dụng mặc định MongoDB sẽ chưa cập nhật xuống ổ cứng ngay, mà sau 60 giây MongoDB mới thực hiện ghi toàn bộ dữ liệu thay đổi từ RAM xuống ổ cứng.

3.2. Chức năng của phần mềm

Các dữ liệu đầu vào và các thuật toán sử dụng trong tính toán hệ số phát thải: Công tác kiểm kê phát thải khí nhà kính đã được đề xuất trong tài liệu hướng dẫn IPCC 1996, sau đó được xem xét sửa đổi trong tài liệu hướng dẫn GPG 2000 và được bổ sung hoàn thiện trong tài liệu hướng dẫn IPCC 2006. Đây là tài liệu cơ bản để thực hiện công tác kiểm kê đối với các lĩnh vực có phát thải khí nhà kính theo các mục cụ thể đã được liệt kê sẵn trong các bảng. Các Quốc Gia sẽ vận dụng để tính toán lượng phát thải khí nhà kính phù hợp với điều kiện cụ thể của nước đó để viết báo cáo cho các thời điểm kiểm kê (GPG, 2000; IPCC, 2006).

Các phương pháp ước tính khối lượng khí nhà kính phát thải đối với lĩnh vực năng lượng được thực hiện theo các nguồn phát thải đối với các hoạt động đốt nhiên liệu được liệt kê cụ thể theo bảng có sẵn. Nguyên tắc chung là khối lượng phát thải được tính bằng sự tiêu thụ nhiên liệu nhân với hệ số phát thải ứng với nhiên liệu đó. Tuy nhiên, có 3 phương pháp cụ thể khác nhau được áp dụng đối với sự khác nhau của nhiên liệu và khí phát thải nhà kính, sự phù hợp với các yêu cầu của các loại khí chính cần phân tích và để loại trừ sự ước tính trùng lặp (IPCC Volume 2, 2006, Chapter 2):

Bậc 1 được áp dụng đối với nhiên liệu và nguồn phát thải dưới đây:

- Nguồn nhiên liệu thuộc danh sách đã phân loại từ trước
- Hệ số phát thải đối với nhiên liệu đó đã biết trước

Bậc 2 được áp dụng đối với:

- Nguồn nhiên liệu thuộc danh sách đã phân loại từ trước
- Hệ số phát thải đối với nhiên liệu và khí phát thải đặc biệt của từng quốc gia

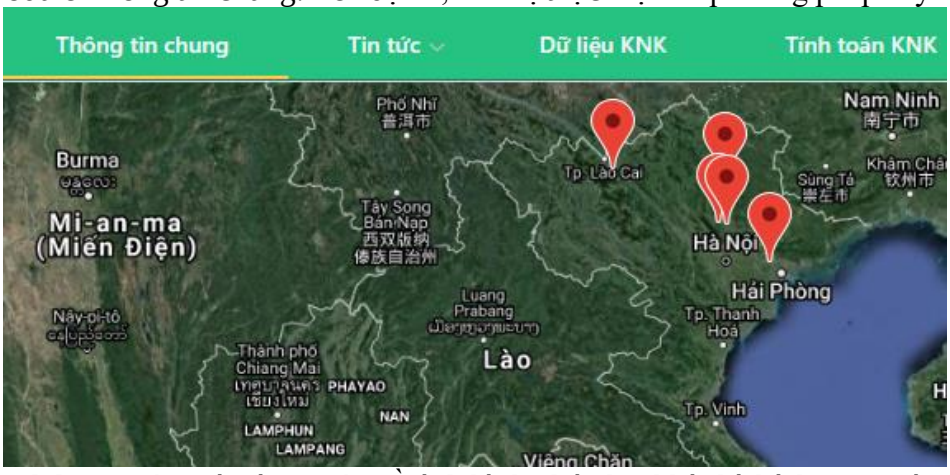
Bậc 3: Phương pháp 1 và 2 được áp dụng đối với hệ số phát thải trung bình của các loại nhiên liệu cũng như các loại nhiên liệu tổng hợp đã được phân loại.

Nhưng trong thực tế sự phát thải phụ thuộc vào: Loại nhiên liệu sử dụng, công nghệ đốt, điều kiện vận hành, kỹ thuật điều khiển; sự bảo đảm chất lượng sản phẩm và thời gian sử dụng thiết bị để đốt nhiên liệu.

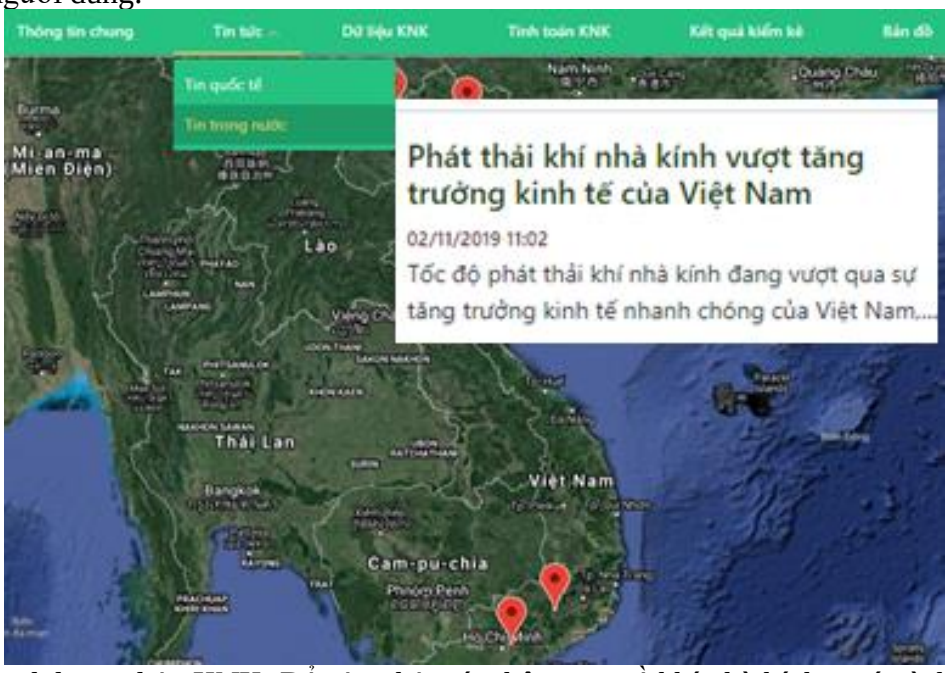
Đối với kiểm kê KNK phát thải trong ngành công nghệ luyện kim, theo hướng dẫn của IPCC thì cả 3 bậc được sử dụng để ước tính khí CO_2, hai phương pháp được sử dụng để ước tính CH_4 ngoại trừ bậc 2 không được sử dụng. Đối với việc sử dụng bậc 3 cần phải có thêm dữ liệu phát thải CO_2 và NH_4 của các nhà máy cụ thể.

Phần mềm kiểm kê khí nhà kính trong lĩnh vực lâm nghiệp được xây dựng bao gồm 5 module, chi tiết chức năng của các module như sau:

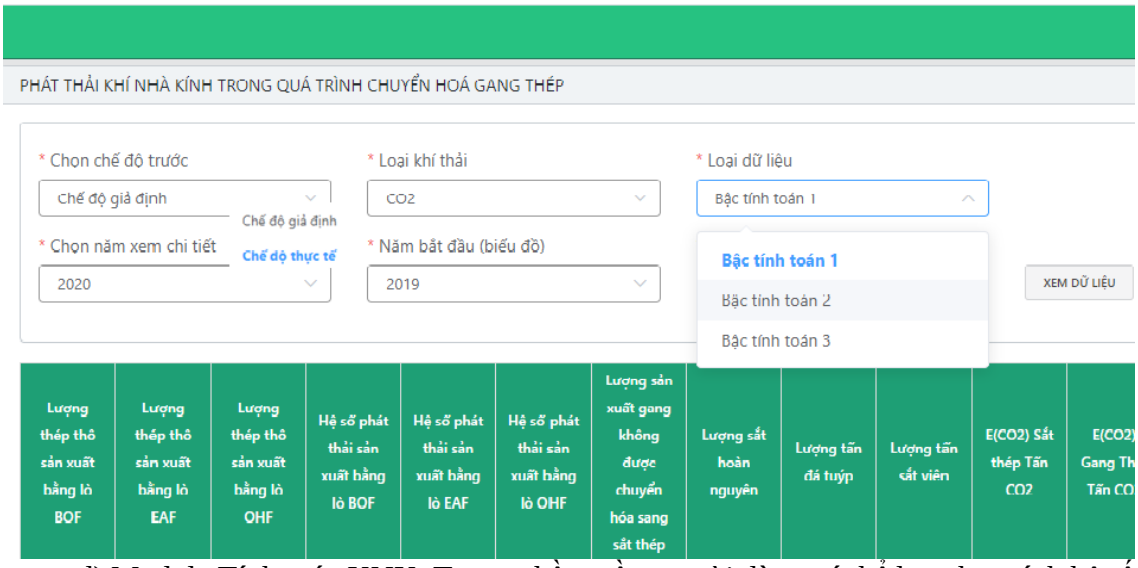
a) Module Thông tin chung: Tên dự án, đơn vị thực hiện và phương pháp xây dựng



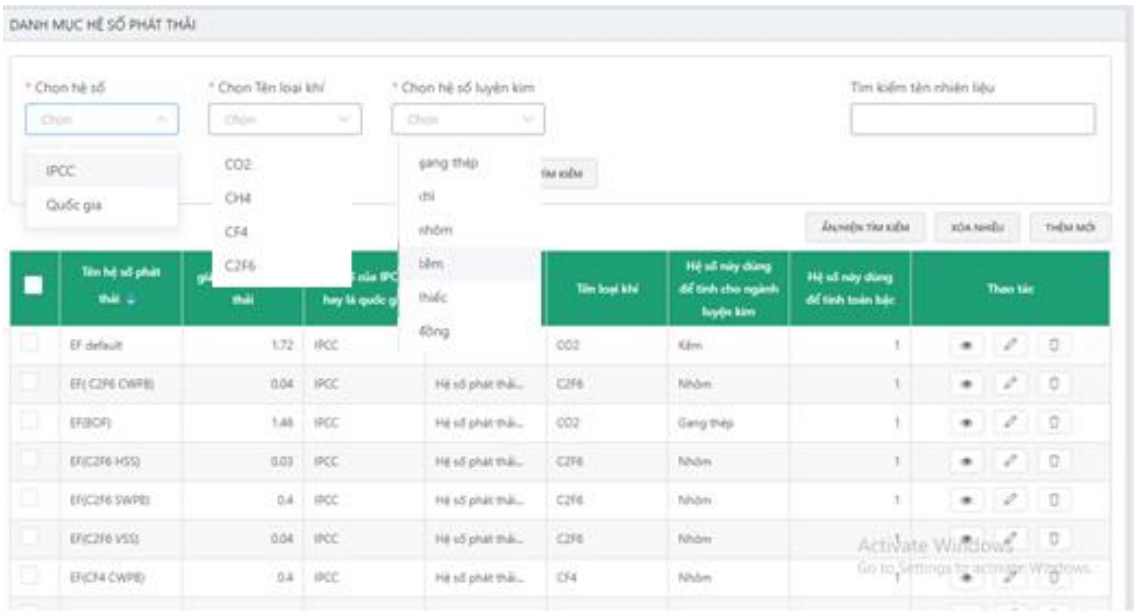
b) Module Tin tức: Là các tin tức về tình hình phát thải khí nhà kính trong và ngoài nước, thống kê các bài báo liên quan đến tình hình biến đổi khí hậu ở Việt Nam và trên toàn cầu. Các thông tin này có thể được cập nhật thường xuyên để có nhiều tin tức mới nhất đến người dùng.



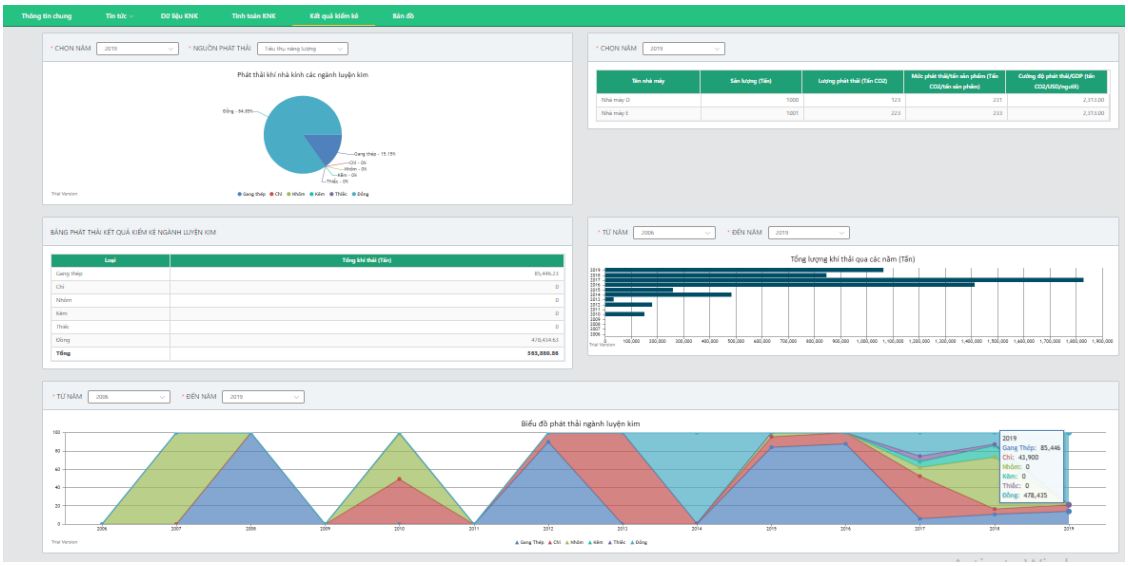
c) Module Dữ liệu KNK: Để cập nhật các thông tin về khí nhà kính, quá trình sản xuất, nhiên liệu tiêu thụ, Số liệu đo khí thải để phục vụ tính toán hệ số phát thải. Từ đó có thể chọn chế độ phát thải giả định hoặc thực tế. Mục đích để đưa ra được các kịch bản giảm phát thải.



d) Module Tính toán KNK: Trong phần mềm người dùng có thể lựa chọn tính hệ số phát thải theo IPCC hoặc theo quốc gia, chọn loại khí thải muốn tính toán và chọn các loại hình luyện kim.



e) Module Kết quả kiểm kê phát thải khí nhà kính: Trong module này sẽ cho người dùng biết tổng lượng phát thải của ngành luyện kim và tỷ lệ phát thải của từng ngành qua các năm. Từ đó giúp các nhà quản lý hoạch định được kế hoạch giảm phát thải cho tương lai.



4. Kết luận

Qua quá trình tính toán hệ số phát thải khí nhà kính bằng phần mềm ứng dụng ngôn ngữ NoSQL MongoDB có thể thấy rằng phần mềm có tính năng thuận lợi khi có thể tích hợp trên điện thoại thông minh và internet nhằm tra cứu online các hệ số phát thải. Các số liệu đo được cập nhật dễ dàng thông qua các bảng excel. Phần mềm giúp cho các nhà quản lý có cái nhìn tổng quan về tổng lượng phát thải khí nhà kính để từ đó lựa chọn các kịch bản giảm phát thải phù hợp với nền kinh tế trong nước. Ngoài kết quả tính hệ số phát thải chính xác phần mềm còn có giao diện đẹp, thân thiện với người dùng.

Các kết quả thử nghiệm cho thấy, phát thải của lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam hiện nay chiếm phần lớn lượng khí nhà kính thải ra môi trường, đặc biệt trong lĩnh vực luyện gang – thép (ngành này chiếm phần trăm nhiều nhất). Phần mềm có thể tính toán thay đổi trữ lượng phát thải hàng năm của từng lĩnh vực luyện kim khác nhau theo quy định và hướng dẫn của IPCC, do vậy các chương trình kiểm kê khí nhà kính quốc gia trong lĩnh vực luyện kim, các chương trình và dự án giảm phát thải khí nhà kính trong luyện kim,v.v, có thể sử dụng phần mềm này để tính toán hệ số phát thải.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và môi trường, 2003. Thông báo quốc gia lần thứ nhất của Việt Nam cho Công ước khung của liên hiệp quốc về Biến đổi khí hậu (UNFCCC). Bộ Tài nguyên và Môi trường.

2. Bộ Tài Nguyên và Môi trường, 2010. Báo cáo hội thảo "Việt Nam: chuẩn bị Thông báo Quốc gia lần II cho Công ước khung của Liên Hiệp Quốc về BDKH". Bộ Tài nguyên và môi trường.

3. FAO, 2011. Global Forest Recources Assessment 2010. FAO, Rome, Italia.

4. IPCC, 1996. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Chap. 5, Land use change & Forestry. Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.

5. IPCC, 2003. Good practice Guidance for land use, land-use change and forestry. Institute of Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.

6. IPCC, 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 4, Agriculture, forestry and other land use (AFLOLU). Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

REDD+ in Vietnam: Influences of institution and political factors on its formulation and implementation

Le Thi Tinh Chi[a1], *Tran Anh Tuan*[a]
[a]*Faculty of Environmental Science, University of Sciences, Hue University*

Received: 14/3/2020; Revised: 21/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

The idea of reducing emissions from deforestation and forest degradation plus the sustainable management of forests, and the conservation and enhancement of forest carbon stocks (REDD+) was presented in 2007 at the Bali 13th Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Achieving the expected objective of REDD+ requires a development of an integrated mechanism which consists of institutions and structures from international, national to sub-national levels. This improvement is expected to achieve through national safeguards and co-benefits which contribute to the accountability, transparency, and participation in governing resources. As a country likely to be significantly affected by climate change, Vietnam has involved intensively in international discourses and engaged actively in REDD+ initiatives. However, the progress of Vietnam REDD+ has been facing various restrictions, in which the political issues are considered as the most challenging perspective. Through using the quantitative data, mainly secondary data collected and synthesized from a wide range of relevant sources and researches at national and international level, this paper aims to analyze the influences of politics and political actors' participation, and the gap in the process of REDD+ formulation and implementation in Vietnam. Based on such results, and a review and comparison to other countries, it then recommends some solutions with a hope of improving the effectiveness of Vietnam's REDD+ policies and programs.

Key Words: *Climate change, REDD+ process, institution, political factors, Vietnam*

1. Introduction

1.1. The progress of REDD+ over the world

Since its formulation, REDD+ has become one of a critical attention of developing countries in climate change mitigation efforts. So far, there have been over 300 initiatives regarding REDD+ in the world, which was implemented in 47 countries. Currently, the REDD+ stages of engaged countries are different. While some countries are still preparing and de-signing REDD+ policies and programs, some others are implementing plans (Brockhaus and Di Gregorio, 2014).

In the domestic context, REDD+ progress at national level is defined as the foundation of 'new institutions, procedures and capacity building' activities through the commitments of actors (Korhonen-Kurki et al., 2013). Brockhaus and Di Gregorio (2014) highlighted some outstanding countries which are in the progress of REED+ phase 2, including Vietnam, Brazil, Indonesia, Tanzania, PNG, and Nepal. In which, Brazil and Indonesia are the two countries that has advanced the most in the progress of REDD+ with the reform of policies and has obtained significant changes. Next, the REDD+ in Vietnam is in steady progess whereas Tanzania, PNG and Nepal have made slow steps

[1] *Corresponding author*
Email: letinhchi@gmail.com

toward REDD+. Meanwhile, Cameroon is the country has little change and progress although this country has had a 'very early engagement with multilateral donors for REDD+ initiative'.

1.2. The formation and legal framework of REDD+ in Vietnam

In 2009, Vietnam initiated its efforts of REDD+ phase 1, known as REDD+ readiness. In 2012, Vietnam introduced REDD+ as a National Action Program which is divided into two target periods of 2011 - 2015 and 2016 - 2020, and conducted in conjunction with various relevant programs and pilot projects in ten provinces. After that, Vietnam moved into Phase 2 of REDD+ implementation with the preparation of implementing participatory and result-based demonstration activities by pilot projects. Until now, there have been 35 site-based REDD+ Plans developed and approved in Vietnam.

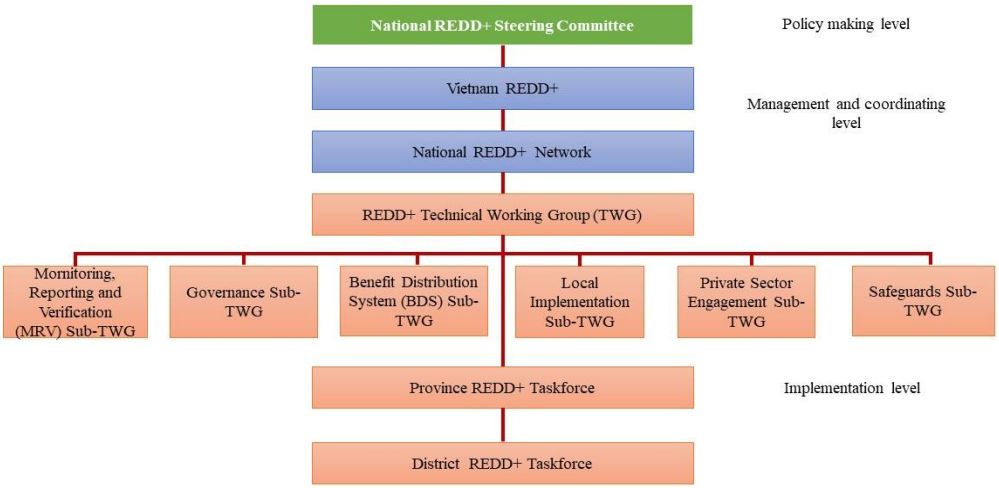


Figure 1. Vietnam REDD+ Institutional Arrangement (Adapted from Pham et al., 2012)

Regarding REDD+ policies and legal framework, the Vietnamese government has created several policies and target programs towards environmental and forest protection and poverty reduction (Huynh and Keenan, 2017; Pham et al., 2014). Notably, the Decision No. 380 in 2008 and Decree No. 99 in 2010 on payments for forest environmental services (PFES) with the aims to enhance the quality and quantity of forest areas. The institutional arrangement for REDD+ implementation in Vietnam is presented in Figure 1.

In general, Vietnam has demonstrated progressive efforts in REDD+ commitments and has achieved significant improvements through policy reforms (Brockhaus and Di Gregorio, 2014; Huynh and Keenan, 2017). However, almost initiatives related to REDD+ in Vietnam are still in initial steps; and like many other developing countries, all activities are piloted and not reached 'a full meaning of carbon transformation' (Pham et al., 2015,).

2. The challenges of foundation and implementing REDD+ in Vietnam

2.1. National politics and governance system

Vietnam has maintained the authoritarian regime throughout its governance and

po-litical structure, in which the government plays a central and dominant role in deci-sion-making processes (Huynh and Keenan, 2017; Pham et al., 2012). Outstand-ingly, all policies and institutions within forestry sector, including the REDD+ arena, are profoundly restricted by the 'political legacy of centralized decision-making' (Pham et al., 2012) or 'top-down approach' (Pham, Hoang and Campbell, 2008). In fact, the pol-icy-making process of Vietnam is a 'multi-level' and 'multi-player', in which the con-nections between the horizontal and vertical administration system is very complex (Pham, Hoang and Campbell, 2008). The governance system for environmental activities in Vietnam is pre-sented in Figure 2.

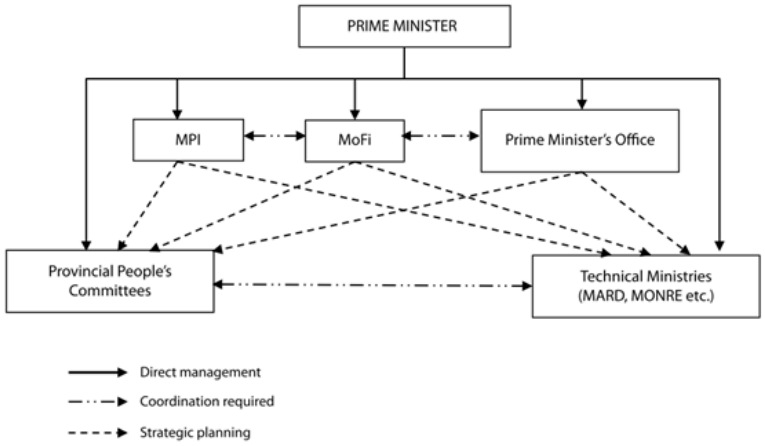


Figure 2. Governance system for environmental activities in Vietnam (Adapted from Pham, Hoang and Campbell (2008)

Multi-governance by different ministries and agencies has led to the overlap in pro-jects' objectives and activities, and even the cost-effectiveness of the programs. For instance, these authors highlight that REDD+ activities in Vietnam are now technically performed by Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE) and Ministry of Agriculture and Rural Development (MARD). Meanwhile, the Ministry of Finance (MoFi) and Min-istry of Planning and Investment (MPI) are responsible for managing and allocating the budget. Thus, although there is the division of responsibilities between these ministries, it might create difficulties in cross-sectoral activities and coordination.

Additionally, within authoritarian structure of governance with high concentration of power, the governmental dominance affects REDD+ implementation (Pham et al., 2014) and the involvement of multiple actors in decision-making, such as non-state po-litical actors (Brockhaus and Di Gregorio, 2014; Korhonen-Kurki et al., 2013), as well as the absence of poorer providers of environmental services (Pham et al., 2012).

2.2. Participation of political actors and their influences on REDD+ arena

The effective policy-making process in general needs the active engagement of all stakeholders at all level. Under Vietnam's political system, the level of participation of different actors is affected by the degree of autonomy and their political willingness (Dalby, 2005). Consequently, the voices and opinions of limited autonomy actors have little influence on REDD+ policy making process in Vietnam. Even though MARD has been concerned about the coordination regime among stakeholders, there is neither

measure nor indication for ensuring active and efficient participation of these actors. Thus, the efficiency of collaboration across level and stakeholders is very low (Pham et al., 2012).

2.2.1. Government actor

In Vietnam, the national government is the dominant actor in the REDD+ decision making; which are unwillingly transfered to other actors (Brockhaus and Di Gregorio, 2014; Pham et al., 2015). In reality, the involvement of central government agencies is different due to the difference of their interests and priorities. For example, although MoFi and MPI are responsible for planning and financial allocation, their engagements in REDD+ policy discussion are inadequate; and their roles in most cases are just like observers. This is because they REDD+ perception is beyond their expertise (Pham et al., 2014; Huynh and Keenan, 2017).

At the local level (province, district and commune), the participation of these au-thorities in REDD+ policy decision is also limited. Because of highly concentrated power at central government, local governments lack full power in REDD+ implementation (Pham, Hoang and Campbell, 2008). In almost all REDD+ policy-making processes, there is only one representative of local government agencies who involved in the policy consultation stage. The reason is most consultations are organized at the central level with the restricted funding for the local participation. Moreover, some local officials are not attracted by the REDD+ discussion because 'they are afraid of losing government subsidies and regular funding' (Pham, Hoang and Campbell 2008).

2.2.2. Private sector

In Vietnam REDD+ domain, the private sector includes hydropower plants, timber companies, construction, and tourism companies (Pham et al., 2014). In fact, during the policy-making process of REDD+, the private sector has only been interested in those which they think they directly affected them. For instance, these companies were interested in the Decision No. 380 and Decree No.99 because these regulations impacted their benefits and obligations regarding a payment of a certain amount for forest protection and rural devel-opment. Additionally, REDD+ activities are unattractive to private sector because of the complicated and unclear scheme of participation and benefit-sharing (Hoang et al., 2013).

2.2.3. Non-Governmental Organization (NGOs) and Civil Society Organizations (CSOs)

In the REDD+ arena, NGOs and CSOs often show their highest interests in the policy-making process with some policy options proposed for allocation REDD+ financial and benefit-sharing mechanism (Pham et al., 2014). They are expected to be representatives of vulnerable groups such as local communities and ethnic minorities. However, in the context of Vietnam's political system, they tend to be limited in the autonomy to impress their voices and ideas on decision making discourse (Brockhaus and Di Gregorio, 2014; Huynh and Keenan, 2017; Pham et al., 2014). This is because these NGOs are likely to advocate the different policy options from the government's. Especially, most mass organizations such as women's unions and farmers' associations were usually absent from REDD+ discourses (Pham et al., 2014).

2.2.4. Ethnic minorities

According to Errico (2016), ethnic minorities are essential stakeholders in REDD+ because they are the primary drivers of deforestation and forest degradation. Thus, if

there are proper incentives, they could contribute to the success of REDD+ initiatives. In Vietnam, ethnic minority groups account 14% of the total national population and represent the large percentage of those 60 million people who rely on forests for their living. Vietnam ratified the UN Declaration on the Right of Indigenous peoples in 2007 and adopted the the Free, Prior and Informed Consent (FPIC) in some its pilot projects as a commitment of the government to include ethnic minorities in REDD+ progress (Pham et al., 2015). However, the reality for this determination is quite tricky. In Vietnam, due to the influence of Marx-ist–Leninist ideologies of a centralized democracy, the issues of democracy and human rights are seen as 'political sensitive' (Pham et al., 2015). Thus, political discourse often lacks the space of citizen's voice and empower.

3. Conclusions and recommendations

Concerning authoritarian regime and multilevel governance system, it is necessary for Vietnam to match diverse actors' interests and encourage them by setting up transparent institutions. It requires the forming and forcing a regulation to clarify the rights, responsibilities, and procedures for stakeholders, especially among ministries during REDD+ formulation and implementation. In addition, the Vietnamese government should consider a shift to participatory approach in governance system in stead of the current top-down model to improve the transparency, accountability, and inclusive REDD+ decision-making process.

Furthermore, for improved participation of political actors and reduced conflicts among them, Vietnam REDD+ process needs to form an organization including all REDD+ stakeholders' representatives with its mission for advocating and consulting policy options. It may ensure the equity and the voices of all actors during decision actors. Tanzania, for example, has shown its concern over this solution; and under REDD+ Task Force, the government has promoted the contributions of all stakeholders to the national REDD+ strategy. It means that this country has succeeded in engaging the voices of different actors in policy processes, which contribute to solving the interest conflict.
Finally, the Vietnam REDD+ process needs to consider giving space for participation of the poor, women and ethnic minorities to ensure the national commitments to efforts regarding FPIC.

In short, if these solutions are considered and conducted, the progress of REDD+ could be improved and reached the target directions.

References

1. Angelsen A., 2009. Realising REDD+: National strategy and policy options, Cifor.
2. Brockhaus M. and Di Gregorio M.. 2014, National REDD plus policy networks: from cooperation to conflict. Ecology and Society, vol. 19, no. 4, p. 14.
3. Brockhaus M., Di Gregorio M. and Mardiah S., 2013. Governing the design of national REDD+: An analysis of the power of agency.
4. Dalby S., 2005. Political space: Autonomy, liberalism, and empire. Alternatives, vol. 30, no. 4, pp. 415-441.
5. Errico S., 2016. Opportunities and challenges to strengthen indigenous peoples' rights and livelihoods in the context of REDD plus : a study of REDD plus implementation in Vietnam. International Forestry Review, vol. 18, no. 4, pp. 412-428.
6. Forsyth T., 2009. Multilevel, multiactor governance in REDD+: participation,

integration and coordination. Center for International Forestry Research (CIFOR), Bogor, Indonesia.

7. Hoang M. H., Do T. H., Pham M. T., van Noordwijk M. and Minang P. A., 2013. Benefit distribution across scales to reduce emissions from deforestation and forest degradation (REDD plus) in Vietnam. Land Use Policy, vol. 31, pp. 48-60.
8. Huynh T. B. and Keenan, R. J., 2017. Revitalizing REDD plus Policy Processes in Vietnam: The Roles of State and Non-State Actors. Forests, vol. 8, no. 3, p 53.
9. Korhonen-Kurki K., Brockhaus M., Duchelle A. E., Atmadja S., Thuy, P. T and Schofield L., 2013. Multiple levels and multiple challenges for measurement, reporting and verification of REDD. International Journal of the Commons, vol. 7, no. 2, pp. 344-366.
10. Pham T. T., Castella J. C., Lestrelin G., Mertz O., Le D. N., Moeliono M., Nguyen T. Q., Vu H. T. and Nguyen T. D., 2015. Adapting Free, Prior, and Informed Consent (FPIC) to Local Contexts in REDD+: Lessons from Three Experiments in Vietnam. Forests, vol. 6, no. 7, pp. 2405-2423.
11. Pham T. T., Di Gregorio M., Carmenta R., Brockhaus M. and Le, D. N., 2014. The REDD plus policy arena in Vietnam: participation of policy actors. Ecology and Society, vol. 19, no. 2, p. 22.
12. Pham T. T., Hoang M. H. and Campbell, B. M., 2008, Pro - poor payments for environmental services: Challenges for the government and administrative agencies in Vietnam. Public Administration and Development, vol. 28, no. 5, pp. 363-373.
13. Pham T. T., Moeliono M., Hien N. T., Tho N. H. and Hien V. T., 2012. The context of REDD+ in Vietnam: Drivers, agents and institutions, vol. 75, CIFOR.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Phân vùng mức độ xáo trộn cảnh quan ảnh hưởng đến các di sản địa chất. Lấy ví dụ tại khu vực Trùng Khánh, tỉnh Cao Bằng

Nguyễn Quốc Phi[1], Nguyễn Thị Cúc, Phan Thị Mai Hoa
Trường Đại học Mỏ - Địa chất

Ngày nộp: 23/3/2020; Ngày chấp nhận: 3/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Các khu vực di sản địa chất nói chung rất nhạy cảm với các xáo trộn về cảnh quan môi trường dưới tác động của tự nhiên và con người. Các tác động này có khả năng ảnh hưởng rất lớn đến việc bảo tồn các di sản và việc khôi phục môi trường tại các khu vực này trở về trạng thái ban đầu là công việc rất khó khăn và trong nhiều trường hợp là hoàn toàn bất khả thi. Nghiên cứu này hướng đến việc xây dựng Chỉ số xáo trộn cảnh quan LDI (Landscape Disturbance Index) kết hợp ứng dụng công nghệ GIS và viễn thám để phân vùng mức độ xáo trộn cảnh quan ảnh hưởng đến các di sản địa chất tại khu vực Trùng Khánh, thuộc Công viên địa chất Non Nước Cao Bằng, tỉnh Cao Bằng. Mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường của khu vực nghiên cứu được đánh giá thông qua việc lượng hóa các giá trị LDI và xây dựng bản đồ phân vùng mức độ xáo trộn cảnh quan với 4 mức độ tác động. Để đảm bảo cho sự tin cậy của các kết quả tính toán, việc xây dựng cơ sở dữ liệu các yếu tố ảnh hưởng kết hợp kết quả phân tích nguy cơ xảy ra các tai biến tự nhiên và tác động nhân sinh trên nền GIS, viễn thám là hết sức cần thiết. Kết quả nghiên cứu cho thấy khu vực thác Bản Giốc, động Ngườm Ngao có mức xáo trộn trung bình với giá trị LDI từ 0,25 đến 0,50 điểm. Khu Bảo tồn Vượn Cao Vít đang có mức độ xáo trộn mạnh nhất, nhiều vị trí có giá trị LDI lên tới trên 0,75 điểm. Kết quả xác định các khu vực chịu tác động về xáo trộn cảnh quan môi trường giúp đánh giá tổng thể theo tiêu chí đánh giá liên ngành về địa chất và môi trường là một bước đi quan trọng hướng tới bảo tồn thiên nhiên một cách tổng thể, toàn diện hơn, hướng đến quản lý bền vững các di sản địa chất tại khu vực.

Từ khóa: áo trộn cảnh quan, di sản địa chất, Trùng Khánh, Non nước Cao Bằng

1. Mở đầu

Các di sản địa chất chứa đựng những giá trị nổi bật về địa chất, địa mạo và đa dạng sinh học và là một dạng cảnh quan môi trường đặc biệt, mang lại nhiều giá trị về nguồn lợi kinh tế, khoa học, giáo dục, giải trí và thẩm mỹ [5]. Công viên địa chất Non Nước Cao Bằng mang giá trị lịch sử 500 triệu năm của Trái Đất qua các dấu tích về cổ sinh, địa tầng, địa mạo, các hoạt động kiến tạo, núi lửa, tài nguyên khoáng sản, đặc biệt là các cảnh quan karst đặc trưng, đại diện cho sự tiến hóa và thay đổi của lịch sử Trái Đất[6]. Đồng thời, công viên còn chứa đựng nhiều di sản văn hóa vật thể và phi vật thể, đặc biệt là các di tích lịch sử cách mạng như Di tích Quốc gia Đặc biệt Pác Bó, Di tích Quốc gia Đặc biệt Rừng Trần Hưng Đạo... Ngày 12 tháng 4 năm 2018, UNESCO đã chính thức công nhận đây là công viên địa chất toàn cầu thứ hai tại Việt Nam sau CVĐC toàn cầu Cao nguyên đá Đồng Văn thuộc tỉnh Hà Giang.

* *Liên hệ tác giả*
Email: nguyenquocphi@gmail.com

Công viên Địa chất Non Nước Cao Bằng là một công viên địa chất quốc gia có diện tích hơn 3000km^2 thuộc tỉnh Cao Bằng, bao gồm các huyện Hà Quảng, Trà Lĩnh, Quảng Uyên, Trùng Khánh, Hạ Lang, Phục Hòa và một phần diện tích của các huyện Hòa An, Nguyên Bình và Thạch An. Các khu vực di sản địa chất nói chung rất nhạy cảm với các xáo trộn về cảnh quan môi trường dưới tác động của tự nhiên và con người. Các tác động này có khả năng ảnh hưởng rất lớn đến việc bảo tồn các di sản và việc khôi phục môi trường tại các khu vực này trở về trạng thái ban đầu là công việc rất khó khăn. Do vậy, nghiên cứu này được thực hiện nhằm tìm hiểu và phân tích các yếu tố gây xáo trộn đến cảnh quan môi trường đối với các khu vực công viên địa chất. Trong đó tác giả tập trung vào việc nghiên cứu áp dụng Chỉ số xáo trộn cảnh quan LDI (Landscape Disturbance Index) cho khu vực Công viên địa chất Non Nước Cao Bằng, tỉnh Cao Bằng.

2. Phương pháp nghiên cứu và hiện trạng môi trường khu vực nghiên cứu

2.1. *Chỉ số xáo trộn môi trường LDI*

Chỉ số xáo trộn cảnh quan môi trường LDI[3] được xây dựng và phát triển dựa trên các tài liệu nghiên cứu có trước như các chỉ số xáo trộn môi trường karst (KDI) đánh giá cho các vùng phát triển cảnh quan karst[7], chỉ số xáo trộn môi trường (EDI) dựa vào nguồn tư liệu viễn thám. Trong đó, chỉ số LDI được mở rộng hơn với nhiều đối tượng về cảnh quan hơn so với chỉ số KDI chỉ tập trung vào môi trường karst. Chỉ số xáo trộn môi trường karst (KDI - Karst Disturbance Index) là phương pháp đánh giá tổng thể tác động của các hoạt động nhân sinh tới môi trường cảnh quan karst được Beynen and Townsend đề xuất năm 2005.

Chỉ số xáo trộn cảnh quan môi trường LDI là phương pháp mới để đánh giá tác động của môi trường tự nhiên và con người đến cảnh quan môi trường tại một khu vực. LDI thường được xác định theo 02 nhóm tiêu chí: biến động môi trường tự nhiên và biến động do con người gây ra.

Chỉ số LDI được tính toán gồm 2 bước như sau:

- Bước 1: Tính toán chỉ số LDI tổng hợp

$$LDI = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\frac{DI_i}{w_i} \quad (1)$$

Trong đó: DI_i là giá trị xáo trộn của lớp thông tin i;
w_i là giá trị trọng số của lớp thông tin i;
n là tổng số lớp thông tin.

- Bước 2: Chuẩn hóa về thang điểm từ 0 đến 1 hoặc chuyển đổi về tỷ lệ %.

Mức độ xáo trộn theo LDI được phân cấp thành 4 cấp như trong bảng sau:

Bảng 1: Phân cấp mức độ xáo trộn theo chỉ số LDI

STT	Điểm	Tỷ lệ (%)	Mức độ xáo trộn
1	0,75-1,00	LDI ≥ 75	Xáo trộn mạnh
2	0,50-0,74	50 ≤ LDI < 75	Bị xáo trộn
3	0,25-0,49	25 ≤ LDI < 50	Ít bị xáo trộn
4	0-0,24	LDI < 25	Không bị xáo trộn

Các giá trị tính toán của LDI sau khi chuẩn hóa có giá trị nằm trong khoảng từ 0 đến 1, tương ứng với mức độ xáo trộn cảnh quan như sau: 0-0,24 (nguyên sơ, chưa bị xáo trộn

nhiều), 0,25-0,49 (mức độ xáo trộn thấp, ít bị xáo trộn), 0,45-0,74 (bị xáo trộn, mức độ trung bình) và 0,75-1,0 (xáo trộn mạnh đến rất mạnh).

Chỉ số LDI có thể coi là công cụ chuẩn để đối sánh, phân tích, đánh giá tác động của cả tự nhiên và con người tới cảnh quan môi trường của một khu vực theo không gian và thời gian, giữa các khu vực với nhau, được khắc phục, giảm thiểu để giảm thấp mức độ xáo trộn môi trường góp phần bảo vệ tài nguyên thiên nhiên.

2.2. Hiện trạng môi trường tại khu vực nghiên cứu

Các hiện tượng tai biến tự nhiên và địa động lực ảnh hưởng nghiêm trọng đến cảnh quan khu vực:

- *Hiện tượng trượt lở đất đá*: Là một tỉnh miền núi với địa hình đồi núi cao, sườn dốc, có độ chia cắt mạnh, địa chất kiến tạo phức tạp, trong nhiều năm qua khu vực CVĐC liên tục xảy ra các tai biến trượt lở gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sản xuất và đời sống sinh hoạt của người dân. Hiện tượng trượt lở gặp ở nhiều nơi với quy mô từ nhỏ đến lớn, chiều dài 5-300m, cao 1,5-80m, sâu 1-20m, vết trượt có dạng vòng cung là chủ yếu[4]. Đặc biệt, vào mùa mưa tập trung vào tháng 7,8 nhiều tuyến đường tỉnh lộ (TL.205, TL.206, TL.207, TL.211), đường quốc lộ (QL.3) trượt lở thường xuyên xảy ra làm ách tắc giao thông và gây thiệt hại nhiều về kinh tế trên địa bàn tỉnh.

- *Các phễu, thung lũng karst:* Giữa các vùng karst trùng trùng, điệp điệp, xuất hiện các dạng địa hình lớn, nhỏ khác nhau, hình dáng phức tạp và đa dạng, thấp hẳn xuống so với địa hình xung quanh. Đó chính là các phễu, lũng hay thung lũng karst. Chúng được hình thành bởi tổng hợp của các hoạt động địa chất, trong đó vai trò của nước rất quan trọng. Những phân tử nước phân hủy đá vôi, theo thời gian làm mỏng dần sẽ phá hủy các khối núi lớn. Các phễu karst thường có dạng đẳng thước thường có đường kính vài chục mét đến 500m, các lũng, chiều dài thường lớn đến km[1]. Trong vùng nghiên cứu các phễu, lũng karst rất phổ biến và tồn tại chủ yếu ở phần trung tâm các khối karst như Hà Quảng, Trà Lĩnh, Trùng Khánh, Quảng Uyên, Phục Hòa.

- *Tình hình lũ lụt:* Hàng năm vào khoảng tháng 9, 10 Khu CVĐC Non Nước Cao Bằng thường bị ngập lũ trong vòng 2-3 tuần. Hiện tượng mưa kéo dài cũng gây ảnh hưởng không nhỏ đến cảnh quan khu vực, với đặc trưng là khu vực tập trung khá nhiều đồi núi, các con sông, suối việc xảy ra mưa lớn dẫn đến lũ quét, gây ngập lụt các khu vực đồng bằng và các tuyến đường giao thông. Kèm theo đó là các hiện tượng trượt lở các khối đất đá gây nguy hiểm đến tuyến đường giao thông, cũng như khu dân cư xung quanh khu vực. Các hoạt động do con người tác động cũng gây ảnh hưởng không nhỏ đến khu vực Công viên Địa chất Non nước Cao Bằng như:

- *Tình hình khai thác lấy gỗ*: Các hoạt động khác thác gỗ bất hợp pháp diễn ra do người dân ở khu vực CVĐC do thiếu việc làm và nguồn thu nhập gần như không có vì phần lớn dân cư là các dân tộc thiểu số, tự cung tự cấp và săn bắn, bẫy chim thú, đốt rừng. Tất cả những hậu quả này gây ra các hiện tượng lũ quét, lũ đầu nguồn, trượt lở đất đá… gây ra xáo trộn cảnh quan môi trường tại khu vực.

- *Khai thác khoáng sản*: Cao Bằng là một tỉnh miền núi xa các trung tâm kinh tế nhưng Cao Bằng có nguồn tài nguyên khoáng sản rất đa dạng và phong phú thuận lợi cho các ngành công nghiệp phát triển, đi đầu là ngành khai thác và chế biến khoáng sản. Hiện tại khu vực nghiên cứu có hơn 30 điểm khai thác khoáng sản chủ yếu là mỏ mangan. Trong quá trình khai khác gây ảnh hưởng đến môi trường sống như xói mòn đất, trượt lở đất đá, gây ồn và ô nhiễm khí thải gây tráo xáo trộn cảnh quan môi trường khu vực và ảnh hưởng trực tiếp đến người dân quanh khu vực khai thác.

- *Hoạt động công nghiệp:* Xây dựng cơ sở hạ tầng và công trình nhân sinh trong phạm vi CVĐC phát triển mạnh và nhanh nhằm đáp ứng nhu cầu dịch vụ đi kèm của hoạt động du lịch tăng mạnh trong những năm gần đây. Đáng kể nhất là sự phát triển hạ tầng giao thông tại khu vực CVĐC. Các hạn chế về cầu đường được cải thiện lên rất nhiều, tuy nhiên việc phá vỡ các ngọn đồi, san gạt để làm đường cũng gây ảnh hưởng lớn đến cảnh quan.

- *Hoạt động nông nghiệp*: Là một tỉnh miền núi biên giới, cách xa những trung tâm kinh tế lớn, địa hình chia cắt mạnh, chính vì vậy, Cao Bằng luôn xác định nông - lâm nghiệp là trụ cột của nền kinh tế. Tuy nhiên, song song với việc phát triển nông nghiệp thì lượng phân bón, thuốc bảo vệ thực vật, thuốc trừ sâu tác động lớn tới cân bằng hệ sinh thái một cách tiêu cực. Bởi thuốc bảo vệ thực vật có tác dụng tiêu diệt các loài thực vật, ngoài ra còn gây ô nhiễm môi trường đất, môi trường nước, môi trường không khí và đặc biệt là ảnh hưởng tới sức khỏe con người.

- *Hoạt động du lịch*: Được thiên nhiên ban tặng vẻ đẹp hùng vĩ về địa hình, khí hậu, cảnh quan, hệ sinh thái có sức hấp dẫn du lịch đặc biệt, danh thắng quốc gia như thác Bản Giốc, động Ngườm Ngao, hang Pắc Pó với số lượng khách đến tham quan ngày một tăng, du lịch tăng đồng nghĩa với việc giao lưu hàng hóa cũng tăng tác động không nhỏ tới hệ sinh thái của khu vực, làm cho hệ sinh thái mất đi tính nguyên sơ đa dạng ban đầu.

3. Kết quả nghiên cứu

3.1. Các dạng xáo trộn cảnh quan môi trường tại khu vực nghiên cứu

Các khu vực công viên địa chất là một dạng cảnh quan môi trường đặc biệt, có thể mang lại nhiều nguồn lợi về kinh tế, khoa học, giáo dục, giải trí và thẩm mỹ. Tuy nhiên, nguồn tài nguyên thiên nhiên này rất dễ bị xáo trộn và tổn thương dưới tác động của các tai biến tự nhiên cũng như các hoạt động nhân sinh. Công viên địa chất Non Nước Cao Bằng có diện tích rất rộng, các khu di sản nằm tách biệt nhau nên việc đưa ra chỉ số chung cho cả công viên sẽ rất khó và độ chính xác không cao. Do vậy tác giả đã xây dựng mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường tại khu vực huyện Trùng Khánh với nguồn dữ liệu thu thập được và tham khảo từ các nghiên cứu có trước để đưa ra được kết quả trực quan nhất. Tác giả đã xây dựng mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường khu vực huyện Trùng Khánh với 10 chỉ thị cho 2 nhóm tiêu chí là biến động tự nhiên và biến động do con người được thể hiện bảng 2.

Các chỉ thị về mức độ xáo trộn được thể hiện thành các lớp bản đồ trong GIS và mức độ xáo trộn được phân cấp chi tiết cho từng lớp dựa trên nguồn dữ liệu thực tế thu thập được tại vùng nghiên cứu và tham khảo các nghiên cứu có trước.

3.2. Phân vùng mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường dựa trên chỉ số LDI

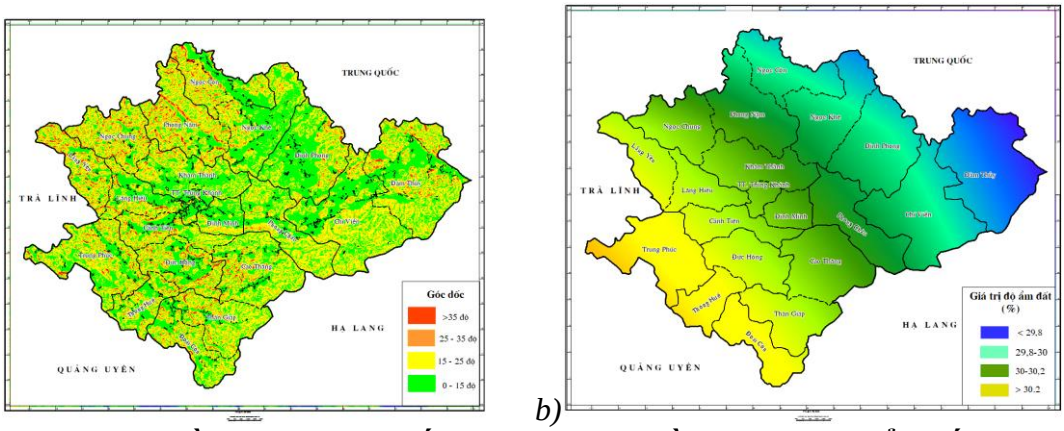
**** Các chỉ thị cho nhóm biến động tự nhiên***

- Nhóm yếu tố gây trượt lở, xói mòn đất

+ Độ dốc sườn: Tại khu vực huyện Trùng Khánh độ dốc địa hình tương đối cao, thay đổi từ 0-66^{o} và tập trung chủ yếu trong khoảng 15-25^{o}. Khu vực có độ dốc cao nhất tập trung tại các dải núi, đặc biệt là dải núi phía Tây Bắc, thuộc khu bảo tồn Vượn Cao Vít và rừng đặc dụng của huyện Trùng Khánh.

Bảng 2: Bảng phân cấp mức độ xáo trộn cho các nhóm chỉ thị

Nhóm	Yếu tố	Chỉ thị	Cấp độ xáo trộn			
			0	1	2	3
Biến động tự nhiên	Trượt lở/Xói mòn đất	Độ dốc sườn	0-15°	15-25°	25-35°	>35°
		Độ ẩm đất (%)	< 29,8	29,8-30	30-30,2	>30,2
	Thay đổi lớp phủ thực vật	NDVI 2014-2019	< -0,1	- 0,1-0,1	0,1-0,2	>0,2
	Đa dạng sinh học	Rừng đặc dụng	Phần còn lại	Từ ranh giới 2km	Từ ranh giới đến 1km	Ranh giới khu rừng đặc dụng
		Khu bảo tồn	Phần còn lại	Từ ranh giới đến 2km	Từ ranh giới đến 1km	Ranh giới khu bảo tồn
	Mưa bão	Lượng mưa (mm/tuần)	< 90	90-110	110-130	>130
		Mạng lưới sông suối	> 500m	300-500m	100-300m	<100m
Biến động do con người	Khai thác khoáng sản	Khai thác mỏ	Phần còn lại	Từ ranh giới đến 2km	Từ ranh giới đến 1km	Ranh giới khu mỏ
	Xây dựng công trình	Nhà cửa	> 500m	300-500m	100-300m	<100m
		Đường giao thông	> 500m	300-500m	100-300m	<100m



a) *b)*

Hình 1. Sơ đồ phân vùng độ dốc sườn (a) và sơ đồ phân vùng độ ẩm đất (b)

+ *Độ ẩm đất*: Đây là yếu tố phụ thuộc vào lượng mưa, là một trong những nguyên nhân chính gây hiện tượng trượt lở và xói mòn đất. Trong huyện Trùng Khánh lượng mưa lớn nhất tại khu vực phía Tây của huyện và giảm dần về phía Đông.

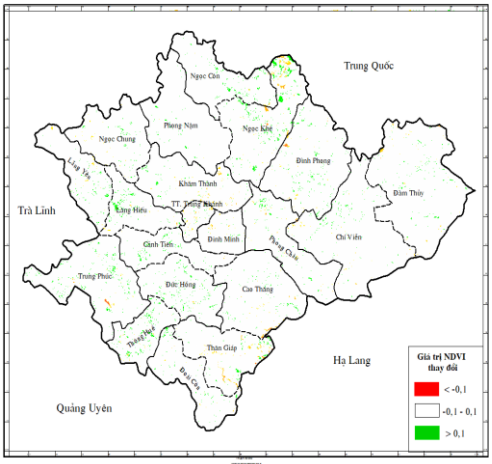
- *Sự biến động của lớp phủ thực vật*: Để đánh giá lớp phủ thực vật tác giả đã sử dụng chỉ số NDVI với công thức tính toán:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (2)$$

Trong đó: ρ_{NIR} là kênh cận hồng ngoại (Near-Infrered)

ρ_{Red} là kênh màu đỏ (Red).

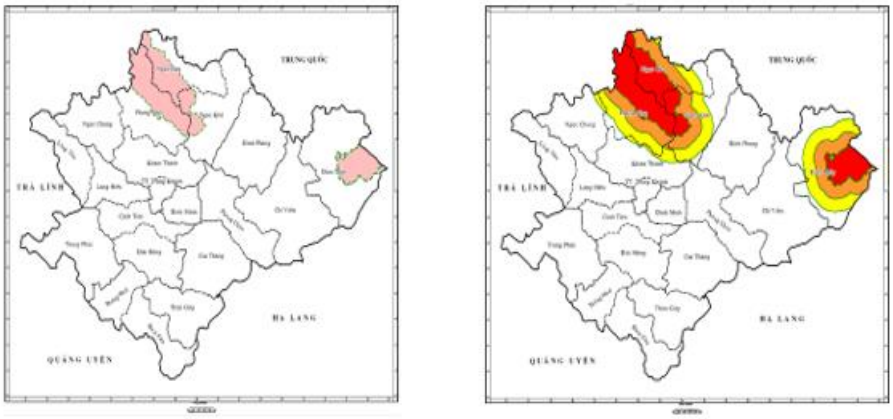
Giá trị NDVI chạy từ -1 đến 1, nhờ có chỉ số NDVI mà đánh giá lớp phủ thực vật trở lên chuẩn hóa.



Hình 2. Sơ đồ thay đổi lớp phủ thực vật

- *Sự bảo tồn của các hệ sinh thái*

+ *Rừng đặc dụng*: Trong diện tích huyện Trùng Khánh hiện đang có hai khu vực được khoanh vùng là khu rừng đặc dụng *(hình 4a)*. Kết hợp sử dụng phần mềm *Mapinfo* tác giả đã tạo các diện tích vùng đệm ra bên ngoài để đánh giá tác động từ ngoài đến khu rừng đặc dụng. *(hình 4b)*.



a) b)

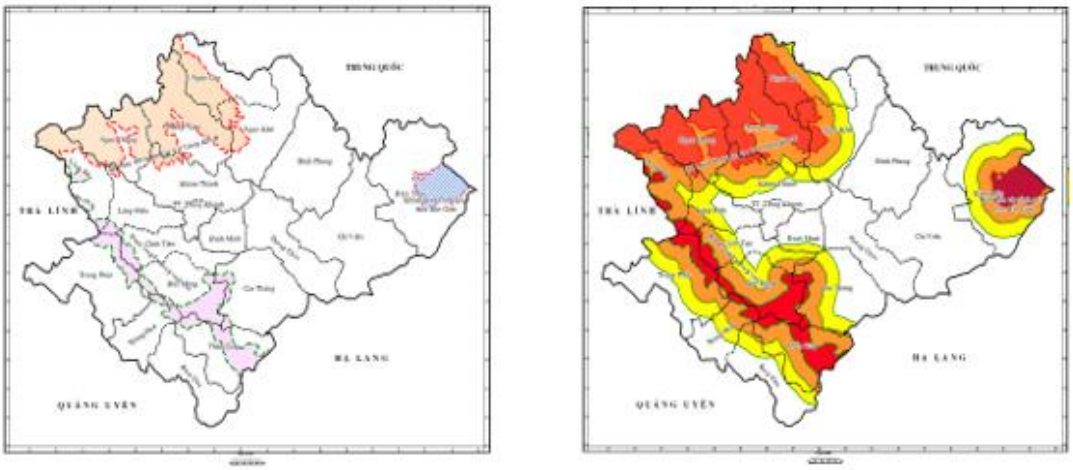
Hình 3. Bản đồ rừng đặc dụng (a) và Kết quả phân vùng khu rừng đặc dụng (b)

+ *Các khu bảo tồn:* Với 3 điểm bảo tồn khá nghiêm ngặt như khu bảo tồn cảnh quan thác Bản Giốc, khu Hành lang đa dạng sinh học và đặc biệt là khu bảo tồn Vượn Cao Vít. Từ bản đồ khu bảo tồn tác giả đã sử dụng phần mềm *Mapinfo* để phân vùng khu bảo tồn tạo các diện tích vùng đệm ra bên ngoài để đánh giá tác động từ ngoài đến khu bảo tồn. Để đánh giá sự thay đổi lớp phủ thực vật trong vòng 5 năm gần đây. Tác giả đã chia thành 3 mức độ để phân mức độ thay đổi lớp phủ thực vật:

- Thay đổi xấu đi: < -0,1
- Không thay đổi: -0,1 - 0,1
- Thay đổi tốt lên: > 0,1

Kết quả phân tích sự biến động trong 5 năm từ 2014 đến 2019 cho thấy các khu vực có sự thay đổi mạnh nhất về lớp phủ thực vật nằm trong các xã Ngọc Khê,

Thân Giáp, Trung Phúc và thị trấn Trùng Khánh

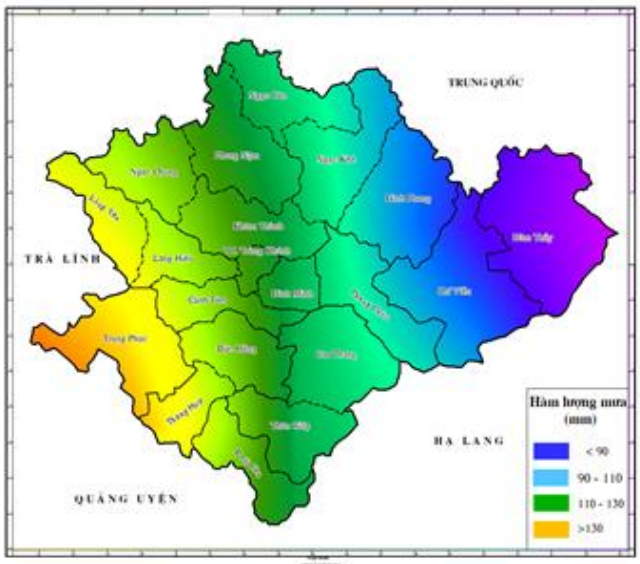


a) b)

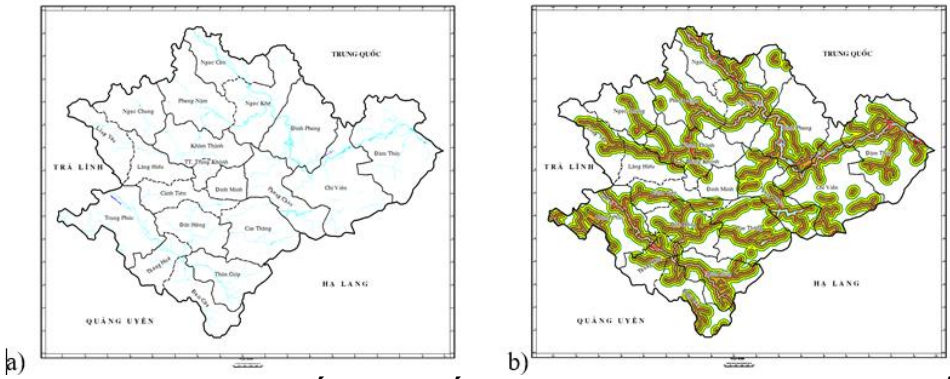
Hình 4. Bản đồ khu bảo tồn (a) và Kết quả phân vùng khu bảo tồn (b)

- Các yếu tố khí tượng - thủy văn

+ *Lượng mưa*: Lượng mưa lớn nhất trong năm vào mùa mưa (tháng 7,8) có hàm lượng mưa từ 83,62 đến 143,96mm/tuần *(Nguồn dữ liệu đo mưa vệ tinh (GS Map) tháng 7/2019)*. Lượng mưa lớn tập trung tại các vùng phía Tây của huyện Trùng Khánh đặc biệt tại xã Trung Phúc, Lãng Yên, Thông Huề, Lăng Hiếu, Cảnh Tiên, Đức Hồng có lượng mưa trên 130mm và thấp dần ở các vùng phía Đông là các xã Đình Phong, Chí Viễn và Đàm Thủy.



Hình 5. Bản đồ phân bố lượng mưa

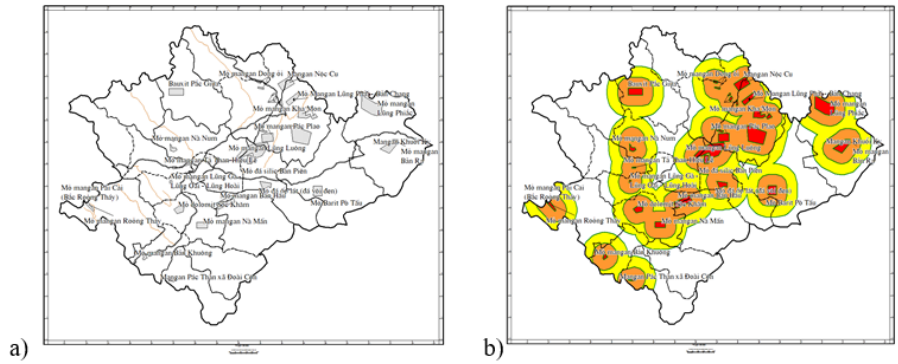


a) b)

Hình 6. Mạng lưới sông, suối (a) và Kết quả phân vùng mạng lưới sông, suối (b)

**** Các chỉ thị cho nhóm biến động do con người:***

- *Hoạt động khai thác khoáng sản*: Hiện tại có hơn 30 điểm khai thác khoáng sản chủ yếu là mỏ mangan, tập trung chủ yếu tại vùng Đông Bắc của huyện Trùng Khánh.

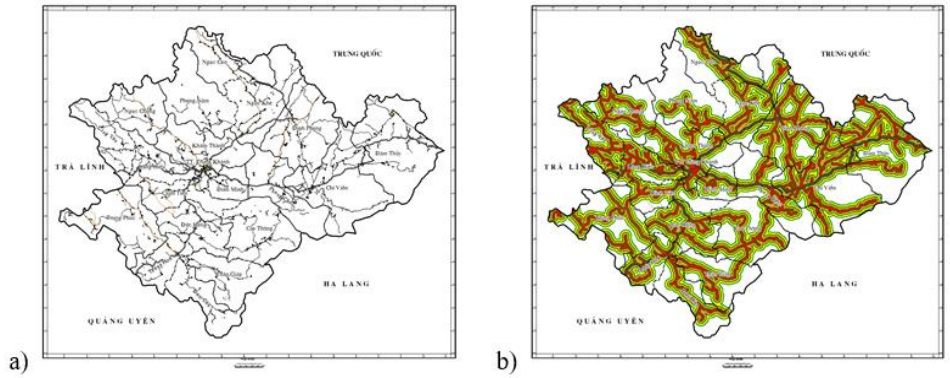


a) b)

Hình 7. Bản đồ các mỏ khoáng sản (a) và Kết quả phân vùng các khu mỏ khoáng sản (b)

Việc khai thác khoáng sản mất đi tính đa dạng sinh học vốn có. Từ kết quả phân vùng để nhận biết mức độ ảnh hưởng của khai thác khoáng sản sản hưởng đến khu vực xung quanh mỏ như: khu dân cư, đường giao thông… Từ đó ban quản lý kịp thời đưa ra các biện pháp quản lý cho khu vực.

- *Đường giao thông*: Với 2 trục chính lớn cắt ngang qua nhau theo hướng Đông Nam - Tây Bắc của huyện, các trục chính này thường đi qua các khu vực di sản lớn nhỏ và có một số con đường còn đi sâu vào ranh giới của các khu vực bảo tồn.

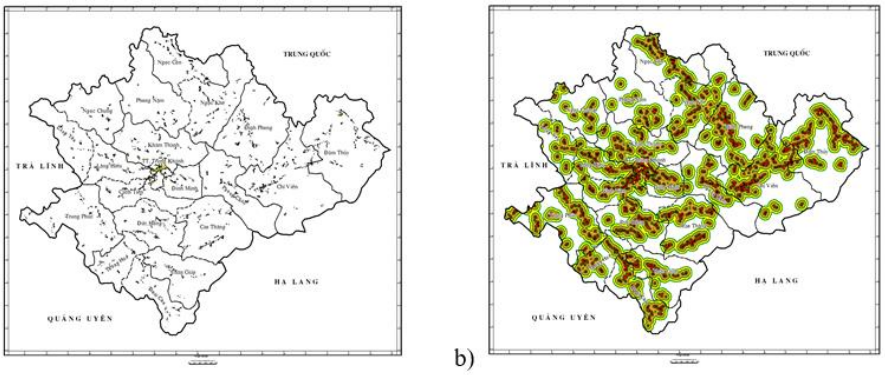


a) b)

Hình 8: Bản đồ hệ thống giao thông (a) và Kết quả phân vùng hệ thống giao thông (b)

- *Sự phân bố dân cư*: Dân cư tập trung đông đúc tại vùng trung tâm của huyện

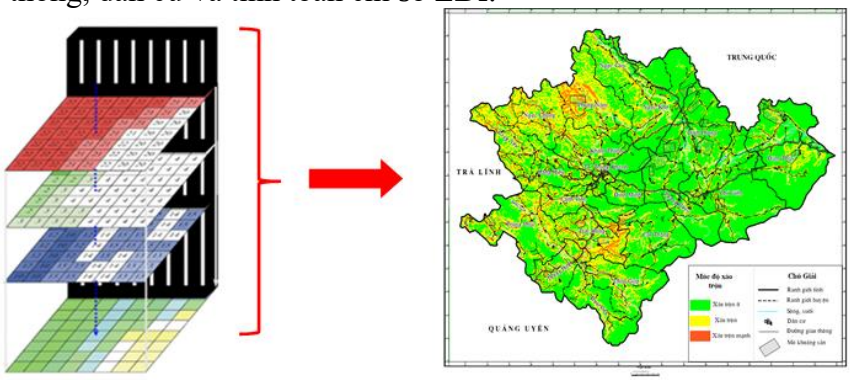
Trùng Khánh, phân bố rải rác quanh khu vực thung lũng, nơi có độ cao trung bình và đồi núi thấp, xen kẽ quanh khu vực di sản.



Hình 9: Bản đồ mật độ dân cư (a) và Kết quả phân vùng mật độ dân cư (b)

3.3. Đánh giá mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường tại khu vực nghiên cứu

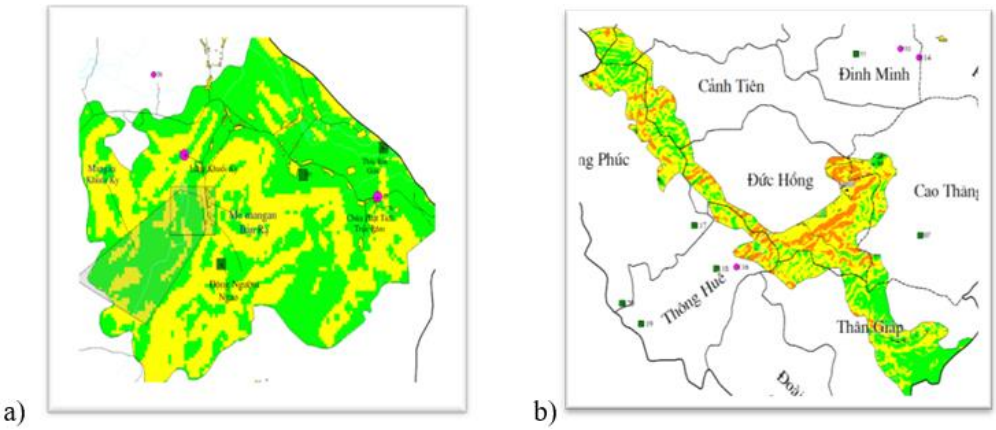
Từ các dữ liệu thu thập được và từ các nghiên cứu có trước tác giả đã dùng phần mềm *iGeoHazard 1.2* để tích hợp các lớp bản đồ: độ dốc sườn, độ ẩm đất, chỉ số thay đổi thực vật NDVI, rừng đặc dụng, khu bảo tồn, lượng mưa, sông suối, mỏ khoáng sản, đường giao thông, dân cư và tính toán chỉ số LDI.



Hình 10: Tích hợp các lớp bản đồ thành bản đồ mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường LDI

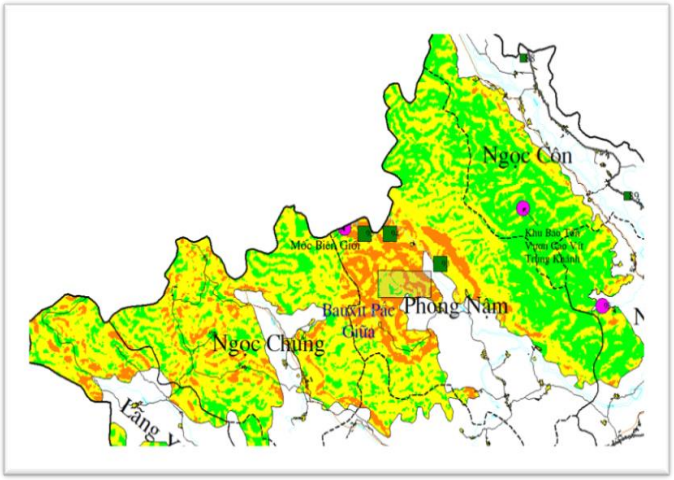
Kết quả tính toán giá trị LDI của khu vực nằm trong khoảng từ 0,25 đến trên 0,75 và phân cấp thành 3 mức độ: xáo trộn ít, xáo trộn và xáo trộn mạnh. Từ kết quả trên hình 11 cho thấy mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường mạnh nhất tập trung vào các khu bảo tồn đặc biệt là khu bảo tồn Vượn Cao Vít, khu vực Hành lang đa dạng sinh học và khu bảo vệ cảnh quan thác Bản Giốc. Đây là 3 địa điểm đặc biệt của huyện cần được bảo vệ chặt chẽ và cần có những biện pháp nhằm giảm thiểu tác động cảnh quan môi trường.

Khu bảo vệ cảnh quan thác Bản Giốc có mức độ xáo trộn không quá lớn với mức độ xáo trộn nằm trong khoảng từ 0,25 đến 0,50 điểm. Tại đây, có 3 điểm di sản địa chất: động Ngườm Ngao, thác Bản Giốc, hang Ngườm Càng và 2 điểm di sản Văn hóa: Làng Khuổi Ky, chùa Phật Tích Trúc Lâm. Trong vùng có 2 mỏ khoáng sản: mỏ mangan Khuổi Ky và mỏ mangan Bản Rạ vẫn còn đang hoạt động gây tác động trực tiếp đến cảnh quan và con người sinh sống trong vùng lõi của khu vực vì vậy ban quản lý khu vực cần có công tác quản lý chặt chẽ nhằm giảm thiểu những tác động xấu đến cảnh quan môi trường.



Hình 11. Mức độ xáo trộn tại Khu bảo vệ cảnh quan Thác Bản Giốc (a), Hành lang đa dạng sinh học (b)

Hành lang đa dạng sinh học là nơi lưu giữ các sinh vật chuẩn hệ gen quý của các loại sinh vật, với tình trạng mức độ xáo trộn cảnh quan cao như hiện tại với chỉ số xáo trộn LDI trong khoảng 0,50 đến 0,75, đặc biệt tại khu vực ranh giới giữa các xã Đức Hồng, Cảnh Tiên, Cao Thắng… Nếu xu thế này không được ngăn chặn, đưa ra các giải pháp kịp thời thì nguy cơ làm tuyệt chủng các loài sinh vật và mất đi hệ sinh thái tự nhiên là rất lớn. Khu bảo tồn Vượn Cao Vít có mức độ xáo trộn mạnh nhất với chỉ số LDI có nơi lớn hơn 0,75 như tại khu vực các xã Phong Nậm, Ngọc Chung. Do tại khu bảo tồn có các điểm di sản địa chất và di sản văn hóa; khu rừng đặc dụng và hiện đang có mỏ khai thác khoáng sản mỏ Bauxit Bắc Giữa vẫn đang hoạt động đây cũng chính là nguyên nhân chính gây xáo trộn cảnh quan môi trường.



Hình 12. Mức độ xáo trộn tại Khu bảo tồn Vượn Cao Vít

4. Kết luận

Dựa vào kết quả nghiên cứu mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường tại khu vực Công viên địa chất Non nước Cao bằng, tỉnh Cao Bằng tác giả có rút ra một số kết luận sau:

- Phương pháp nghiên cứu mức độ xáo trộn cảnh quan thông qua chỉ số LDI (Landscape Disturbance Index) nhằm lượng hóa các tác động của con người cũng như tự nhiên đến cảnh quan môi trường của khu vực.

- Nhóm tác giả đã phân cấp được mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường theo chỉ số LDI với 4 mức độ ảnh hưởng: Không bị xáo trộn *(mức 1)*, ít bị xáo trộn *(mức 2)*, bị xáo trộn *(mức 3)* và xáo trộn mạnh *(mức 4)*. Kết quả này cho phép lượng hóa được các tác động tổng hợp của tự nhiên cũng như nhân sinh đến các khu vực cần được bảo tồn, giúp cho việc so sánh mức độ ảnh hưởng giữa các khu vực khác nhau dựa trên các con số định lượng hơn.

- Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra được 2 vùng bị xáo trộn mạnh nhất là Khu bảo tồn Vượn Cao Vít và Hành lang đa dạng sinh học với chỉ số LDI tính được trong khoảng từ 0,50 đến trên 0,75 điểm. Đối với Khu bảo vệ cảnh quan Thác Bản Giốc, tuy chưa bị ảnh hưởng nhiều bởi các xáo trộn tự nhiên và con người, tuy nhiên đây là khu vực đang được khai thác du lịch mạnh mẽ, kết hợp với công tác phát triển cơ sở hạ tầng động phục vụ du lịch thì các điểm di sản như động Ngườm Ngao, thác Bản Giốc cũng có khả năng chịu tác động lớn trong tương lai.

- Kết quả nghiên cứu của đề tài là cơ sở quan trọng cho các nhà quản lý từ đó đề xuất một số giải pháp quy hoạch không gian nhằm phòng tránh và giảm nhẹ tác động tới môi trường tại khu vực công viên địa chất Non nước Cao Bằng nói riêng và các khu vực bảo tồn khác có điều kiện tương tự trong tương lai.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Xuân Nam, Trần Tân Văn, Nguyễn Đại Trung, Lê Văn Tình, 2016. Báo cáo tổng hợp tài liệu, nghiên cứu bổ sung, đánh giá xếp hạng loại hình di sản địa mạo công viên địa chất cao bằng. Viện Khoa học Địa chất Khoáng sản, Hà Nội.
2. Trần Thị Nhung, 2017. Nghiên cứu xác định bộ chỉ thị xáo trộn môi trường karst khu vực quản lý Vườn Quốc Gia Phong Nha - Kẻ Bàng. Luận văn thạc sĩ khoa học, Trường Đại học Khoa học Tự nhiên, Hà Nội.
3. Nguyễn Thị Minh Nguyệt, Nguyễn Thị Thùy Linh, Nguyễn Thị Mai Hương, Dương Ngọc Mạnh, 2020. Nghiên cứu mức độ xáo trộn cảnh quan môi trường tại khu vực Công viên địa chất Non Nước Cao Bằng, tỉnh Cao Bằng. Báo cáo NCKH SV, trường ĐH Mỏ - Địa chất, Hà Nội..
4. Nguyễn Đại Trung, Nguyễn Thành Long, Dương Văn Phúc, Hoàng Lê Lộc, 2016. Báo cáo tổng hợp tài liệu, nghiên cứu bổ sung về hiện trạng tai biến địa chất Công viên địa chất Non nước Cao Bằng. Viện khoa học Địa chất và Khoáng sản, Hà Nội.
5. UNESCO Global Geoparks Network, 2015. Guidelines and cretaria for national geopark seeking UNESCO's assistance to join the Global Geoparks Network. Cordination Unit, European Geoparks Network, BP 156, F-04005 Digne-les-Bains cedex, France, 10pp.
6. Wikipedia, 2020. Công viên địa chất Non Nước Cao Bằng. Link: https://vi.wikipedia.org/wiki/Công_viên_địa_chất_Non_Nước_Cao_Bằng (truy cập ngày 29/05/2020).
7. Van Beynen P. and Townsend K., 2005. A disturbance index for karst environments. Environmental Management 36, 101-116.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá hiện trạng phát sinh, thu gom và xử lý chất thải rắn y tế nguy hại trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh

Nguyễn Mai Hoa[1]
Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

Ngày nộp: 26/3/2020; Ngày chấp nhận: 20/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Kết quả điều tra tại 305 cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh năm 2018 cho thấy lượng chất thải rắn phát sinh là 3.609 tấn, 10,29% trong đó là chất thải y tế nguy hại. Chất thải lây nhiễm chiếm 96% lượng chất thải y tế nguy hại của tỉnh Quảng Ninh; các loại chất thải nguy hại khác chỉ chiếm 4%. 83,39% lượng chất thải y tế nguy hại phát sinh tập trung tại 4 thành phố (Hạ Long, Uông Bí, Cẩm Phả và Móng Cái); 2 thị xã chiếm 6,53%; 8 huyện còn lại chỉ chiếm 10,07%. Các cơ sở y tế tuyến tỉnh phát sinh 59,74% lượng chất thải y tế nguy hại; 19,34% phát sinh từ y tế tuyến huyện; tuyến trung ương chiếm 17,23%; còn lại 3,7% là từ các trạm y tế, phòng khám tư nhân. Trong 305 cơ sở y tế khảo sát chỉ có 40 cơ sở có lượng chất thải y tế nguy hại phát sinh trên 600 kg/năm nhưng lại chiếm 98% tổng lượng chất thải y tế nguy hại của tỉnh; 265 cơ sở còn lại phát sinh dưới 600 kg/năm chỉ tạo ra 2% tổng lượng chất thải y tế nguy hại. Hiện công tác phân loại, thu gom chất thải y tế nguy hại của Quảng Ninh đang được thực hiện tương đối tốt theo quy định của thông tư 58/2015/TTLT-BYT-BTNMT. 29,9% lượng chất thải y tế nguy hại được các cơ sở y tế của tỉnh Quảng Ninh tự xử lý bằng công nghệ đốt, hấp vi sóng; 70,1% còn lại thuê Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường An Sinh (tỉnh Hải Dương) xử lý.

Từ khóa: *thu gom, xử lý, chất thải rắn y tế, nguy hại, tỉnh Quảng Ninh.*

1. Đặt vấn đề

Những năm gần đây, hệ thống các cơ sở y tế (CSYT) của tỉnh Quảng Ninh không ngừng được tăng cường, mở rộng và hoàn thiện. Trong quá trình hoạt động, các CSYT này đã thải ra một lượng lớn chất thải nguy hại (CTNH). Tuy thành phần chất thải rắn y tế nguy hại (CTYTNH) chiếm tỷ lệ không cao nhưng nếu không xử lý đúng cách sẽ tiềm ẩn nguy cơ gây ô nhiễm môi trường, lan truyền mầm bệnh ra các vùng xung quanh bởi kết quả xét nghiệm đã cho thấy mỗi gram bệnh phẩm như mủ, đờm… không được xử lý, sẽ truyền 11 tỉ vi khuẩn gây bệnh ra ngoài [*6*].

Theo dự báo, đến năm 2020, mỗi năm nước ta sẽ thải ra 179.000 tấn chất thải rắn y tế (CTYT), mỗi ngày sẽ có trên 93 tấn CTYTNH [*1*] nhưng việc xử lý, thiêu hủy CTYTNH chưa đáp ứng được thực tế. Trong khi nhiều nước trên thế giới đã và đang loại bỏ các lò đốt CTYT quy mô nhỏ trong các bệnh viện, chuyển sang mô hình xử lý tập trung và áp dụng công nghệ không đốt nhằm hạn chế phát thải đioxin và furan vào không khí thì tại Việt Nam hiện có trên 73,3% bệnh viện xử lý bằng lò đốt, còn lại 26,7% chưa có hệ thống xử lý CTYT mà sử dụng biện pháp thiêu đốt ngoài trời hoặc chôn lấp trong khuôn viên bệnh viện hoặc bãi chôn lấp chung của địa phương. Cả nước có khoảng 400 lò đốt CTYT được đầu tư phân tán, phần lớn tại ngay CSYT với công suất phổ biến từ 20 ÷ 50 kg/giờ và hầu hết không có hệ thống xử lý khí thải kèm theo sẽ xả khói gây ô nhiễm môi

[1] *Liên hệ tác giả:*
Email: nguyenmaihoa@humg.edu.vn

trường. Các trạm y tế xã và cơ sở khám chữa bệnh tư nhân hầu như chưa có hệ thống xử lý CTYT. [4]

Theo Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050: mục tiêu đến năm 2020, 100% lượng CTYT không nguy hại và nguy hại phát sinh tại các CSYT được thu gom và xử lý đảm bảo môi trường *[8]*. Do vậy, việc đánh giá hiện trạng phát sinh, thu gom và xử lý là một yêu cầu cần thiết nhằm tăng cường công tác quản lý CTYT nói riêng và bảo vệ môi trường nói chung.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu

CTYTNH phát sinh tại 211 CSYT công lập (Bệnh viện (BV) Việt Nam - Thụy Điển (tuyến trung ương), Bệnh viện đa khoa (BVĐK) tỉnh, BV Y dược cổ truyền, BV Lao và Phổi, BV Bảo vệ sức khỏe tâm thần, BV Phục hồi chức năng, BV Sản - nhi và Trung tâm y tế (TTYT) dự phòng tỉnh, BV Bãi Cháy, BVĐK khu vực Cẩm Phả và BVĐK Cẩm Phả, 14 TTYT tuyến huyện, 186 trạm y tế (TYT) xã/phường/thị trấn) và 94 CSYT tư nhân trên địa bàn Quảng Ninh.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Xác định hệ số phát sinh chất thải

Các thông tin về lượng CTYTNH phát sinh, hiện trạng thu gom, các phương pháp xử lý đang áp dụng tại tỉnh Quảng Ninh được thu thập từ các cơ quan chức năng như: Sở TN&MT, Sở Y tế, các bệnh viện, trung tâm y tế, trạm y tế của tỉnh. Kết quả thu thập được phân tích, xử lý và so sánh, từ đó rút ra các đánh giá cụ thể.

Hệ số phát thải CTYTNH (q_0) được tính dựa trên số liệu phát thải CTYTNH thực tế và số giường bệnh của các cơ sở năm 2018. q_0 được tính toán theo công thức sau:

$$q_0 = \frac{Q}{G}$$

Trong đó: Q: Khối lượng CTYTNH phát sinh (kg/ngày);

G: Số giường bệnh (giường).

2.2.2. Phương pháp điều tra, khảo sát

Thành phần CTYTNH, cách phân loại trước khi thu gom, lưu trữ, xử lý và thải bỏ được điều tra, khảo sát thực tế tại 305 CSYT trong phạm vi nghiên cứu.

2.2.3. Phương pháp tham vấn cộng đồng

Thông qua phỏng vấn và điều tra bằng phiếu để đánh giá hiện trạng thu gom, công nghệ xử lý CTYTNH. Thành phần tham vấn bao gồm: đại diện Cơ quan quản lý Nhà nước (Sở Y tế, Sở TN&MT), đại diện các cơ sở y tế, đơn vị thu gom, xử lý.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Hiện trạng phát sinh

Kết quả điều tra, khảo sát và tổng hợp số liệu từ 305 CSYT trong phạm vi nghiên cứu với tổng số 8.043 giường bệnh cho thấy tổng lượng chất thải rắn (CTR) phát sinh năm 2018 là 3609 tấn, tương đương với 1,23 kg/giường bệnh/ngày. Hệ số này thấp hơn hệ số 2,21 kg/giường/ngày do Phạm Ngọc Châu đưa ra [2]. Tuy nhiên, trong nghiên cứu của Phạm Ngọc Châu hệ số phát thải được xây dựng cho các CSYT tuyến tỉnh và tương đương còn trong bài báo này đề cập đến cả các CSYT tuyến huyện, trung tâm y tế và trạm y tế xã, phòng khám tư nhân - các cơ sở này có hệ số phát thải thấp hơn do phạm vi cứu

chữa, áp dụng các kỹ thuật ở mức thấp hơn. Mặc dù vậy, hệ số thải tính toán được vẫn nằm trong mức từ 0,8 ÷ 6 kg/giường/ngày mà tổ chức WHO đưa ra đối với các CSYT ở các nước có thu nhập trung bình [11].

Lượng CTYTNH là 371,55 tấn, chiếm 10,29% tổng lượng CTR phát sinh từ các CSYT. Thấp hơn so với thống kê của Tổ chức Y tế Thế giới (WHO) và Phạm Ngọc Châu: khoảng 80% chất thải từ các CSYT là chất thải thông thường và 20% là CTYTNH *[2, 11]*. Tỷ lệ CTYTNH của tỉnh Quảng Ninh cũng thấp hơn so với tỷ lệ 18,96% đã được đưa ra trong báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia năm 2011 [*1*] và 12,86% theo Quyết định số 2038/QĐ-TTg [9]. Nguyên nhân là do bài báo này tính toán cho cả 280 trạm y tế và phòng khám tư nhân còn trong báo cáo của WHO, Bộ TN&MT và Phạm Ngọc Châu mới chỉ đề cập đến các CSYT lớn là các bệnh viện (tuyến trung ương, tuyến tỉnh); Quyết định số 2038 đề cập thêm cả các trung tâm y tế.

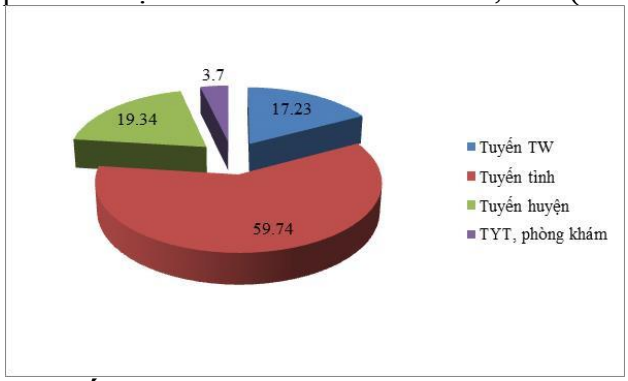
Bảng 1: Hệ số phát thải CTYTNH theo tuyến CSYT (kg/giường/ngày)

TT	Tuyến bệnh viện	Bài báo[1]	Phạm Ngọc Châu[2]
1	Bệnh viện tuyến Trung Ương	0,6	0,4 ÷ 1,6
2	Bệnh viện tuyến tỉnh	0,2 ÷ 0,25	0,2 ÷ 1,1
3	TTYT tuyến tỉnh (kg/cơ sở/ngày)	0,24 ÷ 0,83	-
4	Bệnh viện tuyến huyện	0,09 ÷ 0,22	0,1 ÷ 0,4
5	TTYT tuyến huyện	0,06 ÷ 0,15	-
6	Trạm y tế xã	0,04	-
7	Phòng khám tư nhân (kg/cơ sở/ngày)	0,12	-

Nguồn: [1][5, 7, 10]. [2][2]

Hệ số phát thải CTYTNH từ các CSYT tính toán được trong bài báo đều thống nhất với kết quả mà tác giả Phạm Ngọc Châu đã tổng hợp được và cũng phù hợp với khoảng giá trị mà WHO đưa ra đối với các CSYT ở các nước có thu nhập trung bình (từ 0,3 ÷ 0,6 kg CTYTNH/giường/ngày). *[2, 11]*

59,74% CTYTNH của tỉnh Quảng Ninh phát sinh tại CSYT tuyến tỉnh (khoảng 221.958 kg); lượng phát sinh tại các CSYT khác chiếm 40,26% (149.592 kg).



Hình 1: Cơ cấu phát sinh CTYTNH của các CSYT theo tuyến

Trong 305 CSYT được khảo sát có 40 cơ sở phát sinh lượng CTYTNH trên 600 kg/năm với tổng lượng CTYTNH phát sinh khoảng 363,21 tấn (chiếm 98%) và 265 cơ sở phát sinh lượng CTYTNH dưới 600 kg/năm với tổng lượng CTYTNH khoảng 8,34 tấn (chỉ chiếm 2% tổng lượng CTYTNH phát sinh) *[5, 7, 10]*. 83,39% lượng CTYTNH phát

sinh tại 4 thành phố; 6,53% phát sinh từ các CSYT trên địa bàn 2 thị xã; lượng CTYTNH của 8 huyện còn lại chỉ chiếm 10,07%. *[5, 7, 10]*

Bảng 2: Cơ cấu phát sinh CTYTNH của các địa phương thuộc tỉnh Quảng Ninh

TT	Địa phương	CTYTNH phát sinh (kg/năm)	Tỷ lệ (%)
A	***Thành phố***	***309843,8***	***83,39***
1	Hạ Long	189693,8	51,05
2	Uông Bí	64765,76	17,43
3	Cẩm Phả	40413,2	10,88
4	Móng Cái	14971,09	4,03
B	***Thị xã***	***24287,5***	***6,54***
5	Đông Triều	12978,64	3,49
6	Quảng Yên	11308,86	3,04
C	***Huyện***	***37418,28***	***10,07***
7	Vân Đồn	6693,65	1,80
8	Hải Hà	6573,2	1,77
9	Hoàng Bồ	5425,538	1,46
10	Tiên Yên	5339,65	1,44
11	Bình Liêu	4481,1	1,21
12	Đầm Hà	4237,875	1,14
13	Ba Chẽ	4031,1	1,08
14	Cô Tô	636,1626	0,17
	Tổng	**371549,6**	**100**

Nguồn: [5, 7, 10]

Trong thành phần CTYTNH, 96% (khoảng 356.608 kg) là chất thải lây nhiễm (CTLN), còn lại là các chất thải hóa học, tro xỉ lò đốt, bùn thải từ hệ thống xử lý nước thải y tế và một số CTNH khác phát sinh trong quá trình hoạt động của các CSYT.

Bảng 3: Thành phần của CTYTNH (%)

TT	Thành phần	Bài báo[1]	Phạm Ngọc Châu[2]
1	Các chất hữu cơ các loại	53,2	52,7
2	Giấy các loại	3	2,9
3	Thủy tinh	3,2	3,2
4	Bông băng, thạch cao	8,8	8,8
5	Plastic	10,1	10,1
6	Kim loại	0,7	0,7
7	Chất thải rắn khác	21	21,6

Nguồn: [1][5, 7, 10]. [2][2]

Tỷ lệ này cao hơn so với giá trị mà Nguyễn Thượng Hiền đưa ra (95% là chất thải nhiễm khuẩn, 5% là chất thải độc hại khác như chất phóng xạ, chất gây độc tế bào, các hóa chất độc hại phát sinh trong quá trình chuẩn đoán và điều trị) [3]. Tuy nhiên, nghiên cứu của Nguyễn Thượng Hiền mới chỉ đề cập đến các CSYT lớn là các bệnh viện và TTYT tuyến huyện mà chưa tính toán đến các TYT, phòng khám,…. Nếu so sánh với kết quả tổng hợp của Phạm Ngọc Châu thì thành phần CTYTNH tỉnh Quảng Ninh hầu như đều tương đồng.

3.2. Công tác thu gom, phân loại, vận chuyển nội bộ và lưu giữ

Theo báo cáo năm 2018 của Sở Y tế Quảng Ninh, 100% các CSYT thực hiện phân loại và thu gom CTYT theo Thông tư 36/2015/TT-BTNMT ngày 30/6/2011 của Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về quản lý CTNH và Thông tư 58/2015/TTLT BYT-BTNMT ngày 31/12/2015 của Bộ Y tế - Bộ Tài nguyên và Môi trường quy định về quản lý CTYT. Đa số chất thải được phân loại đúng theo nhóm và mã màu ban hành tại quyết định 43/2007/QĐ-BYT: màu màu xanh đối với chất thải sinh hoạt, màu đen đối với chất thải hóa học nguy hại, màu vàng đối với CTLN, màu trắng đối với chất thải tái chế và cũng đã tách chất thải sắc nhọn ra khỏi CTYT.

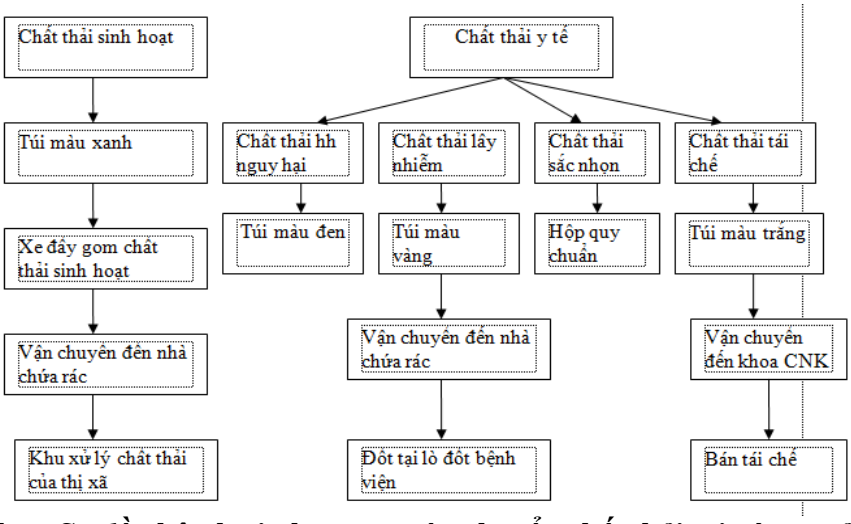
CTYT sau phân loại tại các khoa, phòng định kỳ 01 lần/ngày được nhân viên vệ sinh thu gom, vận chuyển về kho chứa. Những ngày lượng CTYT tăng thì việc thu gom được thực hiện ngày hai lần. Các CTLN sẽ được vận chuyển về kho chứa CTLN sau đó được tiêu hủy bằng lò đốt CTYT hoặc chôn lấp tại nơi quy định (đối với các TYT thuộc các xã đảo, vùng sâu vùng xa). CTYTNH khác được đựng trong các thùng màu đen, dán nhãn cảnh báo rồi vận chuyển về kho lưu giữ CTNH sau đó chuyển cho các đơn vị đủ năng lực theo quy định của pháp luật xử lý.

Theo tiêu chuẩn của Bộ Y tế thì CTYT phải được vận chuyển bằng xe đẩy chuyên dụng, vận chuyển theo con đường riêng theo giờ quy định nhưng hiện nay hầu hết các CSYT của Quảng Ninh đều chưa có do thiết kế của các CSYT chưa có hành lang chung; nhiều CSYT chưa có xe chuyên dụng để vận chuyển CTYTNH đến kho chứa hoặc lò đốt. Tại các BV tuyến trung ương, tuyến tỉnh, các BVĐK ở các thành phố, thị xã, CTYT được vận chuyển từ các khoa, phòng về kho chứa bằng các loại thùng có bánh xe và nắp đậy theo đúng quy định. Tại các BV tuyến huyện, TTYT, TYT chưa có xe đẩy, CTYT được các hộ lý ở từng khoa xách tay. Đối với các CSYT có trang bị lò đốt, CTYTNH được lưu giữ, bảo quản trong tủ bảo ôn nếu chưa đốt trong ngày.

Chất thải sinh hoạt được các nhân viên thu gom bằng xe đẩy đến nhà rác để cuối ngày Công ty Môi trường Đô thị chuyển đi. Thùng đựng chất thải sinh hoạt được vệ sinh hàng ngày. Khu vực sân, khuôn viên của các bệnh viện, TTYT lớn đều có hộ lý ngoại cảnh vệ sinh, thu gom chất thải sinh hoạt vào buổi sáng rồi đưa ra nhà chứa.

3.3. Hiện trạng xử lý

Hiện tại, trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh 29,9% (khoảng 110,85 tấn) CTYTNH được các CSYT tự xử lý bằng công nghệ đốt, hấp vi sóng. Có 19/20 BV ở Quảng Ninh được trang bị lò đốt CTYT tại chỗ. Ví dụ: lò đốt CTYTNH của TTYT H. Cô Tô áp dụng công nghệ đốt hai cấp (sơ cấp và thứ cấp) với nhiệt độ đốt từ 650^{o}C ÷ 1.050^{o}C, khí thải được giải nhiệt, xử lý qua cyclon và tháp hấp thụ bằng than hoạt tính trước khi thải qua ống khói ra môi trường. Khí thải đáp ứng QCVN 02:2012/BTNMT về lò đốt CTYT. Tuy nhiên, hiện tại lò đốt này đang gặp sự cố nên định kỳ hàng tháng thuê Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường An Sinh vận chuyển và xử lý.



Hình 2: Sơ đồ phân loại, thu gom, vận chuyển chất thải tại các cơ sở y tế

Bảng 4: CTYTNH được thuê thu gom, vận chuyển, xử lý của tỉnh Quảng Ninh

TT	CTYTNH	Khối lượng (kg/năm)
1	Chất hấp thụ, vật liệu lọc, giẻ lau bị nhiễm thành phần nguy hại	6,00
2	Bùn thải từ quá trình xử lý nước thải y tế	63,60
3	Các thiết bị thải có chứa thủy ngân và kim loại nặng	135,11
4	Bao bì mềm thải	232,20
5	Dược phẩm gây độc tế bào thải	235,60
6	Các loại dầu mỡ thải	600,52
7	Xỉ và tro lò đốt CTYT	826,55
8	Các thiết bị, linh kiện điện tử thải	853,00
9	Pin, ắc quy thải	858,40
10	Chất hàn răng almagam thải	967,93
11	Bóng đèn huỳnh quang và thủy tinh hoạt tính thải	1.046,00
12	Bao bì bằng composit...	1.172,63
13	Hóa chất thải	7.844,47
14	Chất thải giải phẫu	8.677,47
15	Chất thải có nguy cơ lây nhiễm cao	16.518,04
16	Chất thải lây nhiễm sắc nhọn	37.007,15
17	Chất thải lây nhiễm không sắc nhọn	183.600,32
	Tổng	**260.644,98**

Nguồn: [5, 7, 10]

Một số CSYT như: BVĐK tỉnh, BV Việt Nam - Thụy Điển, BVĐK khu vực Cẩm Phả sử dụng công nghệ hấp khử khuẩn hoặc công nghệ vi sóng để xử lý CTLN. Đây là công nghệ thân thiện với môi trường đang được khuyến khích áp dụng để giảm phát sinh khí thải độc hại đioxin/furan. Hơn nữa, chi phí đầu tư và vận hành công nghệ khử khuẩn thấp hơn so với phương pháp thiêu đốt, chất thải sau khi khử khuẩn được xử lý như chất thải thông thường. Do các bệnh viện lớn đều có khoa vi sinh nên việc kiểm soát chất

lượng khử khuẩn thuận tiện và có tính khả thi cao hơn so với việc kiểm soát khí thải lò đốt CTYT. Bộ TN&MT cũng đã ban hành QCVN55:2013/BTNMT về thiết bị hấp CTLN để kiểm soát về kỹ thuật cũng như chất lượng khử khuẩn. Nhược điểm của phương pháp này là CTYT không được xử lý triệt để, chất thải sau khử khuẩn vẫn cần tiếp tục xử lý theo quy định về quản lý chất thải thông thường.

Lượng CTYTNH tại các TYT xã/phường, các phòng khám được hợp đồng xử lý với các đơn vị đủ chức năng thông qua phòng y tế huyện, thị xã, thành phố. Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường An Sinh (Mã số quản lý CTNH: 1-2-3-4.024.VX. Địa chỉ: Lô 62.28, đường An Dương Vương, khu đô thị Nam Cường, H. Gia Lộc, tỉnh Hải Dương) được thuê để xử lý 252,3 tấn CTYTNH của các BV và 8,345 tấn của các TYT và CSYT khác, chiếm 70,1% lượng CYTNH phát sinh của Quảng Ninh.

3.4. Những tồn tại, hạn chế trong quản lý CTYTNH của tỉnh Quảng Ninh

– Chưa có mô hình xử lý CTYTNH tập trung;

– Do ý thức của một số nhân viên y tế chưa cao nên việc phân loại chưa triệt để, nhất là tại các TYT, các CSYT tư nhân nhỏ lẻ còn để sai mã màu, để lẫn CTYTNH với chất thải sinh hoạt, do đó CTYTNH không được tiêu hủy mà được vận chuyển cùng với chất thải sinh hoạt ra đổ ở bãi rác của địa phương.

– Dụng cụ, trang thiết bị thu gom còn thiếu. Hầu như các khoa dùng dụng cụ tự tạo không an toàn như chai dịch truyền, chai nước khoáng hay hộp giấy chưa đúng quy cách để đựng chất thải sắc nhọn nên tiềm ẩn nguy cơ gây thương tích cho các hộ lý thu gom, vận chuyển CTYT của bệnh viện. Nhiều CSYT chưa có thùng đựng CTYT mà chỉ cho vào túi ni lon, lồng vào xô, không có nắp đậy nên chất thải có nguy cơ do sơ ý đổ ra nền nhà. Ngoài ra, túi nilon còn dễ bị rách do quá nặng hoặc bị các vật sắc nhọn chọc thủng.

– Nhiều CSYT chưa có xe đẩy, phương tiện vận chuyển CTYTNH. CTYTNH chủ yếu được các hộ lý xách tay mang đi nên không an toàn cho hộ lý và những người xung quanh nếu chẳng may va quệt phải. Ngoài ra, nước thải, rác thải rất dễ rơi vãi gây mùi hôi trong quá trình vận chuyển.

– Nhiều CSYT chưa có nhà kho để rác tái chế mà để ngoài trời gây mất mỹ quan. Việc quản lý chất thải có thể tái chế sau xử lý bằng khử khuẩn đang còn nhiều lúng túng và không thống nhất ở các CSYT.

– Kinh phí đầu tư cho xây dựng, vận hành thường xuyên và bảo dưỡng hệ thống xử lý CTYT còn rất thiếu so với nhu cầu thực tế. Chưa có định mức chi cho xử lý chất thải tại các CSYT và chưa được đưa vào ngân sách chi thường xuyên của đơn vị.

– Công tác quản lý CTYT còn gặp khó khăn do phạm vi quản lý rộng và đa dạng các loại hình CSYT. Cán bộ quản lý CTYT ở nhiều nơi còn mang tính kiêm nhiệm, chưa đáp ứng được yêu cầu.

– Các quy định về quản lý CTYT còn chưa đến được với đối tượng áp dụng do hạn chế trong hoạt động tuyên truyền, phổ biến kiến thức pháp luật. Một số quy định về quản lý CTYT còn chung chung, thiếu thực tế, dẫn đến những vi phạm trong tổ chức, phân công trách nhiệm và quản lý CTYTNH, việc xử lý vi phạm cũng chưa nghiêm túc.

– Ý thức tham gia phân loại, thu gom CTYT của người bệnh, người nhà bệnh nhân và một số cán bộ y tế còn chưa cao, còn thải chung CTYTNH với chất thải thông thường, một số CSYT còn chuyển giao CTYTNH cho đơn vị không có chức năng xử lý.

3.5. Đề xuất giải pháp

Trong thời gian tới, để tăng cường công tác quản lý CTYT, các Bộ, ngành liên quan và các địa phương trên địa bàn tỉnh Quảng Ninh cần thực hiện đồng bộ các giải pháp:

- Tiếp tục hoàn thiện các văn bản pháp quy về quản lý CTYT, xây dựng quy định về xử lý CTYT thông thường, quy định về sử dụng, tái chế CTYT sau quá trình khử khuẩn, các quy định về hồ sơ môi trường đối với cơ sở xử lý CTYT theo mô hình cụm và xây dựng quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về xử lý CTLN bằng lò vi sóng…;
- Xây dựng các chính sách ưu đãi, khuyến khích đầu tư các thiết bị, công nghệ xử lý CTYT theo hướng hiện đại, thân thiện với môi trường. Áp dụng hình thức hợp tác công tư để đầu tư xây dựng các công trình xử lý tại CSYT nhằm nâng cao năng lực xử lý CTYT tại Việt Nam;
- Đẩy mạnh công tác thanh tra, kiểm tra, xử phạt thích đáng đối với các tổ chức, cá nhân có hành vi vi phạm về quản lý CTYT, đặc biệt là hành vi xả thải CTYT chưa qua xử lý ra môi trường.
- Đẩy mạnh tuyên truyền, giáo dục nhằm nâng cao ý thức cho các nhân viên y tế và nhân dân về mức độ nguy hại của CTYT và về quản lý CTYT. Tập huấn cho nhân viên y tế về phương pháp phân loại, thu gom, lưu trữ, vận chuyển và xử lý CTYT theo đúng qui định.
- Các CSYT thực hiện các biện pháp giảm thiểu phát sinh CTYT theo thứ tự ưu tiên sau: (i) Lắp đặt, sử dụng các thiết bị, dụng cụ, thuốc, hóa chất và nguyên, vật liệu phù hợp; (ii) Đổi mới thiết bị, quy trình trong hoạt động y tế; (iii) Quản lý và sử dụng vật tư hợp lý và hiệu quả.
- Tăng cường phân loại CTYT tại nguồn theo năm nhóm, đảm bảo CTYTNH được phân loại và quản lý riêng với CTYT thông thường để có biện pháp xử lý phù hợp.
- Dụng cụ, thiết bị lưu chứa CTYT phải có nắp đậy kín, có nhãn cảnh báo theo đúng quy định.

4. Kết luận và kiến nghị

Từ các kết quả nghiên cứu trên cho thấy:

- Lượng CTYT phát sinh năm 2018 của Quảng Ninh là 3.609 tấn, trong đó CTYTNH chiếm 10,29% (371,55 tấn), hệ số phát thải dao động từ 0,04 ÷ 0,65 kg/giường/ngày tùy thuộc vào quy mô và loại hình của các CSYT.
- 83,39% lượng CTYTNH phát sinh từ 4 thành phố (Hạ Long, Uông Bí, Cẩm Phả và Móng Cái) (309,84 tấn); 2 thị xã chiếm 6,53% (24,288 tấn); 8 huyện còn lại chỉ chiếm 10,07% (37,42 tấn).
- Các CSYT tuyến tỉnh phát sinh 59,74% tổng lượng CTYTNH (221,96 tấn); y tế tuyến huyện chiếm 19,34% (71,86 tấn); tuyến trung ương chiếm 17,23% (64 tấn); 3,7% (13,73 tấn) phát sinh từ các trạm y tế, phòng khám.
- 40 CSYT có lượng CTYTNH phát sinh trên 600 kg/năm nhưng chiếm tới 98% tổng lượng CTYTNH của tỉnh; 265 cơ sở phát sinh dưới 600 kg/năm chỉ tạo ra 2% tổng lượng CTYTNH.
- 96% CTYTNH của tỉnh Quảng Ninh là CTLN; các loại CTNH khác chỉ chiếm 4%.
- CTYTNH đang được phân loại, thu gom tương đối tốt theo quy định của thông tư 58/2015/TTLT-BYT-BTNMT.

- 110,85 tấn CTYTNH (chiếm 29,9%) được các CSYT tự xử lý bằng công nghệ đốt, hấp vi sóng; 70,1% còn lại (252,3 tấn) thuê Công ty Cổ phần Công nghệ Môi trường An Sinh xử lý.

Quản lý CTYTNH là một nhiệm vụ phức tạp. Để nâng cao hiệu quả công tác quản lý CTYTNH tại Quảng Ninh đòi hỏi các CSYT phải thực hiện đồng bộ các giải pháp về phân loại, thu gom, lưu trữ, vận chuyển và xử lý theo đúng quy định pháp luật, đồng thời tuyên truyền, giáo dục nâng cao ý thức cho cán bộ, nhân viên tại các CSYT.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường (2011). Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia 2011: Chất thải rắn.
2. Phạm Ngọc Châu (2004). Môi trường bệnh viện nhìn từ góc độ quản lý an toàn chất thải. NXB Thế giới.
3. Nguyễn Thượng Hiền, Đỗ Tiến Đoàn, (2017). Đánh giá hiện trạng công tác quản lý chất thải y tế nguy hại và đề xuất các giải pháp. Tạp chí Môi trường số 10/2017.
4. Hoàng Hưng, (2018). Chất thải y tế: Lắm bất cập, công nghệ xử lý nghèo nàn. Báo Lao động trẻ, 02/07/2018.
5. Sở Tài nguyên và Môi trường Quảng Ninh (2018). Báo cáo tổng hợp quản lý CTNH.
6. Sở Tài nguyên và Môi trường TP.HCM (2015). Quản lý chất thải nguy hại bệnh viện – trung tâm y tế - phòng khám đa khoa.
7. Sở Y tế tỉnh Quảng Ninh (2018). Công văn số 1394/SYT-NVY ngày 13/6/2018 về công tác phân loại, thu gom, lưu giữ và xử lý chất thải y tế.
8. Thủ tướng Chính phủ (2009). Quyết định 2149/QĐ-TTg ngày 17/12/2009 phê duyệt Chiến lược quốc gia về quản lý tổng hợp chất thải rắn đến năm 2025, tầm nhìn đến năm 2050.
9. Thủ tướng Chính phủ (2011). Quyết định 2038/QĐ-TTg ngày 15/11/2011 phê duyệt Đề án tổng thể xử lý chất thải y tế giai đoạn 2011 - 2015 và định hướng đến năm 2020.
10. UBND tỉnh Quảng Ninh (2018). Báo cáo kết quả khảo sát công tác quản lý chất thải y tế tại một số cơ sở y tế trên địa bàn tỉnh.
11. WHO/UNICEF, 2015. Waste, sanitation and hygiene in health care facilities: status in low- and middle-income countries. World Health Organization, Geneva

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá hiện trạng quản lý chất thải rắn sinh hoạt nông thôn tỉnh Ninh Thuận

Trần Thị Thanh Thủy[a1]
[a]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*

Ngày nộp bài:13/3/2020; Ngày chấp nhận:12/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Công tác quản lý, thu gom và xử lý chất thải rắn sinh hoạt (CTRSH) khu vực nông thôn hiện nay có ý nghĩa rất lớn nhằm đảm bảo hạn chế các tác nhân của chất thải rắn (CTR) đến môi trường và sức khỏe cộng đồng. Tỉnh Ninh Thuận là một địa phương có tỷ lệ dân cư nông thôn cao với lượng CTRSH phát sinh lớn. Bằng phương pháp thu thập tài liệu, điều tra khảo sát, lấy mẫu và tham vấn cộng đồng, nghiên cứu đã xác định được tổng lượng CTRSH nông thôn phát sinh của tỉnh là 79.570 tấn/năm với hệ số phát sinh trung bình là 0,55 ÷ 0,65 kg/người.ngày và tỷ lệ thu gom đạt 86 % (khoảng 187 tấn/ngày). CTRSH có tỷ lệ hữu cơ cao, chiếm 50 ÷ 70% lượng CTR phát sinh và độ ẩm tương đối lớn khoảng 58,2% ÷ 80,9%. Hiện tại, 65,6 % CTR được thu gom, vận chuyển và xử lý tại Công ty TNHH Xây dựng Thương mại sản xuất Nam Thành, huyện Thuận Bắc. Tại đây, rác thải được xử lý thành phân bón hữu cơ vi sinh và các công nghệ khác với công suất 143 tấn/ngày, trong đó sản xuất phân hữu cơ khoảng 70 tấn/ngày, sản xuất hạt nhựa (2,5 tấn/ngày), thu gom phế liệu (5 tấn/ngày) còn lại chôn lấp tại nhà máy. Ngoài ra, 20,2 % rác thải của tỉnh được xử lý bằng phương pháp đốt tập trung tại các bãi rác với khối lượng 44 tấn/ngày. Ở những khu vực miền núi, điều kiện thu gom hạn chế, người dân tự xử lý bằng phương pháp đốt, chôn lấp hoặc ủ phân ngay trong vườn với khối lượng 31 tấn/ngày, chiếm 14,2%. Từ đó nghiên cứu đưa ra các giải pháp trong quản lý, phân loại, thu gom và xử lý CTRSH nông thôn nhằm bảo vệ chất lượng môi trường sống cho địa phương.

Từ khóa: *quản lý, thu gom, xử lý, chất thải rắn sinh hoạt, nông thôn*

1. Đặt vấn đề

Ninh Thuận là tỉnh Duyên hải Nam Trung bộ với diện tích tự nhiên toàn tỉnh là 3.358 km^2. Tỉnh Ninh Thuận có 47 xã thuộc khu vực nông thôn với tổng lượng CTRSH phát sinh là 79.570 tấn/năm. Thành phần chính trong rác thải thường là chất thải hữu cơ gồm thực phẩm thải (rau quả hư hỏng, đồ ăn thừa), chất thải làm vườn có nguồn gốc thực vật như: cây cỏ, lá cây rụng, xác súc vật, phân động vật, ngoài ra còn có chất vô cơ như các loại phế thải nhựa, túi nilon, giấy, thủy tinh, sành sứ, cao su, vải, kim loại,… Nguồn phát sinh rác thải của khu vực chủ yếu từ các tổ chức, cá nhân (bao gồm người dân, hộ gia đình, cơ quan quản lý Nhà nước, công sở, trường học, cơ sở y tế, các cơ sở sản xuất kinh doanh, cơ sở thương mại dịch vụ nhỏ lẻ…). Tính đến nay đã có 36/47 xã (đạt 77%) tổ chức thu gom rác thải sinh hoạt. Còn nhiều khu vực do điều kiện địa hình không thuận lợi nên việc thu gom, xử lý rác thải còn gặp nhiều khó khăn. Theo đánh giá về thực trạng quản lý CTRSH trên cả nước, vấn đề quản lý CTR đã được quan tâm và thực hiện khá hiệu quả tại các thành phố, thị xã, còn đối với khu vực nông thôn, các thị trấn, thị tứ, cấp huyện, cấp xã, cấp thôn thì đây vẫn là vấn đề còn nhiều bất cập. *(Đặng Kim Chi, 2018).* Do đó, việc quan tâm đánh giá hiện trạng thu gom, xử lý CTRSH để từ đó đưa ra định

[1] *Tác giả liên hệ:*
Email: tranthithanhthuy@humg.edu.vn

hướng trong quản lý CTR khu vực nông thôn là hết sức cần thiết tại địa phương.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Chất thải rắn sinh hoạt phát sinh từ khu vực nông thôn của tỉnh Ninh Thuận.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Thu thập số liệu

Tác giả đã tiến hành thu thập các thông tin liên quan đến hiện trạng phát sinh CTRSH nông thôn phát sinh trên khu vực nghiên cứu, công tác thu gom và các phương pháp xử lý CTR đang áp dụng tại khu vực nông thôn từ các cơ quan chức năng như: UBND các xã, huyện, Văn phòng Nông thôn mới và Sở Tài nguyên và môi trường tỉnh. Ngoài ra, tổng hợp một số nghiên cứu của các công trình khoa học, báo cáo liên quan đến công tác quản lý CTR của địa phương. Kết quả thu thập được sử dụng làm cơ sở đánh giá tổng quan từ đó xây dựng các giải pháp quản lý hợp lý, bền vững.

2.2.2. Phương pháp điều tra, khảo sát

Tác giả đã tiến hành điều tra về điều kiện kinh tế - xã hội, hiện trạng phát sinh, thành phần CTRSH nông thôn, các thói quen, phong tục, tập quán về công tác thu gom, xử lý và thải bỏ CTRSH của người dân địa phương và các công nghệ đang triển khai xử lý chất thải sinh hoạt tại địa phương.

2.2.3. Phương pháp tham vấn cộng đồng

Sử dụng phương pháp điều tra tham vấn cộng đồng để thu thập thông tin về hiện trạng công tác thu gom, xử lý CTRSH nông thôn. Đối tượng được tham vấn là các cơ quan quản lý môi trường tỉnh (Sở Tài nguyên và Môi trường, Văn phòng điều phối nông thôn mới), cán bộ huyện/xã phụ trách vệ sinh môi trường, công nhân của các đội thu gom, công nhân vận hành tại các khu xử lý (KXL) CTR, lò đốt, bãi chôn lấp, đơn vị phụ trách thu gom, xử lý rác thải, Công ty TNHH Xây dựng Thương mại Sản xuất Nam Thành (gọi tắt là Công ty Nam Thành) và người dân địa phương.

Bảng 1. Thống kê số liệu tham vấn cộng đồng

TT	Đối tượng tham vấn	Số phiếu tham vấn (phiếu)	Tỷ lệ (%)
1	Cán bộ quản lý môi trường (tỉnh/huyện/xã)	25	27,8
2	Cán bộ quản lý KXL	5	5,5
3	Công nhân vận hành KXL	15	16,7
4	Người dân	45	50,0
	Tổng	**90**	**100**

3. Kết quả nghiên cứu

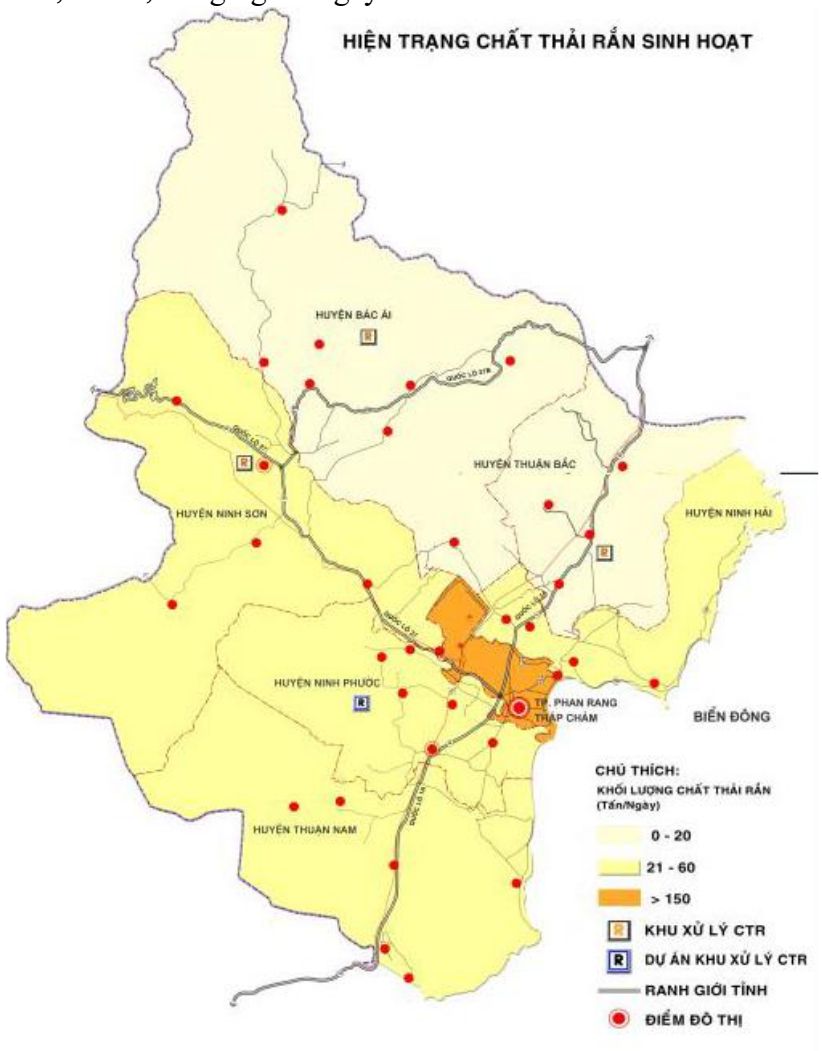
3.1. Hiện trạng phát sinh

Theo kết quả điều tra, khảo sát, tham vấn cộng đồng năm 2018 cùng tài liệu tổng hợp, thống kê từ Sở Tài nguyên và Môi trường và Văn phòng nông thôn mới của tỉnh cho thấy nguồn phát sinh CTRSH nông thôn chủ yếu từ các hộ gia đình, chợ, nhà kho, các cơ quan hành chính, trường học, các cửa hàng dịch vụ thương mại, nơi công cộng... trên địa bàn.

Bảng 2. Lượng CTRSH nông thôn phát sinh

TT	Huyện	Hệ số phát sinh (kg/người.ngày)	Lượng CTRSH phát sinh (tấn/ngày)
1	Bắc Ái	0,60	15,072
2	Ninh Sơn	0,65	39,121
3	Ninh Hải	0,65	48,438
4	Ninh Phước	0,60	59,781
5	Thuận Nam	0,65	35,815
6	Thuận Bắc	0,55	19,855
	Tổng		**218,082**

Tổng lượng CTRSH phát sinh ở khu vực nông thôn là 218 tấn/ngày và mức phát sinh trung bình là 0,55 ÷ 0,65 kg/người.ngày.



Hình 1. Khối lượng CTRSH phát sinh và hiện trạng xử lý (Sở TNMT Ninh Thuận, 2016)

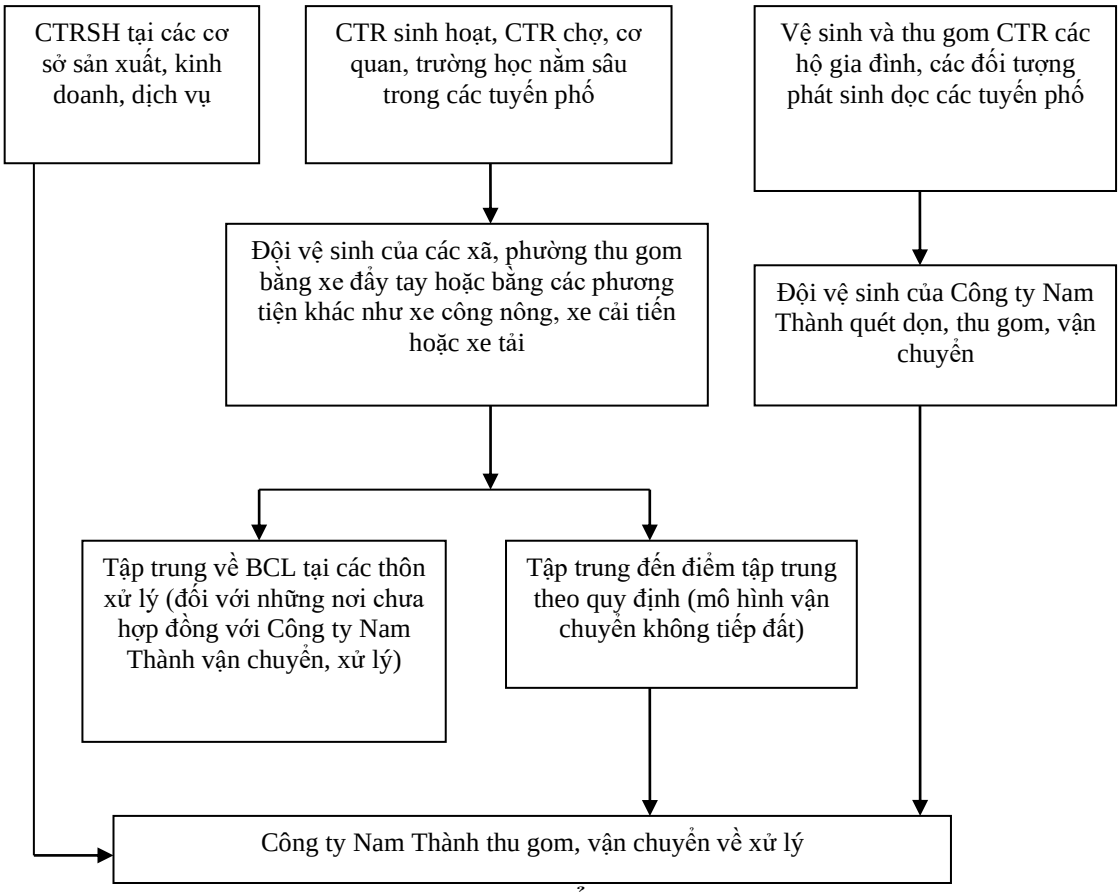
CTRSH có thành phần đa dạng, tỷ lệ hữu cơ trong rác thải khá cao (chiếm 50 ÷ 70% lượng CTR phát sinh) và phần lớn là các chất dễ phân hủy với độ ẩm tương đối lớn khoảng 58,2% ÷ 80,9%, chủ yếu là thực phẩm thải, chất thải vườn. Thành phần vô cơ gồm các loại phế thải thủy tinh, sành sứ, kim loại, giấy, nhựa, túi nilon, đồ điện gia dụng hỏng,… Trong đó, lượng CTR có thể tái chế, tái sử dụng như nhựa, bao nilon, thuỷ tinh, kim loại, giấy chiếm khoảng 2 ÷ 8% trong chất thải sinh hoạt nông thôn.

3.2. Hiện trạng quản lý CTR sinh hoạt nông thôn

3.2.1. Hiện trạng thu gom, phân loại

Dựa trên kết quả tổng hợp và tham vấn cộng đồng cho thấy CTRSH hiện nay vẫn chưa được phân loại tại nguồn có tổ chức. Dự án thử nghiệm phân loại CTRSH tại nguồn đã được triển khai thí điểm trên địa bàn 2 phường là Mỹ Hương và Tinh Dinh (thành phố Phan Rang – Tháp Chàm) nhưng không hiệu quả và phải ngừng vì không có thiết bị vận chuyển và công nghệ xử lý phù hợp. Tuy nhiên, với những chất thải như thức ăn thừa, rau, củ, quả… người dân tái chế, tái sử dụng ngay tại gia đình để làm thức ăn chăn nuôi cho gia súc, gia cầm. Bên cạnh đó, việc phân loại rác để thu hồi CTR có thể tái chế như kim loại, nhựa, thủy tinh… đã được thực hiện thường xuyên bởi một số người dân, người đồng nát, người bới rác và những công nhân thu gom rác. Kết quả nghiên cứu cho thấy tỷ lệ thu gom rác thải trung bình của tỉnh đạt 86 % (khoảng 187 tấn/ngày) nhưng thực hiện chưa đồng đều. Có những huyện tỷ lệ thu gom rất cao như: Ninh Hải, Ninh Sơn song một số huyện tỷ lệ thu gom thấp như: Thuận Bắc, Thuận Nam, Bác Ái.

Công tác thu gom CTRSH được thực hiện bởi nhiều đơn vị trong đó để thu gom CTR từ các hộ gia đình và vận chuyển đến vị trí xử lý tại huyện Thuận Nam và Bác Ái do các tổ/ hợp tác xã dịch vụ nông nghiệp và môi trường chịu trách nhiệm *(UBND tỉnh Ninh Thuận, 2018)*. Chi phí cho công tác thu gom của các hợp tác xã này được lấy từ nguồn thu phí thu gom rác thải mà các hộ gia đình đóng. Tuy nhiên, hiệu quả không cao do tỷ lệ thu phí còn thấp nên không đủ kinh phí để duy trì hoạt động. Còn lại trên toàn bộ tỉnh Ninh Thuận, việc thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH nông thôn được giao cho doanh nghiệp tư nhân thực hiện theo hình thức hợp đồng cung cấp dịch vụ công ích là Công ty Nam Thành đặt tại thôn Kiền Kiền, xã Lợi Hải, huyện Thuận Bắc, với 65,6% CTR được thu gom, xử lý tại đây. Việc thu gom của Công ty thực hiện trên các trục đường chính còn trong các hẻm nhỏ, các địa phương tổ chức đội vệ sinh môi trường tự quản tự thu phí để hoạt động. Đây là mô hình tương tự hợp tác xã dịch vụ nông nghiệp và môi trường tại khu vực nông thôn, trong đó những người chịu trách nhiệm thu gom CTR được trả công thu gom rác tại các hẻm nhỏ, xe lớn không tiếp cận được. CTR được thu gom bằng các xe đẩy tay từ hộ gia đình sau đó chuyển ra các điểm tập kết ven đường lớn để tiện cho Công ty Nam Thành thu gom vận chuyển về nhà máy xử lý.



Hình 2. Mô hình thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH tập trung của Công ty Nam Thành (Sở Xây dựng tỉnh Ninh Thuận, 2014)

Theo điều tra, khảo sát cho thấy kinh phí duy trì hoạt động, vận hành của các mô hình thu gom CTRSH nông thôn hiện nay được lấy từ 2 nguồn chính là phí thu gom rác thải (do các hộ gia đình được thu gom rác đóng) và ngân sách sự nghiệp môi trường của địa phương *(UBND tỉnh Ninh Thuận, 2018)*. Mức phí thu gom rác thải sinh hoạt trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận đối với các hộ không sản xuất là từ 12.000 ÷ 15.000 đồng/hộ/tháng tùy thuộc vào quãng được vận chuyển đến nhà máy xử lý. Theo kết quả tham vấn cán bộ quản lý của Công ty Nam Thành cho thấy một số địa phương được Công ty hỗ trợ kinh phí thu gom, vận chuyển và xử lý CTRSH. Ví dụ: tại 3 xã Bắc Sơn, Lợi Hải và Công Hải (huyện Thuận Bắc) đang được Công ty hỗ trợ 50% kinh phí cho hoạt động này.

Kết quả khảo sát thực địa, tham vấn cộng đồng cũng cho thấy ý thức tham gia BVMT, nhất là về quản lý chất thải và giữ gìn vệ sinh môi trường của một bộ phận người dân chưa cao, vẫn còn tình trạng các bãi rác tự phát hoặc để rác và phế thải lấn chiếm lòng, lề đường, vỉa hè, kênh mương, cầu cống… gây mất mỹ quan cùng thói quen đốt rác của người dân khu vực nông thôn gây ô nhiễm môi trường như: khu vực thượng lưu cầu Kiền Kiền, phía Tây cầu Bà Râu (xã Lợi Hải, huyện Thuận Bắc),...

3.2.2. Hiện trạng xử lý

Tại Ninh Thuận, CTR được xử lý bằng nhiều phương pháp khác nhau trong đó phương pháp đốt thủ công tại các bãi rác hở. Phương pháp này thực hiện chủ yếu tại những khu vực ở xa, chưa có điều kiện thu gom rác thải. Theo điều tra, thống kê cho thấy hàng ngày khoảng 44 tấn CTR đang được xử lý bằng hình thức này tại các bãi rác của 11

xã miền núi, gồm: xã Ma Nới (huyện Ninh Sơn); xã Phước Chiến (huyện Thuận Bắc); xã Phước Thắng, Phước Bình, Phước Hòa, Phước Tân, Phước Thành, Phước Trung, Phước Chính, Phước Đại, Phước Tiến (huyện Bác Ái). Hầu hết các lò đốt đều không đạt tiêu chuẩn khí thải QCVN61-MT:2016/BTNMT trước khi xả thải ra môi trường. Hiện nay, bãi chôn lấp CTR tại thôn Châu Đắc, thị trấn Phước Đại (sát chân núi Gà Bươi) thuộc huyện Bác Ái có diện tích khoảng 1,3 ha được sử dụng để chôn lấp CTR tại thị trấn Phước Đại và khu trung tâm các xã lân cận như: Phước Tiến, Phước Thắng, Phước Chính, Phước Thành. Tuy nhiên, đây là bãi rác hở, đào hố hoặc đổ thành đống, rác được để phân hủy tự nhiên, không lu lèn hoặc phun chế phẩm và đang trong tình trạng quá tải, gây ô nhiễm môi trường, trở thành vấn đề bức xúc với địa phương.

Ngoài ra, hầu hết CTRSH khu vực nông thôn của tỉnh được thu gom và xử lý bằng sản xuất phân hữu cơ vi sinh và các sản phẩm khác từ rác với tỷ lệ cao tại Nhà máy xử lý rác của Công ty Nam Thành, công suất xử lý đạt 143 tấn/ngày. Nhà máy hiện có 6 phân xưởng chia thành 2 khối với tổng diện tích xây dựng 0,97 ha (*trong đó: Khu vực nhà máy là 52.597 m^2, bãi chôn lấp là 50.000 m^2)*/5,2 ha, chiếm 18,6% diện tích đất nhà máy. Hiện nay, nhà máy đã sử dụng 80% công suất vì lượng rác thải mang về hàng ngày từ 170 - 200 tấn rác.

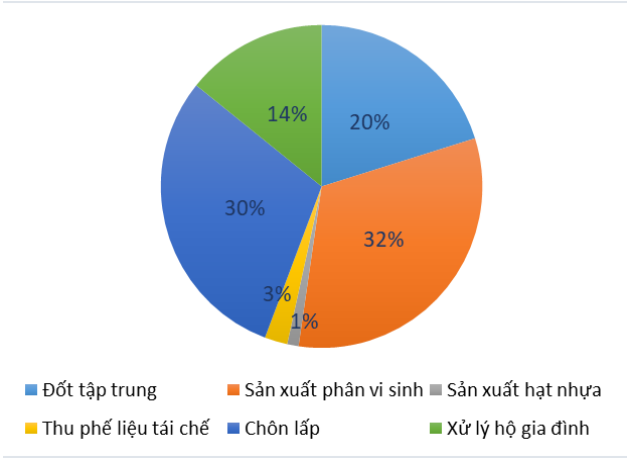


Hình 3. Khu tiếp nhận và phân loại rác



Hình 4. Khu tập trung rác ủ vi sinh

Rác thải được thu gom, xử lý theo quy trình khép kín. Rác từ các địa phương được thu gom bằng quy trình thu gom không tiếp đất, vận chuyển bằng phương tiện chuyên dùng đến nhà tiếp nhận. Tại đây, bộ phận kỹ thuật sẽ phun các chế phẩm vi sinh phân hủy, vi sinh khử mùi, sau đó được chuyển đến hệ thống tách lựa để phân loại hữu cơ lớn, hữu cơ nhỏ, đất, cát, nylon... tách đất, cát… (chiếm từ 5 - 10%) chuyển đến bãi chôn lấp hợp vệ sinh. Khu vực chôn rác thải có chiều sâu 6 m, chiều cao lớp rác hiện tại đạt 7 m, nền đáy khu chôn lấp không thấm nước, kết vón cứng khi gặp nước, khi đầy được phủ lớp đất mặt dày 20 cm. Hiệu quả hoạt động của nhà máy khá tốt, tỷ lệ chôn lấp của nhà máy chỉ chiếm 10 - 16% tổng lượng CTR thu gom còn lại là sản xuất phân hữu cơ (70 tấn/ngày), sản xuất hạt nhựa (2,5 tấn/ngày), thu gom phế liệu (5 tấn/ngày). Sản phẩm phân hữu cơ vi sinh của nhà máy hiện đang cung cấp cho các vùng canh tác cây công nghiệp, cây ăn quả và rau màu tại các tỉnh Ninh Thuận, Bình Thuận, Lâm Đồng và khu vực Tây Nguyên với giá bán 2.200 đồng/kg. Công suất từ 2.000 – 3.000 tấn phân bón/năm.



Hình 5. Công nghệ xử lý CTRSH nông thôn

Còn đối với các hộ dân khu vực miền núi, vùng sâu, vùng xa, CTRSH được các hộ dân tự thu gom và xử lý bằng biện pháp đào hố để chôn rác hữu cơ và đốt (rác vô cơ) trong vườn. Một số hộ dân thì thu gom và đưa đổ xuống sông suối hoặc các khu vực khác như tại xã Phước Kháng, Bắc Phong – huyện Thuận Bắc. Lượng chất thải rắn sinh hoạt chưa được thu gom và xử lý bằng hình thức này theo thống kê là 31 tấn/ngày, tỷ lệ 14,2%.

3.3. Đề xuất giải pháp quản lý

Hạn chế xử lý rác thải bằng các lò đốt quy mô nhỏ tại các bãi chôn lấp rác hở, không hợp vệ sinh, gây ô nhiễm môi trường. Tiếp tục triển khai, nhân rộng và phát triển mô hình tư nhân hóa trong thu gom, xử lý CTRSH. Công ty Nam Thành có nguồn vốn tương đối dồi dào có thể đáp ứng được nhu cầu trang thiết bị thu gom cũng như đảm bảo mức thu nhập ổn định cho người lao động (> 3.000.000 đồng/người/tháng). Công tác quản lý CTR được thực hiện nghiêm ngặt, có sự phân công chức năng cụ thể cho từng bộ phận. Công tác thông tin, báo cáo về hiện trạng thu gom CTRSH trên địa bàn phụ trách của đơn vị được duy trì đều đặn. Đây là mô hình tốt, phù hợp với điều kiện thực tế của địa phương.



Hình 6. Cách phân loại rác tại hộ gia đình

Ngoài ra, để triển khai thực hiện hiệu quả công tác xử lý CTRSH tại Công ty Nam Thành cần thực hiện công tác phân loại rác tại nguồn, đảm bảo tận dụng được tài nguyên, thu lại lợi ích kinh tế cho các hộ gia đình đồng thời hạn chế chi phí và nhân lực trong công tác phân loại rác như hiện nay. Có thể nói đây chính là hạt nhân để phát triển công tác phân loại CTR tại nguồn trong tương lai của địa phương.

Đối với các khu vực miền núi, dân cư thưa thớt, đất vườn rộng, điều kiện thu gom khó khăn, chi phí đầu tư cao nên tiếp tục phát triển mô hình thu gom, xử lý rác thải tại hộ gia đình. Tuy nhiên, cần có cơ chế quản lý và giải pháp tối ưu hơn đối với mô hình này.

Địa phương cần tuyên truyền, khuyến khích người dân thực hiện phân loại rác thải tại nguồn để thu hồi rác thải vô cơ có khả năng tái chế, tái sử dụng.

Đối với rác thải hữu cơ, triển khai thực hiện ủ sinh học trong các thùng chứa để tạo phân vi sinh phục vụ quy mô hộ gia đình. Phần rác thải còn lại tập trung, gom và đốt tại góc sân vườn để giảm thiểu rác thải vứt bừa bãi, gây ô nhiễm môi trường.

Hơn nữa, cần đẩy mạnh công tác tuyên truyền và giáo dục ý thức bảo vệ môi trường cho người dân để góp phần nâng cao nhận thức của cộng đồng và toàn xã hội trong công tác bảo vệ môi trường.

4. Kết luận và kiến nghị

CTRSH khu vực nông thôn tỉnh Ninh Thuận phát sinh chủ yếu từ các hộ gia đình, chợ, nhà kho, các cơ quan hành chính, trường học, các cửa hàng dịch vụ thương mại, nơi công cộng... với tổng lượng CTRSH phát sinh là 218 tấn/ngày. Tỷ lệ phát sinh CTRSH phân bố không đồng đều giữa các huyện và các thành phần kinh tế… CTRSH có hàm lượng hữu cơ cao, trong đó lượng CTR có thể tái chế, tái sử dụng chiếm khoảng 2 ÷ 8%. CTR chưa được phân loại tại nguồn với tỷ lệ thu gom trung bình đạt 86 % (khoảng 187 tấn/ngày) song cũng chênh lệch khá nhiều giữa các khu vực, huyện, thành phố. Hầu hết công tác thu gom được thực hiện bởi các Công ty Nam Thành với 65,6% CTR của tỉnh được thu gom, vận chuyển và xử lý tại đây. Còn lại một phần do các tổ/ hợp tác xã dịch vụ nông nghiệp và môi trường chịu trách nhiệm...

Để xử lý CTR, hầu hết CTR được xử lý tại Công ty Nam Thành bằng công nghệ vi sinh, sản xuất hạt nhựa, tái chế và một phần chôn lấp với công suất xử lý đạt 143 tấn/ngày. Ngoài ra, tại địa phương cũng sử dụng phương pháp đốt tại các bãi rác hở để xử lý CTRSH ở những khu vực nằm xa, điều kiện thu gom rác thải hạn chế của 02 huyện Bác Ái, Thuận Bắc với công suất khoảng 44 tấn/ngày. Ở những khu vực vùng núi, nằm xa, chưa có điều kiện thu gom, sân vườn rộng, 14% CTRSH nông thôn đang được người dân tự phân loại và xử lý tại hộ gia đình.

Từ đó, nghiên cứu cũng đề xuất một số giải pháp trong quản lý CTRSH nông thôn của tỉnh trong đó tập trung hướng tới phân loại CTRSH tại nguồn phục vụ hiệu quả cho hoạt động của Công ty Nam Thành, hạn chế xử lý bằng công nghệ đốt tại các bãi rác hở, triển khai ủ phân vi sinh với chất thải hữu cơ quy mô hộ gia đình ở các khu vực vùng núi, chưa có điều kiện thu gom rác thải. Đồng thời tiếp tục đẩy mạnh sự tham gia của cộng đồng, khuyến khích các tổ chức, doanh nghiệp, cá nhân tham gia dịch vụ quản lý môi trường và phát triển các công nghệ thân thiện môi trường trong thu gom, xử lý CTR *(Nguyễn Quốc Tuấn, 2017)*. Tuyên truyền, giáo dục nâng cao nhận thức cho cộng đồng về bảo vệ môi trường và phát triển bền vững.

Tài liệu tham khảo

1. Đặng Kim Chi, 2018. Tình hình quản lý chất thải rắn ở nông thôn, thị trấn, thị trấn, huyện, xã và các hình thức thu gom, vận chuyển chất thải phù hợp với điều kiện sống của Việt Nam. Hiệp hội Bảo vệ Thiên nhiên và Môi trường Việt Nam, Hà Nội.

2. Nguyễn Quốc Tuấn, 2017. Giải pháp xử lý rác thải sinh hoạt nông thôn bền vững. Tạp chí Môi trường, Hà Nội, số 9 - 2017.

3. Ủy ban nhân dân tỉnh Ninh Thuận, 2018. Báo cáo về tình hình thu gom và xử lý chất thải rắn khu vực nông thôn tỉnh Ninh Thuận.

4. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Ninh Thuận, 2016. Báo cáo hiện trạng môi

trường tỉnh Ninh Thuận 5 năm giai đoạn 2011 – 2015.

5. Sở Xây dựng tỉnh Ninh Thuận, 2014. Báo cáo Quy hoạch tổng thể Quản lý CTR trên địa bàn tỉnh Ninh Thuận đến 2025.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Tính toán phát thải khí nhà kính cho nhà máy luyện thép Lưu Xá, Thái Nguyên

Trần Thanh Hà[a1], Trần Thị Ngọc[b]
[a]*Khoa Trắc Địa, Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
[b]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Ngày nộp bài:12/3/2020; Ngày chấp nhận:19/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Kiểm kê phát thải khí nhà kính là một trong những công việc quan trọng nhằm giám sát và đánh giá mức độ phát thải của một ngành, lĩnh vực hay quốc gia. Các thông tin về phát thải là cơ sở để các quốc gia đàm phán trong các cuộc họp về biến đổi khí hậu cũng như là động lực để hoạch định chiến lược về công nghệ của quốc gia. Đối với Việt Nam trong những năm gần đây hoạt động kiểm kê được thực hiện khá thường xuyên, nhất là trong giai đoạn từ 2012 đến nay. Trong các báo cáo kiểm kê quốc gia cho những năm gần đây đã đánh giá được phần nào mức độ phát thải của cả nước nói chung và trong đó có kiểm kê cho ngành luyện kim. Ngành luyện kim là một trong những ngành có mức độ phát thải tương đối cao, chiếm tỷ trong lớn so với các hoạt động công nghiệp khác, và lượng phát thải của ngành luyện kim được tính trong hai hoạt động chính là hoạt động về năng lượng và hoạt động về các quá trình công nghiệp. Nhằm đáp ứng yêu cầu kiểm kê phát thải, các tác giả đã nghiên cứu phương pháp tiếp cận và xây dựng sơ đồ tính toán cho kiểm kê KNK tại nhà máy luyện thép Lưu Xá thuộc TISCO, Thái Nguyên.

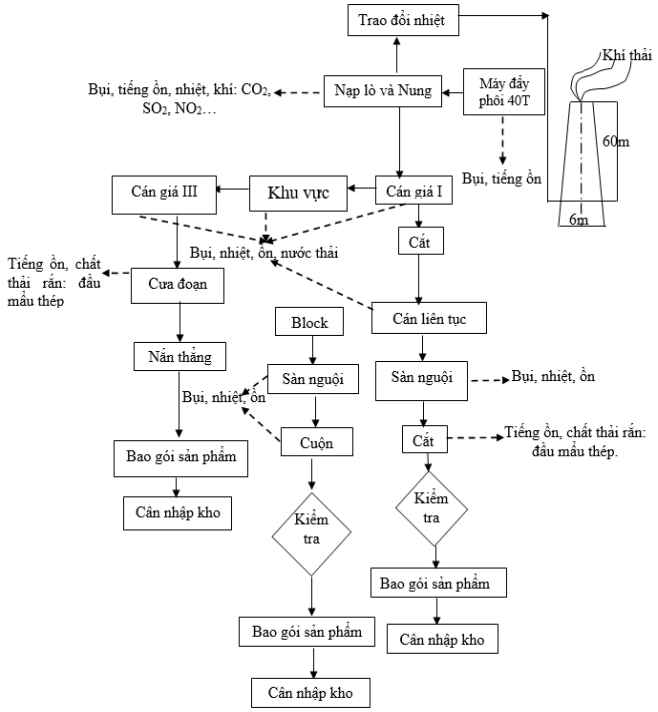
Từ khóa: *kiểm kê phát thải, khí nhà kính, luyện kim, phương pháp tiếp cận, sơ đồ tính toán.*

1. Đặt vấn đề

Nhìn trong bức tranh tổng quan của ngành luyện kim có thể thấy, theo đánh giá của IPCC, có rất nhiều tiểu ngành và lĩnh vực gây ra phát thải khí nhà kính ngoài tiểu lĩnh vực sản xuất sắt thép như đồng, nhôm, thiếc, chì, kẽm. Tuy nhiên trong các báo cáo về kiểm kê phát thải khí nhà kính quốc gia trong các giai đoạn đã được thực hiện từ trước đến nay, thì ngành luyện kim chỉ bao gồm hoạt động sản xuất sắt thép, nguyên nhân này có thể dẫn đến do sự không đầy đủ về số liệu. Trong khi đó, ngoài tiểu ngành sản xuất sắt thép, các tiểu ngành khác cũng đóng góp một sản lượng lớn cho ngành luyện kim Việt Nam. Vì vậy nếu không tính toán phát thải cho tất cả các tiểu ngành là một trong những thiếu sót cần phải chỉnh sửa. Ngoài ra phương pháp tiếp cận và tính toán cũng là vấn đề cần được cải tiến khi tính toán phát thải cho một ngành, do cấp độ quốc gia chỉ thực hiện trên quy mô toàn quốc nên khó có thể đạt được mức độ chi tiết như trong cách tiếp cận ngành. Nhằm nâng cao chất lượng kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam, đề tài "Nghiên cứu, triển khai hệ thống kiểm kê phát thải khí nhà kính và đề xuất lộ trình giảm nhẹ phát thải khí nhà kính đối với ngành công nghiệp luyện kim" được thực hiện bởi Trung tâm hỗ trợ phát triển Khoa học kỹ thuật, Trường Đại học Mỏ - Địa Chất. Mục tiêu của đề tài là nhằm xây dựng bộ cơ sở dữ liệu đầu vào, phần mềm và hướng dẫn kiểm kê KNK trong lĩnh vực luyện kim ở Việt Nam.

Trong bài báo này tác giả đề cập tới biện pháp kiểm kê phát thải KNK và tính toán phát thải cho Nhà máy luyện thép Lưu Xá thuộc TISCO, Thái Nguyên.

[1] *Liên hệ tác giả:*
E-mail: tranthanhha@humg.edu.vn



Hình 1: Sơ đồ quy trình cán thép của Nhà máy

2. Biện pháp thu thập và xử lý số liệu trong tính toán phát thải KNK

2.1. Kế hoạch thu thập thông tin

Các bước thực hiện kế hoạch thu thập thông tin gồm có:

Bước 1. Chuẩn bị điều tra:

a. Ra quyết định điều tra;

b. Xây dựng phương án điều tra;

c. Lập và rà soát danh sách các đơn vị điều tra;

d. Chọn mẫu điều tra;

e. In phương án và phiếu điều tra;

f. Xây dựng hệ thống biểu tổng hợp đầu ra và chương trình phần mềm nhập tin, chương trình kiểm tra và tổng hợp kết quả điều tra cho các tỉnh, thành phố và toàn quốc.

Bước 2. Triển khai điều tra:

a. Triển khai thu thập thông tin tại Nhà máy

b. Chỉnh lý, đánh mã phiếu điều tra tại tỉnh Thái Nguyên

Bước 3. Nhập tin, xử lý và nghiệm thu số liệu:

a. Nhập tin số liệu về doanh nghiệp sẽ được thực hiện tại Cục Thống kê tỉnh, TP, xử lý, kiểm tra số liệu và báo cáo giải trình, cảnh báo lỗi và truyền kết quả nhập tin về Tổng cục Thống kê.

b. Nghiệm thu số liệu: tại Cục Thống kê.

Bước 4. Tổng hợp, phân tích và phổ biến kết quả điều tra:

a. Kiểm tra, tổng hợp kết quả điều tra của các tỉnh, thành phố

b. Phổ biến kết quả tổng hợp nhanh điều tra doanh nghiệp

c. Phổ biến kết quả đầy đủ điều tra doanh nghiệp.

Kết quả thu thập dữ liệu của Nhà máy luyện thép Lưu Xá được cập nhật trên trang thông tin http://phatthaiknk.test2.siten.vn/ được xây dựng bằng mã nguồn mở NooSQL

MongoDB, là kết quả của Đề tài khoa học đã nêu. Trong đó, quan trọng nhất chính là thống kê nhu cầu nguyên vật liệu của Nhà máy để phục vụ tính toán.

Bảng 1: Nhu cầu nguyên, nhiên vật liệu của Nhà máy phục vụ tính toán phát thải KNK

Loại nguyên, nhiên liệu	Mức tiêu thụ báo cáo	Mức tiêu thụ chuyển đổi
Fo	6.400 tấn/năm	6.400 tấn/năm
Gas	8.640 kg/năm	8,64 tấn/năm
Xăng	10.200 l/năm	7,36 tấn/năm
Điện	14.250.000 KWh/năm	14.250.000 KWh/năm

2.2. Xây dựng sơ đồ tính toán

Theo hướng dẫn IPCC 2006, có ba cấp độ tính toán phát thải CO_2 và 2 cấp độ tính toán CH_4 cho sản xuất sắt thép. Lựa chọn phương pháp thích hợp phụ thuộc vào điều kiện quốc gia theo cây quyết định cho phát thải CO_2 và CH_4. Phương pháp cấp độ 1 phụ thuộc vào dự liệu sản xuất quốc gia và hệ số phát thải mặc định. Phương pháp này có thể gây ra sai sót do phụ thuộc vào dự đoán hơn là số liệu thật về số lượng của sản phẩm đầu vào trong sản xuất đá túp và sản xuất sắt thép – từ đó có thể gây ra sai lầm trong tính toán lượng CO_2 phát thải. Vì vậy, chỉ nên dùng phương pháp cấp độ 1 trong trường hợp sản xuất sắt thép không phải là lĩnh vực kiểm kê chính. Các hệ số phát thải được cung cấp cho sản xuất đá túp, lò luyện sắt, sản xuất sắt hoàn nguyên, sản xuất sắt viên, và sản xuất thép. Nguồn phát thải sơ cấp là sản xuất sắt thép từ lò luyện.

Phương pháp cấp độ 2 dùng để ước tính lượng CO_2 phát thải từ sản xuất sắt thép được dựa trên số liệu lượng nguyên vật liệu tiêu thụ, bao gồm cả các hóa chất và các dữ liệu chung của ngành công nghiệp. Phương pháp này đi theo lối tiếp cận cân bằng khối lượng và cân bằng hàm lượng cacbon. Tuy nhiên phương pháp cấp độ 2 không áp dụng để ước tính phát thải CH_4. Phương pháp cấp độ 3 yêu cầu thông tin của các cơ sở về phát thải hay các hoạt động khác, sau đó cộng lại dữ liệu cấp quốc gia, từ đó tiến hành ước tính phát thải CO_2 và CH_4.

a) Phương pháp ước tính phát thải CO_2

Phương pháp cấp độ 1 – hệ số phát thải

Lối tiếp cận của cấp độ 1 trong sản xuất sắt thép là nhân hệ số phát thải với thông số sản xuất quốc gia. Do lượng phát thải của mỗi lượng thép được sản xuất có thể khác nhau tùy thuộc vào phương pháp sản xuất thép, vì vậy cần xác định lượng thép sản xuất được trong các bước trong sản xuất thép, tính lượng phát thải trong từng bước sau đó cộng lại để ra tổng phát thải. Lò thổi (Basic Oxygen Furnaces BOF), lò hồ quang (Electric Arc Furnaces EAF) và lò đáy bằng (Open Hearth Furnaces OHF) Trong trường hợp không có dữ liệu về từng bước trong hoạt động sản xuất thép, sử dụng giả định dựa trên công thức mặc định được cung cấp trong IPCC.

Phương pháp cấp độ 2

Sử dụng phương pháp cấp độ 2 khi có dữ liệu quốc gia về tình hình sử dụng vật liệu trong sản xuất sắt thép, đá túp, sắt viên, và sản xuất sắt hoàn nguyên. Ngoài ra, như đã nói ở phần trên, có các nguyên liệu đầu vào và đầu ra khác có thể nằm trong phạm vi tính toán của phương pháp cấp độ 2. Các dữ liệu thường được lưu trữ ở các cơ quan nhà nước chịu trách nhiệm quản lý thống kê sản xuất công nghiệp hoặc năng lượng, các tổ chức kinh doanh hoặc công nghiệp, hoặc các công ty sắt và thép. Phương pháp cấp độ 2 giúp tính ra

kết quả chính xác hơn phương pháp cấp độ 1 do có tính toán thêm lượng nguyên vật liệu đầu vào – 1 phần phát thải CO_2.

Phương pháp cấp độ 3

Khác với phương pháp cấp độ 2, phương pháp cấp độ 3 yêu cầu thông tin chi tiết về nhà máy/cơ sở. Phương pháp cấp độ 3 cho ra kết quả tính toán chính xác hơn phương pháp cấp độ 2 do các nhà máy thường khác biệt về công nghệ và điều kiện sản xuất. Nếu các cơ sở sản xuất sắt thép có dữ liệu đầy đủ về lượng CO_2 phát thải, có thể tiến hành tính toán phát thải CO_2 từ các dữ liệu liên quan tới hoạt động của cơ sở liên quan tới chất khử, khí thải, cũng như các vật liệu và sản phẩm khác. Tổng lượng phát thải trên toàn quốc gia sẽ bằng tổng lượng phát thải của các cơ sở cộng lại.

b) Phương pháp tính CH_4

Phương pháp cấp độ 1 tính CH_4 dựa trên hệ số phát thải và thống kê sản xuất quốc gia.

Phương pháp cấp độ 3 sử dụng các thông số phát thải của riêng từng cơ sở. Nếu có dữ liệu về lượng CH_4 phát thải trong sản xuất than cốc, có thể tổng hợp thành dữ liệu cấp quốc gia. Tổng phát thải sẽ bằng của các cơ sở cộng lại.

Các cây sơ đồ được thể hiện ở hình 2 và hình 3.

2.3. Các công thức tính toán phát thải

Hệ số phát thải khí CO_2 được ký hiệu là EF_{CO2} ; hệ số phát thải khí CH_4 được ký hiệu là EF_{CH4}. Lượng phát thải khí CO_2 được ký hiệu là E_{CO2} ; hệ số phát thải khí CH_4 được ký hiệu là E_{CH4}.

Cấp độ 1

E_{CO2} = (Lượng thành phẩm sản xuất, tấn/năm)*Hệ số phát thải CO_2 (1)

Tương tự tính toán E_{CH4}

Cấp độ 2:

Lượng phát thải CO_2 từ quá trình sản xuất sắt thép:

$$E_{CO2} = [\ PC \bullet C_{(PC)} + \sum(COB_a \bullet C_a) + CI \bullet C_{CI} + L \bullet C + D \bullet C_D + CE \bullet C_{CE} + \sum(O_b \bullet C_b) + COG \bullet C_{COG} - S \bullet C_S - IP \bullet C_{IP} - BG \bullet C_{BG}\ ] * 44/12 \quad (2)$$

Lượng phát thải CO_2 từ quá trình sản xuất thiêu kết:

$$E_{CO2} = [CBR \bullet C_{CBR} + COG \bullet C_{COG} + BG \bullet C_{BG} + \sum(PM_{(a)} \bullet C_{(a)}) - SOG \bullet C_{SOG}\ ] * 44/12 \quad (3)$$

Lượng phát thải CO_2 từ quá trình khử sắt E_{CO2} = (DRING $\bullet C_{NG}$ + DRIBZ $\bullet C_{BZ}$ + DRICK $\bullet C_{CK}$)* 44/12 (4)

Trong đó:

PC- Tấn than cốc tiêu thụ không tạo ra đá tuýp;

$COB_{(a)}$ - Sản phẩm phụ lò cốc tại chỗ vào lò cao; CI - Tấn than đưa vào lò cao;

L - Tấn đá vôi; D - Tấn dolomite;

CE - Tấn điện cực C của phương pháp EAF; $O_{(b)}$ - Vật liệu chứa carbon khác: đá tuýp, thải nhựa,..., tấn;

OG - Khí lò than cốc trong lò cao, m^3 hoặc tấn, GJ;

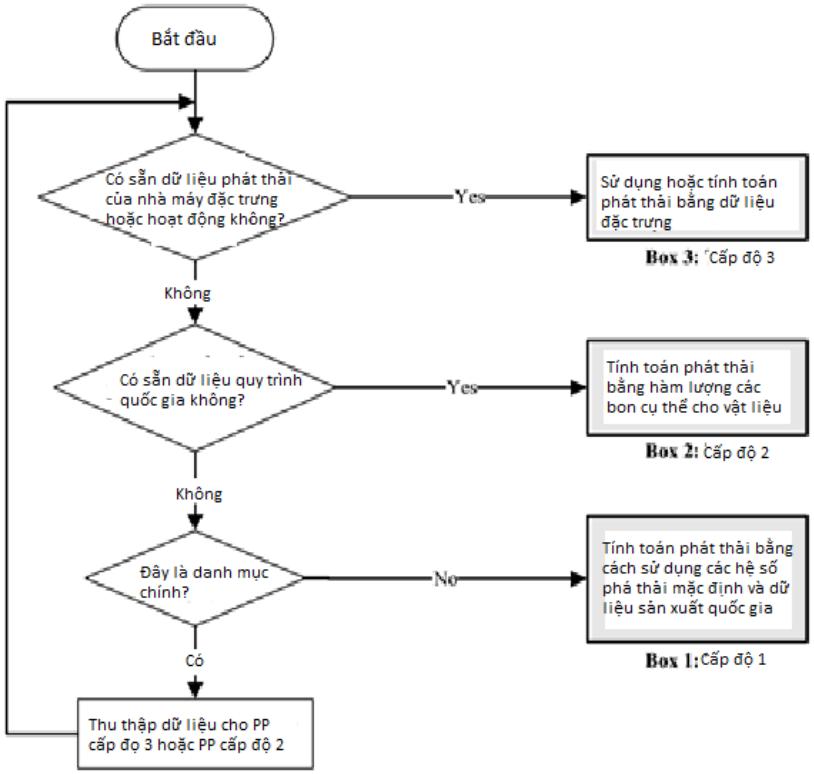
S - Tấn thép sản xuất; IP- Tấn sắt sản xuất;

BG - Khí lò cao, m^3 hoặc tấn, GJ;

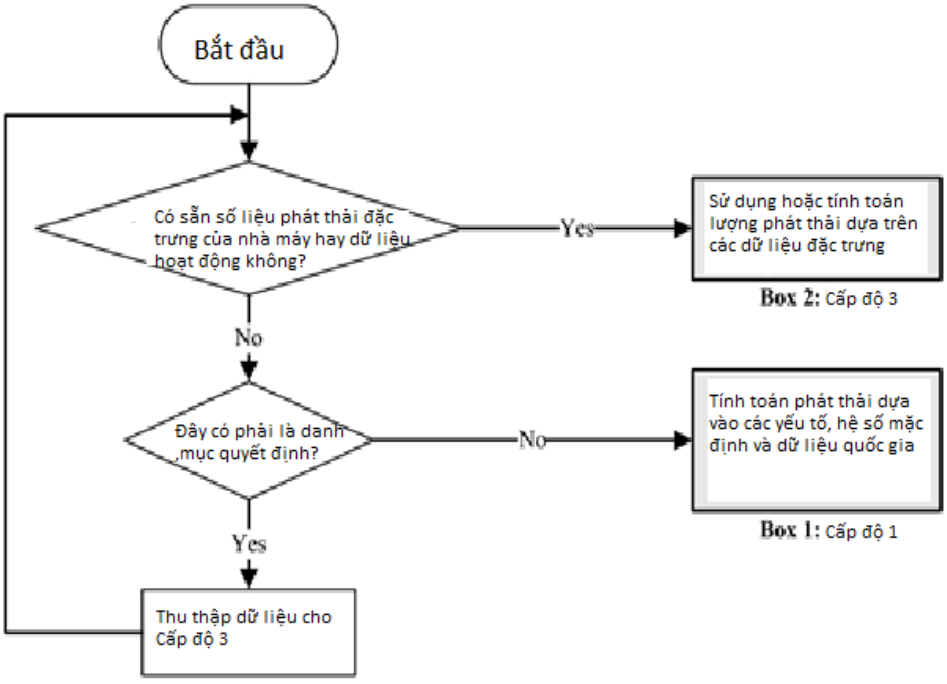
$C_{(x)}$ - Tấn hàm lượng Các bon nguyên liệu đầu vào/ra

DRING - khí tự nhiên, GJ; DRIBZ - GJ than cám cốc; DRICK- GJ than cốc

3. Kết quả tính toán phát thải khí nhà kính cho tiểu lĩnh vực sản xuất thép và áp dụng tính toán cho nhà máy luyện thép Lưu Xá



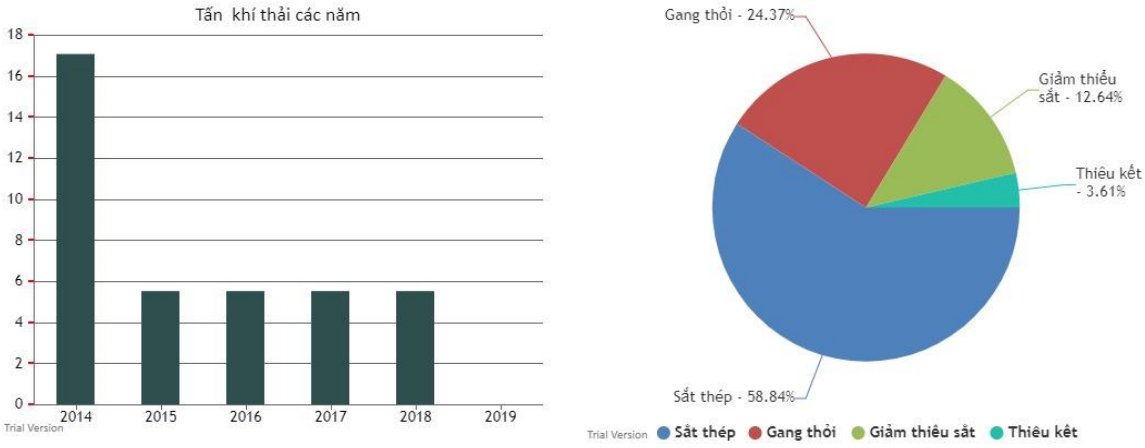
Hình 2: Cây quyết định ước tính phát thải CO_2 trong ngành sản xuất sắt thép



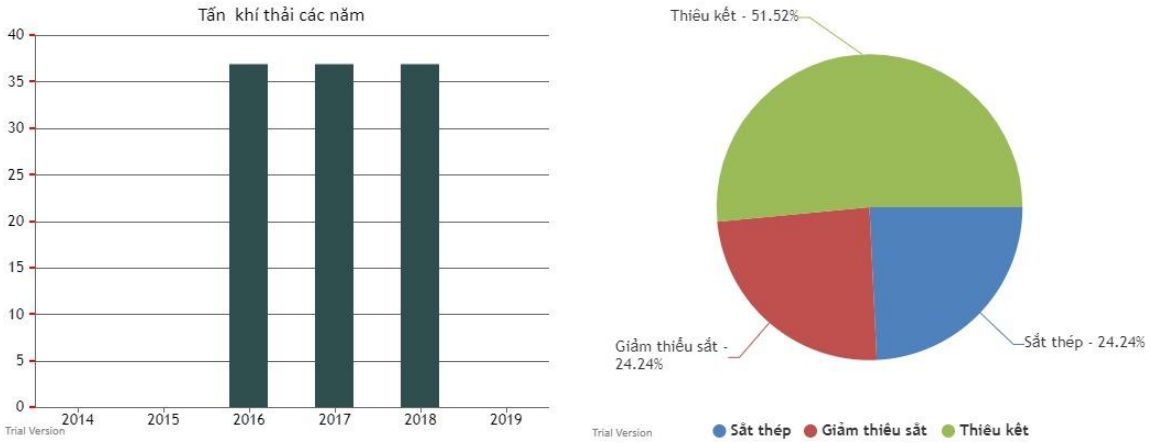
Hình 3: Cây quyết định ước tính lượng phát thải CH_4 trong sản xuất sắt thép

Bảng 2: Bảng số liệu tính toán bởi các hệ số mặc định trên excel

Phân ngành	Năng lượng								
Phân cấp	Các hoạt động đốt cháy nguyên liệu								
Mã số phân cấp	1A2 Nhà máy công nghiệp								
Trang	CO_2, CH_4 và N_2O– Tier 1								
	Tổng tiêu thụ năng lượng			CO_2		CH_4		N_2O	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Tiêu thụ	Quy đổi	Quy đổi tính toán	Yếu tố phát thải CO_2	Lượng phát thải CO_2	Yếu tố phát thải CH_4	Lượng phát thải CH_4	Yếu tố phát thải N_2O	Lượng phát thải N_2O
	Khối lượng hoặc thể tích	(TJ/đơn vị)	(TJ)	(kg CO_2/TJ)	(Gg CO_2)	(kg CH_4/TJ)	(Gg CH_4)	(kg N_2O/TJ)	(Gg N_2O)
			C=A*B		E=C*D/10^6		G=C*F/10^6		I=C*H/10^6
Xăng dầu động cơ	7.36	43.961	324	68,607	22.2	2	0.00	0.6	0.00
Resid-ual Fuel Oil	6,400.00	41.491	265,544	76,593	20,338.8	2	0.53	0.6	0.16
LPG	8.64	45.552	394	62,436	24.6	2	0.00	0.6	0.00
Điện	14250000	0.001	14,250	1	0.0116				



Hình 4 Biểu đồ thể hiện kết quả tính toán lượng phát thải KNK do hoạt động của Nhà máy luyện thép Lưu Xá qua các năm theo PP tính cấp độ 1



Hình 5 Biểu đồ thể hiện kết quả tính toán lượng phát thải KNK do hoạt động của Nhà máy luyện thép Lưu Xá qua các năm theo PP tính cấp độ 2

4. Kết luận

Đối với tiểu lĩnh vực sản xuất gang thép, các sơ đồ tính toán lượng phát thải KNK (chủ yếu là CO_2, CH_4…) được xây dựng dựa trên phương pháp tiếp cận cấp 1, nên mô hình tính toán khá đơn giản. Do vậy, độ chính xác và độ chắc chắn của số liệu cũng như phương pháp luận còn chưa cao. Kết quả chỉ ra sự sai lệch trong PP tính toán cấp độ 1 và 2, so với thực tế số liệu thu thập, phương pháp tính cấp độ 2 là chính xác hơn. Trên cơ sở các kết quả này, tương lai cần có một kế hoạch hành động cụ thể để cắt giảm lượng KNK phát thải của Nhà máy luyện thép Lưu Xá (do lượng KNK không hề giảm đi từ năm 2015-2018) nếu không sẽ không có bất kỳ sự chuyển biến tích cực nào đối với môi trường không khí.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2017. Báo cáo cập nhật hai năm một lần của Việt Nam

2. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2014. Báo cáo Kiểm kê khí nhà kính của Việt Nam năm 2010. Dự án Tăng cường năng lực kiểm kê quốc gia khí nhà kính tại Việt Nam

3. Bộ Công Thương, 2008. Tài liệu hướng dẫn Sản xuất sạch hơn. Ngành: Luyện thép lò điện hồ quang

4. Chính phủ Việt Nam (2017). Dự báo xu hướng tác động của biến đổi khí hậu trong trường hợp thực hiện quy hoạch và đề xuất giải pháp giảm thiểu, thích ứng. Việt Nam: Ủy ban Quốc gia về Biến Đổi Khí Hậu.

5. Habubank Securities (2017). Tổng quan ngành thép *Báo cáo ngành thép*. Việt Nam: Habubank.

6. IPCC, 2006. Guidelines for national greenhouse gas inventories. Vol. 4, Agriculture, forestry and other land use (AFLOLU). Institute for Global Environmental Strategies, Hayama, Japan

7. J. Sathaye và Stephen Meyers, 1995: Sách hướng dẫn đánh giá giảm nhẹ khí nhà kính.

8. Jongikhaya Witi et al, 2016, GHG Inventory for South Africa: 2000 – 2012

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường không khí sử dụng ảnh Landsat 8 OLI thông qua chỉ số API (Air Pollution Index) tại khu vực Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh

Bùi Tuấn Anh[a,1], Nguyễn Quốc Phi[b], Trần Xuân Trường[b], Hoàng Thu Trang[b]
[a] *Trung Tâm Giám Định, Tổng Công Ty Đông Bắc*
[b] *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Ngày nộp: 2/3/2020; Ngày chấp nhận: 6/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Hiện tượng trượt lở đất đá chịu ảnh hưởng tác động qua lại của nhiều yếu tố như địa hình, địa mạo, các điều kiện địa chất nền, lớp phủ thực vật hay các hoạt động nhân sinh, trong đó, độ ẩm đất là một trong những yếu tố đóng vai quan trọng gây nên trượt lở. Nghiên cứu này sử dụng nguồn tư liệu ảnh viễn thám và số liệu đo mưa vệ tinh để phân tích các điều kiện về độ ẩm đất, đồng thời so sánh mối quan hệ của độ ẩm đất với hiện trạng trượt lở tại khu vực Cẩm Phả - Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh. Các kết quả nghiên cứu cho thấy mối quan hệ tương đối chặt chẽ giữa yếu tố độ ẩm đất và hiện tượng trượt lở với hệ số Cramer's V và hệ số tương hợp C = 0,323 cho mùa mưa; và V = 0,338 và C = 0,233 đối với mùa khô. Đồng thời, kết quả phân tích cũng cho thấy độ ẩm đất có thể được ước lượng dựa trên nguồn tư liệu viễn thám, cho phép đo đạc cùng lúc trên một diện tích rộng và đưa ra các đánh giá ban đầu cho những khu vực cần nghiên cứu chi tiết. Yếu tố độ ẩm đất được coi là một trong những yếu tố đầu vào quan trọng, phục vụ cho việc phân tích nguy cơ trượt lở đất đá, làm cơ sở khoa học cho việc xây dựng các bản đồ tai biến và rủi ro tại các bước nghiên cứu tiếp theo.

Từ khóa: Ô nhiễm không khí, tư liệu viễn thám, API, Cẩm Phả

1. Mở đầu

Khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh được coi là vùng khai thác than lớn nhất của cả nước từ hàng trăm năm nay. Hoạt động khai thác khoáng sản đã góp phần giải quyết việc làm, tăng thu ngân sách, thúc đẩy kinh tế khổng chỉ của địa phương mà còn là xương sống cho sự phát triển của các ngành công nghiệp tại Việt Nam. Tuy nhiên, do số lượng mỏ khai thác lớn, công nghệ khai thác còn lạc hậu, công tác bảo vệ môi trường chưa được chú trọng… đã dẫn đến môi trường tại nhiều vùng khai thác khoáng sản bị ô nhiễm và suy thoái khá nghiêm trọng.

Hoạt động khai thác khoáng sản tại khu vực Cẩm Phả đã và đang gây ra nhiều tác động xấu đến môi trường xung quanh. Biểu hiện rõ nhất là việc tàn phá các điều kiện tự nhiên, tác động xấu đến cảnh quan và hình thái môi trường, gây tích tụ hoặc phát tán chất thải làm ảnh hưởng đến sử dụng nước, ô nhiễm nước, tiềm ẩn nguy cơ về dòng axit mỏ… Những hoạt động này đang phá vỡ cân bằng điều kiện sinh thái được hình thành từ hàng triệu năm, gây ô nhiễm nặng nề đối với môi trường, trở thành vấn đề cấp bách mang tính chính trị và xã hội của cộng đồng, nơi có các hoạt động khai khoáng, một cách sâu sắc.

Hiện nay, việc sử dụng kết hợp công nghệ viễn thám và GIS phục vụ cho công tác đánh giá Tài nguyên - Môi trường đã bước đầu cho thấy hiệu quả về mặt quản lý. Trong đó, việc sử dụng các công cụ mới trong đánh giá các ảnh hưởng môi trường liên quan đến

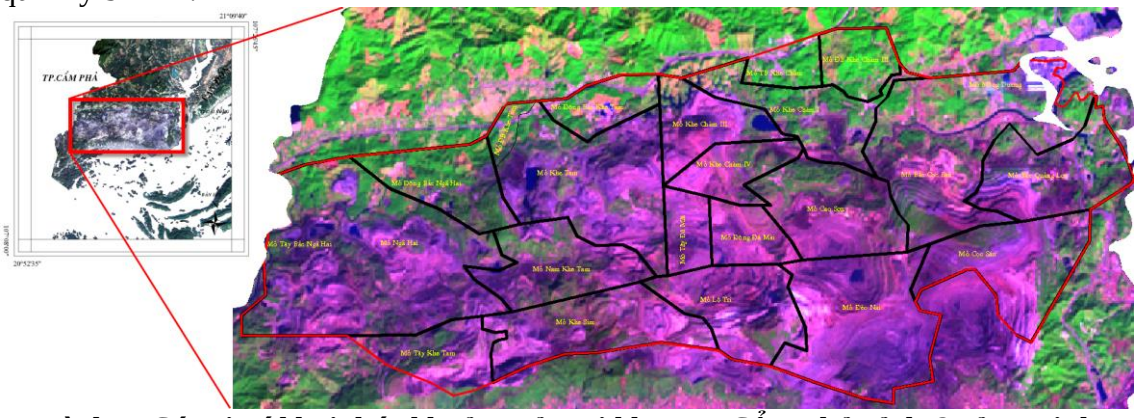
[1]*Tác giả liên hệ*
Email: Tuananhkehoach1978@gmail.com

hoạt động khai khoáng cũng dần được quan tâm, chú ý. Các kết quả phân tích từ nguồn tư liệu viễn thám có thể giúp xác định nhanh các khu vực đang có các hoạt động thăm dò, khai thác, chế biến khoáng sản, sự phân bố của các lưu vực có khả năng chịu ảnh hưởng, các khu vực bị ô nhiễm… trên diện rộng ở cả thời điểm hiện tại và quá khứ. Dựa trên nguồn tư liệu ảnh lưu trữ có thể giúp xây dựng bộ cơ sở dữ liệu về diễn biến ô nhiễm môi trường do các hoạt động khai thác khoáng sản gây ra. Nguồn thông tin từ ảnh viễn thám có thể được kết hợp với các kết quả quan trắc môi trường liên quan đến các hoạt động khai khoáng sản, trong đó đặc biệt chú ý đến các kết quả quan trắc điều kiện môi trường nước và không khí tại khu vực để đánh giá một cách độ bộ về chất lượng môi trường tại khu vực nghiên cứu. Sự kết hợp công nghệ này đã trở thành một công cụ hữu hiệu giúp cho các nhà nghiên cứu, quản lý môi trường có những định hướng cụ thể trong công tác kiểm tra giám sát, quản lý và bảo vệ môi trường.

2. Cơ sở nguồn tài liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Cơ sở nguồn tài liệu

Nguồn số liệu phục vụ cho luận văn được thu thập từ các kết quả nghiên cứu từ các dự án, đề án môi trường do Bộ Tài nguyên và Môi trường, Tổng cục Địa chất và Khoáng sản thực hiện trên địa bàn khu vực nghiên cứu kết hợp với thông tin từ các cơ quan quản lý như Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Quảng Ninh, các đơn vị khai thác trên địa bàn như Tập đoàn Than - Khoáng sản, Tổng Công ty Đông Bắc… về vị trí, diện tích mỏ, loại khoáng sản, giấy phép khai thác khoáng sản, báo cáo ĐTM, bản cam kết môi trường… Các thông tin được bổ sung, cập nhật từ các doanh nghiệp cũng như việc xác định các ranh giới hiện trạng khai thác mỏ trên nền ảnh viễn thám qua các năm. Việc số hóa bản đồ xác định các ranh giới có hoạt động khoáng sản, gán độ cao đường đồng mức… được thực hiện bằng phần mềm AutoCAD. Việc xử lý ảnh viễn thám, phân loại lớp phủ và tính toán các chỉ số chất lượng nước trên ảnh sử dụng phần mềm PG-Steamer. Một số kết quả đọc giá trị độ xám của ảnh và gán giá trị hàm lượng chất ô nhiễm theo vị trí lên ảnh được thực hiện bằng phần mềm iGeoHazard. Kết quả thống kê, tổng hợp các dạng số liệu đã thu thập cho phép thành lập các bảng số liệu để quản lý, lưu giữ số liệu dưới dạng file dữ liệu số bằng phần mềm Excel và sử dụng công nghệ GIS thông qua phần mềm MapInfo để xử lý, quản lý bản đồ.



Hình 1. Các vị trí khai thác khoáng sản tại khu vực Cẩm Phả, tỉnh Quảng Ninh

2.2. Chỉ số ô nhiễm không khí API

Chỉ số ô nhiễm không khí API (Air Pollution Index) được nhóm tác giả Rao và nnk. đưa ra năm 2004 với công thức tính toán như sau:

$$API = \frac{1}{n}\left(\sum_{i=1}^{n}\frac{TS_i}{QC_i}\right) * 100 \quad (1)$$

Trong đó:

TS_i là giá trị quan trắc trung bình của thông số i

QC_i: giá trị quy chuẩn của thông số

$$API = \frac{1}{5}\left(\frac{SO_2}{QC_{SO2}} + \frac{CO}{QC_{CO}} + \frac{NO_X}{QC_{NOx}} + \frac{TSP}{QC_{TSP}} + \frac{PM_{10}}{QC_{PM10}}\right) * 100 \quad (2)$$

Chỉ số API có thể được tính trực tiếp trên ảnh Landsat dựa theo công thức hồi quy có dạng như sau (Mozumder và nnk., 2012):

$$API_{Landsat} = -460.0 - 10.4*\rho_{SWIR} + 1.0*\rho_{NIR} - 6.4*VI + 851.6*TVI \quad (3)$$

Trong đó:

ρ_{SWIR} là giá trị phổ của kênh hồng ngoại sóng ngắn (Short-wave infrared)

ρ_{NIR} là giá trị phổ của kênh cận hồng ngoại (Near infrared)

VI là Chỉ số thực vật (Vegetation Index)

TVI là Chỉ số thực vật chuyển đổi (Transformed Vegetation Index)

Đối với ảnh Landsat 8, việc tính toán được thực hiện dựa trên các kênh ảnh tương ứng như sau:

$$API_{Landsat8} = -460.0 - 10.4 * B7 + 1.0 * B5 - 6.4 * \frac{B5}{B4} + 851.6 * \sqrt{\frac{B5 - B4}{B5 + B4} + 0.5} \quad (4)$$

Trong đó: *B7*, *B5*, *B4* là các kênh ảnh Landsat 8

Mức độ ô nhiễm dựa trên chỉ số API được phân ngưỡng theo mức độ ô nhiễm như sau (Rao và nnk., 2004):

Bảng 1. Ngưỡng phân chia mức độ ô nhiễm

Giá trị API	Chất lượng không khí	Màu
0-25	Tốt	Xanh
26-50	Ô nhiễm nhẹ	Vàng
51-75	Ô nhiễm trung bình	Da cam
76-100	Ô nhiễm nặng	Đỏ
Trên 100	Đặc biệt ô nhiễm	Nâu

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự biến động các diện tích khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu

Nhằm đánh giá các ảnh hưởng đến môi trường do hoạt động khai thác khoáng sản gây ra thì một trong những thành phần quan trọng nhất trong có sở dữ liệu phục vụ việc nghiên cứu là hiện trạng khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu. Các vị trí khai thác mỏ tại các vùng nghiên cứu được tổng hợp từ các cơ quan quản lý và cấp phép khoáng sản, đồng thời diện tích khai thác qua các năm được cập nhật dựa trên phần mềm Google Earth và nguồn tài liệu ảnh viễn thám với nguồn ảnh Landsat 5 TM, Landsat 7 ETM+ và Landsat 8 OLI mới nhất.

Sự biến động các diện tích khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu được đánh giá dựa trên kết quả phân tích ảnh viễn thám đa thời gian từ năm 1995 đến 2018. Thông qua việc quan sát và khoanh vùng các diện tích khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu trực tiếp trên Google Earth, kết quả thu được như sau:



Năm 1985



Năm 1990



Năm 1995



Năm 2000



Năm 2005



Năm 2010



Năm 2015



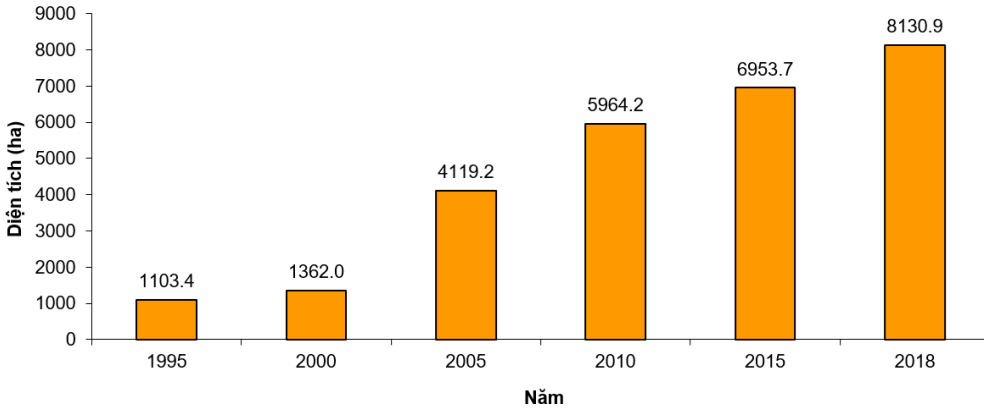
Năm 2018

Hình 2. Sự thay đổi diện tích khai thác qua các năm tại khu vực nghiên cứu

Quá trình biến động các diện tích khai thác được thống kê cụ thể như sau:

Bảng 2. Biến động về diện tích khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu

Năm	1995	2000	2005	2010	2015	2018
Diện tích (ha)	1.103,4	1.362,037	4.119,209	5.964,203	6.953,665	8.130,92
Tỉ lệ gia tăng (%)		23,44	202,43	44,79	16,59	16,93



Hình 3. Biến động diện tích khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu

Quan sát qua ảnh viễn thám đa thời gian, bảng số liệu và biểu đồ trên, chúng ta có thể thấy về cơ bản diện tích khai thác khoáng sản tại khu vực nghiên cứu gia tăng liên tục qua các năm. Giai đoạn từ năm 1995-2000, diện tích khai thác tăng nhẹ (khoảng 23,44% trong vòng 5 năm), đặc biệt trong giai đoạn 2000-2005, diện tích tăng lên gấp 3 lần (202,43%), điều này cho thấy đây là giai đoạn bùng nổ việc cấp phép và khai thác khoáng sản. Giai đoạn 2005-2010, diện tích tiếp tục tăng nhanh nhưng có phần chậm hơn so với giai đoạn trước đó (44,79%). Các giai đoạn tiếp theo từ 2010-2015 và từ 2015-2018 diện tích khai thác khoáng sản tại khu vực vẫn tiếp tục tăng nhưng chững hơn so với những giai đoạn trước đó (khoảng 16,5-17%) nguyên nhân là do ở thời điểm này Nhà nước ta bắt đầu ban hành một số chính sách nhằm quản lý tài nguyên và thắt chặt việc khai thác, xuất khẩu nguyên liệu thô ra nước ngoài.

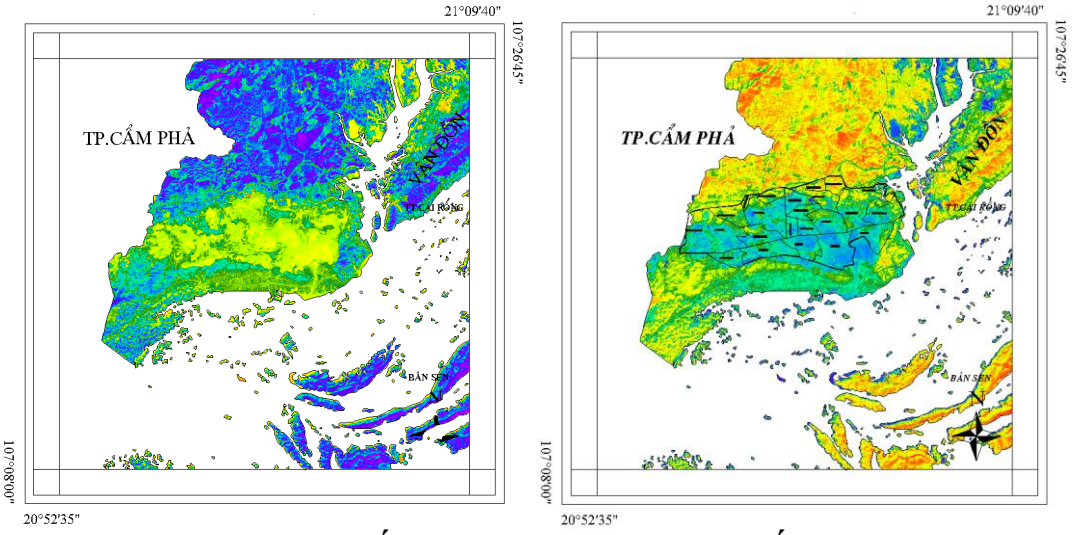
Sự gia tăng quá nhanh về diện tích khai thác khoáng sản đã gây ra những ảnh hưởng to lớn đối với môi trường tại khu vực nghiên cứu. Các công ty chỉ chú trọng khai thác mà không quan tâm đến vấn đề bảo vệ môi trường dẫn đến việc xả thải bừa bãi khiến cho môi trường ngày càng bị ô nhiễm với mức độ ngày càng lớn và phạm vi ngày càng rộng.

3.2. Kết quả đánh giá ô nhiễm không khí theo chỉ số API

Trên địa bàn nghiên cứu, hiện trạng môi trường không khí tại các khu khai thác và dọc theo các trục đường vận chuyển khoáng sản bị ô nhiễm. Thời điểm ô nhiễm từ 7 giờ đến 18 giờ hàng ngày. Nguyên nhân ô nhiễm chủ yếu là do khí thải của các loại động cơ và bụi đất do các phương tiện vận chuyển gây ra.

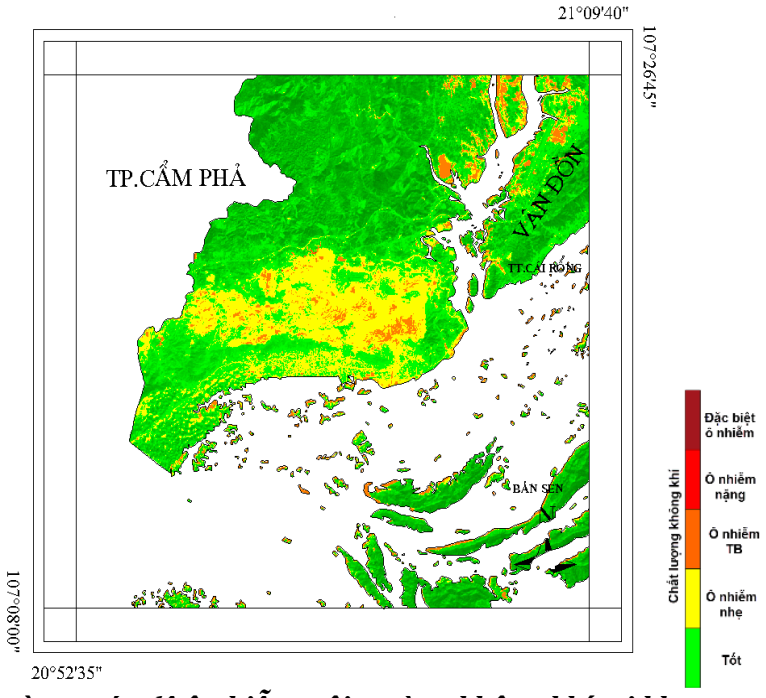
Trong khu vực nghiên cứu cũng có số liệu một số vị trí đo chất lượng không khí, tuy nhiên số lượng các điểm đo ít và phân bố không đồng đều. Các kết quả đo thu thập được nằm trong nhiều khoảng thời gian khác nhau do vậy tính đồng nhất không cao. Do vậy, để xác định mức độ ô nhiễm liên quan đến chất lượng không khí, nghiên cứu này sử dụng chỉ số API (Air Pollution Index) của nhóm tác giả Rao và nnk. (2004). Kết quả tính toán trên ảnh Landsat 8 cho phép xác định được mức độ ô nhiễm không khí tại khu vực nghiên cứu cho thấy các diện tích khai thác khoáng sản đều bị ô nhiễm ở các mức độ khác nhau (hình

4a). Kết quả so sánh với sự phân bố của thảm phủ thông qua chỉ số thực vật NDVI (hình 4b) có thể thấy các diện tích xung quanh, đặc biệt ở khu vực phía bắc diện tích nghiên cứu có lớp phủ rừng cao thì chất lượng không khí tốt hơn so với khu vực có hoạt động khai thác khoáng sản và khu vực TP. Cẩm Phả ở phía nam. Ô nhiễm không khí thể hiện rất rõ tại các khu vực khai thác và lân cận mỏ cũng như trên tuyến đường vận chuyển.



Hình 4. Chất lượng không khí theo Chỉ số API (a) và chỉ số thực vật NDVI (b) tại khu vực nghiên cứu

Theo nguyên tắc xác định mức độ ô nhiễm trình bày ở bảng 4.3, cho phép phân cấp mức độ ô nhiễm không khí tại khu vực nghiên cứu ra thành 5 mức từ không ô nhiễm đến đặc biệt ô nhiễm. Tuy nhiên, các kết quả tính toán cho thấy chất lượng không khí tại khu vực nghiên cứu chủ yếu nằm ở mức không ô nhiễm đến ô nhiễm nhẹ và được thể hiện như trong hình sau:



Hình 5. Phân vùng mức độ ô nhiễm môi trường không khí tại khu vực nghiên cứu

4. Kết luận

Vùng nghiên cứu là nơi có nguồn tài nguyên khoáng sản phong phú, đặc biệt là khoáng sản than với trữ lượng lớn và đây được xem là thủ phủ khai thác than của cả nước nói chung. Tuy nhiên, do chưa có một chính sách quản lý phù hợp, việc khai thác khoáng sản tại khu vực này đã và đang gây ra nhiều hệ luỵ tiêu cực đối với chất lượng môi trường tại vùng nghiên cứu, ảnh hưởng lớn đến cuộc sống của người dân. Dựa trên kết quả quan sát thông qua ảnh vệ tinh trên Google Earth, trong khoảng từ năm 1995 đến trước năm 2010, diện tích và số lượng mỏ khai thác tại khu vực vẫn còn rất ít. Tuy nhiên, bắt đầu từ năm 2010 cho đến nay, số lượng và diện tích mỏ khai thác khoáng sản tại đây tăng mạnh. Cụ thể, tổng các diện tích khai thác mỏ khoanh định được vào năm 1995 là 89.85ha, lần lượt tăng lên 110,90ha vào năm 2000; 335,40ha vào năm 2005; 485,62 vào năm 2010; 566,17 vào năm 2015 và 662,0 vào năm 2018. Như vậy, trong khoảng thời gian 23 năm từ 1995 đến 2018, diện tích các khu vực khai thác mỏ đã tăng gấp trên 7 lần, đặc biệt từ năm 2000-2005. Điều này đồng nghĩa với việc mức độ ô nhiễm môi trường tại khu vực cũng tăng theo.

Bên cạnh đó, công nghệ khai thác và chế biến khoáng sản trong vùng nghiên cứu còn lạc hậu, nhỏ lẻ, công tác bảo vệ môi trường và phục hồi mỏ sau khi khai thác không được chú trọng đúng mức làm tăng nguy cơ ô nhiễm môi trường cũng như các tai biến môi trường liên quan. Kết quả nghiên cứu cũng cho phép xây dựng bản đồ ô nhiễm môi trường không khí dựa trên Chỉ số ô nhiễm không khí API trên nền ảnh Landsat 8. Việc phân cấp mức độ ô nhiễm tại khu vực nghiên cứu cho phép phân vùng nghiên cứu ra thành 4 mức ô nhiễm khác nhau từ bình thường cho đến ô nhiễm đặc biệt nghiêm trọng. Kết quả xây dựng bản đồ ô nhiễm môi trường liên quan đến các hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản tại khu vực nghiên cứu cho thấy các vùng ô nhiễm nghiêm trọng nhất nằm tại khu vực các mỏ Khe Chàm, Mông Dương, Quang Hanh và Bắc Quảng Lợi.

Kết quả nghiên cứu cho thấy khả năng ứng dụng nguồn ảnh viễn thám phục vụ công tác quan trắc chất lượng môi trường tại các khu vực Cẩm Phả nói riêng và có khả năng ứng dụng mở rộng cho những khu vực khai thác khoáng sản khác có điều kiện tương tự.

Tài liệu tham khảo

1. Trần Trung Hoàn, 2014. Đánh giá hiện trạng và đề xuất các giải pháp nhằm nâng cao hiệu quả quản lý chất thải rắn do khai thác than tại Thành phố Cẩm Phả. Luận án thạc sĩ, ĐH Quốc gia Hà Nội.
2. Nguyễn Thị Mai Linh, 2018. Ứng dụng công nghệ viễn thám và GIS trong việc giám sát môi trường các khu vực khai thác khoáng sản tại Lục Yên, Yên Bái. Đồ án tốt nghiệp, ĐH Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
3. Đậu Thị Hải Trang, 2018. Ứng dụng công nghệ GIS và phương pháp phân tích đa chỉ tiêu đánh giá chất lượng môi trường các khu vực khai thác khoáng sản vùng Thạch Hà, tỉnh Hà Tĩnh. Đồ án tốt nghiệp, ĐH Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
4. Trung tâm nghiên cứu và chuyển giao công nghệ viễn thám, 2015. Báo cáo Sử dụng công nghệ viễn thám và GIS xây dựng cơ sở dữ liệu và thành lập bản đồ diễn biến vùng ô nhiễm nguồn nước thải từ các khu công nghiệp, đô thị nhằm đưa ra cảnh báo các vùng có nguy cơ ô nhiễm thuộc vùng kinh tế trọng điểm miền Bắc. Lưu trữ Cục Viễn thám Quốc gia, Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.
5. Trung tâm Viễn thám Quốc gia, 2015. Tài liệu Ứng dụng viễn thám trong quản lý tài

nguyên và môi trường. Bộ Tài nguyên và Môi trường, Hà Nội.
6. Nhữ Việt Tuấn, Bùi Việt Hưng, Nguyễn Minh Phiên, 2020. Giải pháp kiểm soát phát thải khí mêtan trong ngành công nghiệp khai thác than hầm lò ở Việt Nam. Tạp chí Công nghiệp Môi trường.
7. UNDP, 2008. Proposed Framework for Monitoring Adaptation to Climate Change. United Nations Development Programme.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu thành phần vật chất và cấu trúc vỏ phong hóa phục vụ nghiên cứu, điều tra trượt lở và tai biến thiên nhiên, lấy ví dụ ở một số nơi ở các tỉnh Bắc Kạn, Thái Nguyên, Lào Cai

Đỗ Văn Nhuận[a1], Vũ Thị Lan Anh[a], Nguyễn Thị Cúc[a], Phan Thị Mai Hoa[a]
[a]*Trường Đại học Mỏ - Địa chất*

Ngày nộp bài: 9/3/2020; Ngày chấp nhận: 26/10/2020 ; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Ở nước ta hiện tượng trượt lở và các tai biến thiên nhiên khác xảy ra khá phổ biến ở nhiều địa phương và ngày càng ác liệt hơn. Ở các tỉnh miền núi, vỏ phong hóa là một trong những tác nhân chính gây trượt lở. Để xác định thành phần vật chất (bao gồm thành phần hóa học và thành phần khoáng vật) và cấu trúc của vỏ phong hóa phục vụ nghiên cứu trượt lở cần sử dụng các phương pháp như khảo sát thực địa, phân tích hóa silicat, phân tích nhiễu xạ rơnghen, nhiệt vi sai, kính hiển vi phân cực… Trong những năm gần đây, các tỉnh Bắc Kạn, Thái Nguyên, Lào Cai đã phối hợp với các nhà khoa học nghiên cứu, điều tra trượt lở ở nhiều khu vực như Chợ Rã, thị xã Bắc Kạn, Pác Nặm, Chợ Đồn, Đại Từ, Bản Khoang... Các kết quả nghiên cứu đã chỉ ra môi liên quan chặt chẽ giữa thành phần vật chất và cấu trúc của vỏ phong hóa với nguy cơ trượt lở, những vỏ phong hóa dày, thành phần chứa nhiều vụn cơ học như tảng, cuội, sỏi và sét illit (hydromica), montmorilonit, đồng thời chúng có cấu trúc phân lớp, phân phiến thì nguy cơ trượt lở cao.

Từ khóa: *thành phần vật chất, trượt lở, Bắc Kạn*

Mở đầu

Ở nước ta hiện tượng trượt lở và các tai biến thiên nhiên khác xảy ra khá phổ biến ở nhiều địa phương như Sơn La, Lai Châu, Lào Cai, Yên Bái, Bắc Kạn, Kon Tum… và ngày càng ác liệt hơn, gây thiệt hại không nhỏ về người và tài sản. Vỏ phong hóa là một trong những tác nhân chính gây trượt lở. Vỏ phong hóa có các đặc trưng cơ bản như bề dày, cấu trúc, thành phần vật chất, tính phân đới… Trong đó đặc điểm thành phần và cấu trúc của vỏ phong hóa liên quan chặt chẽ với trượt lở, thường có trọng số lớn khi giải bài toán dự báo nguy cơ trượt lở.

1. Nghiên cứu thành phần vật chất vỏ phong hóa

1.1. Các phương pháp nghiên cứu thành phần vỏ phong hóa

Để xác định đầy đủ, chi tiết, có hệ thống thành phần vật chất của vỏ phong hóa, hiện nay các nhà khoa học tiến hành khảo sát, lấy mẫu và sử dụng các phương pháp phân tích thành phần hóa học và thành phần khoáng vật. Các phương pháp phân tích thành phần hóa học thường là hóa silicat, ICP-MS, huỳnh quang rơnghen…

Các phương pháp phân tích thành phần khoáng vật thường là nhiễu xạ rơnghen, nhiệt vi sai, thạch học lát mỏng, khoáng tướng… Vì thành phần của vỏ phong hóa thường chủ yếu là sét, nên phương pháp nhiễu xạ rơnghen được sử dụng thường xuyên và rộng rãi.

[1] *Liên hệ tác giả:*
E-mail: dovannhuan.humg@gmail.com

1.2. Thành phần của vỏ phong hóa

Thành phần chủ yếu của vỏ phong hóa là sét, các hạt vụn (debris) có kích thước khác nhau, ngoài ra còn có thể có ít vật chất keo, vật chất hữu cơ… Các khoáng vật sét trong vỏ phong hóa chủ yếu thuộc ba nhóm là kaolinit, illit (hydromica), smectit (montmorilonit). Đặc điểm sơ lược của các nhóm như sau:

Nhóm kaolinit: $Al_4(OH)_8[Si_4O_{10}]$, kết tinh ở tinh hệ ba nghiêng, kiểu cấu trúc lớp hai tầng giống với nhóm serpentin. Do có kích thước nhỏ, đơn tinh thể của nhóm khoáng vật này rất khó xác định bằng mắt thường, nhưng dưới kính hiển vi điện tử nó có dạng tấm giả sáu phương,thường gặp ở dạng bột, đất bở rời, khả năng hấp phụ, trao đổi ion thấp so với các khoáng vật sét khác, vì vậy lực kết dính thường cao hơn nhiều so với hai nhóm illit (hydromica), smectit (montmorilonit).

Nhóm illit (hydromica) $(K_{<1}, H_3O)\ Al_2[[Si, Al]_4O_{10}]\ [OH]_2.nH_2O$, kết tinh ở tinh hệ một nghiêng, thuộc loại silicat lớp 3 tầng kiểu cấu trúc tinh thể gần giống muscovit và là quá độ sang montmorilonit, có lẽ trong cấu trúc tinh thể các lớp có cấu trúc muscovit xen kẽ với các lớp cấu trúc kaolinit hoặc montmorilonit. Tinh thể illit có dạng vảy giống mica, nhưng kích thước thường nhỏ hơn, tập hợp dạng đất mềm bở, các tinh thể dưới kính hiển vi nhiều khi không quan sát rõ ràng, khả năng hấp phụ, trao đổi ion trung gian giữa kaolinit và montmorilonit, lực kết dính kém nhất trong các khoáng vật sét.

Nhóm smectit (montmorilonit) $(Na, Ca..)_{0,3\text{-}0,5}\ (Al, Mg)_2[SiO_{10}](OH)_2.4H_2O$, kết tinh ở tinh hệ một nghiêng, thuộc loại silicat lớp 3 tầng giống muscovit, giống như trong cấu trúc của illit, trong khoảng không giữa các lớp có một tầng đệm gồm các nước liên kết với các cation kim loại kiềm, kiềm thổ (Na, K, Ca, …), do đó liên kết giữa các lớp cấu trúc rất yếu, tập hợp dạng bột, đất dẻo mịn, trơn, khả năng hấp phụ và trao đổi ion rất lớn, lực kết dính trung gian giữa các khoáng vật sét.

Các vỏ phong hóa dày, giàu khoáng vật sét đều do các đá giàu khoáng vật alumosilicat bị phong hoá mãnh liệt và phong hóa mạnh (phong hóa hoàn toàn). Các vật liệu vụn (debris) trong vỏ phong hóa thường là phần sót của đá gốc chưa bị phong hóa, hoặc di chuyển từ nơi khác đến, chúng có kích thước khác nhau, thường từ 0,01mm đến hàng chục mét.

1.3. Mối liên quan thành phần vỏ phong hóa với trượt lở

Nghiên cứu thành phần vỏ phong hóa, nhất là thành phần khoáng vật sét, ta thấy mối liên quan chặt chẽ giữa thành phần khoáng vật sét với tính chất cơ lý, nhất là lực kết dính và góc ma sát trong, ví dụ ở bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Kết quả phân tích thành phần khoáng vật và tính chất cơ lý của sản phẩm phong hóa khu vực Đèo Gió, Bắc Kạn

Số TT	Đới, bề dày	Sản phẩm phong hóa	Thành phần khoáng vật đới sản phẩm (%)								Lực dính kết (kG/cm^2)	Góc ma sát trong (độ)
			mon	Illit	kao	chl	ta	f	goe	kvk		
1	Phong hóa hoàn toàn, 1 - 3m	Sét bột lẫn sạn màu vàng nâu, nâu đỏ, xám loang lổ	6	19	29	5	20	6	6	9	0.36	21.41
2	Phong hóa hoàn toàn, 3 - 4m	Đá phiến sét, sét vôi, bột kết màu xám, xám vàng, nâu đỏ loang lổ, phong hóa hoàn toàn, không còn tàn dư cấu trúc đá gốc	5	36	25	7	11	7	7	2	0.39	29.68

Số TT	Đới, bề dày	Sản phẩm phong hóa	Thành phần khoáng vật đới sản phẩm (%)								Lực dính kết (kG/cm^2)	Góc ma sát trong (độ)
			mon	Illit	kao	chl	ta	f	goe	kvk		
3	Phong hóa hoàn toàn, 3 - 4m	Đá phiến sét, sét vôi, bột kết màu xám, xám vàng, nâu vàng loang lổ, phong hóa hoàn toàn, còn tàn dư cấu trúc đá gốc	5	40	14	8	20	5	6	2	0.42	32.93
4	Bán phong hóa, 5 - 8m	Đá phiến sét, sét vôi, bột kết màu xám, xám vàng, bán phong hóa	5	46	6	6	16	6	7	8	1.02	34.70

Chỉ dẫn: Montmorilonit: mon, kaolinit: kao, chlorit: chl, thạch anh: ta, felspat: f, goethit: goe, khoáng vật khác: kvk.

Nếu khoáng vật sét trong vỏ phong hóa chủ yếu là kaolinit thì lực kết dính lớn hơn, độ kháng kéo cao hơn so với sét illit (hydromica), khả năng trương nở nhỏ hơn sét montmorilonit. Các vỏ phong hóa phát triển trên các đá granit thường ổn định hơn (ảnh 1).



Hình 1. Vỏ phong hóa giàu kaolinit trên đá granit lộ ra tại Thái Nguyên

Nếu khoáng vật sét trong vỏ phong hóa chủ yếu là hydromica thì lực kết dính thấp, độ kháng kéo cũng kém, các vật liệu trong vỏ phong hóa rời rạc, gắn kết yếu, dễ bão hòa nước, nên khả năng trượt lở rất cao (ảnh 2).



Hình 2. Vỏ phong hóa giàu illit (hydromica) trên đá phiến sét tại khu vực Đèo Gió (Bắc Kạn)

Ngoài ra nếu thành phần của vỏ phong hóa là hỗn hợp của sét và các vật liệu vụn cát, sạn, sỏi, cuội, tảng (debris), khi bão hòa nước thì xảy ra trượt lở với động năng rất lớn, sức tàn phá vô cùng tàn khốc, có thể phá hủy cả một làng bản (bản Khên Lền, xã Bằng Thành, huyện Bộc Bố, tỉnh Bắc Kạn) tháng 7 năm 2009 (ảnh 3, 4).



Hình 3. Trượt lở ở bản Khên Lền, xã Bằng Thành, huyện Bộc Bố, tỉnh Bắc Kạn tháng 7 năm 2009



Hình 4. Trượt lở ở bản Khên Lền, xã Bằng Thành, huyện Bộc Bố, tỉnh Bắc Kạn tháng 7 năm 2009

2. Nghiên cứu cấu trúc của vỏ phong hóa

Cấu trúc của vỏ phong hóa phụ thuộc chủ yếu vào sự kế thừa cấu trúc của đá gốc và sự phân đới của vỏ phong hóa. Các kiểu cấu trúc khác nhau sẽ quyết định đến kiểu trượt lở khác nhau, mặt khác sẽ liên quan đến khả năng và nguy cơ trượt lở.

2.1. Cấu trúc đồng nhất

Vỏ phong hóa phát triển trên các đá có cấu tạo khối đồng nhất (không phân lớp, phân dải, phân phiến) như granit, diorit, đá biến chất nhiệt, các đá trầm tích lục nguyên phân lớp yếu phong hóa mạnh... Các đới của vỏ phong hóa khá đồng nhất, nếu xảy ra trượt lở thì sẽ là trượt xoay, mặt trượt cong (ảnh 5), khả năng trượt lở cũng khó hơn so với các kiểu cấu trúc khác.



Hình 5. Vỏ phong hóa khá dày trên các đá trầm tích lục nguyên tại khu vực Chợ Đồn (Bắc Kạn), xảy ra trượt xoay



Hình 6. Vỏ phong hóa khá dày trên các đá phun trào và trầm tích phun trào tại khu vực Chế Cu Nha (Yên Bái)

2.2. Cấu trúc phân lớp, phân phiến

Vỏ phong hóa phát triển trên các đá có cấu tạo không đồng nhất (phân lớp, phân dải, phân phiến) như các đá trầm tích lục nguyên, đá phiến, đá kết tinh, gneis... hoặc trong các đới của vỏ phong hóa còn tàn dư phân lớp, phân phiến... nguyên thủy, nếu xảy ra trượt lở thì sẽ là trượt phẳng, mặt trượt thẳng (ảnh 7), đồng thời khả năng trượt lở cũng dễ hơn so với các kiểu cấu trúc khác.



Hình 7. Vỏ phong hóa khu vực Phương Viên (Bắc Kạn), bị trượt lở theo mặt lớp nguyên thủy



Hình 8. Vỏ phong hóa mỏng trên các đá phiến sét, đá phiến sét vôi cấu tạo phân lớp, phân phiến ở Bộc Bố (Bắc Kạn), bị trượt lở theo mặt lớp nguyên thủy

2.3. Các kiểu cấu trúc khác

Ngoài các kiểu trên, trong tự nhiên còn gặp các kiểu cấu trúc tiếp xúc, vò nhàu, Một số vỏ phong hóa phát triển ở nơi có ranh giới tiếp xúc hai hoặc ba loại đá có thành phần khác nhau thì nguy cơ trượt lở theo mặt ranh giới là rất cao (ảnh 9).



Hình 9. Vỏ phong hóa trên các đá phiến kết tinh hệ tầng Sin Quyền

Kết luận

Các kết quả nghiên cứu cho thấy mối liên quan chặt chẽ giữa thành phần và cấu trúc của vỏ phong hóa với đặc điểm và nguy cơ trượt lở.

Vỏ phong hóa chủ yếu là kaolinit thì lực kết dính lớn hơn, độ kháng kéo cao hơn so với sét hydromica (illit), khả năng trương nở nhỏ hơn sét montmorilonit.

Vỏ phong hóa là hỗn hợp của sét và các vật liệu vụn cát, sạn, sỏi, cuội, tảng (debris), khi xảy ra trượt lở thì động năng rất lớn, sức tàn phá vô cùng tàn khốc.

Vỏ phong hóa có cấu trúc không đồng nhất thì nguy cơ trượt lở cao hơn vỏ phong hóa có cấu trúc đồng nhất, trong đó cấu trúc phân lớp, phân phiến, tiếp xúc có nguy cơ rất cao.

Tài liệu tham khảo

1. Đỗ Đình Toát, Lê Thanh Mẽ, Nguyễn Văn Bình, Đỗ Minh Đức, Đỗ Văn Nhuận, Phạm Trường Sinh, Hà Thành Như, Phạm Thị Vân Anh, Đinh Văn Đô, Phan Tự Hướng, Nguyễn Đình Nguyên, Nguyễn Ngọc Trực, Dương Thị Toan, Nguyễn Hồng Sơn, Bùi Minh Chung, 2006. Điều tra, đánh giá sạt lở các khu vực trọng điểm: thị xã Bắc Kạn và thị trấn Chợ Rã - Ba Bể - Bắc Kạn. Lưu Sở Khoa học và Công nghệ, Bắc Kạn Phòng Khoa học - Công nghệ trường Đại học Mỏ - Địa chất.
2. Đỗ Đình Toát, Đỗ Văn Nhuận, Nguyễn Kim Long, Nguyễn Văn Bình, Đỗ Minh Đức, Lê Thanh Mẽ, Phạm Hồng Đức, Phạm Trường Sinh, Hà Thành Như, Đinh Văn Đô, Phạm Thị Vân Anh, Phan Tự Hướng, Nguyễn Văn Khánh, Phạm Ngọc Phức, Phạm Văn Thủy, Nguyễn Ngọc Trực, Nguyễn Đình Nguyên, Dương Thị Toan, 2008. Nghiên cứu đánh giá trượt lở khu vực Đèo Gió - Thị trấn Nà Phặc - Huyện Ngân Sơn - Tỉnh Bắc Kạn , đề xuất giải pháp di dân và đảm bảo an toàn cho hạ tầng cơ sở trong khu vực có nguy cơ trượt lở. Lưu Sở Khoa học và Công nghệ, Bắc Kạn, Phòng Khoa học - Công nghệ trường Đại học Mỏ - Địa chất.
3. Đỗ Đình Toát, Đỗ Văn Nhuận, Nguyễn Kim Long, Nguyễn Văn Bình, Đỗ Minh Đức, Lê Thanh Mẽ, Phạm Hồng Đức, Phạm Trường Sinh, Hà Thành Như, Đinh Văn Đô, Phạm Thị Vân Anh, Phan Tự Hướng, Đặng Văn Tích, Đàm Thận Sách, Nguyễn Văn Tư, Hoàng Văn Bộ,,Nguyễn Đình Nguyên, Dương Thị Toan, Lê Huy Tới, Đặng Quang Khang, Nguyễn Mạnh Hiếu, Vũ Trường Giang, 2010. Điều tra đánh giá hiện tượng trượt lở, sụt lún các khu vực trọng điểm thuộc huyện Pác Nặm và Chợ Đồn tỉnh Bắc Kạn. Lưu Sở Khoa học và Công nghệ, Bắc Kạn, Phòng Khoa học - Công nghệ trường Đại học Mỏ - Địa chất.

PHẦN 2.
SINH THÁI MÔI TRƯỜNG
VÀ PHÁT TRIỂN BỀN VỮNG

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Sự chuyển đổi cấu trúc sinh kế của người Thái đen, huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La

Nguyễn Thị Hồng Ngọc[a1], Trần Anh Quân[b]
[a]*Khoa Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam;*
[b]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ Địa chất*

Ngày nộp: 23/3/2020; Ngày chấp nhận: 3/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Hai mươi năm trung thành với độc canh cây ngô khiến cho cuộc sống người dân Tây Bắc nói chung, huyện Yên Châu nói riêng phụ thuộc lớn vào ngô. Trước năm 2014, ngô chiếm hơn 70% diện tích đất canh tác nhưng do sự bấp bênh của giá ngô nên đến năm 2017 thì phần diện tích này đã bị thu hẹp đi khoảng 28.2%. Phần diện tích được chuyển đổi này có đặc điểm là các loại cây trồng đa dạng và đáp ứng được với yêu cầu của thị trường hơn. Cây trồng thế mạnh mà địa phương xác định hướng tới đó là cây xoài bản địa ghép với giống Đài Loan và trồng theo tiêu chuẩn VietGAP. Điều này rất phù hợp với xu thế sản xuất nông nghiệp theo hướng sạch, an toàn trong bối cảnh hội nhập kinh tế toàn cầu hiện nay.

Từ khoá: chuyển đổi sử dụng đất, sinh kế, Thái đen, VietGAP, Yên Châu

1. Đặt vấn đề

Sự ra quyết định hoạt động sinh kế đối với người dân luôn là một quyết định vô cùng quan trọng, nó bị chi phối bởi rất nhiều yếu tố, như các yếu tố về nhân lực, đất đai, độ nhanh nhạy của cộng đồng, các yếu tố thông tin thị trường… (Ellis 2000; Radel et al. 2018; Small 2007). Nông dân thường có xu hướng tăng thu nhập của mình theo hướng mở rộng sản xuất nông nghiệp khi họ có quyền sử dụng một diện tích đất đai lớn. Ngược lại, những người thiếu đất canh tác thường sẽ cải thiện thu nhập bằng các hoạt động phi nông nghiệp nếu họ có điều kiện tiếp cận tốt về thông tin thị trường và hệ thống giao thông (Bhandari 2013; Tang et al. 2013). Sinh kế người dân ở Việt Nam nói chung và vùng núi Tây Bắc nói riêng hiện nay đang có những chuyển biến mạnh mẽ do kết quả của quá trình hội nhập kinh tế toàn cầu.

Người dân sống ở khu vực miền núi phía Bắc Việt Nam bắt đầu có những thay đổi về hoạt động sinh kế từ sau khi sự ra đời của Luật đất đai 1993. Họ có quyền sử dụng đất lâu dài và được tự do phát triển kinh tế hộ (Alther et al. 2002; Lambini và Trung 2014). Tuy nhiên, dưới sức ép của gia tăng dân số gây ra thiếu đất canh tác và nông dân có nguy cơ đối mặt với nghèo đói (Sikor và Vi 2005). Điều này đã buộc người dân phải định canh và tìm kiếm các loại cây có năng suất cao (Bonnin và Turner 2012). Thời điểm đó, từ cấp tỉnh đến địa phương, một loạt các chương trình quốc gia về chuyển giao cây trồng được triển khai (Minh et al. 2011). Kết quả là cây ngô lai được lựa chọn vì sự phù hợp của nó với khu vực vùng núi phía Bắc. Diện tích trồng ngô được mở rộng nhanh chóng và ngô trở thành cây chủ lực của người dân địa phương (Ha et al. 2004).

Sự mở rộng quá mức diện tích độc canh ngô trong một thời gian dài khiến đất đai bị suy giảm chất dinh dưỡng và xuất hiện nhiều rủi ro khác (Schweizer et al. 2017). Hơn

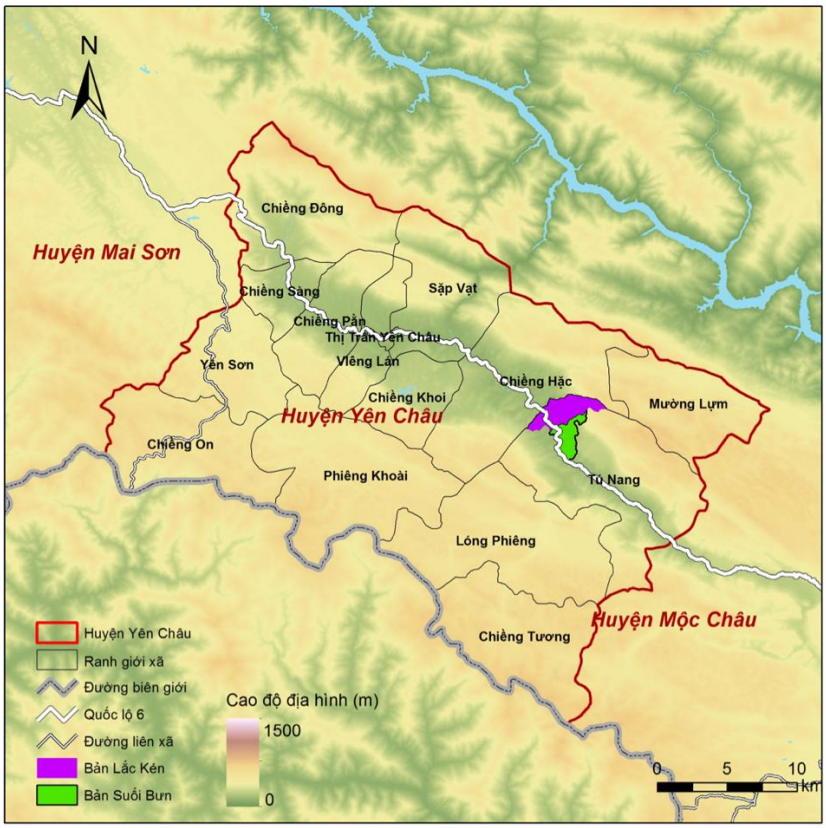
[1] *Liên hệ tác giả:*
hongngockhtn@gmail.com

nữa, từ năm 2013, giá ngô thế giới liên tục giảm, tính từ năm 2012 đến 2017 thì giá ngô đã giảm 46.3%, điều này đã tác động lớn đến đời sống người dân địa phương. Trong bối cảnh đó, người dân buộc phải tìm kiếm các giải pháp sinh kế mới cho mình. Các nghiên cứu trước đây về vùng núi phía Bắc Việt Nam chủ yếu chỉ tập trung vào sự ảnh hưởng của các yếu tố nội lực đến sự hình thành các chiến lược sinh kế các hộ gia đình. Tuy nhiên, bên cạnh tầm quan trọng của các yếu tố nội lực thì các yếu tố ngoại lực (như thiếu đất canh tác, sự mở rộng hệ thống thị trường, sự phát triển cơ sở hạ tầng hay các yếu tố về chính sách…) cũng góp phần không nhỏ đến sự ra quyết định của người dân (Daur et al. 2016; Green 2016). Vì vậy nghiên cứu này đặt ra với mục tiêu chỉ ra các yếu tố cơ bản ảnh hưởng đến sự chuyển đổi cấu trúc sinh kế của người dân ở vùng núi phía Bắc Việt Nam.

2. Địa điểm và phương pháp nghiên cứu

2.1. Địa bàn nghiên cứu

Huyện Yên Châu, tỉnh Sơn La là một huyện miền núi nghèo thuộc khu vực Tây Bắc. Yên Châu cách thành phố Sơn La 66 km, có đường quốc lộ 6 chạy dọc qua huyện và đây là nơi sinh sống của nhiều nhóm dân tộc như Thái đen, Hmong, Kinh, Khơ mú, Sinh mun,… trong đó người Thái đen chiếm đa số.



Hình 1. Vị trí địa lý của vùng nghiên cứu

Để tìm hiểu và đánh giá được các hoạt động sinh kế tại huyện Yên Châu, đề tài tập trung vào hai bản Lắc Kén và Suối Bun thuộc xã Tú Nang. Hai bản này có nhiều nét

tương đồng nhau như cùng có 100% người dân đều là người Thái đen, cùng chung đặc điểm về văn hoá, phong tục tập quán và có vị trí nằm sát cạnh nhau (Hình 1). Thậm chí, trước đây (từ năm 1959-1980) thì hai bản này còn thuộc chung sự quản lý của Hợp tác xã Song Toàn.

So với bản Suối Bưn thì bản Lắc Ken có dân số ít hơn. Tuy bản Lắc Kén không có đất ruộng thuận lợi cho phát triển lúa nước nhưng họ lại có diện tích đất nương rộng hơn (Bảng 1). Ngoài ra, cả hai bản này đều chỉ sử dụng nước tự chảy cho sinh hoạt và sản xuất nông nghiệp.

Bảng 1. Thông tin chung về địa bàn nghiên cứu

Bản	Lắc Kén	Suối Bưn
Tổng số hộ năm 2017	86	116
Dân số năm 2017	385	459
Mật độ dân số năm 2017 (người/km^2)	57.6	120.7
Tổng số hộ phỏng vấn năm 2016	60	61
Tổng số hộ phỏng vấn năm 2017	77	70
Tổng diện tích (ha)	668.1	380.3

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Số liệu được thu thập qua phỏng vấn ba đợt (tháng 3/2016, tháng 10/2016 và tháng 9/2017) bằng phiếu điều tra. Số lượng phiếu phỏng vấn hộ như ở bảng 1 kết hợp với phỏng vấn sâu 30 nông dân chủ chốt và các dữ liệu thứ cấp từ nguồn phòng nông nghiệp huyện Yên Châu

Sau khi thu thập số liệu, đề tài sử dụng phân tích tương quan một chiều (ANOVA) để tìm mối tương quan giữa diện tích đất canh tác với các yếu tố khác. Ngoài ra, để có cái nhìn khách quan về sự chuyển đổi mục đích sử dụng đất thì đề tài tiến hành xây dựng bản đồ qua các năm 2010, 2013, 2015 và 2017. Do đặc thù vùng nghiên cứu là vùng núi cộng với quy mô nghiên cứu ở mức độ thôn bản nên bản đồ sử dụng đất được xây dựng dựa trên các dữ liệu quan sát, phỏng vấn hộ, phỏng vấn nông dân chủ chốt và ảnh vệ tinh của Google Earth kết hợp với thiết bị GPS cầm tay.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Sự chuyển đổi cấu trúc sinh kế tại địa bàn nghiên cứu

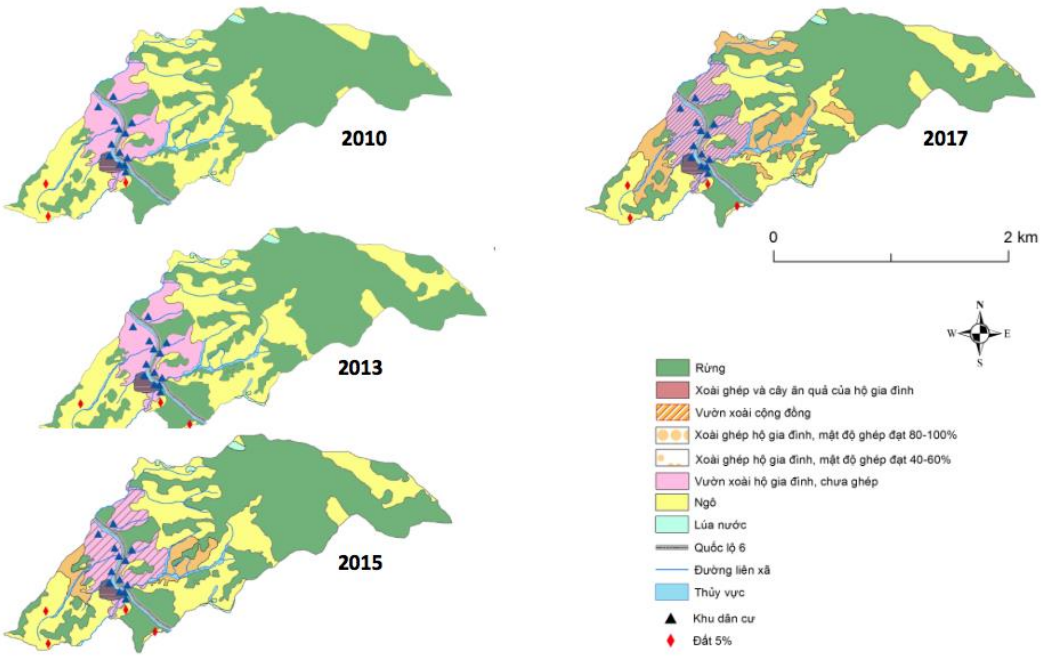
3.1.1. Chuyển đổi cơ cấu cây trồng

Ngô lai bắt đầu được đưa vào trồng tại huyện Yên Châu từ năm 1995 và nó nhanh chóng trở thành cây trồng chủ lực của huyện. Cây ngô chiếm trên 90% tổng thu nhập của người dân huyện Yên Châu (Niên giám thống kê 1995 đến 2000). Đến năm 2010, diện tích trồng ngô tại bản Lắc Kén và Suối Bưn lần lượt là 32.7% và 51.6% so với tổng diện tích đất tự nhiên của cả bản (Bảng 2). Từ năm 2010 đến 2013 ghi nhận giá ngô thế giới đạt đỉnh, tăng từ 235.81$USD/tấn lên 321.24$USD/tấn, nên diện tích ngô đã tăng 8.6% tổng diện tích đất canh tác tại huyện Yên Châu. Diện tích ngô tăng lên của hai bản này

chủ yếu là sự chuyển đổi từ đất rừng và một phần nhỏ khoảng 6.8 ha của bản Suối Bưn chuyển đổi từ đất trồng cây ăn quả.

Bảng 2. Tỷ lệ thay đổi diện tích cây trồng chính tại bản Lắc Kén và Suối Bưn (%)

	Năm	Rừng	Ngô	Cây ăn quả	Lúa nước
Lắc Kén	2010	53.8	32.7	10.3	0.6
	2013	51.6	36.1	10.3	0.7
	2015	50.9	32.1	14.6	0.7
	2017	50.9	25.6	21.3	0.7
Suối Bưn	2010	34.7	51.6	8.6	2.8
	2013	26.9	57.2	6.8	6.4
	2015	26.9	56.8	6.8	6.4
	2017	24.1	50.6	16.1	6.4



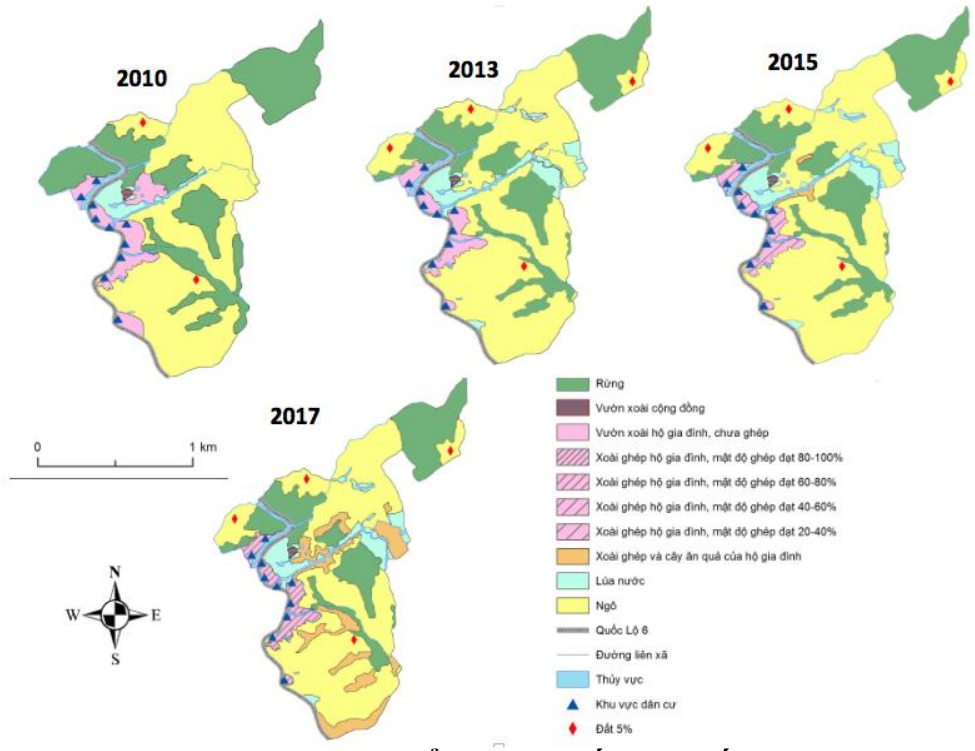
Hình 2. Sự thay đổi sử dụng đất bản Lắc Kén

Chính vì vị thế quan trọng của cây ngô nên người dân luôn dành sự "đầu tư" đặc biệt cho ngô, ví dụ như các loại phân bón hoá học, thuốc trừ sâu và thậm chí là sử dụng các loại giống biến đổi gen trong những năm gần đây. Tuy nhiên, sau một thời gian dài khoảng 20 năm nông dân chỉ độc canh trồng ngô mà thiếu các biện pháp bảo vệ đất khiến cho đất bị suy giảm dinh dưỡng (Nguyễn Văn Dung). Ngoài ra, "cú sốc" về giá năm 2013 đã khiến cho những nỗ lực của nông dân Yên Châu trở nên "vô nghĩa".

Khi nguồn thu nhập chính từ ngô bị giảm sút, nông dân tìm cách đảm bảo cuộc sống bằng cách mở rộng diện tích trồng lúa nước. Nhưng vì đặc thù vùng nghiên cứu, người dân chỉ trông chờ vào nước "tự chảy" nên phần diện tích được mở rộng cho trồng lúa đến

năm 2017 chỉ tăng 1.2 và 2.3 lần so với năm 2010 ở bản Lắc Kén và Suối Bưn (Bảng 2). Từ năm 2013 đến 2017, tổng diện tích ngô ở hai bản giảm từ 458.9ha xuống còn 363.2ha. Cụ thể, bản Lắc Kén chỉ trong vòng năm năm thì 11.0% diện tích đất của bản đã được chuyển sang trồng cây ăn quả. Tổng diện tích trồng cây ăn quả của bản đã tăng lên 106.2% từ 69.1ha lên 142.5ha (Hình 2).

Nếu như Lắc Kén có sự chuyển đổi nhanh về cơ cấu cây trồng thì Suối Bưn lại khác, thậm chí đến năm 2015 bản không có sự thay đổi lớn nào, ngoại trừ giảm đi một phần nhỏ diện tích trồng ngô. Thực tế, phần diện tích ngô giảm đi này ở bản Suối Bưn rơi vào phần đất 5% mà người dân phải thuê từ quỹ đất chung của bản. Dù phần diện tích ngô giảm đi chỉ ít hơn 2ha nhưng hiện tượng này chưa từng thấy trong lịch sử hơn 20 năm trồng ngô ở Yên Châu. Đến tận đầu năm 2016, nông hộ ở Suối Bưn mới bắt đầu chuyển đổi từ trồng ngô sang xoài và các loại cây ăn quả khác. Năm 2017, tổng diện tích cây ăn quả tại Suối Bưn đã đạt 61.4ha, tăng 138.9% so với 25.7ha năm 2013 (Hình 3). Dù bắt đầu chuyển đổi muộn hơn Lắc Kén khoảng 3 năm nhưng quá trình chuyển đổi sử dụng đất ở Suối Bưn nhanh hơn Lắc Kén.



Hình 3. Sự thay đổi sử dụng đất bản Suối Bưn

3.1.2. Sự đa dạng trong cấu trúc sinh kế

Sự phá vỡ thế độc canh của ngô dẫn đến xuất hiện đa dạng hơn các hoạt động sinh kế so với trước đây. Ở Yên Châu xoài là loại cây ăn quả bản địa, hàng thập kỷ trước xoài được trồng rất nhiều quanh nhà của các hộ dân. Đến nay xoài vẫn là loại cây ăn quả chiếm ưu thế, cụ thể diện tích xoài bản địa ở Lắc Kén tính đến năm 2010 là khoảng 69.1ha nhưng người dân vẫn trồng đa dạng các loại cây ăn quả khác, như nhãn, bưởi, bơ…. Nguyên nhân vì họ "sợ rơi vào bị kịch" khi trồng độc canh giống như bài học của ngô trước đây. Hành động này vừa giảm thiểu rủi ro cho nông dân lại vừa đáp ứng được nhu cầu thị trường.

Tuy nhiên, các hoạt động sinh kế liên quan đến sản xuất nông nghiệp (on-farm) không thể đáp ứng ngay được những nhu cầu sống của con người vì vậy người dân phải tìm kiếm các nguồn thu nhập khác để trang trải cho cuộc sống trước mắt của mình (Chianu et al. 2008). Một trong những cách nhanh nhất để tăng thu nhập của nông dân là đi làm thuê lúc nông nhàn (Radel et al. 2018). Trong 61 hộ được phỏng vấn ở bản Suối Bưn thì có 27 người đi làm thuê năm 2016 và con số này đã tăng lên thành 45 người vào cuối năm 2017. Bên cạnh đó, khi phân tích ANOVA để tìm lý do đi làm ăn xa thì kết quả cho thấy có sự tương quan âm giữa số lượng người đi làm ăn xa và diện tích nương mà họ sở hữu. Như vậy, căn nguyên của việc xuất hiện hoạt động đi làm thuê ở Suối Bưn là do họ thiếu đất canh tác. Công việc làm thuê phổ biến của họ là chăn nuôi, phụ hồ hoặc làm công nhân các khu công nghiệp… Ngoài ra, qua số liệu phỏng vấn 42 trong tổng số 45 hộ đi làm thuê năm 2017 ở bản Suối Bưn thì phần lớn tiền kiếm được, người dân dùng vào phát triển cây ăn quả. Như vậy, hoạt động đi làm thuê nơi khác của người dân bản Suối Bưn chỉ là giải pháp trước mắt trong lúc đợi sự phát triển của cây ăn quả.

3.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự thay đổi cấu trúc sinh kế

Hiện nay đã có sự đa dạng trong hoạt động sinh kế nhưng nguồn sinh kế chủ lực và được coi là thế mạnh vẫn là hướng tới cây xoài. Mặc dù, xoài là cây bản địa của Yên Châu nhưng những phần diện tích mở rộng thêm hiện này là xoài ghép. Xoài bản địa thường được ghép với giống Đài Loan, Thái Lan và Úc. Dù kỹ thuật ghép xoài không quá khó khăn nhưng đối với bà con vùng dân tộc thiểu số thì đây cũng là một thách thức không nhỏ với họ. Bên cạnh những khó khăn về kỹ thuật thì cũng đòi hỏi thời gian, công sức, và tài chính. Vậy tại sao chỉ sau có khoảng thời gian rất ngắn, khoảng một năm sau khi ngô mất giá thì nông dân Lắc Kén đã có sự chuyển đổi nhanh chóng từ trồng ngô sang xoài ghép?

Lý do đầu tiên của sự chuyển đổi nhanh chóng này là từ năm 2010 một thương lái ở Hưng Yên lên Yên Châu tìm kiếm và mở rộng vùng trồng cây ăn quả. Với yêu cầu cần một diện tích đủ lớn và có trồng sẵn các cây ăn quả cổ thụ thì chỉ duy nhất bản Lắc Kén ở Yên Châu đáp ứng được yêu cầu này. Đó là khu vực vườn xoài cộng đồng của bản Lắc Kén, thực tế thì các bản của người Thái trên đất Yên Châu đều có vườn xoài cộng đồng, nhưng đến nay chỉ bản Lắc Kén là vẫn giữ nguyên vẹn được 5ha. Bản Suối Bưn cũng còn vườn xoài cộng đồng nhưng diện tích hiện chỉ còn 0.7ha. Như vậy, chính việc bảo tồn được vườn xoài cộng đồng nên đã tạo tiền đề cho người dân Lắc Kén có sự chuyển đổi nhanh chóng từ ngô sang xoài ghép. Bên cạnh đó, những nông dân cấp tiến (innovative farmers) - những người có uy tín cao trong cộng đồng, thường là các già làng, trưởng bản hoặc nông dân sản xuất giỏi và họ thường giữ những chức vụ quan trọng trong chính quyền ở cấp thôn bản, ví dụ như bí thư hoặc trưởng bản, cũng nhanh chóng học tập và làm thử trên đất vườn nhà. Ví dụ cụ thể, ông L. (60 tuổi), bí thư bản Lắc Kén sau khi tận mắt nhìn thấy hiệu quả trên đất vườn xoài cộng đồng thì ông L. đã chủ động ghép thử 20 gốc xoài cổ thụ của gia đình với các giống Đài Loan, Thái Lan và Úc. Một năm sau ghép, còn 17 cây phát triển tốt, và mắt ghép giống Đài đem lại hiệu quả cao nhất. Cùng một kích cỡ cây, chu vi thân khoảng 20 cm, thì mỗi cây xoài ghép giống Đài cho năng suất khoảng 200 – 300kg/cây, còn các giống Thái và Úc chỉ đạt 80 – 100kg/cây.

Bên cạnh các yếu tố nội lực thì yếu tố ngoại lực cũng đóng vai trò rất quan trọng. Dù xoài Yên Châu là giống bản địa có hương vị thơm ngon nhưng hầu như chỉ được biết đến ở thị trường trong tỉnh Sơn La. Năm 2013, xoài Yên Châu mới có mã số chỉ dẫn địa

lý và đã đem lại sự mở rộng của phạm vi thị trường. Điều này được phản ánh thông qua nhu cầu tiêu thụ xoài Yên Châu tăng lên rất nhanh và đòi hỏi cần một nguồn cung cấp ổn định hơn. Vấn đề này được giải quyết nhanh chóng thông qua việc thành lập hợp tác xã Hương Xoài tại bản Lắc Kén vào cuối 2015. Tuy nhiên mô hình xoài ghép của Lắc Kén nhanh chóng được người dân các bản xung quanh học tập và nhân rộng khiến nguồn cung trở nên dồi dào, sản phẩm xoài của Lắc Kén lại bị cạnh tranh mạnh mẽ với các bản khác. Năm 2017 giá xoài ghép sau thu hoạch đã giảm 75% so với 2016. Vì vậy, cần thiết phải mở rộng thị trường tiêu thụ xuống các thị trường kỹ tính hơn như vào được các siêu thị ở Hà Nội. Vấn đề này đã được giải quyết thông qua nỗ lực của Hợp tác xã Hương Xoài cũng như sự hỗ trợ của chính quyền địa phương, 17.8 ha diện tích đất trồng xoài đã được cấp chứng nhận VietGAP vào năm 2017. Từ đó, các sản phẩm đạt tiêu chuẩn này luôn có thị trường tiêu thụ với giá cả ổn định. Cuối năm 2017, với sự trợ giúp tích cực của Phòng NN & PTNT huyện Yên Châu, cũng như tỉnh Sơn La thì 7.4 ha xoài ghép Đài Loan đã được cấp mã số vùng trồng đạt tiêu chuẩn. Năm 2007, 5 tấn xoài đầu tiên đã đi được bán vào thị trường Úc, n ăm 2018 mở rộng thị trường sang Mỹ được xuất 1.5 tấn và đến năm 2019 thì tiếp tục được phép xuất vào thị trường Anh được 5 tấn xoài ghép giống Đài Loan. Dù con số xuất khẩu chưa nhiều nhưng đây là một bước tiến lớn, vững chắc và ổn định đối với người nông dân.

Như vậy, dưới những tác động của các yếu tố nội lực và ngoại lực đã định hướng, thúc đẩy hình thành sinh kế cho người dân ở bản Lắc Kén. Từ kinh nghiệm của nông dân Lắc Kén có thể coi đây là bài học, mô hình điển hình cho nông dân các vùng đặc sản khác, đó là cần sản xuất theo hướng hoa quả sạch, an toàn, phù hợp chung với tiêu chí phát triển bền vững của nền nông nghiệp toàn cầu hoá hiện nay.

4. Kết luận

Ngô là loại cây trồng chính ở Yên Châu trong suốt hơn 20 năm và đóng vai trò quan trọng trong phát triển kinh tế vùng. Tuy nhiên, từ 2012 đến 2017, giá ngô giảm mạnh (46.3%), đã gây ảnh hưởng mạnh đến cuộc sống của người dân. Sự giảm giá ngô này là tiền đề để chuyển đổi sinh kế của người dân. Sự khác nhau của các yếu tố nội lực và ngoại lực đã hình thành nên những xu hướng cũng như tốc độ chuyển đổi sinh kế khác nhau của hai bản nghiên cứu, Lắc Kén và Suối Bưn. Về yếu tố nội lực thì đất đai là nguyên nhân gốc rễ của sự chuyển đổi nhanh nhạy từ trồng ngô sang cây ăn quả ghép ở bản Lắc Kén. Do diện tích đất canh tác trên đầu người đủ lớn để đảm bảo nhu cầu lương thực của người dân nên Lắc Kén vẫn giữ được nguyên vẹn diện tích vườn xoài cộng đồng của mình. Chỉ từ sự khác nhau nhỏ về diện tích vườn xoài cộng đồng giữa Lắc Kén và Suối Bưn mà đã hình thành nên sự khác biệt lớn trong đời sống của người dân hai bản hiện nay.

Mặc dù Suối Bưn có rất nhiều điểm tương đồng với Lắc Kén nhưng sinh kế tạm thời hiện nay lại thiên về đi làm ăn xa. Qua khảo sát cho thấy có sự tương quan âm giữa số người đi làm ăn xa và diện tích đất nương của các hộ này. Như vậy, sự tăng số lượng người dân đi làm ăn xa chủ yếu rơi vào các đối tượng thiếu đất canh tác. Tuy nhiên, đi làm ăn xa chỉ được coi là giải pháp sinh kế tạm thời của nông dân trong lúc chờ đợi sự phát triển của các cây ăn quả ghép.

Sản xuất theo hướng VietGAP giúp người dân xây dựng được thương hiệu, đảm bảo chất lượng và tìm kiếm thị trường ổn định. Đây là định hướng vô cùng đúng đắn của các sản phẩm nông nghiệp của Việt Nam nói chung và hoa quả tại Yên Châu nói riêng.

Tài liệu tham khảo

1. Alther C., Castella JC., Novosad P., Rousseau E., Hieu TT. 2002. Impact of accessibility on the range of livelihood options available to farm households in mountainous areas of northern Vietnam. In: Castella JC., Quang DD. (eds) *Doi moi in the mountainous. Land use changes and farmers' livelihood strategies in Bac Kan province, Vietnam.* The Agricultural Publishing House, Hanoi. 121-146.
2. Bhandari PB. 2013. Rural livelihood change? Household capital, community resources and livelihood transition. *Journal of Rural Studies* 45: 24-33.
3. Bonnin C., Turner S. 2012. At what price rice? Food security, livelihood vulnerability, and state interventions in upland northern Vietnam. *Geoforum* 43: 95-105.
4. Chianu JN., Ajani OIY., Chanu JN., 2008. Livelihoods and rural wealth distribution among farm households in western Kenya: Implications for rural development, poverty alleviation interventions and peace. *African Journal of Agricultural Research* 3: 455-464.
5. Daur N. Adam YO., Pretzsch J. 2016. A historical political ecology of forest access and use in Sudan: Implications for sustainable rural livelihoods. *Land Use Policy* 58: 95-101.
6. Dung NV., Vien TD., Lam NT., Tuong TM., Georg C. 2008. Analysis of the sustainability within the composite swidden agroecosystem in northern Vietnam. 1. Partial nutrient balances and recovery times of upland fields. *Agricultural, Ecosystem and Environment* 128: 37-51.
7. Ellis F. 2000. The determinants of rural livelihood diversification in developing countries. *Journal of Agricultural Economics* 51: 289-302.
8. Green KE. 2016. Apolitical ecology of scaling: Struggles over power, land and authority. *Geoforum* 74: 88-97.
9. Ha DT., Thao TD, Khiem NT., Trieu MX., Gerpacio RV., Pingali PL. 2004. Maize in Vietnam: Production systems, constraints, and research priorities. CIMMYT, Mexico City. 16-24.
10. Lambini CK., Trung NT. 2004. A comparative analysis of the effects of institutional property rights on forest livelihoods and forest conditions: Evidence from Ghana and Vietnam. *Forest Policy and Economics* 38: 178-190.
11. Minh TT., Neef A., Hoffmann V. 2011. Agricultural knowledge transfer and innovation processes in Vietnam's northwestern uplands: State-governed or demand-driven? *Southeast Asian Studies* 48: 425-455.
12. Radel C., Schmook B., Carte L., Mardero S. 2018. Toward a political ecology of migration: Land, labor migration, and climate change in northwestern Nicaragua. *World Development* 108: 263-273.
13. Schweizer SA., Fischer H., Häring V., Stahr K. 2017. Soil structure breakdown following land use change from forest to maize in northwest Vietnam. *Soil and Tillage Research* 166: 10-17.
14. Small LA. 2007. The sustainable rural livelihoods approach: A critical review. *Canadian Journal of Development Studies* 28: 27-38.
15. Sikor T., Vi PTT. 2005. The dynamics of commoditization in a Vietnamese uplands villages, 1980-2000. *Journal of Agrarian Change* 5: 405-428.

16. Tang Q., Bennett SJ., Xu Y., Li Y. 2013. Agricultural practices and sustainable livelihoods: Rural transformation within the Loess plateau, China. *Applied Geography* 41: 15-23.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Sáng kiến và tri thức bản địa trong thích ứng với biến đổi khí hậu của nông dân vùng duyên hải Đồng bằng sông Cửu Long

Duong Trường Phúc[a1]
[a]*Đại học Khoa học xã hội và Nhân văn, ĐHQG-HCM*

Ngày nộp: 23/3/2020; Ngày chấp nhận: 24/10/2020; Ngày đăng: 20/12/2020

Tóm tắt

Đồng bằng sông Cửu Long với các điều kiện thuận lợi cho phép nông dân thúc đẩy sản xuất nông nghiệp quy mô lớn nhằm đáp ứng nhu cầu an ninh lương thực và xuất khẩu. Tuy nhiên, ngành nông nghiệp nói chung và sinh kế của nông dân, đặc biệt là nông dân vùng duyên hải đồng bằng, đang phải đối mặt với nhiều rủi ro có thể gây tổn thương từ biến đổi khí hậu. Trong bối cảnh đó, vấn đề thích ứng và giảm thiểu rủi ro sinh kế trở nên cấp thiết. Nhiều giải pháp thích ứng mang tính công trình và phi công trình đã được triển khai. Một trong những giải pháp thích ứng mang tính phi công trình là hệ thống sáng kiến bản địa của nông dân. Kết quả từ cuộc khảo sát 90 hộ nông dân ven biển Sóc Trăng cho thấy nông dân đánh giá sáng kiến bản địa có vai trò quan trọng trong quá trình thích ứng và tích cực ứng dụng những sáng kiến này trong việc ứng phó với tình trạng bất lợi như sạt lở, thiếu nước ngọt, xâm nhập mặn và chuyển đổi mô hình sinh kế hiệu quả. Nhìn chung, việc gợi lại những điều này nhằm mục đích đóng góp vào hàm ý chính sách cho các chiến lược thích ứng tại đồng bằng trong thời gian tới.

Từ khóa: *biến đổi khí hậu, sáng kiến và tri thức bản địa, thích ứng sinh kế*

1. Giới thiệu

Đồng bằng sông Cửu Long (ĐBSCL) là vùng đất của sự trù phú về tài nguyên thiên nhiên và các điều kiện tự nhiên lẫn kinh tế-xã hội đã được cư dân trong vùng khai thác để thúc đẩy một nền sản xuất lớn đáp ứng nhu cầu an ninh lương thực quốc gia và đáp ứng xuất khẩu. Tuy vậy, tác động từ biến đổi khí hậu và hoạt động của con người đã tạo ra nguy cơ về một cuộc khủng hoảng sinh thái ở ĐBSCL. Đồng bằng này được đánh giá là một trong các "điểm nóng" về biến đổi khí hậu và nước biển dâng trên Thế giới, có nguy cơ tổn thương rất cao (IPCC, 2014). Dự kiến đến cuối thế kỷ XXI, mùa khô sẽ nóng hơn và mùa mưa sẽ ngắn lại với lượng mưa tập trung cao sẽ làm lũ lụt nghiêm trọng (WB, 2010). Bên cạnh đó, khi mực nước biển dâng lên từ 0,75-1m thì sẽ có từ 25-31% diện tích đồng bằng chìm trong nước biển (Carew-Reid, 2008; Lê Anh Tuấn và c.s., 2011) vào mùa khô có đến 70% tỷ lệ diện tích đất nông nghiệp bị nhiễm mặn và ngay cả trong mùa mưa thì tỷ lệ này cũng chiếm từ 40-50% và rất khó canh tác lúa (Lê Anh Tuấn và c.s., 2011). Điều này có thể dẫn đến nguy cơ là sản lượng lúa của khu vực sẽ giảm đi ít nhất một nửa và Việt Nam có thể sẽ là một quốc gia không có lúa xuất khẩu.

Những tác động trên mang đến các rủi ro mới và làm nổi bật những khó khăn đã tồn tại từ trước (Keskinen và c.s., 2010; Pettengell, 2010) dẫn đến suy giảm năng suất cây trồng, đe dọa an ninh lương thực quốc gia (Quinn và c.s., 2010), tạo ra những thách thức to lớn đối với cuộc sống của nông dân. Đặc biệt, quá trình này làm gia tăng tình trạng đói

[1] *Liên hệ tác giả:*
duongtruongphuc@gmail.com

nghèo (Prabhakar, 1998), đẩy nhanh các cộng đồng nghèo ra ngoài lề của tiến trình phát triển (Pettengell, 2010).

Đứng trước những hiểm họa này, việc thích ứng với biến đổi khí hậu, đặc biệt với cư dân ven biển đóng vai trò quan trọng vì đây là những đối tượng chịu tổn thương nhiều nhất. Bên cạnh các giải pháp thích ứng mang tính công trình, các sáng kiến địa phương và tri thức bản địa cũng nên được nhìn nhận lại đúng đắn và lồng ghép vào các chiến lược thích ứng để mang đến hiệu quả cao nhất.

2. Mục tiêu nghiên cứu

- Nhận diện mối quan hệ giữa nhận thức của nông dân và việc thực hiện các giải pháp thích ứng với biến đổi khí hậu ở khu vực duyên hải ĐBSCL.
- Những sáng kiến và tri thức bản địa được nông dân áp dụng có hiệu quả trong thích ứng với biến đổi khí hậu tại khu vực nghiên cứu.

3. Cơ sở lý luận và phương pháp nghiên cứu

3.1. Cơ sở lý luận

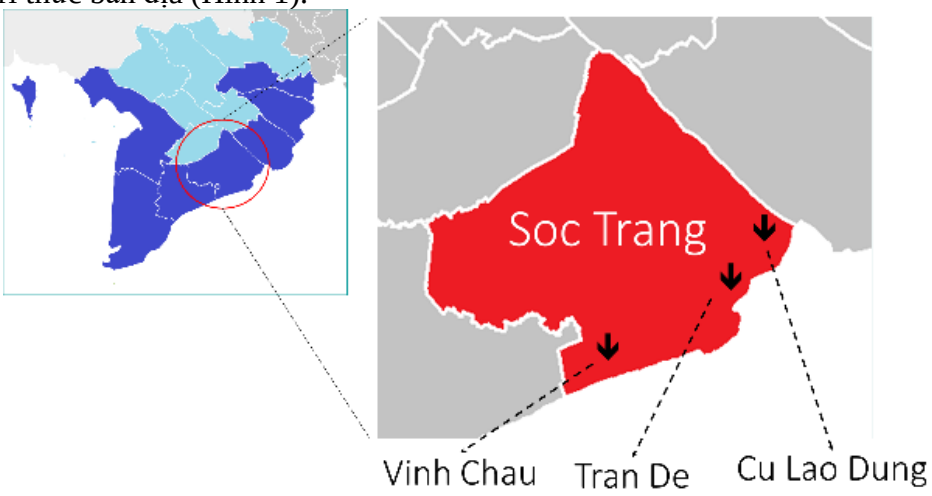
Thích ứng (adaptation) không phải là một thuật ngữ mới mẻ vì đã được sử dụng trong nhiều lĩnh vực liên quan đến sự thay đổi môi trường bên ngoài (Adger và c.s., 2009). Trong bối cảnh biến đổi khí hậu, thích ứng được xem như sự điều chỉnh hành vi của từng nhóm dân số nhằm giảm tính dễ tổn thương đối với khí hậu (Pielke, 1998) hay là sự điều chỉnh trong các hệ thống kinh tế-xã hội và sinh thái để đáp ứng các kích thích và tác động khí hậu thực tế hoặc dự kiến (Smit và c.s., 2000). Thuật ngữ này đề cập đến những thay đổi trong quy trình, thông lệ, hoặc cấu trúc nhằm giảm nhẹ hoặc bù đắp các thiệt hại tiềm ẩn hoặc tận dụng các cơ hội liên quan đến sự thay đổi khí hậu/môi trường (Smit và Pilifosova, 2003).

Những thay đổi khí hậu được dự đoán là những mối đe dọa lớn đối với an ninh lương thực, sức khoẻ cộng đồng, tài nguyên thiên nhiên và đa dạng sinh học (IPCC, 2001). Đối với sản xuất nông nghiệp vốn là nguồn thu nhập chính cho hầu hết các cộng đồng nông thôn nên việc thích ứng trong nông nghiệp với tác động bất lợi của biến đổi khí hậu là cần thiết để bảo vệ sinh kế của người nghèo và đảm bảo an ninh lương thực (Bryan và c.s., 2009). Sự thích ứng nông nghiệp với biến đổi khí hậu là một quá trình phức tạp và đa chiều (Bryant và c.s., 2000), đòi hỏi sự tham gia của nhiều bên liên quan, bao gồm các nhà hoạch định chính sách, các đại lý khuyến nông, các tổ chức phi chính phủ, các nhà nghiên cứu, cộng đồng và nông dân (Bryan và c.s., 2009).

Nông dân ĐBSCL có nhiều cách thích ứng khác nhau. Các giải pháp thích ứng như hoàn thiện hệ thống tưới tiêu, đa dạng hóa cây trồng, vật nuôi, thay đổi lịch mùa vụ, sử dụng giống chống chịu cao, mua bảo hiểm nông nghiệp... không chỉ liên quan đến hoạt động sản xuất lúa mà còn liên quan đến các khía cạnh đời sống như sự an toàn tính mạng và tài sản. Tuy nhiên, các giải pháp thích ứng đối với lũ lụt, bão, hạn hán, xâm nhập mặn dự kiến được tăng cường do biến đổi khí hậu/môi trường không đạt hiệu quả vì sự đồng nhất cấu trúc sinh kế, thách thức thể chế và quản trị cũng như giảm nguồn tài nguyên thiên nhiên (Keskinen và c.s., 2010). Do đó, sự phối hợp các giải pháp công trình và phi công trình với sự đóng góp của sáng kiến địa phương và tri thức bản địa được kỳ vọng mang lại hiệu quả cao.

3.2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu thực hiện phương pháp điều tra xã hội học 90 nông hộ tại các địa phương ven biển tỉnh Sóc Trăng như Cù Lao Dung, Trần Đề và TX Vĩnh Châu với bảng hỏi được thiết kế sẵn có nội dung xoay quanh về quá trình thích ứng bằng sáng kiến và tri thức bản địa (Hình 1).



Hình 1. Khu vực nghiên cứu

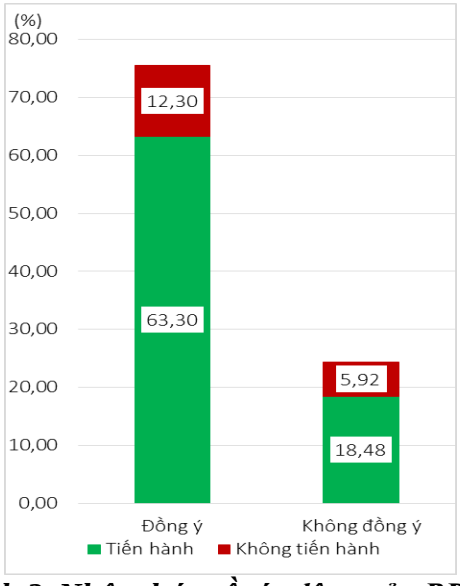
Đối tượng phỏng vấn chủ yếu là nông dân có nhiều kinh nghiệm sản xuất (từ 15 năm trở lên và hầu hết là nam giới). Nguồn dữ liệu sơ cấp này được xử lý bằng Nvivo và Excel. Đồng thời, bài viết cũng sử dụng nguồn dữ liệu thứ cấp từ tập san chuyên ngành, sách chuyên khảo, báo cáo nghiên cứu trong và ngoài nước kết hợp với dữ liệu sơ cấp nêu trên để bổ sung vào các nội dung nghiên cứu.

4. Kết quả và thảo luận

4.1. Nhận thức của nông dân trong thích ứng với biến đổi khí hậu

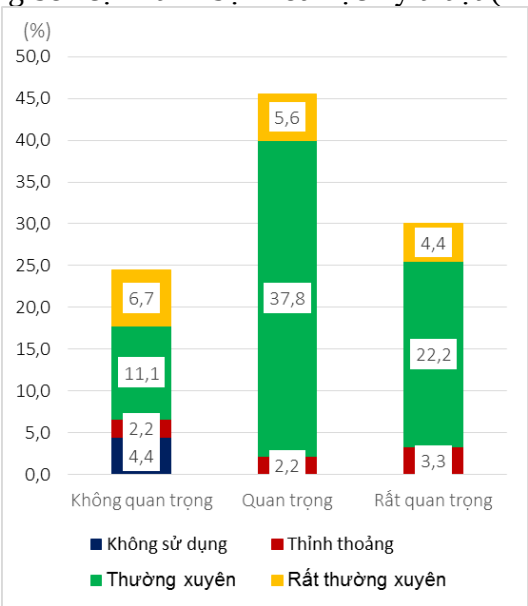
Nhận thức của nông dân được định nghĩa như một quá trình tiếp nhận thông tin về các rủi ro, các vấn đề về môi trường và sau đó chuyển tiếp thành nhận thức (van den Ban và Hawkins, 2000). Điều này đóng vai trò rất quan trọng trong việc hình thành động lực cho hành vi ra quyết định đối với các giải pháp thích ứng (Pelling và High, 2005; Wolf, 2011) nhằm làm giảm rủi ro hay thiệt hại đối với sản xuất nông nghiệp và sinh kế của người dân (Patt và Schröter, 2008; Mertz và c.s., 2009; Deressa, Hassan và Ringler, 2011) và nông dân có xu hướng thích ứng tốt hơn khi nhận thấy nguy cơ từ bên ngoài (Hoa và c.s., 2014).

Kết quả khảo sát tại địa bàn nghiên cứu cho thấy phần lớn nông dân đồng ý biến đổi khí hậu tác động mạnh mẽ đến sản xuất nông nghiệp và thực hiện các giải pháp thích ứng (63,3%). Một bộ phận không nhỏ nông dân không đồng ý biến đổi khí hậu tác động đến sản xuất nhưng vẫn tiến hành các biện pháp thích ứng (18,48%) (Hình 2). Vấn đề này liên quan đến tính cố kết cộng đồng (*community cohesion*) bền chặt ở địa phương nên xảy ra tình trạng hành động tập thể vì khi nông dân này thực hiện các biện pháp thích ứng thì nông dân khác dù không cho rằng biến đổi khí hậu ảnh hưởng đến sản xuất vẫn thực hiện theo để tạo tâm lý an tâm.



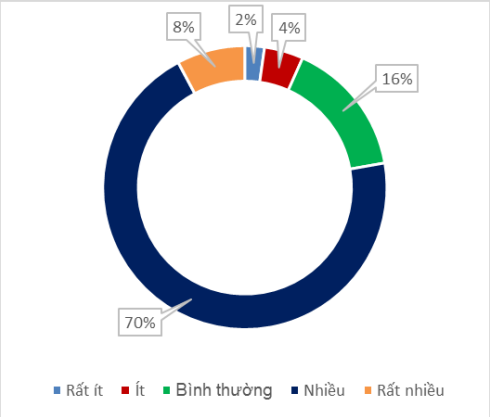
Hình 2. Nhận thức về tác động của BĐKH
(Nguồn: Kết quả khảo sát 8/2019)

Các giải pháp thích ứng của nông dân tương đối đa dạng, tập trung vào hai nhóm giải pháp công trình như xây đê, kè chắn sóng... và phi công trình như chuyển đổi mô hình sản xuất, áp dụng sáng kiến và tri thức bản địa... Sáng kiến và tri thức bản địa được tạo ra trong quá trình tích lũy kinh nghiệm sản xuất và được nông dân áp dụng như hình thức tự thích ứng (*self-adaptation*). Tại Sóc Trăng, những sáng kiến và tri thức bản địa của nông dân chủ yếu được sử dụng trong việc hạn chế sạt lở, xói mòn đất, thiếu nước ngọt, xâm nhập mặn, chuyển đổi mô hình sinh kế hiệu quả. Theo kết quả khảo sát, hơn ½ nông dân cho rằng sáng kiến và tri thức bản địa quan trọng và rất quan trọng và thường xuyên áp dụng song song bên cạnh tiến bộ khoa học-kỹ thuật (Hình 3).



Hình 3. Nhận thức và mức độ sử dụng sáng kiến, tri thức bản địa
(Nguồn: Kết quả khảo sát 8/2019)

Trong quá trình thích ứng của nông dân, sáng kiến và tri thức bản địa đóng góp hiệu quả như thế nào vào quá trình đó cũng là vấn đề cần được quan tâm. Khoảng 78,0% số nông dân tham gia khảo sát cho biết sáng kiến và tri thức bản địa đóng góp nhiều đến rất nhiều vào việc giảm thiểu tổn thương và tăng cường năng lực thích ứng. Những đóng góp có thể kể đến là việc giảm chi phí sản xuất, tăng lợi nhuận, sản xuất sản phẩm an toàn và giảm thiểu rủi ro sản xuất (Hình 4).



Hình 4. Đóng góp của sáng kiến và tri thức bản địa vào thích ứng
Nguồn: Kết quả khảo sát 8/2019



Hình 5. Sáng kiến chống sạt lở, xói mòn bờ biển
(Nguồn: Kết quả khảo sát 8/2019)

4.2. Sáng kiến bản địa trong thích ứng với biến đổi khí hậu

Sinh kế của nông dân ven biển nói riêng và toàn vùng ĐBSCL nói chung phụ thuộc rất lớn vào môi trường tự nhiên liên quan đến các hợp phần như khí hậu, thổ nhưỡng, thủy văn… Tuy vậy, môi trường tự nhiên ở vùng này đang có những biến đổi theo chiều hướng không có lợi cho sinh kế nông dân. Do đó, để thích ứng và duy trì sinh kế, nhiều nông dân đã có những sáng kiến sinh kế trên cơ sở kết hợp của kinh nghiệm sản xuất và khoa học-kỹ thuật.

4.2.1. Sạt lở, xói mòn đất

Nhằm chống tình trạng sạt lở, xói mòn đất, nông dân đã đưa ra sáng kiến trồng cây để giữ đất (Hình 5). Các loại cây trồng phổ biến là bần, mắm, đước, phi lao, dừa nước. Mỗi loại cây sẽ được phân bổ ở những khu vực phù hợp để đạt kết quả cao nhất. Cây bần,

mắm, đước được trồng dọc theo sông rạch, ven biển vì có khả năng chịu ngập, bộ rễ bám đất tốt, mở rộng bãi bồi. Còn phi lao trồng dọc theo con đê, dừa nước trồng xung quanh giồng cát.

4.2.2. Thiếu nước ngọt

Ở những khu vực ven biển, việc khan hiếm nước ngọt trong mùa khô luôn là vấn đề cấp bách cần được ưu tiên giải quyết. Trong suốt quá trình định canh, định cư, nông dân đã thích ứng với tình trạng này theo cách riêng tùy thuộc vào hoàn cảnh của hộ. Trong sản xuất, nhiều nông hộ mạnh dạn chuyển đổi cơ cấu cây trồng theo xu hướng bỏ trồng lúa cần nhiều nước, năng suất thấp sang trồng màu cần ít nước, năng suất cao như mô hình trồng dưa hấu, đậu phộng… Trên mỗi ruộng màu canh tác, nông dân còn biết cách phú bạt để hạn chế thoát hơi nước, ngăn cỏ dại, sâu rầy, tránh xói mòn (Hình 6). Nhiều bà con nông dân còn phát hiện nguồn nước ngọt trên những giồng cát do nước mưa đọng lại ở độ sâu từ 2-3 mét. Trong sinh hoạt, nhiều nông dân mua chum vại to về để trữ nước mưa trong mùa mưa và sử dụng trong những tháng mùa khô bằng cách bỏ than hoạt tính vào để làm sạch nước mưa. Ngoài ra, đối với nước bị nhiễm phèn, người dân đã sử dụng vôi sống lóng phèn.



Hình 6. Sáng kiến trữ nước ngọt (nước mưa) cho sản xuất (Nguồn: Kết quả khảo sát 8/2019)

4.2.3. Nhiễm mặn

Xâm nhập mặn là hiện tượng tự nhiên đối với khu vực ven biển nên từ xưa nông dân đã đắp đê ngăn mặn. Tuy vậy, trước tác động của biến đổi khí hậu và nước biển dâng, những tuyến đê thấp và bán kiên cố như trước đã không còn hiệu quả. Những tuyến đê ngăn mặn giờ đây cao hơn, kiên cô hơn để khắc phục tình trạng nhiễm mặn sâu vào đất liền, ngập úng và bảo vệ cây trồng vật nuôi. Đối với các hộ trồng màu, để tránh tình trạng ngập úng hoa màu, các nông hộ đã làm liếp cùng các mương thoát nước, tránh ngập úng khi mưa to, triều cường. Ngoài ra, hướng liếp cũng được bà con chú ý là song song hoặc vuông góc với hướng đê bao để thuận tiện trong việc điều tiết nước. Đối với vùng đất nhiễm mặn nặng, khó canh tác, nhiều hộ dân đã chuyển sang nuôi tôm, đem lại hiệu quả rất cao.

4.3. Tri thức bản địa trong thích ứng với biến đổi khí hậu

Kể từ thời khai hoang mở cõi cho đến hôm nay, nông dân ở ĐBSCL đã sáng tạo ra một khối lượng lớn tri thức bản địa trong đời sống sinh hoạt và sản xuất. Những tri thức này đã hỗ trợ cho nông dân thích ứng để tồn tại trong suốt mấy trăm năm. Tuy vậy, qua thời gian cùng với sự tác động mạnh mẽ của tri thức khoa học, những tri thức bản địa

ngày nay không còn và không áp dụng nhiều như trước. Đồng thời, hoạt động khai thác của con người trong những năm qua đã đặt đồng bằng đứng trước nguy cơ của một cuộc khủng hoảng sinh thái. Trên cơ sở đó, việc tìm hiểu và đánh giá lại đúng giá trị của những tri thức này, bên cạnh lưu giữ còn đóng góp cho hàm ý chính sách trong những chiến lược thích ứng với biến đổi môi trường trong thời gian tới.

4.3.1. Tri thức trong trồng trọt

a. Mô hình thuận sinh thái

Tri thức bản địa trong trồng trọt nổi bật nhất phải kể đến mô hình "con tôm ôm cây lúa" hay mô hình tôm-lúa kết hợp được nhiều nông dân đánh giá là cho hiệu quả cao với chi phí đầu tư thấp. Đối với tôm, nông dân thường thả tôm vào tháng 6 âm lịch vì nếu thả trễ hơn thì thời gian nuôi ngắn, khi thu hoạch tôm chưa đủ lớn bán giá không cao. Đối với lúa, nông dân chọn giống có khả năng kháng rầy, có thể sạ hàng hoặc cấy để tạo điều kiện cho tôm dễ dàng lên tìm thức ăn (Hình 7).



Hình 7. Mô hình "con tôm ôm cây lúa"
(Nguồn: Kết quả khảo sát 8/2019)

Nhiều nông hộ không chỉ trồng lúa, nuôi tôm mà còn trồng rau màu trên bờ bao để tăng thêm thu nhập. Theo nông dân, dựa trên quy luật tự nhiên, mô hình sản xuất càng đa dạng loài thì mức độ bền vững càng cao, vì các đối tượng khác nhau có thể phát huy các yếu tố tích cực, hạn chế yếu tố tiêu cực của nhau như cải tạo đất, trừ sâu hại và cắt đứt vòng đời dịch bệnh, v.v… trong quá trình sinh trưởng và phát triển.

Nước biển dâng, xâm nhập mặn là điều đáng lo, nhưng điều đáng mừng là nông dân đã chọn được mô hình phù hợp trong bối cảnh khó khăn. Về mức độ tái sử dụng tài nguyên sinh học, sau một vụ tôm, các chất thải được cây lúa chuyển hóa và hấp thụ, góp phần hạn chế lượng phân bón, thuốc trừ sâu trong giai đoạn đầu. Ngược lại, sau một vụ lúa, các loại rơm rạ bị phân hủy tạo môi trường sống và nguồn thức ăn tự nhiên cho tôm trong vụ nuôi tiếp theo. Nhờ đó, mô hình này góp phần giảm chi phí sản xuất, tăng năng suất và lợi nhuận. Ngoài ra, canh tác lúa trên vùng nuôi tôm là cách rửa mặn tích cực vào mùa mưa, hạn chế quá trình mặn hóa, kéo dài tuổi thọ sử dụng đất.

b. Thiên địch

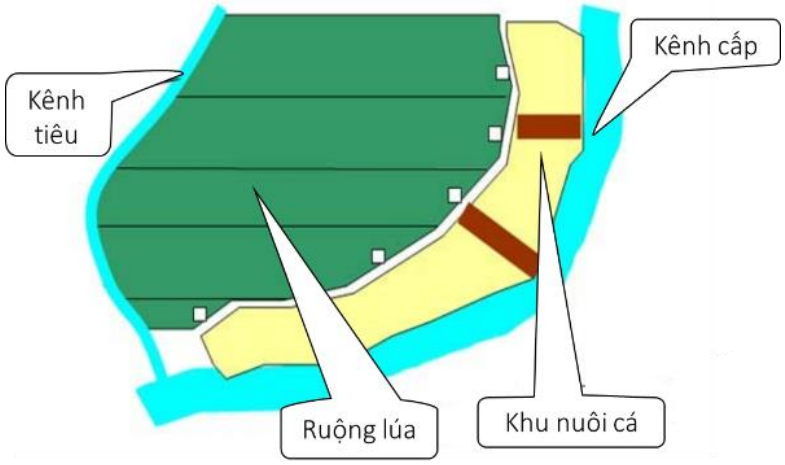
Thâm canh tăng vụ đã làm cho đất mất rất nhiều dưỡng chất nhưng lại không có thời gian phục hồi, đồng thời sức đề kháng của cây trồng cũng yếu đi và sâu bệnh ngày một phát triển và khó tiêu diệt tạo cho ra nhiều áp lực cho nông dân trong việc đồng áng. Bên cạnh việc luân canh, xen canh cây trồng để tăng thêm thu nhập, tác dụng của phương thức canh tác này còn được xem như biện pháp phòng trừ sâu bệnh. Trước khi sử dụng phân bón, thuốc trừ sâu, thuốc bảo vệ thực vật nông dân đã biết đến việc sử dụng một số

loại côn trùng để tiêu diệt sâu bệnh hại và khi sử dụng phân thuốc trừ sâu nhiều khu vực nông dân vẫn duy trì biện pháp sinh học này. Những loại côn trùng gọi là thiên địch, vốn là những sinh vật tự nhiên có ích, chúng ăn hoặc gây bệnh những loài sâu bọ gây hại cho sản xuất nông nghiệp. Mỗi hệ sinh thái nông nghiệp có những nhóm thiên địch khác nhau, giữ vai trò quan trọng giúp hạn chế sự phát triển của quần thể sâu gây hại.

4.3.2. Tri thức trong nuôi trồng thủy sản

Trong quá trình canh tác và nuôi trồng, để thích ứng và tận dụng cả những thuận lợi và bất lợi của tự nhiên, nông dân dã có những mô hình nuôi trồng "thuận sinh thái" có thể kể đến như sau:

Mô hình nuôi cá rô phi ghép với tôm nước lợ: mô hình này đã và đang được rất nhiều bà con áp dụng để tận dụng diện tích, giảm thiểu dịch bệnh gây thiệt hại cho tôm. Việc đa dạng hóa đối tượng nuôi cũng góp phần tăng thêm thu nhập, mang lại hướng đi mới bền vững hiệu quả cho người nuôi. Nông dân biết cá rô phi ăn tạp, chúng ăn các loại thực vật, mùn bã hữu cơ, các thức ăn dư thừa nên giúp làm sạch nước ao nuôi. Khi nuôi quảng canh, cá rô phi sẽ ăn các loại động thực vật ở tầng mặt, trong khi đó tôm ăn đa số ở tầng đáy bao gồm xác tảo chết và phân cá rô phi. Đối với ao nuôi thâm canh cho ăn thức ăn viên, cá rô phi sẽ ăn thức ăn viên tuy nhiên đa số thức ăn sẽ chìm xuống đáy ao cung cấp chính cho tôm. Cá rô phi còn có thể ăn các con tôm yếu, tôm chết làm giảm khả năng lây lan dịch bệnh trong ao nuôi như đốm trắng, bệnh tôm chết sớm... Cá rô phi cũng ăn các loài giáp xác nhỏ, đa số các loài này có mang mầm bệnh gây hại cho tôm.



Hình 1: Mô phỏng mô hình nuôi cá trên ruộng lúa
(Nguồn: Kết quả khảo sát 8/2019)

Một mô hình nuôi cá theo hướng sinh thái khá phổ biến ở ĐBSCL là mô hình nuôi cá trên ruộng lúa (Hình 8). Hình thức nuôi này cũng tương tự như mô hình con tôm ôm cây lúa. Nông dân sẽ thả cá giống tương ứng với mùa vụ lúa. Mực nước trong ruộng phụ thuộc vào giai đoạn phát triển của lúa. Khi lúa lớn đến đâu, nâng mực nước cao nhất có thể để cá lên ruộng lúa tìm mồi. Hàng ngày, nông dân thăm đồng thường xuyên để kiểm tra cống, bọng, lưới bao xung quanh ruộng để hạn chế sinh vật ăn cá vào ruộng đồng thời, đảm bảo cho cá không thất thoát ra ngoài trong suốt quá trình nuôi. Để kiếm thêm thức ăn cho cá, hàng đêm, nông dân đốt vài bóng đèn để dụ các loại côn trùng đến. Trường hợp cần thiết phải sử dụng nông dược cho ruộng lúa thì nông dân sẽ tháo nước trên ruộng

lúa để cá xuống mương, sau khoảng một tuần đến nửa tháng mới cho thêm nước vào ruộng để tránh cá bị ngộ độc chết. Sau khi thu hoạch lúa, nếu thấy cá chưa đủ kích cỡ, thì nông dân sẽ bơm nước thêm vào ruộng, để cá lên trảng ăn những hạt lúa rơi rụng, kết hợp với bổ sung thêm thức ăn (thức ăn chủ yếu là ốc bươu vàng) chờ cá lớn thêm sẽ thu hoạch. Mô hình này ngoài việc kiếm thêm thu nhập, còn nhờ cá diệt được mầm mống sâu bệnh và để lại phân, phù sa trên đồng có lợi cho vụ sau.

5. Kết luận

Thích ứng sinh kế là quá trình đòi hỏi sự tham gia của các bên liên quan nhằm phối hợp hiệu quả trong các chiến lược thích ứng nhiều cấp độ. Trong quá trình đó, nông dân đã "tự thích ứng" trước khi có sự can thiệp từ thể chế địa phương và trung ương bằng những sáng kiến và tri thức bản địa để vừa thích ứng vừa không gia tăng mức độ tổn hại đến môi trường tự nhiên. Đối với khu vực duyên hải (điển cứu tại Sóc Trăng), nông dân nhận thức tương đối rõ rệt về tính dễ tổn thương của sinh kế trước tác động của biến đổi khí hậu (chủ yếu là tình trạng sạt lở, hạn hán và xâm nhập mặn). Trước thực trạng đó, những sáng kiến và tri thức bản địa được nông dân áp dụng trong việc thích ứng và ứng phó với những biến đổi của môi trường sản xuất.

Việc khảo sát, đánh giá lại vai trò và phổ biến rộng rãi những sáng kiến bản địa trong bối cảnh hiện nay trở thành vấn đề đáng xem xét trong các chiến lược lồng ghép thích ứng "thuận thiên", mang đến triển vọng cải thiện và giảm thiểu suy thoái môi trường ở đồng bằng trong tương lai./.

Tài liệu tham khảo

1. Adger, W. N., Dessai, S., Goulden, M., Hulme, M., Lorenzoni, I., Nelson, R., … Wreford, A. (2009). Are There Social Limits to Adaptation to Climate Change? *Climatic Change*, *93*(3–4), 335–354.
2. Bryan, E., Deressa, T. T., Gbetibouo, G. A., & Ringler, C. (2009). Adaptation to Climate Change in Ethiopia and South Africa: Options and constraints. *Environmental Science & Policy*, *12*(4), 413–426.
3. Bryant, C. R., Smit, B., Brklacich, M., Johnston, T. R., Smithers, J., Chiotti, Q., & Singh, B. (2000). Adaptation in Canadian Agriculture to Climatic Variability and Change. *Climatic Change*, *45*(1), 181–201.
4. Carew-Reid, J. (2008). *Rapid assessment of the extent and impact of sea level rise in Viet Nam*. Brisbane: International Centre for Environment Management (ICEM).
5. Deressa, T. T., Hassan, R. M., & Ringler, C. (2011). Perception of and adaptation to climate change by farmers in the Nile basin of Ethiopia. *Journal of Agricultural Science*, *149*(1), 23–31.
6. Hoa, D. L., Li, E., Nuberg, I., & Bruwer, J. (2014). Understanding farmers' adaptation intention to climate change: A structural equation modelling study in the Mekong Delta, Vietnam. *Environmental Science and Policy*, *41*(2014), 11–22.
7. IPCC. (2001). *Climate Change 2001: The Scientific Basis* (J. T. Houghton, Y. Ding, D. J. Griggs, M. Noguer, P. J. van der Linden, X. Dai, … C. A. Johnson, eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press.
8. IPCC. (2014). *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability* (C. B. Field, V. R. Barros, D. J. Dokken, K. J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, … L.

L. White, eds.). Cambridge and New York: Cambridge University Press.

9. Keskinen, M., Chinvanno, S., Kummu, M., Nuorteva, P., Snidvongs, A., Varis, O., & Västilä, K. (2010). Climate change and water resources in the Lower Mekong River Basin: Putting adaptation into the context. *Journal of Water and Climate Change*, *1*(2), 103–117.
10. Lê Anh Tuấn, Lê Văn Dũ, Trương Quốc Cần, Phạm Thị Bích Ngọc, & Vũ Thế Thường. (2011). *Tổng hợp một số hoạt động ứng phó với BĐKH ở ĐBSCL*. Dự án "Xây dựng năng lực về biến đổi khí hậu cho các tổ chức xã hội dân sự Việt Nam", TP. Cần Thơ: Viện Nghiên cứu Biến đổi khí hậu (DRAGON-Institute).
11. Mertz, O., Mbow, C., Reenberg, A., & Diouf, A. (2009). Farmers' perceptions of climate change and agricultural adaptation strategies in rural Sahel. *Environmental Management*, *43*(5), 804–816.
12. Patt, A., & Schröter, D. (2008). Perceptions of climate risk in Mozambique: Implications for the success of adaptation strategies. *Global Environmental Change*, *18*(3), 458–467.
13. Pelling, M., & High, C. (2005). Understanding adaptation: What can social capital offer assessments of adaptive capacity? *Global Environmental Change*, *15*(4), 308–319.
14. Pettengell, C. (2010). Enabling people living in poverty to adapt. *Oxfam Policy and Practice: Climate Change and Resilience*, *6*(2), 1–48.
15. Pielke, R. A. (1998). Rethinking the role of adaptation in climate policy. *Global Environmental Change*, *8*(2), 159–170.
16. Prabhakar, S. V. R. K. (1998). *Climate change adaptation of agriculture livelihoods for rural poverty reduction in Asia: A review*. IGES Working Paper No.2013-09, Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies.
17. Quinn, P. F., Hewett, C. J. M., Popescu, I., & Muste, M. (2010). Towards New Types of Water-centric Collaboration: Instigating the Upper Mississippi River Basin Observatory Process. *Water Management*, *163*(1), 39–51.
18. Smit, B., Burton, I., Klein, R. J. T., & Wandel, J. (2000). An anatomy of adaptation to climate change and variability. *Climatic Change*, *45*(1), 223–251.
19. Smit, B., & Pilifosova, O. (2003). Adaptation to Climate Change in the Context of Sustainable Development and Equity. *Sustainable Development*, *8*(9), 1–9.
20. van den Ban, A. ., & Hawkins, H. S. (2000). *Agricultural extension* (2nd ed.). Oxford: Blackwell Science.
21. WB. (2010). *The Social Dimensions of Adaptation to Climate Change in Vietnam*. Discussion Paper No.17, Washington, D.C: World Bank.
22. Wolf, J. (2011). Climate Change Adaptation As A Social Process. In J. D. Ford & I. Berrang-Ford (Eds.), *Climate Change Adaptation in Developed Nations: From Theory to Practice* (pp. 21–32). Netherlands: Springer.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Tác động của thuỷ điện tới môi trường và kinh tế xã hội địa phương, góc nhìn từ xã Bản Hồ, huyện Sapa, tỉnh Lào Cai

Nguyễn Thị Hồng Ngọc[a1], Trần Anh Quân[b]
[a] *Khoa Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam;*
[b] *Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ Địa chất*

Ngày nộp: 24/3/2020; Ngày chấp nhận: 6/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Phát triển thuỷ điện ở Việt Nam đem lại những lợi ích kinh tế to lớn cho sự phát triển chung của đất nước. Tuy nhiên việc phát triển thuỷ điện ồ ạt cũng đem lại mặt trái khi thuỷ điện thường đi kèm với những thay đổi sâu sắc về môi trường tự nhiên, kinh tế và xã hội. Xã Bản Hồ là một trong những địa phương có tiềm năng phát triển nhất ở huyện Sapa, tỉnh Lào Cai nhưng trong 15 năm trở lại đây thì đây cũng là địa phương chịu ảnh hưởng nặng nề nhất do khai thác thủy điện Nghiên cứu này đánh giá sự thay đổi toàn diện về các điều kiện tự nhiên, môi trường, kinh tế và xã hội của xã Bản Hồ do tác động của thuỷ điện. Nghiên cứu được thực hiện trên 85 mẫu nghiên cứu sâu trên 200 hộ dân được phỏng vấn. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra dưới tác động của 8 dự án thuỷ điện, xã Bản Hồ đã thay đổi rất sâu sắc và nghiêm trọng trên mọi phương diện. Không chỉ không gian cảnh quan và chất lượng môi trường sống bị thay đổi hoàn toàn, thủy điện còn làm thay đổi cơ cấu kinh tế và cơ cấu lao động, là nguyên nhân dẫn tới những suy giảm về không gian văn hóa và đời sống xã hội.

Từ khoá: Bản Hồ, Mường Hoa, thủy điện, lũ lụt, lưu vực

1. Đặt vấn đề

Với trên 100 lưu vực sông và gần 3.500 sông, suối có chiều dài trên 10 km thì Việt Nam được đánh giá là quốc gia có tiềm năng thủy điện dồi dào với tổng công suất khoảng 35.000 MW và điện lượng khoảng 300 tỷ kWh/năm (MOIT, 2017). Trong đó, miền Bắc chiếm khoảng 60%, miền Trung chiếm khoảng 27%, và miền Nam chiếm khoảng 13% (MOIT, 2018). Từ năm 2005 đến nay, cơn lốc phát triển thủy điện đã và đang để lại những nhà máy thủy điện vừa và nhỏ khắp các dòng chính và dòng nhánh của hệ thống sông ngòi ở Việt Nam. Các nhà máy thủy điện nhỏ mọc lên dày đặc, theo thống kê trung bình có đến 5 đến 6 nhà máy thủy điện vừa và nhỏ trên mỗi con sông (DWRM, 2017).

Bên cạnh những lợi ích đạt được, việc ồ ạt xây dựng các DATĐ vừa và nhỏ đã và đang nảy sinh những tác động tiêu cực tới môi trường, kinh tế và xã hội. Những tác động từ thủy điện vừa và nhỏ không kém so với thủy điện lớn. Các DATĐ này làm thay đổi căn bản hệ sinh thái và môi trường ở hầu hết các lưu vực sông. Việc xây dựng thủy điện dày đặc đã phá vỡ cảnh quan sinh thái của các dòng sông và khu vực ven sông, tác động đến môi trường sống và sinh kế của cộng đồng. Hệ lụy đối với đời sống văn hóa, nghệ thuật của đồng bào dân tộc thiểu số là không gian sống bị thu hẹp; rừng bị tàn phá nghiêm trọng khiến văn hóa rừng bị phá vỡ; cuộc sống gặp nhiều khó khăn nên không có điều

[1] *Liên hệ tác giả:*
hongngockhtn@gmail.com

kiện quan tâm đến việc giữ gìn, phát huy văn hóa truyền thống. Nhìn chung, các biện pháp bảo vệ môi trường và quản lý các tác động MT-XH chưa được coi trọng. Có một thực tế là lợi ích môi trường vẫn đang được xem nhẹ trong quá trình phê duyệt các dự án, và vấn đề nằm ở cả khâu chính sách lẫn thực thi (Quang Lộc, 2019).

Bản Hồ là xã miền núi vùng cao, nằm ở phía Đông Nam cách trung tâm huyện Sapa khoảng 23km. Nằm ở trung tâm thung lũng Mường Hoa nơi con suối Mường Hoa chảy qua và bao quanh là Thác Lave cũng như những cánh đồng ruộng bậc thang, Bản Hồ đã nhiều năm nay được biết đến như là một trong những địa phương đẹp nhất Sapa. Các dự án thủy điện xuất hiện ở Bản Hồ từ những năm 2004 và đến năm 2020 thì xã đã chịu tác động tổng cộng từ 8 dự án thủy điện (Bảng 1), mang đến những thay đổi sâu sắc về môi trường, kinh tế và xã hội. Dựa trên những thực tế đang có, nghiên cứu này được đặt ra và thực hiện nhằm đánh giá những thay đổi của xã Bản Hồ do tác động của thủy điện.

Bảng 1. Các dự án thủy điện trực tiếp hoặc gián tiếp tác động tới xã bản Hồ, huyện Sapa

TT	Tên thủy điện	Địa điểm	Công suất (MW)	Thời gian hoạt động
1	Bản Hồ	Bản Hồ	10	-
2	Nậm Sài	Nậm Sài	19	2015
4	Nậm Toóng	Bản Hồ	34	2007
5	Sử Pán 1	Sử Pán	30	2017
6	Sử Pán 2	Bản Hồ	34,5	2011
7	Séo Chung Hô	Tả Van	22	2012
8	Nậm Củn	Thanh Phú	6,5	2016

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp chọn điểm và nghiên cứu thực địa

Để tiến hành nghiên cứu đánh giá thực hiện các chính sách an toàn của các dự án thuỷ điện, tác giả lựa chọn địa điểm nghiên cứu xã Bản Hồ, huyện Sa Pa, tỉnh Lao Cai. Bản Hồ nằm ở khu vực vùng sâu vùng xa có điều kiện kinh tế khó khăn, đa số người dân thuộc các nhóm dân tộc thiểu số là đối tượng đang được Nhà nước quan tâm hỗ trợ phát triển trong giai đoạn hiện nay. Những năm gần đây thì cảnh quan đã bị thay đổi quá nhiều do tác động của nhiều công trình thuỷ điện trên địa bàn. Bên cạnh đó, Bản Hồ là một trong những vùng bị ảnh hưởng lớn bởi tảo động của thiên tai, vùng có địa hình thấp so với các vùng trong huyện nên dễ bị ảnh hưởng của thiên tai như lũ quét, sạt lở đất, rét đậm rét hại, hạn hán, sương muối. Tác động cộng gộp do thiên tai tự nhiên cũng như những ảnh hưởng của thủy điện khiến Bản Hồ đang có những thay đổi lớn trong những năm gần đây. Nhóm nghiên cứu thực hiện điều tra, đánh giá trực tiếp tại hiện trường các khu vực dự án thủy điện đã, đang và sẽ triển khai để có cái nhìn tổng quan và sát thực nhất với các vấn đề nghiên cứu.

2.2. Phương pháp chọn mẫu điều tra

Nghiên cứu này sử dụng phương pháp lấy mẫu thuận tiện, một trong các phương pháp chọn mẫu phi xác suất. Khi đó, nhà nghiên cứu có thể chọn mẫu, đối tượng nghiên cứu có thể tiếp cận dễ dàng nhất (Nguyễn Đình Thọ và Nguyễn Thị Mai Trang, 2009). Kích thước của mẫu khi sử dụng phương pháp phân tích nhân tố khám phá và hồi quy đa biến:

- Đối với phân tích nhân tổ khám phá: Theo nghiên cứu của Hair, Anderson, Tatham vả Black (1998) cho biết về kích cỡ mẫu tối thiểu dự kiến thì kích thước mẫu tỏi thiểu là gấp 5 lần tổng số biến quan sát.

- Đối với phân tích hồi quy đa biến thì kích cỡ mẫu tối thiểu cần đạt được tính theo công thức:

$$n \geq 50 + 8*m$$

Trong đó:

n là kích cỡ mẫu tối thiểu cần thiết

p là số biến độc lập trong mô hình (Tabachnick và Fidell, 1996).

Trong nghiên cứu này, kích cỡ mẫu là 85 mẫu dành cho đối tượng nghiên cứu là người dân địa phương tại xã Bản Hồ (lớn hơn 5 lần tổng số biến độc lập)

Đối với đối tượng nghiên cứu là các đơn vị quản lý địa phương, các phỏng vấn chuyên sâu được thực hiện với các cán bộ là chủ tịch và phó chủ tịch UBND xã Bản Hồ, UB MTTQ xã Bản Hồ, các phòng ban bên hội cựu chiến binh, hội phụ nữ. Ngoài ra nghiên cứu còn thực hiện với các cán bộ quản lý cấp huyện, phòng văn hoá và kinh tế của huyện Sapa, đại diện đơn vị quản lý rừng quốc gia Hoàng Liên.

2.3. Phương pháp thu thập thông tin thứ cấp

Thông tin thu thập: tổng quan tài liệu nghiên cứu (cở sở lý luận và thực tiễn của nghiên cứu); các thông tin về địa bàn nghiên cứu (điều kiện tự nhiên, đất đai, khí hậu, thủy văn, tình hình dân số, dân tộc, kinh tế-xã hội, môi trường); số liệu về tình hình thiên tai và mức độ thiệt hại do thiên tai gây ra của xã Bản Hồ huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai.

Các số liệu sử dụng trong nghiên cứu này được thu thập và tổng hợp từ cảc nguồn số liệu có sẵn như: Bảo cáo về tình hình kinh tế xã hội xã Bản Hồ, huyện Sa Pa, tỉnh Lào Cai (Ủy Ban Nhân Dân xã Bản Hồ). Số liệu từ các chương trình nghiên cứu và điều tra trước đó về vấn đề thiên tai và xã hội tại địa bàn nghiên cứu. Những báo cáo về các đặc điểm văn hóa, đa dạng sinh học về khu vực.

2.4. Phương pháp thu thập thông tin sơ cấp

Dữ liệu sơ cấp được thu thập qua 2 giai đoạn. Giai đoạn một nghiên cứu định tính, tham khảo các tài liệu nghiên cứu về địa bàn xã Bản Hồ cũng như các thông tin sơ bộ về các thủy điện trên địa bàn xã, đặc điểm các loại hình thủy điện tại địa phương và những vấn đề môi trường tiềm tàng. Từ những tài liệu nghiên cứu ban đầu, nhóm nghiên cứu hỏi ý kiến chuyên gia để xem xét các yếu tố phù hợp với vùng nghiên cứu để có thể xây dựng phiếu điều tra phù hợp vởi điều kiện của vùng. Giai đoạn hai nghiên cứu định lượng nhằm thu thập ý kiến và thông tin của người dân bản Hồ; chính quyền địa phương xã Bản Hồ là cơ quan quản lý trực tiếp. Quá trình thu thập thông tin được thực hiện thông qua phỏng vấn trực tiếp bằng bảng hỏi có cấu trúc và bán cấu trúc.

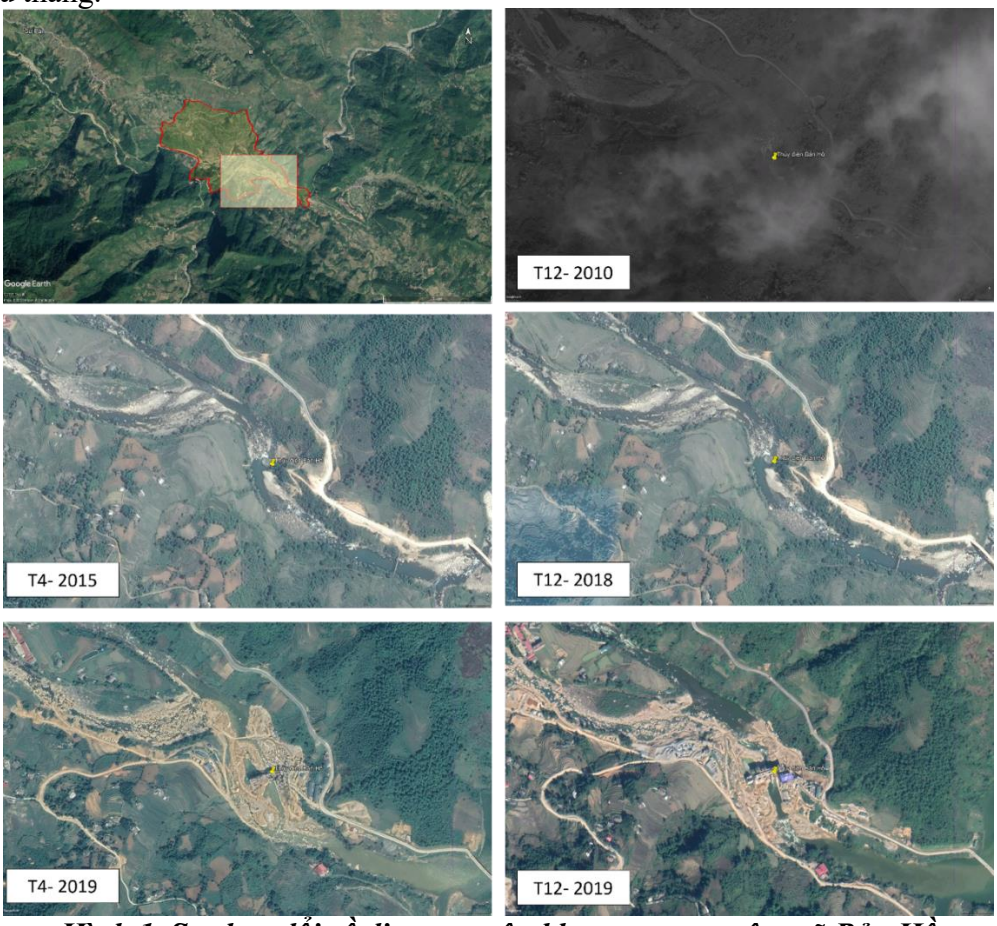
3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Những thay đổi về môi trường tự nhiên

3.1.1. Cảnh quan, địa mạo

Với ảnh hưởng trực tiếp của một loại những công trình thuỷ điện từ năm 2007, trong đó ảnh hưởng lớn nhất có thể kể đến từ công trình DATĐ Nậm Toong, Nậm Sài và gần đây nhất là thuỷ điện Bản Hồ, diện mạo và cảnh quan của xã Bản Hồ đã có những thay đổi cực kỳ rõ nét, nhất là từ cuối năm 2018 đến nay. Sự thay đổi về địa hình, cảnh quan trên xã Bản Hồ được thể hiện tại Hình 1. Những biến động về cảnh quan và địa hình khu vực trung tâm xã Bản Hồ với thôn Bản Hồ và thôn Lave là trung tâm được ghi nhận trên ảnh vệ tinh với 5 mốc thời gian là T12-2010, T4-2015, T12-2018, T4-2019 và T12-2019.

Trước thời điểm T12-2018 có thể nhận thấy cảnh quan và địa mạo xã Bản Hồ không thay đổi nhiều so với thời điểm năm 2010 (ảnh đen trắng), chỉ có một số khác biệt không lớn như đường giao thông có quy mô rộng hơn hay mật độ che phủ của rừng có giảm đi và thay vào đó là các khuôn ruộng bậc thang, đây đều là những tác động dân sinh không có liên quan tới các công trình thuỷ điện. Từ năm 2015 đến cuối năm 2018 hoàn toàn không thấy sự thay đổi lớn về địa mạo và cảnh quan. Tuy nhiên từ T12-2018 đến T4-2019 cảnh quan khu vực đã có sự thay đổi vô cùng rõ nét trên vùng trung tâm của suối Mường Hoa thì công trình thuỷ điện bản Hồ được đưa vào xây dựng. Toàn bộ khu vực trước đây là suối, ruộng bậc thang và bãi đá trên suối Mường Hoa được thay bằng công trình xây dựng khổng lồ cùng với sự xuất hiện của con đường mới phục vụ cho thuỷ điện. Đến T12-2019 thì khu vực công trường cũng đã thay đổi rất rõ rệt khi các công trình phụ trợ của thuỷ điện đã mọc lên và thay thế vào những khoảnh ruộng bậc thang, ảnh vệ tinh cũng thể hiện mức độ ngổn ngang và phân cắt trên công trường lớn hơn nhiều so với thời điểm trước đó sáu tháng.



Hình 1. Sự thay đổi về địa mạo trên khu vực trung tâm xã Bản Hồ

Kết quả tổng hợp điều tra nhận thức của người dân địa phương về thay đổi cảnh quan của xã Bản Hồ được thể hiện tại Bảng 2 cũng thể hiện rõ nét những tiếc nuối của địa phương. Trên tổng số 85 hộ được điều tra và phỏng vấn chi tiết, gần như tất cả người dân đều thấy cảnh quan nơi đây đã mất đi vẻ đẹp tự nhiên mà họ tự hào. Nếu như trước đây người dân Bản Hồ tự hào vì có thũng lũng Mường Hoa, có suối Mường Hoa, thác

Lave cùng với những cánh đồng ruộng bậc thang trải dài dưới chân núi, là điểm đến không thể bỏ qua của khách du lịch trong và ngoài nước mỗi khi đến với Sapa thì bây giờ những tài nguyên cảnh quan mà họ tự hào đó đã hoàn toàn thay đổi biến mất. Bản Hồ trong con mắt người địa phương cũng như du khách không còn cuốn hút khi vẻ đẹp nơi đây đã và đang trở thành một công trường khổng lồ.

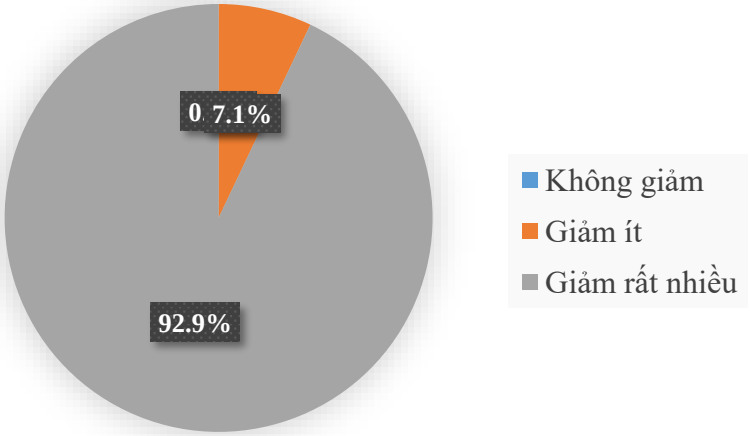
Bảng 2. Nhận thức của người dân về những thay đổi của cảnh quan xã Bản Hồ

Cảnh quan đặc trưng	*Số lượng người có ý kiến*					
	Đẹp lên	*TL (%)*	*Xấu đi*	*TL (%)*	*Không thay đổi*	*TL (%)*
Suối Mường Hoa	0	0.0%	85	100.0%	0	0.0%
Thác Lave	0	0.0%	85	100.0%	0	0.0%
Ruộng bậc thang	0	0.0%	85	100.0%	0	0.0%
Thung lũng Mường Hoa	0	0.0%	82	96.5%	3	3.5%
Cảnh quan sườn núi	0	0.0%	85	100.0%	0	0.0%
Đường xá, cầu cống	2	2.4%	79	92.9%	4	4.7%
Trường học, trạm xá	1	1.2%	79	92.9%	5	5.9%
Homestay, hàng quán	2	2.4%	80	94.1%	3	3.5%

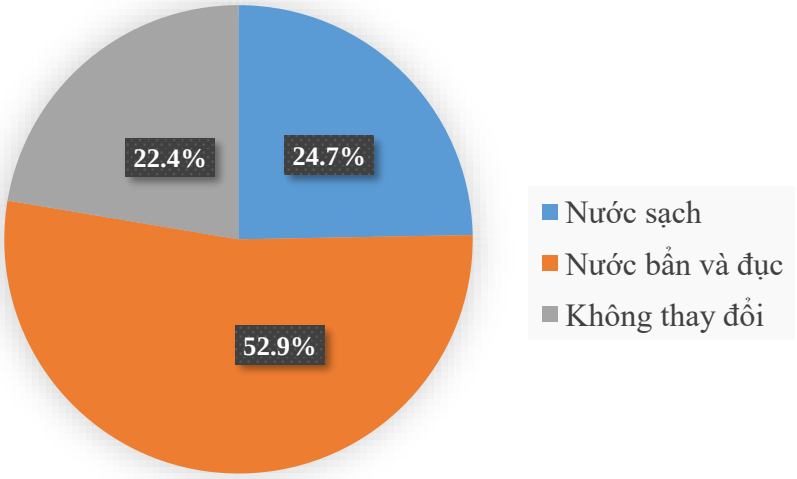
3.1.2. Tác động tới môi trường tự nhiên

Thác Lave là địa danh nổi tiếng thu hút rất nhiều người dân địa phương và du khác quốc tế đến thăm quan và tắm thác. Trước đây từ những năm 2000, đây là một con thác lớn với chiều rộng của mặt thác dài hơn 20m thì bây giờ thác Lave có độ rộng chỉ bằng một khe nước rất nhỏ. Hiện nay thời điểm mùa khô thác Lave còn cạn khô không có nước, người và thú có thể đi ngang qua mặt thác không dính nước. Hiện tượng sụt giảm về lưu lượng nước đổ về thác Lave theo ghi nhận từ người dân địa phương là sau khi thuỷ điện Nậm Toongs đi vào hoạt động, có thể tác động do thi công công trình thuỷ điện hay tác động từ việc trữ nước để làm thuỷ điện đã khiến suy giảm lưu lượng nước đổ về thác Lave, khiến con thác này trở thành một con thác khô kiệt.

Ý kiến tổng hợp nhận thức của người dân địa phương về lưu lượng và chất lượng nước tại thác Lave được thể hiện tại Hình 2 và Hình 3. Kết quả điều tra cho thấy 93% ý kiến nhận thấy sự suy giảm rất rõ rệt mực nước của thác Lave, thời điểm nhiều nước nhất thì mặt thác cũng chỉ rộng không quá 2m trong khi trước kia là hơn 20m. Chỉ 7% số người trả lời phỏng vấn nhận thấy lượng nước của thác giảm ít, theo như điều tra thì những hộ gia đình này đều di cư về đây sinh sống trong khoảng 10 năm đổ lại đây. Về chất lượng nước của thác, hơn 52,9% số người được hỏi nhận thấy nước đục và có mùi tanh rõ ràng so với trước đây, 22,4% thấy nước bẩn đi và hơn 24,7% cho rằng thác vẫn sạch dù nước ít đi nhiều. Kết quả điều tra cơ bản phản ánh chiều hướng lưu lượng và chất lượng của thác Lave đang suy giảm rõ rệt.



Hình 2. Tỷ lệ người dân nhận thức về sự thay đổi lưu lượng và mực nước dòng chảy trên Thác Lave



Hình 3. Tỷ lệ người dân nhận thức về sự thay đổi chất lượng nước của Thác Lave

3.1.3. Chất lượng nước ăn uống sinh hoạt

Bảng tổng hợp nhận thức của người dân về sự thay đổi trong nước sinh hoạt được dẫn xuống từ các mó nước (nước khe) trên núi được thể hiện tại Bảng 4.3. Trong số 85 hộ được phỏng vấn thì phần lớn đều thấy chất lượng nước không đổi, chỉ có 30.6% nước bẩn và đục đi. Trong số 30.6% hộ gia đình thấy nước sinh hoạt của họ bẩn đi thì phần lớn sinh sống ở thôn Lave và mó nước họ đang dùng là các mó nước truyền thống cha truyền con nối từ nhiều đời nay lấy ở trên núi phía Tây Bắc của xã Bản Hồ. Khu vực núi này từ khi thuỷ điện Sử Pán 1 thi công đường ống dẫn nước từ trên núi xuống thì gây ra thay đổi lớn tới nguồn nước khai thác từ mó (đầu năm 2020). Sau khi đường ống dẫn nước được thi công thì các mó nước này nước về rất ít, đục và đôi khi khô kiệt và không thể sử dụng cho mục đích sinh hoạt. Những hộ gia đình bị mất nguồn nước từ mó này đang gặp rất nhiều khó khăn trong việc duy trì nguồn nước trong cuộc sống thường nhật, họ phải đi lấy nước từ nơi khác về và rất mất công. Mó nước dùng trong sinh hoạt của người dân địa phương vốn là những nguồn nước sạch từ khe núi tự nhiên với số lượng giới hạn. Các

gia đình sử dụng các mó nước nay theo hình thức truyền đời nên việc mất đi mó nước của tổ tiên thì rất khó để có thể khôi phục một nguồn cấp nước với chất lượng tương tự.

Bảng 3. Nhận thức của người dân về sự thay đổi trong nước khai thác từ các mó nước trên núi về dùng cho mục đích sinh hoạt

Thay đổi về chất lượng nước sinh hoạt	Số lượng người cho ý kiến	Tỷ lệ (%)
Nước vẫn sạch	42	49.4%
Nước bẩn và đục	26	30.6%
Không thấy thay đổi	17	20.0%

3.1.3. Đa dạng sinh học

Bảng 4 thể hiện kết quả điều tra về nhận thức của người dân địa phương về mức độ sụt giảm của các loài cá tôm. Có đến 88,2% người dân thấy lượng cá tôm trên suối Mường Hoa bị sụt giảm nghiêm trọng còn số người đã lâu rồi không còn thấy cá tôm chiếm 11,8% còn lại. Người dân cho rằng xây dựng thủy điện không chỉ đơn thuần làm ảnh hưởng tới nơi sinh sống của các loài cá tôm mà đơn vị thi công không duy trì dòng chảy tối thiểu của suối Mường Hoa mới là nguyên nhân chính làm biến mất những nguồn lợi thủy sản này.

Bên cạnh nguồn lợi thủy sản, kết quả điều tra về nhận thức của người dân bản địa về sự suy giảm nguồn lợi thiên nhiên từ các loài chim và thú thường có trên rừng sau khi có các công trình thủy điện cũng cho thấy sự suy giảm nghiêm trọng của các loài thú này. 81,2% ý kiến cho rằng chim và thú đã giảm rất nhiều kể từ khi có thủy điện, chỉ có khoảng 17,6% là cho rằng giảm ít đi, đặc biệt không có trường hợp nào thấy số lượng không suy giảm. Phần lớn các hộ gia đình nhận định số lượng các loài chim thú sụt giảm ít là những hộ ngụ cư tại địa phương chưa lâu và có sinh kế đến từ kinh doanh và làm thuê, đây là nhóm những người ít có tiếp xúc với nghề rừng. Những loài thú trước đây thường gặp và bà con hay săn được có thể kể đến là chồn, lợn rừng, dúi và rắn. Theo trao đổi với một số người dân hay làm nghề rừng thì số lượng những loài này hiện nay đã suy giảm rất mạnh do tác động của thi công công trình thủy điện và làm đường.

Bảng 4. Nhận thức của người dân về sự thay đổi số lượng cá, tôm trên suối Mường Hoa

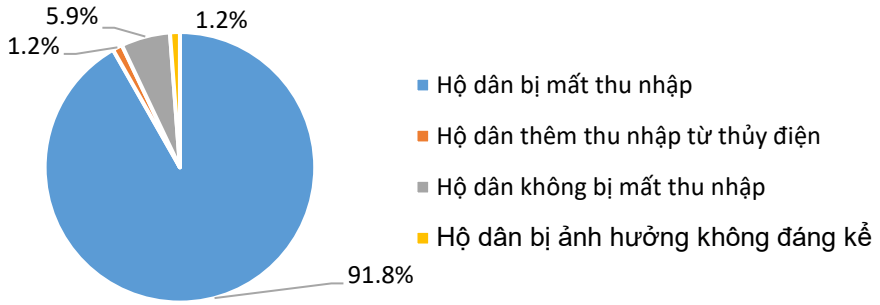
Thay đổi số lượng cá tôm trên suối Mường Hoa	Số lượng người cho ý kiến	Tỷ lệ (%)
Không thấy giảm	0	0.0%
Giảm ít	0	0.0%
Giảm nhiều	75	88.2%
Không còn còn thấy cá tôm	10	11.8%
Không thay đổi hoặc tăng lên	0	0.0%

3.2. Tác động tới môi trường kinh tế

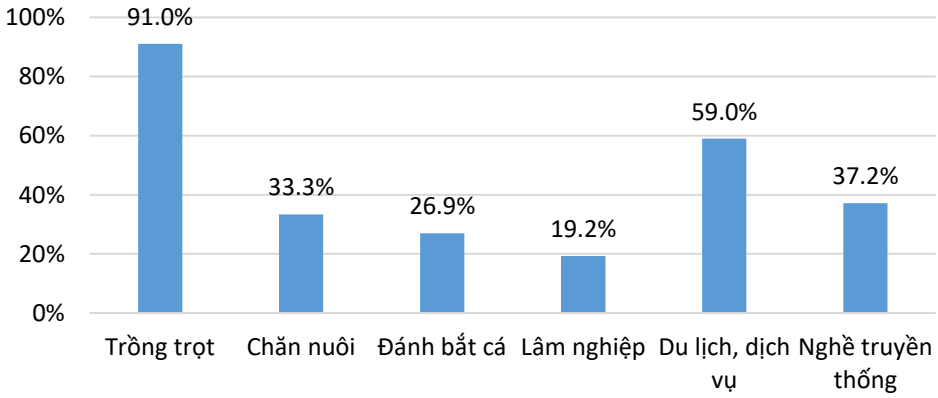
3.2.1. Suy giảm nguồn lợi kinh tế

Hình 4 phản ánh tỷ lệ những hộ dân được phóng vấn bị tác động đến thu nhập gia đình do thủy điện. Có đến 91.8% các hộ gia đình (78 hộ) bị mất thu nhập từ thủy điện, chỉ có 5,9% hộ là không bị mất thu nhập, chủ yếu những hộ này có những lao động đi làm ăn xa hoặc kinh doanh dịch vụ. Duy nhất có 2 hộ có nguồn thu nhập tăng thêm từ thủy điện khi có người nhà được nhận vào làm công việc bán thời gian ở công trường

thủy điện. Trong số 78 hộ bị mất nguồn thu nhập chính thì tỷ trọng những nghề bị tác động nhiều nhất được thể hiện tại Hình 5. Có 91% số hộ bị ảnh hưởng thu nhập từ trồng trọt do mất đất canh tác ở lòng hồ hoặc để phục vụ công trình phụ trợ; 33,3% số hộ bị mất thu nhập từ chăn nuôi khi ao cá và một số chuồng trại chăn nuôi gia cầm bị phá dỡ; 26,9% mất nghề cá dù đây không phải là nghề chính nhưng cũng mang lại một nguồn thu nhập bổ sung cho bà con; 19,2% giảm sút thu nhập từ nghề rừng; lĩnh vực du lịch, dịch vụ và nghề truyền thống bao gồm làm thổ cẩm, nấu rượu cũng bị ảnh hưởng lần lượt trên 59,0% và 37,2% số hộ. Có thể thấy trước khi có thủy điện, xã Bản Hồ là một xã có nguồn thu nhập vô cùng đa dạng và bền vững kết hợp giữa sản xuất nông nghiệp, chăn nuôi, nghề cá, nghề rừng và dịch vụ buôn bán. Tuy nhiên việc phát triển thủy điện đã ảnh hưởng tới tất cả các ngành nghề chính này, gây ra những tác động không nhỏ tới bà con địa phương.



Hình 4. Tỷ lệ hộ dân được phỏng vấn có thay đổi kinh tế do thủy điện

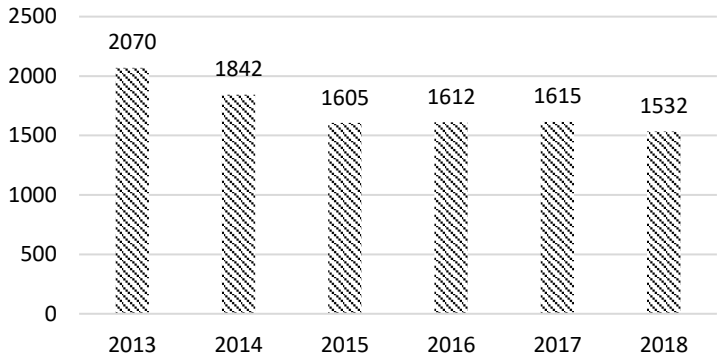


Hình 5. Tỷ lệ những hộ dân chịu ảnh hưởng kinh tế theo một số ngành nghề chính tại xã Bản Hồ (78 hộ bị ảnh hưởng tiêu cực)

3.2.2. Thay đổi cơ cấu kinh tế

Dưới tác động của thủy điện, kinh tế xã Bản Hồ bị tác động rất nặng nề trên tất cả các nguồn sinh kế chính. Thống kê cho thấy dân số Bản Hồ liên tục tăng trong những năm gần đây nhưng số lượng người độ tuổi lao động rời khỏi địa phương đi làm ăn xa cũng tăng lên đáng kể. Nền kinh tế trước đây đa dạng và ổn định với nông nghiệp kết hợp với du lịch đang dần dần chuyển dịch theo hướng giảm tỉ trọng của dịch vụ và thay thế bằng đi làm ăn xa tại các khu vực trung tâm của Sapa và một số huyện xung quanh. Bên

cạnh đó, do thiếu đất canh tác và sản xuất nên tỷ lệ dân số trong nhóm ngành nông nghiệp cũng đang ngày càng thu hẹp Hình 6.



Hình 6. Số người lao động thuần nông nghiệp tại xã Bản Hồ từ 2013 - 2018

3.3. Tác động tới môi trường xã hội

3.3.1. Các giá trị văn hóa – tinh thần

Với cơ cấu dân số với nhiều thành phần dân tộc trong đó có người Tày, người Dao, người Mông và một ít người Kinh thì xã Bản Hồ được đánh giá là địa bàn có bản sắc dân tộc phong phú, có nhiều màu sắc văn hóa và tín ngưỡng đặc trưng theo các dân tộc. Mỗi dân tộc vùng cao đều có những bản sắc văn hóa riêng nên trên xã Bản Hồ vẫn đều đặn duy trì các tập tục văn hóa của địa phương. Bảng 5 tổng hợp nhận thức của người dân địa phương về những thay đổi trong tập tục văn hóa và tín ngưỡng của xã Bản Hồ từ khi có các công trình thủy điện. Kết quả điều tra cho thấy các lễ hội truyền thống nơi đây là lễ hội xuống đồng của người Tày, lễ hội mừng cơm mới của người Tày, người Dao, lễ hội Tết nhảy của người Dao, ngoài ra còn có lễ hội Gàu Tào cũng người Mông, lễ hội Nào Cống được tổ chức chung của người Mông và người Dao. Nhìn chung những năm gần đây các tập tục và quy mô tổ chức lễ hội cũng có sự thay đổi chút ít. 27,1% số người được phỏng vấn nhìn thấy sự giảm quy mô của lễ hội xuống đồng khi tỷ lệ này đối với các lễ hội mừng cơm mới và Tết nhảy lần lượt là 50,6% và 30,6%. Đối với những lễ hội còn lại không có sự thay đổi đáng kể, đặc biệt là với những lễ hội đặc trưng của người Mông, có lẽ một phần là do người Mông chiếm tỷ lệ thiểu số trên địa bàn. Người dân địa phương cũng có những chia sẻ rất chân thành về cảm nhận của họ về sự nhạt màu dần của lễ hội truyền thống trên Bản Hồ khi điều kiện kinh tế của bà con không còn như xưa.

Bảng 5. Nhận thức của người dân về sự thay đổi về các tập tục văn hóa và tín ngưỡng tại địa phương

Các hoạt động tín ngưỡng, văn hóa	Số người nhận thấy sự thay đổi					
	To hơn	TL (%)	Giảm đi	TL (%)	Không đổi	TL (%)
Lễ hội xuống đồng	2	2.4%	23	27.1%	60	70.6%
Lễ hội mừng cơm mới	3	3.5%	43	50.6%	39	45.9%
Lễ hội Tết nhảy	4	4.7%	26	30.6%	55	64.7%
Lễ hội Nào Cống	3	3.5%	4	4.7%	78	91.8%
Lễ hội Gàu Tào	4	4.7%	3	3.5%	78	91.8%

3.3.2. Gia đình và giới

Phát triển thủy điện ở Bản Hồ đã mang đến những thay đổi rất lớn tới môi trường tự nhiên cũng như xã hội. Kinh tế địa phương đã thay đổi hoàn toàn khi chuyển dịch từ nông nghiệp – du lịch – dịch vụ sang nông nghiệp – đi làm ăn xa và đi làm thời vụ. Nông nghiệp cũng ngày càng có dấu hiệu suy giảm khi tỉ lệ người dân tham gia vào nông nghiệp ngày càng ít đi và quỹ đất eo hẹp. Dưới những thay đổi đó, vai trò của người phụ nữ trong gia đình cũng thay đổi nhiều hơn trước. Trong số 85 người dân được phỏng vấn thì có 44 phụ nữ và 41 nam giới, sự thay đổi trong phân công lao động và vai trò của người phụ nữ trong gia đình trong những năm gần đây được thể hiện qua nhận thức của người dân.

Nhìn chung phân công lao động trong gia đình có sự phân hóa tương đối rõ rệt và cũng thể hiện mối tương quan về những thay đổi được ghi nhận về kinh tế địa phương. Nông nghiệp vẫn được coi là hoạt động sinh kế chính và có sự chia sẻ công việc tương đối rõ rệt giữa cả nam giới và nữ giới. Những công việc nhẹ nhàng hơn và đòi hỏi sự tỉ mẩn và tinh tế phù hợp với phụ nữ hơn nam giới nên khá dễ hiểu khi người đảm đương chính những việc liên quan đến chăm sóc người ốm, dạy con học hay nấu ăn thì phụ nữ ở Bản Hồ đóng vai trò nhiều hơn. Trong khi đó những việc cần phải đi xa hay nặng nhọc hơn thì đều có tỷ lệ nam giới tham gia nhiều hơn. Ở Bản Hồ thì trong tất cả các công việc gia đình đều có ít nhiều sự sẻ chia công việc của người đàn ông với phụ nữ. Vai trò quyết định trong gia đình vẫn thuộc về những người đàn ông khi phần lớn các gia đình sẽ có người chồng là người đại diện tham gia các cuộc họp quan trọng.

4. Kết luận

Phát triển thuỷ điện ở Việt Nam đem lại những lợi ích kinh tế to lớn cho sự phát triển chung của đất nước. Tuy nhiên việc phát triển thuỷ điện ồ ạt cũng đem lại mặt trái khi thuỷ điện thường đi kèm với những thay đổi sâu sắc về môi trường tự nhiên, kinh tế và xã hội. Nghiên cứu này đánh giá sự thay đổi của xã Bản Hồ, huyện Sapa, tỉnh Lào Cai do tác động của thuỷ điện. Nghiên cứu được thực hiện trên 85 mẫu nghiên cứu sâu trên 200 hộ dân được phỏng vấn. Trong giai đoạn 2004 – 2020, tổng cộng có 8 dự án thuỷ điện đã và đang gây ra những ảnh hưởng tới xã bản Hồ. Từ vị trí là một trong những địa phương có tiềm năng tốt nhất để phát triển du lịch với các lợi thế về cảnh đẹp tự nhiên, còn người và văn hoá, xã Bản Hồ đã thay đổi hoàn toàn khi thuỷ điện đã thay đổi toàn bộ môi trường, cảnh quan và làm mất lợi thế du lịch nơi đây. Cơ cấu kinh tế và cơ cấu lao động thay đổi hoàn toàn. Các ngành nghề truyền thống như nông nghiệp, lâm nghiệp, ngư nghiệp du lịch, nghề thủ công đã không thể duy trì, hiện nay người dân xã Bản Hồ không có nghề sinh kế mũi nhọn và chủ đạo, chủ yếu đi làm ăn xa bán thời vụ. Người độ tuổi lao động đều đi xa khỏi địa phương, ở xã Bản Hồ chỉ có người già, phụ nữ và trẻ con. Cuộc sống thay đổi khiến xã hội phân hoá sâu sắc, ảnh hưởng tới không chỉ người già còn có phụ nữ và trẻ em. Theo kết quả phóng vấn xã hội, tất cả người được phỏng vấn đều cho rằng thuỷ lợi không hề mang đến lợi ích gì cho địa phương.

Tài liệu tham khảo

1. ADBI, 2018. Green finance in viet nam: barriers and solutions. Asian Development Bank Institute, ADBI Working Paper Series.
2. DWRM, 2017. “Vỡ trận quy hoạch" thủy điện nhỏ ở các tỉnh miền núi phía Bắc. Website: http://dwrm.gov.vn/

3. EVN, 2019. EVN nỗ lực thu xếp vốn cho các dự án điện giai đoạn 2019-2020. Website: https://www.evn.com.vn/
4. GIZ, 2016. Hỗ trợ thực hiện Chiến lược Tăng trưởng xanh Việt nam. http://gizmacro.ciem.org.vn/
5. MOIT, 2017. Quy hoạch thủy điện vừa và nhỏ, phát triển năng lượng tái tạo: An toàn - Hiệu quả - Bền vững. Website: https://www.moit.gov.vn/
6. MOIT, 2018. Công tác quy hoạch, xây dựng, quản lý và vận hành các công trình thủy điện. Website: https://www.moit.gov.vn/
7. MONRE, 2019. Nguy cơ hạn hán và thiếu nước do ENSO tại Việt Nam. Website: http://www.monre.gov.vn/
8. NHNN (Ngân hàng Nhà nước Việt Nam), 2019. Danh sách các ngân hàng TMCP trong nước.
9. Quang Lộc, 2019. Nhà máy thủy điện nghìn tỷ xây dựng không phép ở Lào Cai. Báo Tiền Phong, website: https://www.tienphong.vn/

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Seasonal variation of water quality at Bung Binh Thien reservoir, An Giang, Vietnam

Nguyen Thanh Giao and Huynh Thi Hong Nhien[a1]

[a]*Department of Environmental Management, College of Environment and Natural Resources, Can Tho University, Can Tho city, Viet Nam.*

Received: 5/3/2020; Revised: 16/12/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstrast

This study was conducted to investigate sources of pollution and evaluate seasonal variation of surface water quality at Bung Binh Thien reservoir, An Phu district, An Giang province, Vietnam. Sixty local inhabitants living around the reservoir were interviewed to identify surface water polluting sources and water variation over the last ten years. The study also used statistical technique principal components analysis (PCA) to reaffirm the pollution sources and to recommend water quality parameters for monitoring task. Nine water samples collected in the dry season (January, 2019) and rainy season (October, 2019). Eighteen water quality variables including temperature (^oC), pH, electricity conductivity (EC, µS/cm), total dissolved solids (TDS, mg/L), total suspended solids (TSS, mg/L), turbidity (NTU), dissolved oxygen (DO, mg/L), biological oxygen demand (BOD, mg/L), chemical oxygen demand (COD, mg/L), sulfate (SO_4^{2-}, mg/L), chloride (Cl^-, mg/L) ammonia (NH_4^+-N, mg/L), nitrate (NO_3^--N, mg/L), total nitrogen (TN, mg/L), orthophosphate (PO_4^{3-}-P, mg/L), total phosphorus (TP, mg/L), and coliform (MPN/100mL) were analyzed. The results indicated that the main concerns for quality of water in the lake in the dry season are suspended solids, organic matters and fecal microbes. The sources of water pollution could be from domestic wastes, agricultural production, livestock, aquaculture, and Binh Di River. Water quality monitoring at Bung Binh Thien reservoir should include pH, DO, BOD, COD, N-NH_4^+, N-NO_3^-, P-PO_4^{3-}, TP, Cl^-, and coliform since these parameters greatly influenced by seasonal variation. Educating environmental protection awareness and strictly implementing environmental protection law are recommended for improving and maintaining good surface water quality at Bung Binh Thien resevoir.

Keywords: *Bung Binh Thien, fecal microbes, organic matters, PCA, suspended solid*

1. INTRODUCTION

Surface water pollution is a main environmental concern for our society. The principal causes of water pollution are from human activities such as agricultural, industrial and domestic and natural processes, for example, wind flow, water run-off, and flooding in which the former plays major role in today water quality deterioration. Anthropogenic activities cause change of water status by direct or indirect discharges of wastes into water sources. Polluted water can be fatal to human health and ecosystems. For effective management of water quality, reliable information on the quality of water should be sufficiently and timely provided for water pollution prevention and control. To support water quality management, water quality monitoring program is established to collect water samples at various sites, at several time points, with a large number of water quality variables. As a result, interpretation of the water quality data faces difficulties because monitoring program creates abundance of complex database. To effectively

[1] *Corresponding author:*
Email: hongnhien13797@gmail.com

obtain good information containing in the monitoring or environmental data, multivariate statistical methods can be applied (Cho et al., 2009; Chounlamany et al., 2017). Using multivariate statistical techniques would allow one to reduce data dimensions and interpret the analyzed environmental data with insignificant loss of information in the initial dataset (Feher et al., 2016).

Bung Binh Thien Lake is a natural lake bordering to three villages including Nhon Hoi, Quoc Thai and Khanh Binh, An Phu district, An Giang province. Total surface areas of the lake are 200 ha and 800 ha in the dry and wet season, respectively making the lake biggest in the Vietnamese Mekong delta. The average depth of the lake is 4 m while the length and width are 2,900 m and 430 m, correspondingly (An Giang DONRE, 2012). Formerly, the lake was connected to Binh Di and Hau rivers. However, Hau river now is disconnected to the lake due to sedimentation, but still connected to Binh Di river which is connecting to Cambodia. Currently, local people use water for domestic and agricultural activities. Water quality in the lake is endangered by human activities such as discharge of wastewater, improper management of solid wastes, raising ducks and fish without caring environmental problems. At local level, An Giang's People Committee issued the decision in 2016 to plan Bung Binh Thien Lake with the areas of 706.82 ha to become a place for conserving freshwater resource, flora and fauna, water storage for domestic and agricultural uses. To help in achieving goal of the decision, quality of water and pollution sources need to be identified and monitoring strategies should be established.

Water quality data has been recently explained using multivariate statistical techniques, for example cluster analysis (CA) and principal component analysis (PCA). This technique could be helpful in explaining and correlating a large number of gauging locations and various water quality parameters (Zeinalzadeh and Rezaei, 2017). Multivariate statistical techniques were successfully applied for explaining spatial and temporal water quality data in Marikina river (Chounlamany et al., 2017) Yeongsan Reservoir (Cho et al., 2009), rivers from central Transylvania (Feher et al., 2016), identifying sources of water pollution (Vega et al., 1998; Chounlamany et al., 2017), designing sampling network (Singh et al., 2005), and extract the most crucial water quality parameters for evaluating water quality variability (Zeinalzadeh and Rezaei, 2017). The aim of this study are to apply multivariate statistical techniques to assess spatial variation of water quality in Bung Binh Thien reservoir and to extract water quality parameters that are most representative for the lake. A future monitoring program at the lake can be optimized based on the obtained results.

2. METHODOLOGY

2.1. Investigate sources of pollution

To survey the sources of surface water pollution, 60 farmers living in communes of Nhon Hoi, Quoc Thai and Khanh Binh villages around Bung Binh Thien were interviewed using structured questionaires. Demographic information including name, age, gender, and education levels of the inhabitants was collected. The current situation of generation and management of wastes at the surveyed as well as the change of water quality at Bung Binh Thien over the last five to ten years according to perceive of the local people were also gathered.

2.2. Method for colletion and analysis of water samples

Bung Binh Thien resevoir is subjected to various pollution sources from solid and liquid wastes. Waste treatment facilities are not available for the polluting sources. Water quality characterization including physical, chemical and biological parameters was analyzed. Temperature (^oC), pH, electricity conductivity (EC, µS/cm), total dissolved solids (TDS, mg/L), total suspended solids (TSS, mg/L), depth (H, m) and turbidity (NTU) are physical variables. The chemical variables are dissolved oxygen (DO, mg/L), biological oxygen demand (BOD, mg/L), chemical oxygen demand (COD, mg/L), sulfate (SO_4^{2-}, mg/L), chloride (Cl^-, mg/L) ammonia (NH_4^+-N, mg/L), nitrate (NO_3^--N, mg/L), total nitrogen (TN, mg/L), orthophosphate (PO_4^{3-}-P, mg/L), and total phosphorus (TP, mg/L). Coliform (MPN/100mL) is selected as biological parameter representing occurrence of fecal materials in the study area. These water quality parameters were selected based on the literature review (Cho et al., 2009; Chounlamany et al., 2017; Zeinalzadeh and Rezaei, 2017) and the potential sources of water pollution (domestic wastewater, aquaculture, agriculture, etc.) at the Bung Binh Thien resevoir. The eight water samples (designated VT1-VT8) were collected inside the lake and one sample (denoted VT9) was collected in the Binh Di River directly connected to the lake. Sample sites were demonstrated in Figure 1. The samples were collected in the dry (12 January 2019) and wet seasons (12 October 2019). Temperature, EC, TDS, DO, and depth were measured at the field using handheld meters. The other parameters of water quality analysis and quality control were performed using *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA, 1998).



Figure 1. Sampling locations at Bung Binh Thien reservoir

2.3. Data analysis

Data of water quality were presented as Mean ± SD. Positive or negative correlation coefficients indicates the two water variables are proportional relation or inverse relation, respectively (Feher et al., 2016). The mean values of samples were the inputs for analysis of Principle Component Analysis (PCA). PCA was extensively used in multivariate analysis to extract important information from the original dataset (Cho et al., 2009; Feher et al., 2016; Chounlamany et al., 2017). PCA reduces initial data variables that do not contribute significantly to data variation while creating a group of new variables called

principle components or primary factors (PCs or PFs). These PCs are not interconnected and appear in descending order of importance. The important factor to consider is the eigenvalue coefficient which measures the significance of the components. The larger the coefficient, the greater the contribution it could make to explain the variation of the original dataset. Varimax was widely used as rotation method, each of the original data variables will be associated with one component and each component represents only a small set of variables (Feher et al., 2016). The correlation between the main components and the initial data variables was indicated by loadings (Feher et al., 2016). In this study, PCA were performed using Primer 5.2 for Windows (PRIMER-E Ltd, Plymouth, UK).

Water quality index (WQI)

Water Quality Index (WQI) was calculated based on Equation 1 which is based on Decision No. 879/QD-TCMT of Vietnam National Environmental Agency.

$$WQI = \frac{WQI_{pH}}{100}\left[\frac{1}{5}\sum_{a=1}^{5} WQI_a * \frac{1}{2}\sum_{a=1}^{2} WQI_b * WQI_c\right]^{1/3} \quad (1)$$

Where WQI_a is WQI calculated for DO, BOD_5, COD, NH_4^+-N, PO_4^{3-}-P; WQI_b is WQI calculated for TSS and turbidity; WQI_c is calculated for total coliform; and WQI_{pH} is WQI calculated for pH.

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. Sources of pollution generation in Bung Binh Thien

The interviewing results with 60 households living in Bung Binh Thien showed that most of the people here work as hired labored, seasonal workers (accounted for 30%), local trading (28.33%), and growing rice and fruit trees (11.67%). Growing vegetables, livestock, and aquaculture accounted for 5% to 10%, while 3.33% has the main income from governmental subsidy. The activities of the inhabitants around Bung Binh Thien could cause an adverse effect on the surface water quality at the resevoir. Interviewing results showed several sources of water pollution in Bung Binh Thien reservoir (Figure 2). Domestic wastewater showed great impact on water quality of Bung Binh Thien (accounting for 24.18%), because there is no sewage collection system in the survey area. Wastewater from cultivation contributed 23.08% to water pollution while solid waste management contributed 20.88%. Wastes from aquaculture and livestock processes together contributed about 6.59%. According to the interview, Binh Di River and dead matters of aquatic plants inside the Bung Binh Thien reservoir contributed to the pollution problem by18.68% (Figure 2).

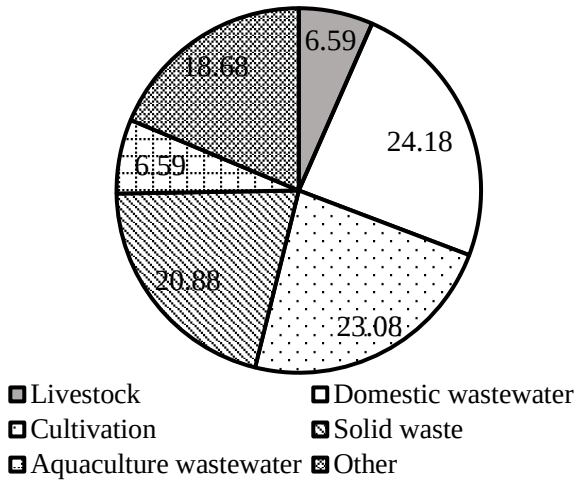


Figure 2. The sources of pollutant (%) affected the water environment of Bung Binh Thien reservoir

Interviewing results also showed that the quality of water at Bung Binh Thien in the last year 5 to 10 has been declining according to the observation of the local inhabitants. There were 76.7% of answers agreeing that water quality has been declined while 23.3% of the answers supposed that water quality has been unchanged **(Figure 3)**. Households who have believed that the water was not polluted were those who have been using water directly from Bung Binh Thien for their daily activity because they could not afford for tap water. However, water users believe that water sometimes faces problems with odor and opaque.

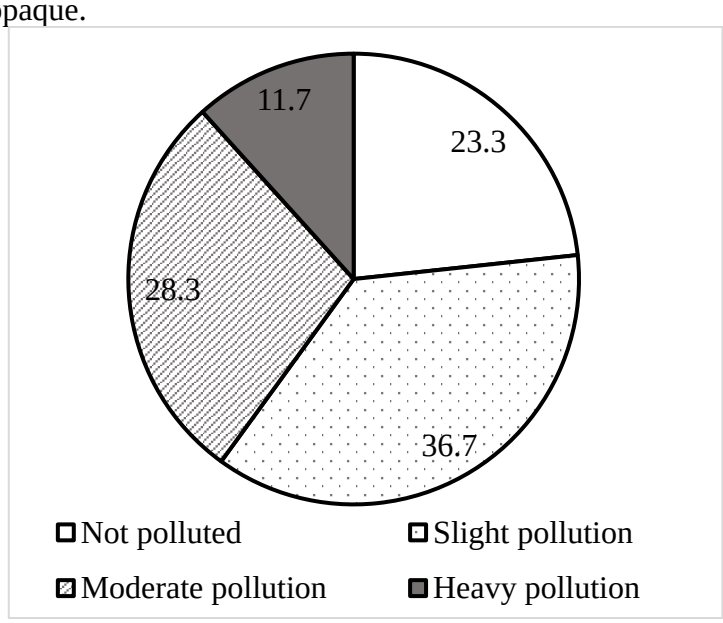


Figure 3. Perception of local inhabitants on water quality in Bung Binh Thien

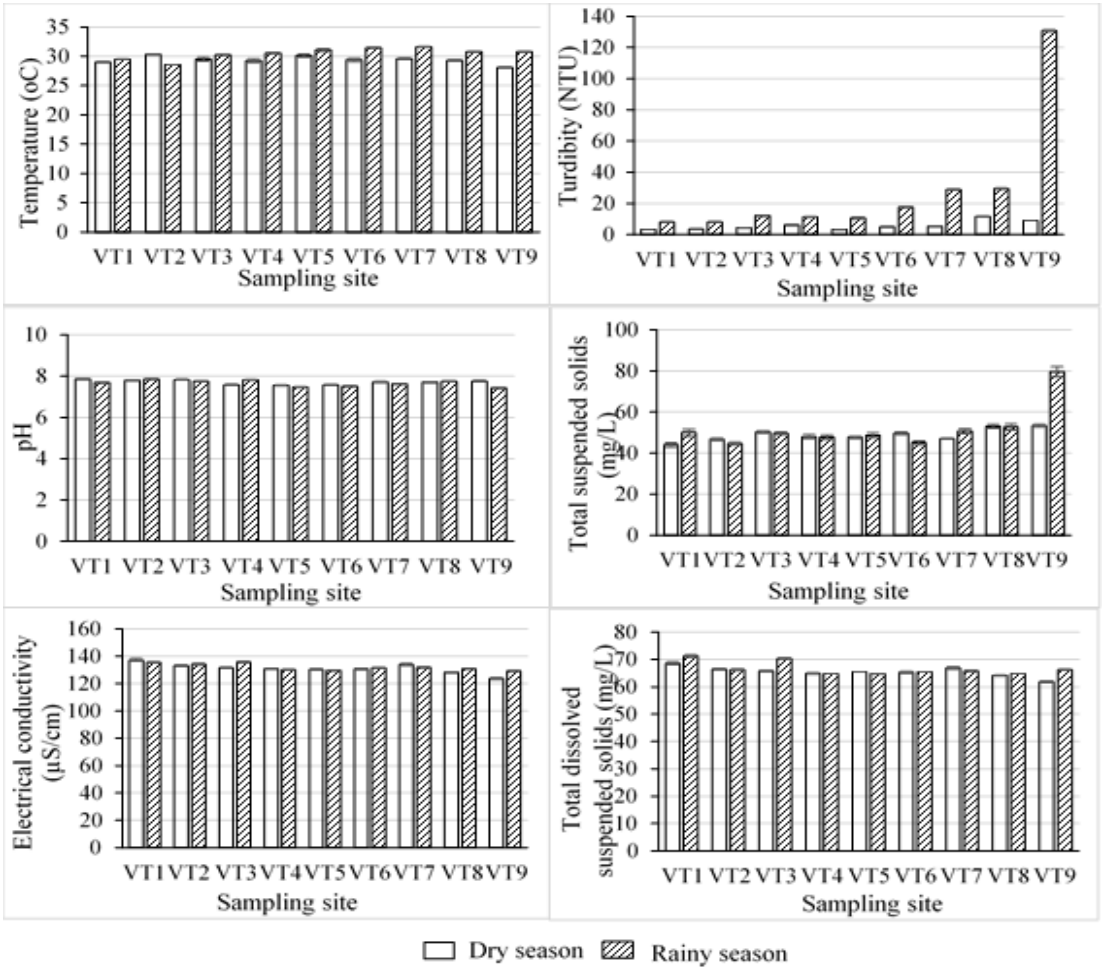


Figure 4. Physical water quality parameters at Bung Binh Thien resevoir

3.2. Flutuation of water quality in Bung Binh Thien reservoir

Seasonal variations and differences between sampling sites of physical parameters were presented in Figure 4. The temperature of the water in the study sites only slightly varied between two seasons ranging from 28.07 ± 0 - 30.03 ± 0^0C (dry season) and 28.57 ± 0 - 31.6 ± 0^0C (rainy season) and there was not significantly different between internal and external reservoir. The temperature changes in the study area depend on weather, depth of the reservoir, water exchange, and flow velocity (Gebreyohannes et al., 2015). The turbidity values (ranged from 3.27 ± 0.3 - 130.67 ± 0 NTU) measured in the rainy season was significantly higher than the dry season. The higher turbidity in the rainy season was casued by higher suspended solid (Panigrahi et al., 2007) and resulting from runoff and overflow in the rainy season (Alemayehu, 2001). pH values were neutral ranging from 7.55 ± 0.025 - 7.85 ± 0.006 in dry season and from 7.42 ± 0.00 - 7.85 ± 0.006 in wet season. Compared to previous studies in Bung Binh Thien, the pH values in this study were higher (Tri, T.N., 2011; Ty, D.V., 2018). The total suspended solid content in the dry season ranged from 44 ± 1.00 - 53.33 ± 0.577 mg/L, which was lower than that of the rainy season (44.67 ± 0.577 - 79.67 ± 2.517 mg/L). TSS depends on organic matters, soil, and silt and TSS is directly correlated to turbidity in water (Dang Kim Chi, 2006). High TSS could lead to increase in temperature and reduce in dissolved

oxygen in water (Breitburg et al., 2015, Zhou et al. 2007). EC values fluctuated mildly between the two surveying periods and among the sampling locations. The values of EC in the dry season (123.70 ± 0.06 - 137.37 ± 0.15 µS/cm) were higher than those in the rainy season (129.20 ± 0.02 - 135.7 ± 0 µS/cm). The EC values were not favorite for large fish and inverterbrates (US EPA, 2012) in the freshwater environment. TDS in the dry season (61.80 ± 0.265 – 68.57 ± 0.462 mg/L) was higher than in the rainy season (64.77 ± 0.058 - 71.27 ± 0.404 mg/L), and was almost proportional to the EC (Toan et al., 2007). The main sources of higher TDS values in surface water may be due to agricultural flows, domestic discharges from the human activities living around the reservoir.

Dissolved oxygen concentration in the dry season (5.33 ± 0.03 - 9.17 ± 0.03 mg/L) was dramatically higher than the rainy season (4.65 ± 0.01 - 4.86 ± 0 mg/L). This result was consistent with the temperature measurement that the warmer temperature may reduce oxygen dissolved in water (Salve and Hiware, 2006; Varol and Sen, 2009). In addition, the reduction of DO in the rainy season may be owing to the reduction of photosynthesis and increased respiration of aquatic plants (Boyd, 1998; Cat et al., 2006; Marthe et al., 2015). However, current DO in the reservoir would not harm aquatic life (> 3.0 mg/L) (Rubio-Arias et al., 2012). The BOD and COD concentrations ranged from 10 ± 0 - 11.67 ± 0.577 mg/L and 15 ± 0 - 17.67 ± 0.56 mg/L and 8 ± 0 – 10.667 ± 0.577 mg/L, 12 ± 0 - 16.67 ± 0.56 mg/L in the dry and wet season, respectively. As can be seen that BOD and COD were lower in the rainy season which was consistent with the previous study at reservoir (Ty, D.V., 2018). This tendency was also observed in Hau River (Nga, T.N., 2009 and Nguyen, T.T., 2013).

Ammonium and nitrate were low and ranged from 0.0 ± 0.00 to 0.62 ± 0.002 mg/L and 0.0 ± 0.013 to 0.137 ± 0.002 mg/L respectively. It was observed that ammonium and nitrate were lowest in the dry season and highest in the rainy season. pH value in the study area could increase the toxicity of ammonia in the water (Nguyen et al., 2014). Total nitrogen in the dry season was not detected at all sampling locations and the failure to detect TN could be due to uptake of phytoplankton aquatic plants. However, TN in the rainy season was detected relatively high ranging from 1.49 ± 0.16 to 3.08 ± 0.14 mg/L. This result was consistent with the previous study that TN were between 2.5 ± 1.9 and 2.53 ± 1.93 mg/L (Ty, 2018). Eutrophication could occur in the reservoir in the rainy season since TN of greater than 1.7 contributing by the organic pollution from activities and water runoff from agricultural areas (Ongley, 2009). Orthophosphate concentrations in the dry and wet seasons were almost undetectable, except for VT9 (outside reservoir) in both seasons and VT7 in the rainy season. Total phosphorus (TP) concentration in the dry season from 3.09 ± 0.006 to 9.2 ± 0.132 mg/L and in the wet season from 1.3 ± 0.00 to 4.83 ± 0.012 mg/L. Eutrophication could possibly occur in the reservoir since TP of greater than 0.1 mg/L readily resulting in algal bloom (Boyd and Green, 2002). The chloride concentration recorded in the dry season ranging from 7.23 ± 0.00 to 8.44 ± 0.00 mg/L and the rainy season ranging from 9.69 ± 0.41 to 12.33 ± 0.40 mg/L. The concentration of SO_4^{2-} ranged from 1.04 ± 0.0 - 2.25 ± 0.04 mg/L (dry season) and 4.84 ± 0.02 - 6.0 ± 0.04 mg/L (rainy season). The concentration of Cl^- and SO_4^{2-} in the rainy season was significantly higher than that of the dry season indicated seasonal variation of these two species. In addition, human activities also influence on Cl^- and SO_4^{2-} (Zeinalzadeh and Rezaei, 2017). Coliform in the rainy seasons (2300 ± 0 - 24,000 ± 0

MPN/100mL) were 1.05 - 2.59 times higher than that in dry season (2300 ± 173.21 - 9300 ± 0.0 MPN/100mL).

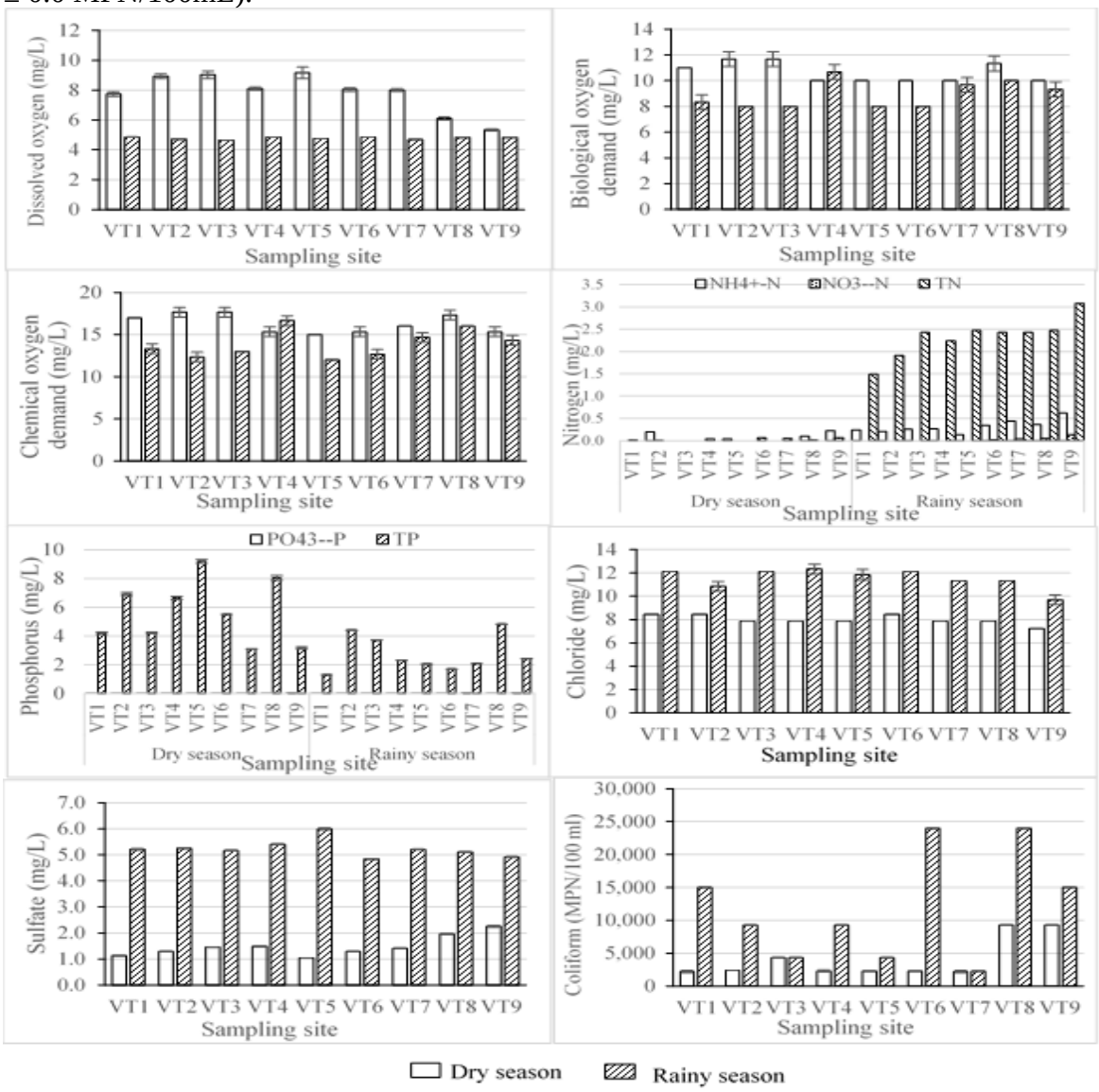


Figure 5. Chemical and biological water quality parameters at Bung Binh Thien resevoir

Table 1. The results of PCA in the dry and rainy season

Variable	Dry season					Rainy season				
	PC1	**PC2**	**PC3**	**PC4**	**PC5**	**PC1**	**PC2**	**PC3**	**PC4**	**PC5**
Temp	-0.291	0.076	0.131	**-0.304**	0.174	-0.189	0.313	**0.305**	0.029	-0.232
Turbidity	0.286	-0.077	0.173	-0.421	-0.173	**-0.347**	-0.179	-0.021	-0.017	0.045
pH	-0.017	**-0.486**	**-0.333**	0.033	0.152	0.22	0.105	**-0.348**	-0.395	0.006
DO	-0.29	0.066	0.123	**0.302**	0.216	-0.108	0.154	-0.326	**0.513**	0.074
EC	**-0.319**	-0.08	-0.19	-0.13	-0.081	0.256	**-0.369**	-0.187	-0.113	-0.006
TDS	**-0.321**	-0.091	-0.175	-0.128	-0.043	0.152	**-0.466**	-0.168	0.038	0.242
TSS	0.3	-0.041	0.22	-0.164	0.061	**-0.323**	-0.209	-0.034	-0.029	0.145
BOD	-0.083	**-0.514**	0.169	0.012	-0.044	-0.164	0.382	-0.269	-0.196	0.351
COD	-0.089	**-0.524**	0.053	-0.11	-0.081	-0.136	0.359	**-0.363**	-0.178	0.3
$N\text{-}NH_4^+$	0.211	-0.216	0.039	**0.605**	**-0.307**	-0.34	-0.11	-0.13	-0.038	0.035
$N\text{-}NO_3^-$	0.196	0.278	**-0.347**	-0.132	**-0.474**	**-0.358**	-0.126	-0.062	-0.028	-0.026
$P\text{-}PO_4^{3-}$	0.287	0.004	-0.268	0.308	0.158	**-0.316**	-0.182	0.09	-0.13	0.244
Cl^-	-0.269	-0.07	-0.007	-0.011	**-0.685**	0.278	0.216	0	0.222	0.143
SO_4^{2-}	**0.328**	-0.128	-0.031	-0.152	-0.02	0.151	0.203	**0.388**	-0.064	0.27
TN	-	-	-	-	-	**-0.303**	0.083	0.224	-0.11	-0.187
TP	-0.063	0.077	**0.683**	0.163	-0.174	0.023	0.052	-0.187	**-0.503**	**-0.515**
Coliform	**0.301**	-0.202	0.134	-0.189	0.068	-0.097	0.071	**-0.382**	**0.397**	**-0.437**
Eigenvalues	8.44	3.23	1.85	1	0.7	7.31	2.66	2.4	1.91	1.31
% Variation	52.7	20.2	11.5	6.3	4.4	43	16	14	11	8
Cum.% Variation	52.7	72.9	84.5	90.7	95.1	43	58.6	72.8	84	91.7

3.3. The main factors leading to changes in water quality

As shown in Table 1, the PCA analysis showed five principal components (PCs) explaining 95.1% (in dry season) and 91.7% (in rainy season) of water quality variations. Each PC was considered as a measure of the importance of PCs; therefore, the PC with the highest Eigenvalues is the most important and the Eigenvalues coefficient of 1.0 or higher is considered significant (Shrestha and Kazama, 2007; Boyacioglu and Boyacioglu, 2008). According to Liu et al. (2003), the correlation coefficient (loading) is called high if the absolute value is >0.75, moderate if the absolute value is between 0.75 and 0.50, and the correlation coefficient is considered weak if the absolute value is in the range of 0.50 - 0.30.

For PCA analysis in the dry season, PC1 explained 52.7% and PC1 poorly correlated with EC, TDS, TSS, SO_4^{2-} and coliform. PC2 explained 20.2% of water quality variation and the PC2 well correlated with pH, BOD and COD with moderate loadings of -0.486, -0.514 and -0.524, respectively. PC3 explained 11.5% of the water variation mainly contributed by pH (-0.333) and TP (0.683). PC4 only explained the variation of

water quality by 6.3% by $N\text{-}NH_4^+$ (0.605), Temperature (-0.304), DO (0.302), $P\text{-}PO_4^{3-}$ (0.308). Eigenvalues coefficient of PC5 was 0.7 <1 only explaining 4.4% of the data variability; however, this PC5 highly correlated with Cl^- (-0.685) and relatively related with the occurrence of $N\text{-}NH_4^+$ (-0.307) and $N\text{-}NO_3^-$ (-0.474).

For the rainy season, PC1 explained 43% of the data variability, with a weak correlation with turbidity (-0.347), TSS (-0.323), $N\text{-}NO_3^-$ (-0.358), $P\text{-}PO_4^{3-}$ (-0.316) and TN (-0.303). PC2 explained 16% variability in the water quality, contributing by temperature (0.313), EC (-0.369), TDS (-0.466), BOD (0.382) and COD (0.359). PC3 explained 14% of the variability, weakly contributed by temperature (0.305), pH (-0.348), DO (-0.363), SO_4^{2-} (0.388) and coliform (-0.382). PC4 explained 11% of data fluctuation, showing weak relation to DO (0.513), TP (-0.503) and coliform (0.397). PC5 was contributed by BOD (0.351), TP (-0.515) and coliform (-0.437) and explained 8% of the data variation. BOD, TP and coliform could be from the sources of agriculture and livestock activities (Simeoenov et al., 2003).

The sources of water pollution in Bung Binh Thien reservoir in the dry season closely related to pH, organic matters (BOD, COD), nutrients ($N\text{-}NH_4^+$, $N\text{-}NO_3^-$, $P\text{-}PO_4^{3-}$ and TP) and Cl^-. These parameters could be from domestic wastewater, husbandry, solid wastes, aquaculture and agricultural activities. In the rainy season, variability of water was mainly caused by DO, TP, and coliform. The sources of water pollution could be from domestic wastewater, husbandry, and solid wastes and from the water column of Binh Di River carrying pollutants from outside the reservoir.

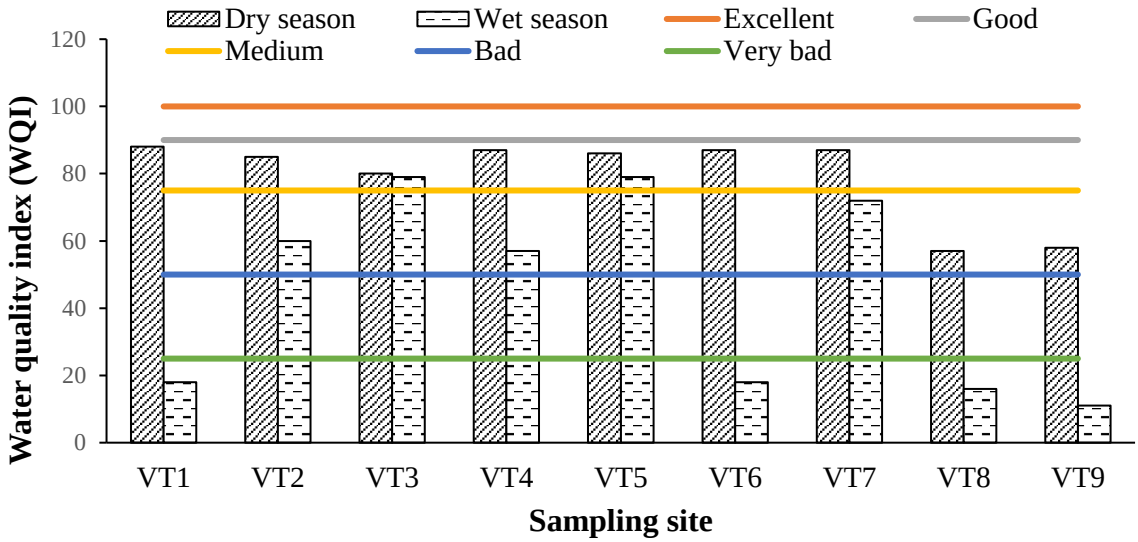


Figure 6. Classification of water quality using WQI index

3.5. Assessing water quality using WQI index

The Vietnam National Environmental Agency (2011) uses the WQI to evaluate water quality. The WQI is ranging from 0 to 100 dividing water quality into five levels. Level 1 (100> WQI> 91) is good water quality that could be used for purposes of water supply. Level 2 (90>WQI>76) is also used for water supply for domestic uses but suitable treatment measures are re-quired. Level 3 is for irrigation and other similar purposes

(75>WQI>51). Level 4 (50>WQI>26) is the water suitable for transport and equivalent purposes while Level 5 (25>WQI>0) is considered to be heavily polluted water that proper treatment measures are urgently needed.

In Bung Binh Thien resevoir, the WQI index ranged from 57 - 88 in the dry season and from 11- 79 in the rainy season. During the dry season, water quality at Bung Binh Thien was classified as clean (Level 2) suitable for the purpose of supplying domestic water but appropriate measures are required, except for VT8 and VT9 sites of Level 3 (Figure 6). In the rainy season, water quality became more polluted under Level 3 with WQI ranging from 57 - 79 (VT2, VT3, VT4, VT5, and VT7) and Level 5 with WQI ranging from 11-18 (VT1, VT6, VT8, VT9). The main cause of the change in water quality between the two seasons was the presence of organic matter (low DO, high TSS, and COD), and high microorganisms (coliform). This showed that people should restrict water use in Bung Binh Thien in the rainy season. The level of water pollution in Bung Binh Thien is consistent with the perception of people about the slightly polluted water quality. Through both seasons, it was shown that the WQI outside the Bung Binh Thien was lower than the inside of the reservoir; therefore, this was also consistent with the perception of the people from the upstream flowing to reservoir which was also one of the sources of water environment pollution.

4. CONCLUSION

Water quality in Bung Binh Thien in 2019 was assessed at the level of organic pollution (low DO, TSS and COD exceeding permissible standards) and microorganisms (coliform). The main sources of pollution could be domestic wastes (sewage and solid waste), agricultural production, livestock and aquaculture. Binh Di River greatly contributed to water pollution in the study area. Residents living in Bung Binh Thien have the right perception of the change in water quality. The parameters including pH, BOD, COD, N-NH_4^+, N-NO_3^-, P-PO_4^{3-}, TP and Cl^- resulted in water quality variation in the dry season while variability of water was mainly caused by DO, TP, and coliform in the wet season. Thus, water quality monitoring should take into account the water quality parameters resulted in the change of water quality in both seasons. There is a need to improve environmental protection awareness of the local inhabitants living around Bung Binh Thien reservoir through educating and strictly implementing environmental protection law.

Conflict of interest: There is no conflict of interest.

5. REFERENCES

1. Alemayehu, T., 2001 The Impact of Uncontrolled Waste Disposal on Surface Water Quality in Addis Ababa, Ethiopia. Ethiopian Journal of Science, 24, 93-104.
2. American Public Health Association, 1998. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th edition, Washington DC, USA.
3. Boyacioglu, H., Boyacioglu, H., 2008 Water pollution sources assessment by multivariate statistical methods in the Tahtali Basin, Turkey. Environment Geology, 54, 275–282.

4. Boyd, C.E., 1998. Water quality for pond aquaculture. Reasearch and Devenlopment Series, 37 pp.
5. Boyd, C.E., Green, B.W., 2002. Water quality monitoring in shrimp farming areas: an example from Honduras, Shrimp Farming and the Environment. Report prepared under the World Bank, NACA, WWF and FAO Consortium Program on Shrimp Farming and the Environment, Auburn, USA, 29 pp.
6. Breitburg, D.L., J. Salisbury, J.M. Bernhard, W.J. Cai and S., 2015. Dupont et al. And on top of all that… Coping with ocean acidification in the midst of many stressors. Oceanography 28, 48-61.
7. Cat, L.V., Nhung, D.T.H., Cat, N.N., 2006. Water quality and solutions to improve water quality. Science and Technology Publishing House, Hanoi, Vietnam, 424 pp.
8. Chi, D.K., 2006. Environmental chemistry, Scientific and Technical Publisher, Hanoi, Vietnam.
9. Cho, K. H., Park, Y., Kang, J-H, Ki, S. J., Cha, S., Lee, S. W., and Kim, J. H., 2009. Interpretation of seasonal water quality variation in the Yeongsan Reservoir, Korea using multivariate statistical analyses. Water Science and Technology, 59(11), 2219-2226.
10. Chounlamany, V., Tanchuling, M.A., Inoue, T., 2017. Spatial and temporal variation of water quality of a segment of Marikina river using multivariate statistical methods. Water Science and Technology, 66(6), 1510-1522.
11. Feher, I-C., Moldovan, Z., Oprean, I., 2016. Spatial and seasonal variation of organic pollutants in surface water using multivariate statistical techniques. Water Science and Technology, 74(7), 1726-1735.
12. Gebreyohannes, A. Y., Curcio, E., Poerio, T., Mazzei, R., Profio, G.D., Drioli, E., Giorno, L., 2015. Treatment of Olive Mill Wastewater by Forward Osmosis. Separation and Purification Technology, 147, 292-302.
13. Guidelines for Drinking-water Quality, Fourth Edition, World Health Organization ISBN 978 92 4 154815 1, 2012.
14. Liu, C. W., Lin, K. H., Kuo, Y. M., 2005. Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a Blackfoot disease area in Taiwan. Science of the Total Environment, 313, 77–89.
15. Marthe, Y.K., Lanciné, G.D., Bamory, K., Aristide, D.G. and Ardjouma, D., 2015. Seasonal and Spatial Variations in Water Physicochemical Quality of Coastal Potou Lagoon (Côte d'Ivoire, Western Africa). Journal of Water Resource and Protection, 7, 741-748.
16. Ministry of Natural Resources and Environment, 2012. National State of Environment- Surface Water Quality, 112 pp.
17. Nga, T.N., 2009. Surveying surface water quality in the water body of Long Xuyen city (ward area: My Binh, My Phuoc, My Long, My Xuyen) to determine the level of water pollution. Research projects at school level, An Giang University.
18. Nguyen, P.Q, Y, L.H, Cong, N.V and Phu, T.Q., 2014. Evolution of some water quality indicators in intensive pangasius (Pangasianodon hypophthalmus) farming ponds. Can Tho University Journal of Science 34, 128-136.
19. Nguyen, T.T., 2013. Fluctuation of water quality on Hau river. Master's thesis in Aquaculture, Department of Fisheries, Can Tho University, 40 pp.

20. Ongley. E. D., 2009. Water Quality of the Lower Me Kong River. 4951 Connaught Ave., Montreal, QC, Canada H4V 1X4, 297 - 320.
21. Panigrahi, S., Acharya, B.C., Panigrahy, R.C., Nayak, B.K., Banarjee, K. and Sarkar, S.K., 2007. Anthropogenic Impact on Water Quality of Chilika Lagoon RAMSAR Site: A Statistical Approach. Wetland Ecology Management 15, 113-126.
22. Rubio-Arias, H., Contreras-Caraveo, M., Quintana, R. M., Saucedo-Terán, R. A., & Pinales-Munguia, A., 2012. An overall Water Quality Index (WQI) for a man-made aquatic reservoir in Mexico. International Journal of Environmental Research and Public Health, 9(5), 1687-1698.
23. Salve, B.S. and Hiware, C.J., 2006. Studies on water quality of Wanparakalpa Reservoir, Nagapur, near Parli Vaijnath, dist. Beed, Marathwada region. J. Aqua. Biol, 21(2), 113-117.
24. Shrestha, S. and Kazama, F., 2007. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: A case study of the Fuji river basin, Japan. Environmental Modelling & Software 22, 464-475.
25. Simeonov, V., Stratis, J. A., Samara, C., Zachariadisb, G., Voutsac, D., Anthemidis and A. Kouimtzisc, T., 2003. Assessment of the surface water quality in Northern Greece. Water Research, 37, 4119–4124.
26. Singh, K.P., Malik, A., Sinha, S., 2005. Water quality assessment and apportionment of pollution sources of Gomti river (India) using multivariate statistical techniques: a case study. Analytica Chimica Acta 538, 355-374.
27. Toan, V.T, Chheng Phen and Eric Baran., 2007. Study on characteristics of some water environmental parameters and the composition of natural shrimp and fish species in Bac Lieu province. Can Tho University Journal of Science 8, 139-148.
28. Tri, T.N, Dat, H.H and Sang, N.V., 2012. Study on the biodiversity of fish fauna in Bung Binh Thien wetland, An Giang province. Journal of Biology, Institute of Tropical Biology, Academy of Science and Technology in Vietnam 34, 21-29.
29. Ty, D.V, Huy, N.H., Da, C.T, Ut, V.N and Viet, T.V., 2018. Evaluation of water quality fluctuations in Bung Binh Thien, An Giang province. Can Tho University Journal of Science 54(3B), 125-131.
30. Varol, M. and Sen, B., 2009. Assessment of surface water quality using multivariate statistical techniques: a case study of Behrimaz Stream, Turkey. Environmental Monitoring and Assessment, 159, 543-553.
31. Vega, M., Pardo, R., Barrado, E. & Debán, L., 1998. Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis, Water Research, 32, 3581–3592.
32. Vietnam Environment Administration, 2011. Decision 879/QD-TCMT July 1, 2011 of National Vietnam Environmental Agency on promulgating the manual for calculation of water quality index.
33. Zeinalzadeh, K. & Rezaei, E., 2017. Determining spatial and temporal changes of surface water quality using principal component analysis, Journal of Hydrology: Regional Studies, 13, 1-10.
34. Zhou, F., Liu, Y., Guo, H., 2007. Application of multivariate statistical methods to the water quality assessment of the watercourses in the Northwestern New Territories, Hong Kong. Environmental Monitoring and Assessment, 132, 1-13.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu đánh giá hàm lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong trầm tích ở đầm Cầu Hai, Tỉnh Thừa Thiên Huế

Đoàn Thị Quỳnh Trâm[a1], Trần Thị Ái Mỹ[b], Trần Châu Phong Nhã[b], Hoàng Thái Long[b], Nguyễn Minh Kỳ[a]

[a]*Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh – Cơ sở Gia Lai, Việt Nam*

[b]*Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế, Việt Nam*

Ngày nộp: 14/3/2020; Ngày chấp nhận:28/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Mục đích nghiên cứu nhằm xác định và đánh giá mức độ ô nhiễm hóa chất bảo vệ thực vật nhóm clo hữu cơ trong trầm tích của đầm Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân tích sắc ký khí ghép khối phổ để khảo sát hàm lượng một số hóa chất bảo vệ thực vật nhóm clo hữu cơ trong mẫu trầm tích. Kết quả cho thấy sự có mặt một số hóa chất bảo vệ thực vật nhóm clo hữu cơ tồn tại trong mẫu như α-HCH, β-HCH, δ-HCH, Heptachlor, Aldrin, Heptachlor epoxide và Endosulfan. Quá trình khảo sát đã chỉ ra một số nguy cơ ô nhiễm HCBVTVclo trong trầm tích gây ảnh hưởng đến sinh vật đáy hệ sinh thái đầm phá cũng như vấn đề sức khỏe cộng đồng. Kết quả nghiên cứu có ý nghĩa cơ sở dữ liệu nền về nồng độ các hóa chất bảo vệ thực vật nhóm clo hữu cơ trong trầm tích ở đầm Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế.

Từ khóa: *Trầm tích, hóa chất bảo vệ thực vật, Cầu Hai, đầm phá, Thừa Thiên Huế.*

1. Đặt vấn đề

Đầm Cầu Hai là một trong những đầm thuộc hệ thống đầm phá Tam Giang-Cầu Hai. Hệ thống đầm phá Tam Giang - Cầu Hai là đầm phá lớn nhất Đông Nam Á, nằm cách thành phố Huế khoảng 7km về phía Đông Bắc (IMOLA, 2010). Tổng chiều dài 68 km, với diện tích mặt nước gần 22.000 ha, nằm trên lãnh thổ của 33 xã thuộc các huyện Phong Điền, Quảng Điền, Phú Vang, Phú Lộc và thị xã Hương Trà (UBND tỉnh Thừa Thiên Huế, 2008). Đầm Cầu Hai có dạng lòng chảo, chiều sâu trung bình của đầm là 1,4 m. Diện tích mặt nước khoảng 104 km^2 và thông với biển Đông qua cửa Tư Hiền (IMOLA, 2010). Các điều kiện thuỷ văn của đầm Cầu Hai bị ảnh hưởng bởi các yếu tố thuỷ văn của các con sông và biển. Trong khi, hóa chất bảo vệ thực vật nhóm clo hữu cơ (HCBVTVclo) được biết đến là chất độc sinh thái, tồn lưu bền vững và khả năng tích lũy sinh học cao (Bai et al., 2015; Ahmed et al., 2015). Ô nhiễm trầm tích có tác động bất lợi đến hệ sinh thái và gây rủi ro tiềm năng đến sinh vật đáy (Nhan et al., 2001). Do đặc tính tồn lưu bền trong môi trường và rủi ro về mặt độc tính nên các hợp chất thuốc trừ sâu clo hữu cơ trong trầm tích rất được quan tâm nghiên cứu (Kampire and Rubidge, 2017). Việc nghiên cứu xác định dư lượng thuốc trừ sâu tích trữ trong mẫu trầm tích ở đầm Cầu Hai hết sức cần thiết. Trước đây, có một số nghiên cứu xác định HCBVTVclo ở hệ thống đầm phá Tam Giang- Cầu Hai nhưng chưa có công trình nghiên cứu đánh giá cụ thể mức tích lũy trong các mẫu trầm tích khu vực đầm Cầu Hai (Đoàn Thị Quỳnh Trâm và nnk, 2018). Do đó, đề tài "*Nghiên cứu đánh giá hàm lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong trầm tích ở đầm Cầu Hai, Tỉnh Thừa Thiên Huế*" với mục đích cung cấp các thông tin cơ bản về hàm lượng HCBVTVclo trong trầm tích ở đầm Cầu Hai, tỉnh

[1] *Liên hệ tác giả*

Email: nmky@hcmuaf.edu.vn

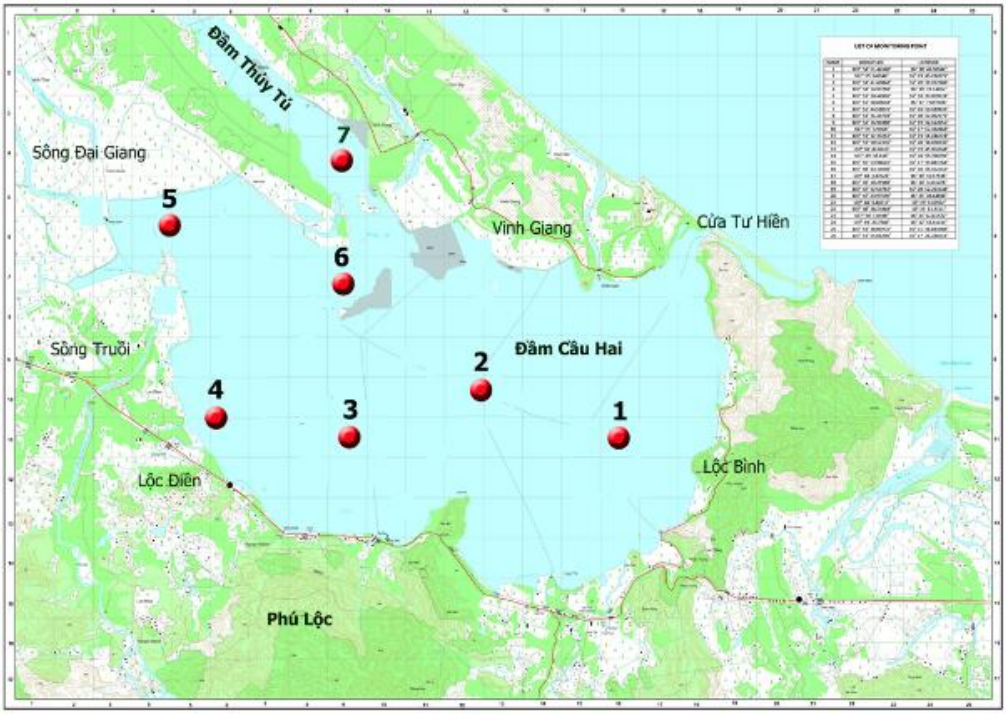
Thừa Thiên Huế. Nghiên cứu tập trung khảo sát 10 loại HCBVTVclo trong trầm tích bao gồm α- HCH, β –HCH, δ –HCH, γ –HCH, Heptachlor, Aldrin, Heptachlor epoxide, Endosulfan, p,p'-DDE, m,p'-DDD.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

* *Đối tượng nghiên cứu:* HCBVTVclo trong trầm tích bao gồm α- HCH, β –HCH, δ –HCH, γ –HCH, Heptachlor, Aldrin, Heptachlor epoxide, Endosulfan, p,p'-DDE, m,p'-DDD ở đầm Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế.

* *Vị trí lấy mẫu:* Quá trình lấy mẫu được thực hiện trong các tháng 5 đến 9 năm 2015 tại 7 vị trí (S1 đến S7). Vị trí các điểm lấy mẫu đại diện về mặt không gian thuộc khu vực nghiên cứu ở đầm Cầu Hai (Hình 1).



Hình 1: Khu vực và vị trí lấy mẫu

2.2. Phương pháp nghiên cứu

a. Phương pháp lấy mẫu, xử lý mẫu

Trong nghiên cứu này quy trình lấy mẫu được thực hiện theo phương pháp chuẩn TCVN 6663-15:2004 (ISO 5667-15:1999). Các mẫu trầm tích được lấy bằng khoan lấy mẫu chuyên dùng ở độ sâu 0-10 cm tính từ bề mặt đáy của vực nước. Mẫu lấy xong được gói trong giấy nhôm và chuyển về phòng thí nghiệm, để khô tự nhiên ở nhiệt độ phòng. Bảo quản mẫu trong giấy nhôm và giữ trong bao ni lông khô, sạch ở nhiệt độ -20°C. Mẫu sau khi xử lý sơ bộ được chiết bằng phương pháp chiết Soxhlet. Phương pháp chiết Soxhlet trong thời gian 10 giờ và 3 - 4 chu kỳ/giờ, dung môi chiết là hỗn hợp 300 mL n-hexane:acetone với tỉ lệ thể tích là 1:1 (Nhan et al., 1999; Pham et al., 2011).

b. Phương pháp phân tích

Việc phân tích định tính và định lượng các HCBVTVclo được tiến hành trên thiết bị phân tích sắc ký khí - khối phổ GC - MS. Dựa trên nghiên cứu trước đây các điều kiện làm việc và chương trình nhiệt độ của thiết bị GC-MS được thiết lập (Phạm Mạnh Hoài và nnk, 2010).

c. Phương pháp đánh giá độ tin cậy

Tiến hành chiết HCBVTVclo trong một mẫu trầm tích nhiều lần bằng hỗn hợp dung môi n-hexane:acetone với tỉ lệ thể tích 1:1. Đến lúc dịch chiết không còn phát hiện thấy HCBVTVclo khi phân tích trên máy GC - MS. Mẫu này được gọi là mẫu nền. Thêm 10 µL dung dịch chuẩn HCBVTVclo có nồng độ từng chất là 40 ng/g vào mẫu nền. Tiến hành khảo sát độ thu hồi của các chất cần phân tích trên mẫu nền để đánh giá độ tin cậy của quy trình phân tích. Độ thu hồi (Rev) được tính theo công thức:

$$Rev(\%)=\frac{(C_{m+c} - C_m)}{C_c}.100 \quad (1)$$

Trong đó: C_{m+c}: Nồng độ HCBVTV nhóm clo hữu cơ trong mẫu nền đã thêm chuẩn (ng/g); C_m: Nồng độ HCBVTV nhóm clo hữu cơ trong mẫu nền (ng/g); C_c: Nồng độ HCBVTV nhóm clo hữu cơ thêm chuẩn (ng/g).

Ngoài ra, độ lặp lại của phương pháp được đánh giá thông qua độ lệch chuẩn tương đối (RSD). Trong đó, bằng cách so sánh RSD tính được với giá trị $RSD_{Horwitz}$ như sau:

$$RSD_{Horwitz} = 2^{(1-0,5lgC)} \quad (2)$$

Nếu $RSD \leq \frac{1}{2} RSD_{Horwitz}$ là chấp nhận.

d. Phương pháp xử lý số liệu

Kết quả khảo sát xử lý bằng phần mềm Aligent G1701EA (GC/MSD ChemStation). Dữ liệu được tính toán trị số trung bình, độ lệch chuẩn và xử lý thống kê sử dụng phần mềm SPSS 13.0. Phương pháp phân tích ANOVA (analysis of variance) kiểm định sự khác biệt hàm lượng HCBVTVclo ở các vị trí lấy mẫu với mức ý nghĩa α=5%.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Đánh giá độ tin cậy quy trình phân tích

Độ tin cậy của quy trình phân tích, quá trình khảo sát độ thu hồi của các chất cần phân tích trên mẫu nền được trình bày ở Bảng 1.

Hiệu suất thu hồi trung bình của 10 HCBVTVclo cần phân tích tương đối cao, đạt giá trị dao động từ 74 đến 104%. Trong đó, hiệu suất thu hồi các hoạt chất phân tích như β –HCH, Heptachlor, m,p'-DDD với các kết quả cao lần lượt tương ứng 101, 104 và 103%. Đồng thời, RSD đảm bảo độ lặp lại tốt, biến động trong khoảng nhỏ ở mức 1,0 đến 9,7% (RSD <13%). Như vậy, quy trình này thích hợp để phân tích hàm lượng các HCBVTVclo trong mẫu thực nghiệm là mẫu trầm tích - mẫu có hàm lượng hợp chất sulfua đồng thời nền mẫu chứa nhiều thành phần phức tạp.

3.2. Biến động hàm lượng HCBVTVclo trong trầm tích đầm Cầu Hai

Với quy trình phân tích đã chọn, đề tài tiến hành phân tích các HCBVTVclo trong mẫu trầm tích tại Đầm Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế. Kết quả phân tích dư lượng các HCBVTVclo trong các mẫu được thể hiện ở Bảng 2. Hoạt chất α- HCH được tìm thấy ở các vị trí quan trắc S2, S3, S5 và S6. Phân tích ANOVA cho thấy sự khác biệt có ý nghĩa thống kê

hàm lượng α-HCH giữa các vị trí lấy mẫu (F=21,090; p=0,001). Sự phân phối HCHs ở các nước đang phát triển có thể lý giải nguyên nhân từ việc sử dụng thuốc trừ sâu ở hoạt động nông nghiệp trong quá khứ (Li et al., 2012). Hàm lượng δ –HCH, Heptachlor và Endosulfan phát hiện ở tất cả các điểm lấy mẫu trong trầm tích ở đầm Cầu Hai. Kết quả kiểm định ANOVA thể hiện sự khác biệt nồng độ β–HCH (F=47,985; p=0,001) và δ–HCH (F=17,805; p=0,001) theo không gian. Riêng hàm lượng γ –HCH, p,p'-DDE và m,p'-DDD kết quả nghiên cứu không cho thấy sự phát hiện trong các mẫu phân tích tích. So sánh kết quả nghiên cứu hàm lượng dioxins trong trầm tích ở Iran cho thấy hàm lượng tương ứng 8,66 ng/g (Farshid, 2015). Tương tự, hàm lượng dioxins phân tích trầm tích bề mặt hồ Honghu (Trung Quốc) có giá trị 9,19 ng/g và biểu thị nguy cơ rủi ro về mặt sinh thái (Yun et al., 2014).

Bảng 1: Độ thu hồi các HCBVTVclo trong mẫu nền thêm chuẩn 40 ng/g

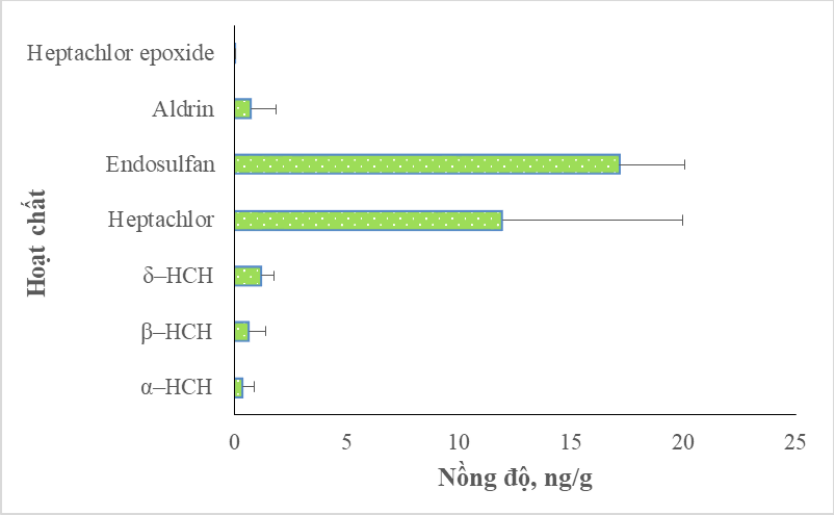
TT	Hoạt chất	Rev_1 (%)	Rev_2 (%)	Rev_3 (%)	Rev_{tb} (%)	RSD (%)
1	α- HCH	79	83	76	79	4,4
2	β –HCH	99	101	102	101	1,5
3	δ –HCH	98	100	96	98	2,0
4	γ –HCH	89	90	97	92	4,7
5	Heptachlor	103	105	104	104	1,0
6	Aldrin	80	79	91	83	8,0
7	Heptachlor epoxide	87	97	80	88	9,7
8	Endosulfan	99	103	94	99	4,6
9	p,p'-DDE	71	76	74	74	3,4
10	m,p'-DDD	104	101	103	103	1,5

Bảng 2: Nồng độ HCBVTVclo trong mẫu trầm tích tại đầm Cầu Hai (ng/g)

TT	Hoạt chất	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
1	α- HCH	-	0,23±0,12	0,02±0,01	-	1,12±1,02	0,17±0,03	-
2	β –HCH	-	0,24±0,32	1,80±0,22	0,02±0,02	1,03±1,06	0,17±0,02	-
3	δ –HCH	1,06±0,21	1,24±0,76	0,67±0,23	0,50±0,27	1,23±0,74	1,97±0,25	1,76±0,34
4	γ –HCH	-	-	-	-	-	-	-
	∑HCH	1,06±0,62	1,71±0,45	2,49±1,21	0,52±0,22	3,38±2,10	2,31±1,03	1,76±0,23
5	Heptachlor	13,50±2,34	2,98±0,23	9,98±3,43	8,74±2,37	5,93±1,29	27,56±4,56	14,87±3,71
6	Aldrin	2,00±1,02	-	0,16±3,45	-	-	0,11±0,03	-
7	Heptachlor epoxide	-	-	0,02±0,01	-	-	0,04±0,02	-
8	Endosulfan	15,15±3,42	15,30±5,67	17,22±2,43	15,74±4,53	14,16±2,32	21,12±3,49	21,30±2,39
9	p,p'-DDE	-	-	-	-	-	-	-
10	m,p'-DDD	-	-	-	-	-	-	-

Chú thích: Giá trị tính toán: TB (Mean) ± Độ lệch chuẩn (SD), n=3; "-": Không phát hiện.

Nhìn chung, kết quả phân tích HCBVTVclo trong trầm tích đầm Cầu Hai cho thấy ∑HCH dao động 0,52±0,22 ÷ 3,38±2,10 ng/g. Hàm lượng ∑HCH trong trầm tích ở tất cả các điểm đều vượt quá giá trị ngưỡng tác động TELs. Có 6 điểm vượt quá giá trị mức khả năng ảnh hưởng PELs theo hướng dẫn chất lượng môi trường của Canada (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002) và không phát hiện γ-HCH trong tất cả các mẫu trầm tích. Điều này được giải thích bởi trong tự nhiên độ bền của của các đồng phân HCH xếp theo thứ tự giảm dần β-HCH > δ-HCH, α-HCH > γ-HCH.



Hình 2: Nồng độ HCBVTVclo ở trầm tích

Thông qua thủ tục kiểm định thống kê ANOVA, kết quả chỉ rõ sự khác biệt có ý nghĩa HCBVTVclo trong trầm tích giữa các vị trí lấy mẫu đối với hàm lượng Heptachlor (F=209,529; p=0,001) và Endosulfan (F=14,812; p=0,001). Hàm lượng tổng hợp nồng độ HCBVTVclo trong trầm tích ở đầm Cầu Hai được thể hiện ở Hình 2. So sánh kết quả với nghiên cứu ở Trung Quốc cho thấy hàm lượng tồn dư cao HCHs với mức 1,02 ng/g (Hongxuan and Weiguo, 2016). Trong khi đó, hàm lượng nồng độ HCBVTVclo trong trầm tích tại các vị trí nghiên cứu thể hiện thông qua hàm lượng khá cao đối với Heptachlor và Endosulfan. Điều này có thể lý giải bởi hoạt động sử dụng thuốc trừ sâu trong sản xuất nông nghiệp và thông qua quá trình xói mòn, với sự đóng góp của mưa là một trong những nguyên nhân tích lũy HCBVTVclo trong trầm tích. Không những vậy, các hoạt chất như Endosulfan còn có nguồn gốc từ việc sử dụng trong hoạt động diệt chuột trong quá trình chăn nuôi hay sản xuất nông nghiệp (De Roma et al., 2017).

3.3. Đánh giá nguy cơ rủi ro của HCBVTVclo trong trầm tích

Sự phơi nhiễm các hoạt chất như HCHs, DDTs có thể gây ra những ảnh hưởng sức khỏe nghiêm trọng như rối loạn nội tiết, ung thư và các vấn đề về thần kinh, miễn dịch (Ize-Iyamu et al., 2007). Để đánh giá các nguy cơ rủi ro, nghiên cứu sử dụng hướng dẫn chất lượng trầm tích của Canada để xem xét mối nguy rủi ro hệ sinh thái ở đầm Cầu Hai (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002). Theo hướng dẫn, giá trị ngưỡng tác động TELs của DDD, DDE và DDTs lần lượt tương ứng 1,22; 2,07; 1,19 ng/g, trong khi kết quả phân tích trầm tích ở Cầu Hai đều dưới ngưỡng phát hiện. Kết quả cho thấy hàm lượng một số HCBVTVclo trong trầm tích ở mức rất thấp và an toàn về mặt sinh thái. Tuy nhiên, kết quả phân tích cho thấy sự có mặt các hoạt chất khác như HCHs, Heptachlor, Aldrin, Endosulfan.

Do đó chúng có thể tồn lưu, tích lũy sinh học thông qua các chuỗi thức ăn, ảnh hưởng đến sức khỏe con người cũng như tác động đến hệ sinh thái.

Nhìn chung, trầm tích trong các ao hồ được xem như là nơi lưu giữ các chất hữu cơ bền vững như nhóm thuốc trừ sâu và thông qua sự tích lũy sinh học sẽ ảnh hưởng đến sức khỏe con người (Farshid, 2015; Unyimadu et al., 2018). Kết quả nghiên cứu cho thấy hàm lượng Heptachlor dao động từ 2,98±0,23 đến 27,56±4,56 ng/g. Hàm lượng Heptachlor trong trầm tích ở tất cả các điểm quan trắc S1-7 đều vượt quá giá trị mức khả năng ảnh hưởng PELs (>2,74 ng/g) theo hướng dẫn chất lượng môi trường của Canada (Canadian Council of Ministers of the Environment, 2002). Trong đó, các vị trí số 1, 6, 7 lượng Heptachlor vượt quá giá trị PELs nhiều lần. Các giá trị hàm lượng còn lại như Aldrin biến động 0,11±0,03 ÷ 2,00±1,02 ng/g; Heptachlor epoxide xấp xỉ 0,02±0,01 ÷ 0,04±0,02 ng/g; và Endosulfan đạt ngưỡng 14,16±2,32 ÷ 21,30±2,39 ng/g. Ngoài ra, giá trị p,p'-DDE, m,p'-DDD không phát hiện trong giới hạn phân tích của phương pháp. Trong tự nhiên, chu trình luân chuyển HCBVTVclo rất phức tạp và có đặc tính tồn lưu với thời gian dài. Ngoài vai trò tác động của con người, HCBVTVclo đi vào môi trường do sự tác động của nhiều yếu tố như vật lý, hoá học, đặc điểm địa lý, yếu tố khí hậu, thuỷ văn, sự di trú và thậm chí đặc điểm sinh học của động thực vật. Đặc biệt, sau khi lắng xuống đáy ở các dạng trầm tích, chúng sẽ tích tụ trong các sinh vật tầng đáy và đi vào chuỗi thức ăn, cuối cùng đi vào cơ thể người (Nhan et al., 2001). Sự phân phối và tồn lưu hóa chất trừ sâu trong nước hay trầm tích là nguyên nhân gây ra các vấn đề rủi ro sức khỏe cũng như môi trường sinh thái (Unyimadu et al., 2019).

4. Kết luận và kiến nghị

Nghiên cứu phân tích các mẫu trầm tích theo quy trình khảo sát để xác định dư lượng HCBVTVclo khu vực đầm Cầu Hai có độ thu hồi và độ lặp lại khá tốt. Kết quả cho thấy trong trầm tích đầm Cầu Hai có chứa hàm lượng một số HCBVTVclo với hàm lượng cao như α-HCH, β-HCH, δ-HCH, Heptachlor, Aldrin. Kết quả phân tích HCBVTVclo trong trầm tích đầm Cầu Hai cho thấy ∑HCH dao động 0,52±0,22 đến 3,38±2,10 ng/g. Hàm lượng Heptachlor trong khoảng giá trị từ 2,98±0,23 đến 27,56±4,56 ng/g. Các giá trị hàm lượng khác như Aldrin biến thiên 0,11±0,03 đến 2,00±1,02 ng/g; Heptachlor epoxide xấp xỉ 0,02±0,01 đến 0,04±0,02 ng/g; và Endosulfan đạt 14,16±2,32 đến 21,30±2,39 ng/g. Quá trình khảo sát nồng độ hàm lượng HCBVTVclo chỉ ra mức độ nguy cơ ô nhiễm trong trầm tích gây ảnh hưởng đến sinh vật đáy của hệ sinh thái đầm phá cũng như vấn đề sức khỏe cộng đồng. Kết quả nghiên cứu là tiền đề và cơ sở cung cấp thông tin khoa học hữu ích cho cộng đồng địa phương trong việc tiêu thụ một số loài sinh vật đáy ở đầm Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế. Trong tương lai cần tiến hành nghiên cứu với việc đánh giá toàn diện về cơ chế tích lũy các hóa chất này trong mối liên hệ các mẫu trầm tích và sinh vật đáy trong hệ sinh thái đầm phá.

Tài liệu tham khảo

1. Ahmed, G., Anawar, H.M., Takuwa, D.T., Chibua, I.T., Singh, G.S., Sichilongo, K., 2015. Environmental assessment of fate, transport and persistent behavior of dichlorodiphenyltrichloroethanes and hexachlorocyclohexanes in land and water ecosystems. Int. J. Environ. Sci. Technol. 12, 2741–2756.
2. Bai, J., Lu, Q., Zhao, Q., Wang, J., Gao, Z., Zhang, G., 2015. Organochlorine pesticides (OCPs) in wetland soils under different land uses along a 100-year chronosequence of reclamation in a Chinese estuary. Sci. Rep. 5, 17624.

3. Canadian Council of Ministers of the Environment., 2002. Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic life. Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.
4. De Roma, A., Rossini, C., Riverso, C., Galiero G., Esposito M., 2017. Endosulfan poisoning in canids and felids in the Calabria region of southern Italy. J Vet Diagn Invest. 29(1), 122–125.
5. Đoàn Thị Quỳnh Trâm, Hoàng Thái Long, Nguyễn Minh Kỳ, Trần Thị Ái Mỹ, 2018. Khảo sát hàm lượng hóa chất bảo vệ thực vật trong một số loài cá ở đầm Cầu Hai, tỉnh Thừa Thiên Huế. Tạp chí Khoa học công nghệ và Thực phẩm, 17(1), 90-99.
6. Farshid, K., 2015. Assessment of Organochlorine Pesticide Residues in Water, Sediments and Fish from Lake Tashk, Iran. Achievements in the Life Sciences 9(2), 107-111.
7. Hongxuan, L., Weiguo, L., 2016. Distribution characteristics of organochlorine pesticides in soil, water, and sediment from the Bahe River, China, Environmental Forensics, 17(1), 80-86.
8. IMOLA, 2010. Tài liệu báo cáo dự án IMOLA. Huế.
9. Ize-Iyamu, O.K., Asia, I.O., Egwakhide, P.A., 2007. Concentrations of residues from organochlorine pesticide in water and fish from some rivers in Edo State Nigeria. Int. J. Phys. Sci. 2, 237–241.
10. Kampire, E., Rubidge, G., 2017. Characterization of polychlorinated biphenyls in surface sediments of the North End Lake, Port Elizabeth, South Africa. Water, 43, 646–654.
11. Li, W., Yang, H., Gao, Q., Pan, H., Yang, H., 2012. Residues of organochlorine pesticides in water and suspended particulate matter from Xiangshan Bay, East China Sea. Bull. Environ. Contam. Toxicol. 89, 811–815.
12. Nhan, D.D., Am, N.M., Carvalho, F.P., Villeneuve, J.-P., Cattini C., 1999. Organochlorine pesticides and PCBs along the coast of North Vietnam. Science of the Total Environment, 238, 363-371.
13. Nhan, D.D., Carvalho, F.P., Am, N.M., Tuan, Q.T., Yen, N.T.H., Villeneuve, J.P., Cattini C., 2001. Chlorinated pesticides and PCBs in sediments and mollusks from fresh-water canals in the Hanoi region. Environmetal Pollution, 112, 311-320.
14. Pham, M.H., Zita, S., Tu, B.M., Pham, H.V., Fabrice G.R., 2011. Pesticide pollution in agricultural areas of North Viet Nam: Case study in Hoang Liet and Minh Dai communes. Environmental Polluttion 159, 3344-3350.
15. Phạm Mạnh Hoài, Phạm Hùng Việt, Nguyễn Đăng Giáng Châu, 2010. Phân tích đồng thời dư lượng các thuốc trừ sâu cơ Clo và Polychlorinated Biphenyls trong mực lá (Sepioteuthis lessoniana) tại một số địa điểm thuộc Bắc và Trung bộ. Tạp chí Khoa học và Công nghệ 48(2A), 46-52.
16. UBND tỉnh Thừa Thiên Huế, 2008. Chương trình phát triển du lịch biển và đầm phá tỉnh Thừa Thiên Huế đến năm 2012. Huế.
17. Unyimadu, J.P., Osibanjo, O., Babayemi, J.O., 2018. Polychlorinated biphenyls (PCBs) in River Niger, Nigeria: Occurrence, distribution and composition profiles. Toxicol Ind Health, 34(1), 54–67.
18. Unyimadu, J.P., Osibanjo, O., Babayemi, J.O., 2019. Concentration and Distribution of Organochlorine Pesticides in Sediments of the Niger River, Nigeria. Journal of Health and Pollution,. 9(22), 190606.
19. Yun, X., Yang, Y., Liu, M., Wang, J., 2014. Distribution and ecological risk assessment of organochlorine pesticides in surface sediments from the East Lake, China. Environ. Sci. Pollut. Res. 21, 10368–10376.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Research and evaluate contents of heavy metal in river sediment in the To Lich River, Hanoi City

Dao Trung Thanh[a1], Dang Phuong Thao[b], Nguyen Thi Hong[a]
[a] *Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology, Vietnam*
[b] *Quality Assurance and Testing Center 1, STAMEQ, Vietnam*

Received: 3/3/2020; Revised: 20/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract:

Deposited sediments contain toxic heavy metals that can pollute surface water as well as aquatic ecosystems. In this study, the accumulation of heavy metals in surface sediment collected from To Lich River, Hanoi city was assessed based on the geoaccumulation index (Igeo), and the potential ecological risk was also assessed based on the ecological risk index (RI). Heavy metals concentrations were determined by Atomic Absorption Spectrophotometer. Results of the research, All heavy metals were detected in sediment samples with mean concentrations of Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, As, Cd and Pb were range of 18.73-188.00; 99.00 - 437.00; 3,352.00-27,378.00; 16.56-292.60; 87.00-1693.00; 3.96-72.76; 0.18-5.90; and 9.87-176.80 mg/kg dry weight, respectively. Calculation of different ecological contamination factors showed that As is the primary contribution to ecological risk index (RI) origins from anthropogenic, and urbanization sources. Special attention should be paid to this problem in order to continue further research and to consider possible ways of remediation of the sites where contamination has been observed.

Key Words: *Heavy metal, sediment, potential ecological risk, To Lich River*

1. Introduction

Heavy metal is a relatively dense metal or metalloid that is noted for its potential toxicity, especially in environmental contexts. The elevation of metal levels often results in a high concentration in the bottom sediment (Cundy A. 2003). These metals may accumulate to very high toxic levels and cause an acute impact on the aquatic organisms without any visible sign (Giguère et al. 2004). The presence of heavy metals is the indication of pollution in any aquatic environment, and the toxicity of these metals stems are biologically non-degradable and have the tendency to accumulate in water and sediment (Gale et al. 2004). The investigation of heavy metals in water and sediment might be used to assess the anthropogenic and industrial impacts and risks posed by waste discharges on the riverine ecosystems (Zheng et al. 2008).

Rivers, especially those flowing through urban areas, play a key role in preserving freshwater, adjusting the local climate, and improving the environmental conditions. However, with accelerated population growth, urbanization, and industrialization, heavy metal pollution of rivers has become a serious issue. To Lich River is a river in urban Hanoi. It's estimated length is 13.5 km. To Lich River begins in West Lake, Cau Giay district (south of the Hoang Quoc Viet road), running the same direction as the Buoi, Lang, and Kim Giang road to the south, southwest, and then turns to the southeast and flows to Nhue River. Currently, the water quality of the To Lich River is seriously de-

[1] *Corresponding author:*
Email: daotrungthanh@humg.edu.vn

grading. Owing to lack of or improper wastewater treatment facilities, domestic and services wastewater are often discharged into the To Lich River, resulting in pollution. The poor quality of wastewater effluents is responsible for the degradation of the receiving sources and the aquatic ecosystem. Besides, releases of untreated toxic effluents are the major sources of heavy metals in any aquatic ecosystem (Tran Duc Ha. 2018). Unfortunately, no research is still conducted to assess the metal pollution of the To Lich River, including its biotic resources, sediment, and water quality. Therefore, the study was conducted with an objective to assess the abundance of some heavy metals, i.e. Lead (Pb), Cadmium (Cd), Chromium (Cr), Copper (Cu), Zinc (Zn), and Arsenic (As) in water and sediment of the To Lich River to estimate the status metal pollution.

2. Materials and methods

2.1. Study area

The study areas represent a part of the To Lich River of Hanoi (Figure 1). The samples were collected from six stations of To Lich River namely TL1 (21.039722, 105.806389), TL2 (21.030556, 105.801389), TL3 (21.015278, 105.804722), TL4 (21.001944, 105.817778), TL5 (20.980000, 105.819167), and TL6 (20.970278, 105.824722). The distance among the sampling points was approximately 1 km.

2.2. Sediment digestion for metal analysis

Around 2 grams of the sample was taken in a 100 ml beaker and placed on a hot plate. 15 ml concentrated HNO_3 was added, and the samples were heated at 120ºC for 1 hour. 5 ml of HCl was added and heated at 120ºC for 1 hour. Then 5 ml of $HClO_4$ was added and heated until 1-2 ml remains. For mercury and arsenic analysis, 1 ml of H_2O_2 added and heated for 30 minutes and made volume with DI (Deionized water) in a 100 ml volumetric flask. Further dilution was made as required. Finally, the samples were examined with AAS for metal estimation.

2.3. Pollution Assessment Methods

Geo-Accumulation Index (Igeo) and ecological risk index (RI) were utilized in the present research to evaluate the levels of contamination of heavy metals found in the analyzed sediment samples.

Igeo of each heavy metal was measured through the following equation (Lu, X.W. et al. 2009):

$$I_{geo} = log_2 \frac{C_i}{1.5B_i} \qquad (1)$$

Where Ci is the calculated heavy metal's I concentration in the sample; Bi is the heavy metals' i geochemical background value. For this present study, Bi is the background value of local soil (Wang, X. et al. 2007). The constant 1.5 is brought in to bring down the consequence of likely deviation in the background values. The Igeo for every heavy metal was computed and categorized as: "uncontaminated" (Igeo ≤ 0); "uncontaminated to moderately contaminated" (0 < Igeo ≤ 1); "moderately contaminated" (1 < Igeo ≤ 2); "moderately to heavily contaminated" (2 < Igeo ≤ 3); "heavily contaminated" (3 < Igeo ≤ 4); "heavily to extremely contaminated" (4 < Igeo ≤ 5); "extremely contaminated" (Igeo ≥ 5) (Lu, X.W. et al. 2009).

- The degree of contamination (C_d)

  The C_d represents the degree of contamination with respect to heavy metals.

$$C_d = \sum_{i=1}^{n} C_f^i \qquad (2)$$

Where $C_f^i = \frac{C_D^i}{C_R^i}$ is the contamination factor, C_D^i is the measured concentration of the sample, and C_R^i is the reference value according to Class I of the environmental quality standard for surface water;

The classes of C_d are uncontaminated, low, medium, and high for C_d values < 8, 8 ≤ C_d < 16, 16 ≤ C_d < 32, and ≥32, respectively.



Figure 1: Locations of sampling sites along the To Lich River, Hanoi, Vietnam

- Potential ecological risk index (RI) (L. Hakanson, 1980)

The potential ecological risk index (RI) was proposed by Hakanson and had been used to evaluate the harm of heavy metals in the sediments. RI is calculated using the following formulas

$$RI = \sum E_r^i \qquad (3)$$

Where E_r^i is the potential ecological risk factor of each heavy metal. The formula E_r^i for the single heavy metal pollution is deduced as follows:

$$E_r^i = C_f^i \cdot T_f^i \qquad (4)$$

Where C_f^i is the value of the concentration of heavy metal divided by the background value. T_f^i is the toxic factor of heavy metal, the values for Zn, Cr, Cu, Pb, and Cd were 1, 2, 5, 5, and 30, respectively (L. Hakanson, 1980). RI is categorized into four classes (L. Hakanson, 1980; Zhu et al., 2013). To describe the RI, the following terminology was used: RI < 110, low risk; 110 ≤ RI < 220, moderate; 220 ≤ RI < 440, considerable; RI ≥ 440, very high.

3. Results and discussion

3.1. Heavy metal concentration in water

Heavy metals concentrations of water in six different stations of To Lich River were measured. Arsenic (As), Zinc (Zn), Iron (Fe), Copper (Cu), Cadmium (Cd), Lead (Pb), Manganese (Mn), and Chromium (Cr) concentration were assessed in this study (Figure 2).

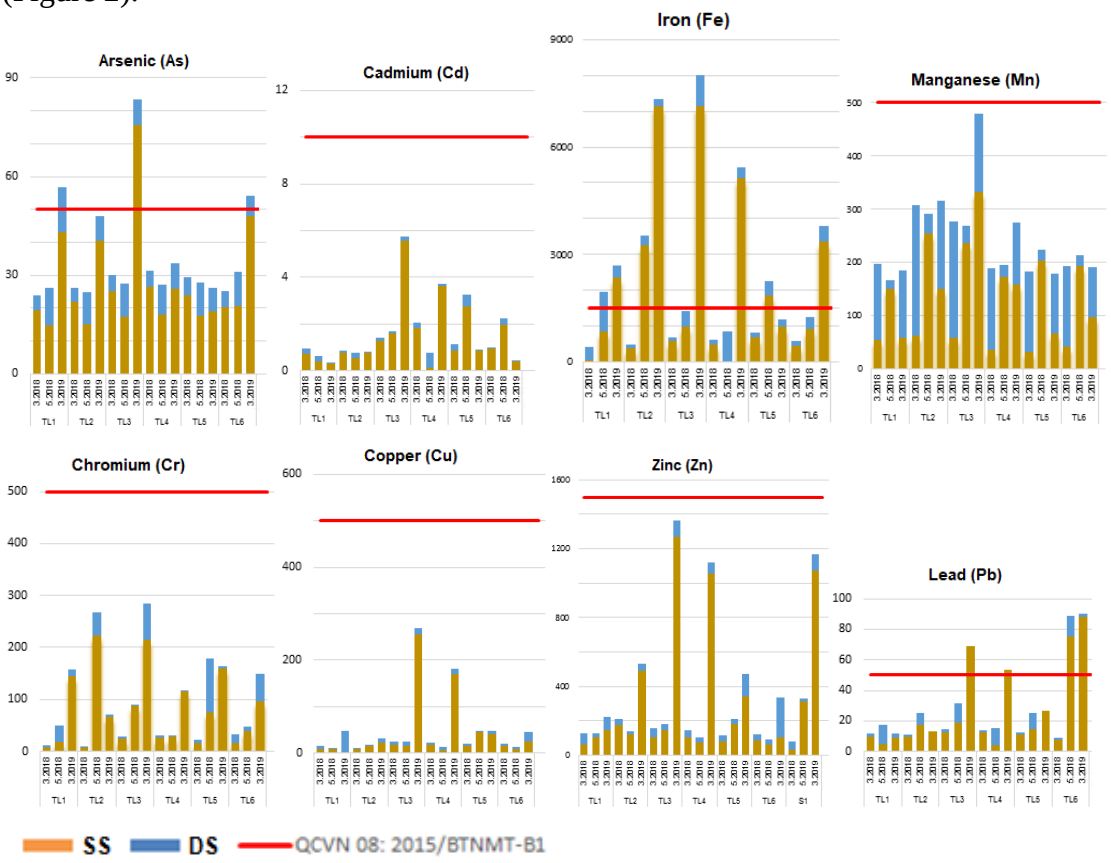


Figure 2. Station wise heavy metal concentration (micrograms per litre) in samples of To Lich river water according to location and sampling time

As shown in Figure 2, the concentrations of heavy metals (Cd, Pb, Cu, Cr, Zn, and Mn) in three sampling periods (March 2018, May 2018, and March 2019) met the standard of Class B1 (QCVN:08-MT/BTNMT) for surface water in Vietnam, while the Fe and As are not included in the environmental quality standard. The mean metal concentration in the

water samples increased in the following order: Cd < Pb < Cu < As < Cr < Zn < Mn << Fe. Significant variations in the concentrations of metals were found among sites. However, overall, no clear trend could be observed in the six areas.

3.2. Heavy metal concentration in sediment

The heavy metal concentration in sediment was significantly different among the periods (Figure 3). Among the analyzed results of Iron (Fe) show that there is a pollution phenomenon, the Iron content at some points has been 1.2 to 1.4 times higher than the permitted level. The increase or decrease of Copper (Cu) content in the monitoring sessions did not follow any rules, greater than the limit from 1.2 to 1.5 times. The Cadmium content at one has been 1.7 times higher than the permitted level. Analytical results of Arsenic (As) showed that there was a pollution phenomenon, the content of Arsenic at most monitoring points was higher than the limit for allowed 1.7 to 4.3 times; the content of Zinc (Zn) at most monitoring points was higher than the limit for allowed 1.5 to 5.4 times.

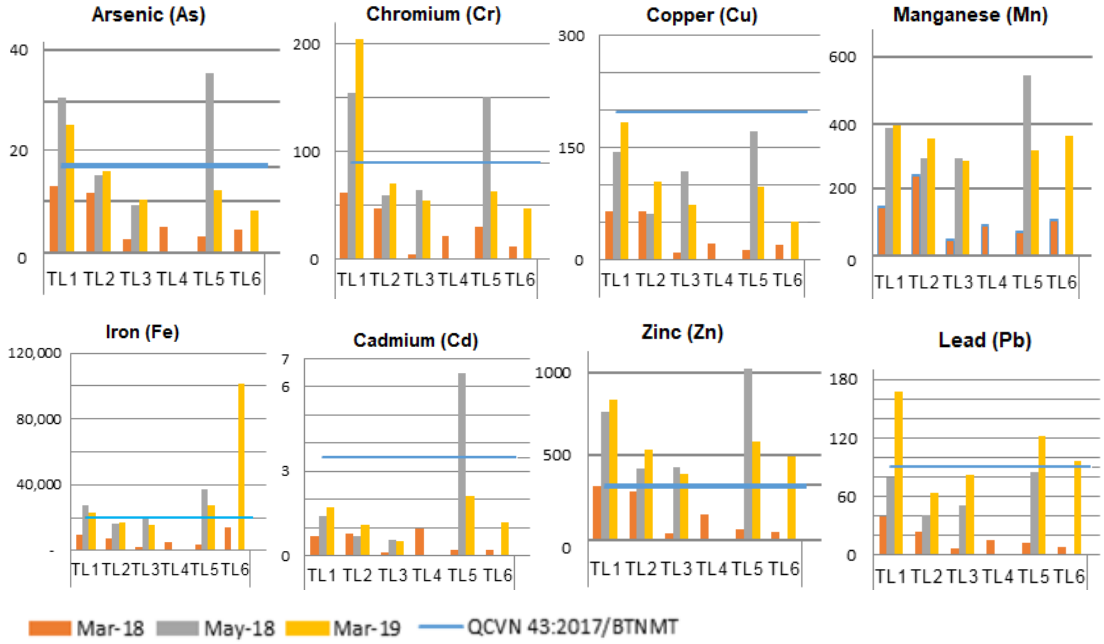


Figure 3. Station wise heavy metal concentration (milligrams per kilogram) in samples of sediment according to location and sampling time

The results of Chromium (Cr) show that there is a pollution phenomenon, the Chromium content at many points through monitoring is greater than the allowed limit 1.7 to 2.1 times; the Lead content (Pb) at many points through monitoring is greater than the allowed limit 1.6 to 1.9 times. Most periods have a cadmium (Cd) density that is lower than the allowed limit (QCVN 43:2017/BTNMT).

The values of the Igeo and the RI are summarized in three tables (Table 1, 2, and 3); Igeo was used to evaluate the pollution level in terms of single metals. Based on our results, the river sediments were largely uncontaminated (Class 0) as the Igeo values of the metals were all below zero. The RI values were below 110, ranging from 14.4 to 53.0, which suggests low ecological risk.

Table 1. Description of Geo-Accumulation Index (Igeo) of selected heavy metals at different sites.

Sampling times	Sampling sites	Geo-Accumulation Index (Igeo)							
		Cr	Mn	Fe	Cu	Zn	As	Cd	Pb
3/2018	TL1	-0.4	-1.0	-0.9	-0.1	0.5	0.7	0.5	-
	TL2	-0.5	-0.8	-1.0	-0.1	0.4	0.6	0.5	-
	TL3	-1.5	-1.6	-1.5	-0.9	-0.4	0.0	-0.3	-
	TL4	-0.8	-1.2	-1.2	-0.5	0.2	0.3	0.6	-
	TL5	-0.7	-1.3	-1.3	-0.8	-0.2	0.1	0.0	-
	TL6	-1.1	-1.2	-0.8	-0.6	-0.4	0.2	-0.1	-
5/2018	TL1	0.0	-0.6	-0.5	0.3	0.9	1.1	0.8	0.6
	TL2	-0.4	-0.7	-0.7	-0.1	0.6	0.7	0.5	0.3
	TL3	-0.4	-0.7	-0.6	0.2	0.6	0.5	0.4	0.4
	TL5	0.0	-0.4	-0.3	0.4	1.0	1.1	1.5	0.7
3/2019	TL1	0.1	-0.6	-0.5	0.4	0.9	1.0	0.9	1.0
	TL2	-0.3	-0.6	-0.7	0.1	0.7	0.8	0.7	0.5
	TL3	-0.4	-0.7	-0.7	0.0	0.6	0.6	0.3	0.6
	TL5	-0.4	-0.7	-0.5	0.1	0.7	0.7	1.0	0.8
	TL6	-0.5	-0.6	0.1	-0.2	0.7	0.5	0.7	0.7

Table 2. Results of contamination factor (C_d) of selected heavy metals at different sites

	Cr	Cu	Zn	As	Cd	Pb	C_d	Level
C_f^i	0.36-1.3	0.20-0.8	0.63-3.1	0.64-1.9	0.15-0.6	0.21-1.3	2.19-9.0	Low - Moderate

Table 3. Results of ecological risk factor (RI) of selected heavy metals at different sites

	Cr	Cu	Zn	As	Cd	Pb	RI	Level
E_r^i	0.7-2.5	1.0-3.8	0.6-3.1	6.4-18.9	4.6-18.4	1.1-6.3	14.4-53.0	Low Ecological risk

4. Conclusion

The concentrations of the heavy metals Cr, Cu, Zn, As, Cd, and Pb in water samples were below the first-grade levels outlined in the Vietnam Environmental Quality Standards for Surface Water, suggesting low pollution. The sediment in the junction of the river was uncontaminated (Class - Low risk) on the basis of Igeo and RI values. Spatial distribution showed that heavy metal concentration of water and sediment in different areas remained almost constant, strongly suggesting that the inflow of the tributaries increased the risk of heavy metal concentration.

In the present study (March 2018, May 2018, and March 2019) concentrations of Cr, Cu, Zn, As, Cd, and Pb were found lower than the safe values in water and sediment of the To Lich River. But the direct discharges of domestic and services wastewater without treatment as well as rainwater and urban runoff polluted the To Lich River with heavy metals and might create an adverse effect on this riverine and aquatic ecosystem in the coming decades. The values for heavy metals indicate an increasing trend of bioaccumulation may cause many health problems and diseases to humans if the current trend of bioaccumulation continues without taking stern measures against heavy pollution.

However, further research is necessary to make a pathway to reduce the metal pollution level of the To Lich River.

References

1. Cundy, A. (2003). Reconstructing historical trends in metal input in heavily-disturbed, contaminated estuaries: studies from Bilbao, Southampton Water, and Sicily. Applied Geochemistry, 18(2), 311–325.
2. Giguère, A., Campbell, P.G.C., Hare, L., McDonald, D.G., and Rasmussen, J.B. 2004. Influence of lake chemistry and fish age on cadmium, copper, and zinc concentrations in various organs of indigenous yellow perch (Perca flavescens). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 61: 1702–1716.
3. Gale NL, Adams CD, Wixson BG, Loftin KA, Huang Y (2004). Lead, Zinc, Copper, and Cadmium in fish and sediments from the River and Flat River Creek of Missouri's Old Lead Belt. Environmental Geochemistry and Health, 26: 37-49pp.
4. L. Hakanson (1980) An ecological risk index for aquatic pollution control. A sedimentological approach, Water Research, vol.14, no.8, pp. 975-1001.
5. Lu, X.W.; Li, L.Y.; Wang, L.J.; Lei, K.; Huang, J.; Zhai, Y. (2009) Contamination assessment of mercury and arsenic in roadway dust from Baoji, China. Atmos. Environ. 43, 2489–2496.
6. Tran Duc Ha, (2018). Analysis and evaluation of heavy metal contents in the sediment of To Lich river and West Lake to propose suitable management solutions. Environment Magazine (VEM). Thematic Vol. No 1, 49-55.
7. Wang, X.; Huang, Z.; Su, M.; Li, S.; Wang, Z.; Zhao, S.; Zhang, Q. (2007) Characteristics of reference and background values of soils in Hetao area. Rock Miner. Anal. 26, 287–292.
8. Zheng, N., Wang, Q.C., Liang, Z.Z., Zheng, D.M., 2008. Characterization of heavy metal concentrations in the sediments of three freshwater rivers in HuludaoCity, Northeast China. Environ. Pollut. 154, 135–142.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Hạch toán tài nguyên khoáng sản - lý luận và thực tiễn tại Việt Nam

Nguyễn Phương [a1], Phan Thị Mai Hoa[a], Vũ Thị Lan Anh[a], Nguyễn Phương Đông
[a]*Khoa Môi trường, Trường đại học Mỏ - Địa chất*

Ngày nộp bài:5/3/2020; Ngày chấp nhận:12/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Nguồn tài nguyên khoáng sản là dạng tài nguyên không tái tạo hoặc thời gian tái tạo rất dài và là tài sản quan trọng đối với mỗi quốc gia; đặc biệt đối với các nước đang phát triển như Việt Nam. Vì vậy, việc hạch toán giá trị tài nguyên khoáng sản nhằm góp phần sử dụng hợp lý nguồn tài nguyên có hạn trong lòng đất, phục vụ tốt nhất cho quá trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa đất nước, đảm bảo được yêu cầu phát triển kinh tế trước mắt; cũng như phát triển bền vững kinh tế - xã hội trong tương lai là cần thiết. Trên thế giới, một số quốc gia hoặc tổ chức quốc tế đã có những công trình nghiên cứu, đánh giá giá trị kinh tế tài nguyên thiên nhiên nói chung, tài nguyên khoáng sản nói riêng; trong đó, nhiều nước đã đưa ra các phương pháp hạch toán tài nguyên khoáng sản. Đồng thời từ thực tiễn áp dụng, các nhà nghiên cứu cũng đã nêu ra các bất cập trong việc hạch toán tài nguyên khoáng sản. Trong nghiên cứu này, tác giả tiến hành phân tích ưu, nhược điểm của các phương pháp hạch toán tài nguyên khoáng sản hiện đang sử dụng trên thế giới và thực tiễn tại Việt Nam; từ đó đề xuất mô hình phù hợp để hạch toán tài nguyên khoáng sản của nước ta trong xu thế hội nhập và phát triển bền vững.

Từ khóa: *Hạch toán tài nguyên, khoáng sản, Việt Nam,*

1. Đặt vấn đề

Hầu hết tài nguyên khoáng sản là loại tài nguyên không tái tạo, tình trạng cạn kiệt ngày một nhanh. Vì vậy, các quốc gia có tài nguyên khoáng sản, ngày càng có các chính sách để quản lý tài nguyên hợp lý, mang lại hiệu quả trong quá trình khai thác, chế biến và sử dụng, nhằm đảm bảo yêu cầu phát triển bền vững. Đồng thời việc đánh giá giá trị kinh tế và hạch toán tài nguyên phù hợp với quan điểm khoa học, với thực tế quản lý trên bình diện quốc gia và hội nhập với thế giới sẽ giúp ích trong quá trình quản lý tài nguyên. Do đó, việc nghiên cứu để lựa chọn phương pháp hạch toán tài nguyên khoáng sản phù hợp điều kiện nước ta và quan niệm của thế giới trong xu thế hội nhập, đảm bảo được yêu cầu phát triển kinh tế trước mắt; cũng như phát triển bền vững kinh tế - xã hội trong tương lai là cần thiết.

Mặc dù có nguồn tài nguyên thiên nhiên (TNTN) đáng kể; song Việt Nam vẫn được coi là một trong số quốc gia đang phát triển và không thể bắt đầu con đường tăng trưởng kinh tế lâu dài bền vững, nếu không thực hiện các chính sách tài khoản ổn định cần thiết để duy trì sự tăng trưởng đó. Chính trong môi trường này, việc hạch toán tài sản thiên nhiên cần được sử dụng để đo lường vốn tự nhiên; đặc biệt là tài nguyên khoáng sản, nhằm đánh giá đúng và đủ sự đóng góp của nguồn tài nguyên này trong tăng trưởng kinh tế của nước ta. Tuy nhiên, *hạch toán* tài nguyên khoáng sản không hề đơn giản, thậm chí nó còn là một trong những nội dung khó nhất của thẩm định giá tài sản.

[1] *Liên hệ tác giả*
Email: Phuong_mdc@yahoo.com

2. Khái niệm và vai trò của hạch toán tài nguyên

2.1. Khái niệm hạch toán tài nguyên

Từ quan điểm của tài khoản quốc gia, việc định giá tài sản khoáng sản xuất hiện chủ yếu như một phần của hạch toán môi trường, cùng với tài nguyên gỗ, đất, năng lượng và nước. Hạch toán tài nguyên (HTTN) đã trở nên phổ biến trong khoa học tài chính kế toán và thực hành; sự quan tâm ngày càng tăng trong quản lý tài nguyên thiên nhiên và biến đổi khí hậu. Một trong những nỗ lực đầu tiên trong định giá tài nguyên khoáng sản vào tài khoản quốc gia đã diễn ra ở Mỹ như một phản ứng đối với nhu cầu điều chỉnh việc khai thác tài nguyên thiên nhiên cạn kiệt của Phong trào Bảo tồn, được xem là đặc biệt mạnh ở Mỹ trong giai đoạn 1890 đến 1920. Kết quả là các nghiên cứu được thực hiện bởi Harald Hotelling, công trình đã xuất bản năm 1931, sau đó là bài báo rất nổi tiếng và có ảnh hưởng về kinh tế của các tài nguyên cạn kiệt [5]. Hạch toán tài nguyên (HTTN) là đưa các giá trị tài nguyên vào trong phân tích kinh tế, nhằm xác định diễn biến tài nguyên hàng năm của quốc gia. Một khái niệm khác trong HTTN là khái niệm thu nhập bền vững. Thu nhập bền vững là khoản thu nhập lớn nhất trong một khoảng thời gian nhất định, nó không làm giảm đi khả năng thu nhập có thể trong tương lai. Khái niệm này không những bao gồm lượng thu nhập hiện tại mà có cả sự biến đổi tài nguyên. Trong nghiên cứu về tài nguyên môi trường nói chung, cũng như hạch toán tài nguyên nói riêng, khái niệm thu nhập bền vững có một vai trò quan trọng để đưa các yếu tố môi trường vào phân tích kinh tế.

Như vậy, có thể hiểu *"Hạch toán tài nguyên và môi trường là vận dụng các quy luật phát triển kinh tế vào việc sử dụng tiết kiệm và hiệu quả tài nguyên, bảo vệ môi trường khỏi sự suy thoái"*.

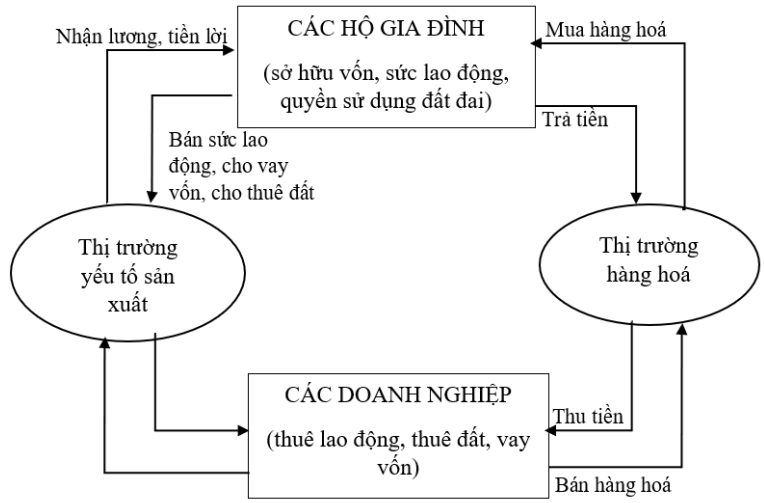
2.2. Mục đích của hạch toán tài nguyên

Hiện nay, những chỉ tiêu như GNP hoặc GDP là những công cụ hữu ích nhằm phản ánh mức độ phát triển kinh tế đối với mỗi quốc gia. Những chỉ tiêu này giúp chỉ ra được tốc độ tăng trưởng kinh tế, hoặc biến động kinh tế năm này qua năm khác; đồng thời là chỉ tiêu để, so sánh trình độ phát triển kinh tế giữa các nước. Song, người ta cũng nhận thấy rằng chỉ tiêu GNP, GDP hiện đang sử dụng không thể hiện được thu nhập bền vững của quốc gia, do bỏ qua hai yếu tố cơ bản là chưa tính toán cho chi phí bảo vệ môi trường và chưa tính toán do mức độ suy thoái và cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên [6]. Vì vậy, mục đích của hạch toán tài nguyên thiên nhiên (HTTN) nhằm:

- Đưa thiệt hại môi trường vào phân tích kinh tế;
- Hiệu chỉnh giá trị GDP: hạch toán tài nguyên thiên nhiên và môi trường còn có mục đích tìm cách hiệu chỉnh GDP theo thay đổi về giá trị tài nguyên môi trường. Việc hiệu chỉnh này đặc biệt quan trọng đối với các nước mà hiện nay đang dựa vào TNTN để phát triển.

2.3. Mối quan hệ giữa kinh tế - tài nguyên và môi trường

- Mối quan hệ giữa kinh tế và môi trường được thể hiện dưới dạng mô hình cân bằng vật chất thể hiện dựa trên cơ sở nhiệt động lực học (hình 1):



Hình 1. Mô hình cân bằng vật chất thể hiện dựa trên cơ sở nhiệt động lực học

+ *Quy luật nhiệt động lực học thứ nhất:* hoạt động kinh tế là một quá trình chuyển đổi vật chất và năng lượng.

+ *Quy luật nhiệt động lực học lần thứ hai:* không thể nào có khả năng thu hồi 100% các sản phẩm phế thải để đưa vào lại chu trình tài nguyên.

- Hệ thống kinh tế muốn hoạt động được thì phải có các nguyên liệu, nhiên liệu đầu vào, chúng là các dạng tài nguyên lấy từ môi trường (R). Tài nguyên có thể là tài nguyên tái tạo được (RR) hoặc tài nguyên không tái tạo được (ER).

2.4. Vai trò của hạch toán tài nguyên

Hiện nay, chỉ tiêu GNP, GDP đang sử dụng không thể hiện được thu nhập bền vững của quốc gia do có hai thiếu sót sau:

- Chưa tính toán cho chi phí bảo vệ môi trường;
- Chưa tính toán cho mức độ suy thoái và cạn kiệt tài nguyên thiên nhiên.

Trong hệ thống hạch toán kinh tế hiện hành của các quốc gia trên thế giới, chi phí và thu nhập đã có tính đến giá trị hao mòn của các loại tài nguyên nhân tạo như: nhà xưởng, trang thiết bị, máy móc. Tuy nhiên, những giá trị cạn kiệt của tài nguyên thiên nhiên vẫn chưa được đề cập. Một số quan niệm còn cho rằng TNTN là "*thứ trời cho, là thứ không mất tiền*"; do đó tài nguyên ngày càng bị khai thác cạn kiệt. Mặt khác, sự mất cân đối đó ngầm ẩn một giả định TNTN là thừa thãi, không mất tiền. Cách tiếp cận như vậy đã bỏ qua sự cạn kiệt nguồn tài nguyên có giá trị và nhầm lẫn giữa bán tài nguyên với nguồn thu nhập.

Hạch toán tài nguyên thiên nhiên; trong đó có tài nguyên khoáng sản là nhằm xác định rõ ba thành phần cơ bản**:** vốn tài sản vô hình, vốn sản xuất và vốn tự nhiên. Trên cơ sở đánh giá giá trị ba thành phần đó sẽ đưa ra bức tranh về sự đóng góp của tài sản vô hình, vốn tự nhiên vào quá trình phát triển kinh tế chung của mỗi quốc gia, hoặc cho mỗi vùng, miền; từ đó, các nhà hoạch định chính sách - kinh tế có các điều chỉnh hợp lý cho mục tiêu phát triển bền vững.

3. Tổng quan về phương pháp hạch toán tnks

3.1. Tổng quan về hạch toán tài nguyên khoáng sản

Một thực tế là để hạch toán tài nguyên môi trường, trước hết phải định giá hay xác định được giá trị của mỏ khoáng, nói cách khác HTTN khoáng sản thực chất là xác định giá mỏ.

- Các nước theo cơ chế "*kế hoạch hóa tập trung*" chuyển sang nền kinh tế thị trường: Trong thời kỳ "bao cấp" việc đánh giá kinh tế khoáng sản là nhằm mục đích chuyển giai đoạn nghiên cứu địa chất (từ giai đoạn tìm kiếm sang các giai đoạn thăm dò). Thời kỳ đó, do quan niệm sai lầm là "*mỏ không phải đối tượng mua bán*", nên việc xác định giá mỏ là không cần thiết. Khi chuyển sang cơ chế thị trường, Nga nhận ra sai lầm này và việc định giá mỏ (đánh giá kinh tế khoáng sản) mới được triển khai.

- Các nước theo cơ chế thị trường: Tại các quốc gia có ngành khai khoáng phát triển, các tiêu chuẩn riêng về "*thẩm định giá mỏ khoáng sản*" được ban hành, nhằm hướng dẫn cho công tác định giá mỏ được chính xác. Có thể kể đến các tiêu chuẩn định giá như CIMVal Standards & Guidelines - Canada, Australian VALMIN Code - Úc, SAMVal Code - Nam Phi, US Minerals Appraisals/Valuations - Tiêu chuẩn định giá Hoa Kỳ, International Valuations Standards (IVS) hoặc các phương pháp hạch toán tài nguyên của Nambia, Philipines, Ngân hàng thế giới,….[2, 7, 8, 9, 11].

Mô hình cơ bản và tổng hợp của Hartwick (1998) [4] đã đưa ra lý thuyết khai thác tối đa hoá của hãng, ngành trong điều kiện cạnh tranh hoàn hảo và trong thị trường độc quyền. Nguyên lý lãi suất (r) là một lý thuyết cơ bản nhất cho các hãng, ngành và nhà độc quyền quyết định khai thác khoáng sản hay không; ngược lại, mô hình của A. Randall (1944) dường như đơn thuần chỉ tìm giá trị hiện tại thuần (NPV), tức dựa vào phân tích chi phí - lợi ích và căn cứ vào việc so sánh NPV giữa các năm để ra quyết định có nên khai thác khoáng sản đó hay không.

Ở một số quốc gia, tổ chức xã hội nghề nghiệp của các nhà định giá đã được thành lập, tiêu biểu như Úc, Canada và Nam Phi. Các tổ chức này đã cố gắng thành lập các bộ quy tắc, tiêu chuẩn và phương pháp định giá mỏ khoáng sản; Đồng thời, tài nguyên khoáng sản cũng được quan tâm đưa vào tài khoản của Công ty và tài khoản quốc gia [2].

Trên thế giới, bộ quy tắc đầu tiên được công nhận rộng rãi là của Úc (bộ quy tắc VALMIN) [9]. Viện Mỏ Luyện kim và Dầu khí Canada (CIM) cũng bắt đầu đưa ra bộ quy tắc cho Canada (tháng 2/2003) [2]. Tiếp theo các nỗ lực của AusIMM và CIM, các tổ chức của các chuyên gia khai khoáng ở một số nước trên thế giới cũng thành lập bộ quy tắc riêng của họ. Đó là các bộ quy tắc của Nam Phi (SAMVAL), Mỹ (USMinval) và Ba Lan (POLVAL) [2].

Các bộ quy tắc trên có một số điểm giống nhau, liên quan đến các tài sản khoáng sản, phương pháp định giá thích hợp [7, 9]; đồng thời, các bộ quy tắc này cũng đã đưa ra định nghĩa liên quan đến loại tài sản [2].

Nhìn chung, hiện nay Quy tắc định giá quốc gia được khuyến nghị để định giá mỏ khoáng sản là tập hợp các phương pháp thực hiện trực tiếp hoặc gián tiếp cơ bản sau:

- Phương pháp thu nhập;
- Phương pháp chi phí;
- Phương pháp so sánh.

3.2. Phương pháp hạch toán tài nguyên khoáng sản trên thế giới

a. Lượng giá tài nguyên môi trường chưa có giá trị trên thị trường

**** Hướng thứ nhất:***

Theo hướng này, người ta chia tài nguyên thành 2 dạng là tài nguyên có giá trị trên thị trường và tài nguyên chưa có giá trị trên thị trường. Ở đây chỉ đề cập nội dung lượng

giá tài nguyên chưa có giá trị trên thị trường. Để hạch toán các loại tài nguyên chưa có giá trên thị trường, trước hết cần lượng giá chúng theo một số phương pháp sau:

- Phương pháp trao đổi: là phương pháp dựa vào nhu cầu trao đổi hàng hóa trên thị trường hoặc thói quen có thể đổi một loại hàng hóa chưa có giá trị trên thị trường bởi một loại hàng hóa đã có giá trên thị trường.
- Phương pháp thay thế trực tiếp: là phương pháp mà sản phẩm chưa có giá trị trên thị trường được thay thế bằng sản phẩm có giá trên thị trường bởi dịch vụ khác.
- Phương pháp thay thế gián tiếp: là phương pháp thay đổi thông qua một lần nữa so sánh với giá trị sử dụng khác qua bước trung gian.
- Phương pháp chi phí thay thế: phương pháp này xem xét các chi phí thiệt hại môi trường hoặc phục hồi, thay thế cho tài nguyên đó.
- Phương pháp chi phí cơ hội: phương pháp ước tính lợi ích có thể đạt được do loại bỏ một loại tài nguyên nào đó để đầu tư cho loại tài nguyên khác, kết quả trước mắt có thể có, nhưng về lâu dài, hậu quả đối với môi trường sinh thái lại không được tính đến.
- Phương pháp đánh giá theo hưởng thụ: phương pháp này đánh giá một dịch vụ môi trường, mà sự xuất hiện của nó ảnh hưởng trực tiếp tới một số giá thị trường nào đó.
- Phương pháp chi phí du hành: phương pháp dùng để đánh giá giá trị cảnh quan du lịch ở một khu vực nào đó thông qua chi phí du lịch của khách hàng.
- Phương pháp đánh giá ngẫu nhiên: là phương pháp tham khảo ý kiến cộng đồng, bằng cách phỏng vấn xem họ chấp nhận đền bù bao nhiêu để có được môi trường thông qua việc "sẵn lòng chấp nhận". Hoặc họ chấp nhận đền bù bao nhiêu để có được môi trường trong lành thông qua việc "vui lòng trả". Như vậy, giá trị mà cộng đồng ở đây vui lòng trả hoặc vui lòng chấp nhận chính là giá trị của tài nguyên môi trường đó.

**** Hướng thứ 2:***

Theo đề xuất của WHO, tiến hành tính tổng giá trị tài nguyên; trong đó, chia tài nguyên thành các thành phần sau:

- Vốn tài sản vô hình;
- Vốn sản xuất: gồm vốn từ thiết bị, máy móc và vốn đất đô thị;
- Vốn tự nhiên: gồm các nguồn năng lượng (dầu khí, than đá); khoáng sản; tài nguyên rừng (tài nguyên gỗ và phi gỗ); đất trồng trọt; đất chăn nuôi và các khu bảo tồn.

Quy trình tính toán gồm các bước sau:

- Bước 1: Tính tổng giá trị tài nguyên;
- Bước 2: Tính vốn sản xuất;
- Bước 3: Tính vốn tự nhiên (tài nguyên thiên nhiên);
- Bước 4: Tính vốn tài sản vô hình (bằng hiệu giữa tổng tài nguyên thiên nhiên với vốn sản xuất và vốn tự nhiên).

- Vốn sản xuất, bao gồm giá trị từ đất đô thị, các công trình, máy móc, thiết bị, cụ thể:

+ *Vốn từ máy móc, thiết bị, công trình*: trong bài báo sử dụng mô hình PIM (Perpetual Inventory Method) để tính toán cho vốn sản xuất. Vốn sản xuất (không kể đất đô thị) trong một thời gian t xác định theo công thức sau:

$$K_t = \sum_{i=0}^{19} I_{t-i}(1-\alpha)^i \quad (1)$$

Trong đó: *K_t- tổng vốn đầu tư vào máy móc, thiết bị, công trình; I - tổng mức đầu tư trong năm t; α - chiết khấu, thường chọn với giá trị là 5 %.*

Từ kết quả nghiên cứu áp dụng ở 62 nước, Larson và cộng sự (2000) đã đưa ra kết luận sử dụng khoảng thời gian t = 20 năm để tính chung cho toàn bộ vốn đầu tư.

+ *Vốn từ đất đô thị:* theo Kunte (1998) [6], đất đô thị chiếm một tỷ lệ khá xác định trong vốn sản xuất. Theo ước lượng của Kunte, thường lấy tỷ lệ cố định là 24%.

Vốn từ đất đô thị được xác định theo công thức:

$$U_t = 0{,}24*K_t \quad (2)$$

- Vốn tài nguyên thiên nhiên: theo lý thuyết kinh tế, thì giá trị một tài sản được tính theo giá trị hiện tại ròng đã chiết khấu của các luồng thu nhập do tài sản này tạo ra theo thời gian. Nguyên tắc này áp dụng không chỉ đối với các tài sản tài chính, tài sản sản xuất mà cả với tài nguyên thiên thiên. Tuy nhiên, trong khi các thị trường để buôn bán và định giá các tài sản tài chính và tài sản sản xuất tồn tại, thì điều tương tự thường không đúng với hầu hết các tài nguyên thiên nhiên, vì các tài nguyên này thường do chính phủ sở hữu và quản lý. Một điểm khác biệt quan trọng khác là trên thực tế giá trị nguồn tài nguyên thiên nhiên phụ thuộc vào các điều kiện kinh tế hiện hành. Do đó, có thể hiểu rằng, trữ lượng kinh tế của các tài nguyên thiên nhiên không phải là một khái niệm cố định được xác định bởi trữ lượng nguồn tài nguyên hiện có trong lòng đất.

Để ước lượng giá trị một nguồn lực cụ thể trong giai đoạn *t*, có thể sử dụng mô hình theo đề xuất của Ngân hàng Thế giới (2005) [18]:

$$V_t = \sum_{i=t}^{t-T-1} \pi_i q_i/(1+r)^{(i-t)} \quad (3)$$

Trong đó: π_i- *là nguồn lợi đơn vị* đối với tài nguyên tại thời điểm *i* và q_i là sản lượng nguồn lực được tạo ra; do đó ($\pi_i q_i$) chính là lợi nhuận kinh tế hay nói cách khác là tổng mức nguồn lợi tạo ra tại thời điểm i*; r- là tỷ lệ chiết khấu xã hội; T- là thời gian khai thác hết tài nguyên.*

Do việc ước lượng nguồn lợi tài nguyên tại mỗi giai đoạn tương lai là rất khó khăn, nên phương trình trên được đơn giản hóa để có thể ngầm hiểu là nguồn lợi tương lai được tính dựa theo nguồn lợi hiện tại. Giả định là nguồn lợi đơn vị π tăng với tốc độ p, thì:

$$\frac{\dot{\pi}}{\pi} = p = \frac{r}{1+(\varepsilon-1)(1+r)^T} \quad (4)$$

Trong đó: ε là độ cong của hàm chi phí.

Giả định là đường cong chi phí là đường đẳng đàn hồi (isoelastic), thì hệ số chiết khấu hiệu lực *r** tính theo công thức:

$$r^* = \frac{r-p}{1+p} \quad (5)$$

Và giá trị nguồn tài nguyên tính theo phương trình sau:

$$V_t = \pi_t p_t \left(1+\frac{1}{r^*}\right)\left(1-\frac{1}{(1+r^*)^T}\right) \quad (6)$$

Một thông số quan trọng để xác định giá trị các tài sản tài nguyên thiên nhiên là khoảng thời gian khai thác tài nguyên (T). Đối với các tài nguyên khoáng sản, phải xác định được khoảng thời gian khai thác hết tài nguyên. Tuy nhiên, việc ước lượng quãng thời gian khai thác hết tài nguyên phức tạp hơn so với ước tính tỷ số trữ lượng/sản lượng khai thác đơn thuần.

Để đơn giản hóa, thường áp dụng cách tiếp cận của Ngân hàng Thế giới khi ước lượng giá trị tài nguyên, theo đó quãng thời gian 25 năm được tính chung cho tất cả các tài nguyên [12].

- *Phương pháp xác định tổng giá trị tài nguyên:* Công thức do Ngân hàng Thế giới đề xuất (2006) [12] thường được nhiều nước sử dụng. Theo tổ chức này, tổng giá trị tài nguyên được tính theo công thức:

$$W_t = \int_t^{\infty} C_{(s)} e^{-r(s-t)} ds \quad (7)$$

Trong đó: *W_t- tổng giá trị tài nguyên, tức là vốn trong thời gian t; C(s)- lượng tiêu dùng trong năm s; r- hệ số sinh lời từ các khoản đầu tư ; t - thời gian khai thác hết tài nguyên.*

b. Định giá tài nguyên khoáng sản

Phương pháp phổ biến để định giá tài sản trong khuôn khổ khung hạch toán môi trường (SEEA) là phương pháp dựa trên thị trường. Tuy nhiên, việc mua bán các mỏ trong lòng đất diễn ra không thường xuyên, đôi khi thông qua một thỏa thuận phức tạp và do đó các thông tin về giá thị trường của các mỏ khoáng là rất hạn chế. Đối với các nước, các mỏ dưới lòng đất được tư hữu hóa có thể có nhiều thông tin về mua bán hơn các nước, nơi toàn bộ hoặc một phần chính của các mỏ dưới lòng đất thuộc sở hữu của chính phủ [10].

Theo các quan điểm trên, giá trị tài sản khoáng sản thường được xác định bằng giá trị hiện tại của lợi nhuận ròng dự kiến thu được từ việc khai thác thương mại của chúng [2]. Cách dễ nhất để ước tính giá trị của các mỏ khoáng sản là dựa trên các khoản thanh toán do nhà khai thác trả cho chủ sở hữu, nếu là hai phép nhân khác nhau; nhưng trong thực tế rất ít xảy ra.

Tổng hợp các tài liệu trong nước và trên thế giới, cho thấy hiện nay tồn tại 2 hệ phương pháp đánh giá giá trị kinh tế (hay định giá) mỏ khác nhau, mỗi hệ thống có ưu, nhược điểm khác nhau.

****Các nước theo mô hình kinh tế thị trường***

- *Xác định giá trị mỏ theo phương pháp địa tô:* Có thể xem món quà thiên nhiên ban tặng cho con người ở các mỏ khoáng là "địa tô mỏ". Khi hạch toán giá mỏ (hạch toán tài nguyên), thì địa tô mỏ là một phần trong giá mỏ. Có các cách khác nhau để xác định địa tô mỏ.

+ Giá trị mỏ theo địa tô mỏ không có chiết khấu (phương pháp giá thực): Giá trị mỏ theo địa tô mỏ không có chiết khấu tính theo công thức:

$$G = \sum_{t=0}^{T} [D_t - (Z_t + I.i) - T_{dn}] \quad (8)$$

+ Giá trị mỏ theo địa tô mỏ có chiết khấu (phương pháp giá trị hiện tại): Giá trị mỏ theo địa tô mỏ có chiết khấu tính theo công thức:

$$G = \sum_{t=0}^{n} [D_t - (Z_t + I.i) - T_{dn}] . \frac{1}{(1+r)^t} \quad (9)$$

Trong công thức (8, 9): G - Giá trị mỏ khoáng sản (đồng, USD); D_t - Doanh thu tiêu thụ sản phẩm tại năm t (đồng, USD) và xác định theo công thức: $D_t = S_t . g_t$ (đồng, USD) (với: g_t - Giá bán sản phẩm bình quân trong năm, S_t - Sản lượng sản phẩm sản xuất tiêu thụ trong năm); Z_t - Giá thành toàn bộ khai thác, chế biến khoáng sản (đồng, USD); T_{dn} - Thuế thu nhập doanh nghiệp tại năm t (đồng, USD); I - Tổng vốn đầu tư cho sản xuất kinh doanh, gồm vốn cố định và vốn lưu động (đồng, USD); i - Tỉ lệ lãi trên vốn đầu tư sản xuất kinh doanh (%); t= 0 - Năm gốc, thường chọn là năm bắt đầu đầu tư của dự án; T - Tuổi mỏ -1; r - tỉ suất chiết khấu. Lấy theo mức lãi suất vay vốn bình quân trên thị trường của nền kinh tế.

- *Phân tích chi phí - lợi ích*

Phân tích chi phí - lợi ích thường được tính toán trước khi thực hiện dự án, nhằm giúp các nhà quản lý có thêm cơ sở để tính toán xem có nên thực hiện dự án hay không. Đây là phương pháp giúp so sánh hiệu quả của các dự án kinh tế có thể thay thế nhau trên cùng một địa bàn hoặc các phương án thực thi dự án khác nhau.

Giá trị hiện tại thuần (NPV) được xác định theo công thức:

$$NPV \sum_{t=1}^{n} \frac{B_t}{(1+r)^t} - \left[C_o + \sum_{t=1}^{n} \frac{C_t}{(1+r)^t}\right] \quad (10)$$

Trong đó: B_t - Tổng thu năm thứ t; C_t- Tổng chi phí năm thứ t; C_0- Tổng chi phí ban đầu; r- hệ số chiết khấu; t- thời gian; n - tuổi thọ dự án.

Trong thực tế, nếu chỉ xét khía cạnh kinh tế thì phải ưu tiên phương án có mức đầu tư ban đầu ít.

Các nước theo mô hình kinh tế kế hoạch tập trung có định hướng thị trường

- Đánh giá giá trị mỏ theo phương pháp lợi nhuận và phương pháp đầu tư:

+Phương pháp Khoscol: Phương pháp này do nhà kinh tế Thủy Điển đề xuất từ năm 1887, hiện vẫn có quốc gia sử dụng, theo phương pháp này, giá mỏ được tính theo công thức:

$$G = \frac{A}{\left[\frac{1}{(1+r)^n-1}\right]+r'} \quad (11)$$

Trong đó: G- Giá mỏ (USD/ mỏ); A- Lợi nhuận thu được hàng năm từ việc khai thác mỏ (SD/ năm); r- mức chiết khấu (%); n- Tuổi mỏ (năm); r'- mức lợi nhuận bao gồm thuế tô và rủi ro.

Phương pháp này cho phép xác định giá trị mỏ tại thời điểm đánh giá, nhưng có nhược điểm chưa tách được giá trị tự nhiên (địa tô mỏ) ra khỏi lợi nhuận chung của mỏ; mặt khác, việc đưa yếu tố rủi ro (r') vào là vấn đề phức tạp hơn. Có quan điểm cho rằng, trong công thức trên, nếu lấy mức chiết khấu r = 8 -12%, thì rủi ro hoàn toàn được bù đắp.

+Phương pháp Morkin: Theo Morkin, để đơn giản hóa giá mỏ, nên đồng nhất r = r', thì công thức của Khoscol sẽ chuyển thành công thức Morkin với giá mỏ là:

$$G = A\frac{(1+r)^n-1}{r.(1+r)^n} \quad (12)$$

Đặt $\frac{(1+r)^n-1}{r(1+r)^n} = \alpha \quad \rightarrow$ G = A.α.

Khi đó, việc tính giá mỏ sẽ đơn giản hơn nếu đã xây dựng các bảng tính sẵn α = f(r,n).

+ Phương pháp xác định giá mỏ của Kax: Theo phương pháp này, giá mỏ được tính theo công thức sau:

$$G = Q(gxPK_T - Z) - I \quad (13)$$

Trong đó: G- Giá mỏ khoáng sản ($/mỏ); Q - Trữ lượng công nghiệp (T); g- Giá bán 1 tấn khoáng sản (USD/T); x - hàm lượng trung bình; P- độ nghèo hóa quặng; K_T- Hệ số thu hồi tổng hợp (trong khai thác, tuyển,…); Z- Giá thành khai thác (USD/T); I- Tổng vốn đầu tư.

Phương pháp của Kax có ưu điểm là đã tính đến các yếu tố địa chất cụ thể ảnh hưởng đến giá một mỏ khoáng; song, có nhược điểm là k Không tính đến yếu tố thời gian của dòng tiền (bỏ qua mức chiết khấu r) và chưa trích được giá trị tự nhiên của mỏ khoáng ra khỏi giá mỏ nói chung.

+ *Đánh giá theo tiêu chuẩn giá trị hiện tại thuần:* Giá trị hiện tại thực (NPV) [9] là chỉ tiêu phản ánh giá trị hiện tại của lợi nhuận đạt được trên mức chiết khấu đã định của cả đời dự án khai thác mỏ và được xác định theo công thức (7).

- *Phương pháp "mẫu" xác định giá mỏ:* Theo phương pháp này, nếu gọi giá mỏ là R_p thì:

$$R_p = \sum_{t=1}^{T} \frac{G_t - Z_t}{(1+E_m)^t} \quad (14)$$

Trong đó: T- Tuổi mỏ; t- Năm thứ t; G_t Giá sản phẩm mỏ (USD/năm) ở năm thứ t; Z_t- Chi phí khai thác ở năm thứ t (USD/n); E_m- Hệ số hiệu quả mức.

- *Xác định địa tô mỏ bằng bài toán tối ưu:* Theo cách này, người ta lập hàm mục tiêu sau:

$$\sum_{t=0}^{T} [g_t . s_t - Z(s_t, q_t)] (1+r)^{-t} \rightarrow Max \quad (15$$

Với điều kiện: $q_0 = \overline{q_0}$ và $q_T = \overline{q_T}$; $\sum_{t=0}^{T} y_t = \sum_{t=0}^{T} (q_t - q_0)$.

Trong đó: g_t - Giá bán khoáng sản tại thời điểm t (USD/T); t- Thời gian khai thác (t = 0, T); S_t- Sản lượng khoáng sản ở năm thứ t (T/năm); Z- Chi phí khai thác, chế biến khoáng sản; q_0- Trữ lượng khoáng sản thời kỳ đầu; q_T- Trữ lượng khoáng sản thời kỳ cuối.

Từ công thức trên ta có công thức xác định giá mỏ khoáng sản như sau:

$$g_t = \frac{\partial z}{\partial s_t} + \mu_t (1+r)^t \text{ hoặc}$$

$$z_t = MC + \mu_t (1+r)^t \quad (16)$$

Bảng 1. Mối liên hệ giữa các đoạn giai đoạn phát triển mỏ và hướng tiếp cận định giá mỏ [1]

Hướng tiếp cận định giá	Các mỏ đang trong giai đoạn thăm dò	Các mỏ đang trong giai đoạn phát triển	Các mỏ đang trong giai đoạn khai thác	Các mỏ không hoạt động		Các mỏ đã ngừng khai thác
				Khả thi về mặt kinh tế	Không khả thi	
1. Hướng tiếp cận theo dòng tiền	Không được sử dụng	Sử dụng rộng rãi	Sử dụng rộng rãi	Sử dụng rộng rãi	Không sử dụng	Không sử dụng
2. Hướng tiếp cận thị trường	Sử dụng rộng rãi	Ít sử dụng	Sử dụng khá rộng rãi	Sử dụng khá rộng rãi	Sử dụng rộng rãi	Sử dụng rộng rãi
3. Hướng tiếp cận theo chi phí	Sử dụng khá rộng rãi	Không sử dụng	Không sử dụng	Không sử dụng	Ít được sử dụng	Sử dụng khá rộng rãi

Trong đó: $\frac{\partial C}{\partial y_t}$ - là chi phí biên (MC) tại điểm sản lượng tối ưu (giao điểm giữa đường lợi ích và chi phí biên); μ_t - là nhân tử Lagrange. Với hàng hóa thông thường thì g_t = MC, nhưng với tài nguyên khoáng sản lại xuất hiện hợp phần $\mu_t . (1+r)^t$, hợp phần này chính là địa tô mỏ.

Ngoài tên gọi là "địa tô mỏ", cụm $\mu_t (1+r)^t$ còn có tên gọi khác như tiền thuê mỏ (Royalty), giá mỏ (Shadow Price), hay được gọi là chi phí người sử dụng (Use cost). Do đó, về lý thuyết có thể tính địa tô mỏ (G) theo công thức:

$$G = \mu_t . (1+r)^t \quad (17)$$

Đây là cách tính địa tô mỏ chính xác nhất, tuy nhiên rất khó tính trực tiếp. Trong thực tế, có thể tính địa tô mỏ thông qua "chi phí thăm dò biên" (MCE - Margiral Cost of Exploration). Tuy nhiên các công trình nghiên cứu về MCE chưa nhiều, chỉ có một số ít công trình nghiên cứu MCE về dầu mỏ ở Mỹ và Canada.

4. Bài toán HTTNKS cho việt nam

4.1. Thực trạng

Ở nước ta, trong thời gian qua đã có nhiều luận án tiến sỹ, luận văn thạc sỹ, hoặc các công trình nghiên cứu khoa học cấp nhà, cấp bộ, dự án cấp tỉnh nghiên cứu về lĩnh vực đánh giá tài nguyên khoáng sản.

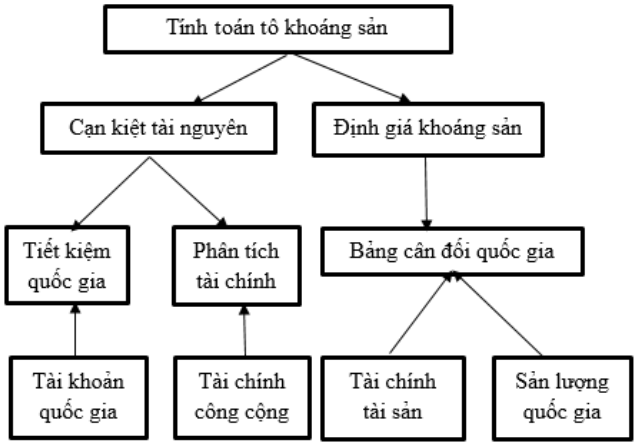
Hầu hết các công trình này đều đưa ra nguyên tắc chung là "*đánh giá tài nguyên khoáng sản là nhằm thỏa mãn tối đa nhu cầu phát triển kinh tế - xã hội của đất nước và tham gia vào thị trường nguyên liệu khoáng, sử dụng triệt để, tổng hợp, kinh tế, tiết kiệm, bảo vệ tài nguyên khoáng sản, kết hợp bảo vệ môi trường đề cao hiệu quả kinh tế*". Năm 2018, trong Đề tài "Nghiên cứu đánh giá kinh tế tài nguyên và giá trị kinh tế một số mỏ đa kim khu vực Đông Bắc Việt Nam phục vụ mục tiêu phát triển bền vững", tập thể tác giả đã tổng quan các phương pháp đánh giá giá trị kinh tế mỏ trên thế giới và ở Việt Nam; từ đó đề xuất hướng tiếp cận định giá các mỏ khoáng sản theo các giai đoạn phát triển mỏ (bảng 1); đây có thể là cơ sở bước đầu để hạch toán tài nguyên khoáng sản. Các kết quả nghiên cứu cũng đã khẳng định phương pháp địa tô mỏ, giá trị hiện tại thuần và lợi nhuận là các phương pháp được sử dụng rộng rãi trong nền kinh tế thị trường và có thể sử dụng cho Việt Nam.

4.2. Phương pháp HTTNKS cho Việt Nam –

Phương pháp thứ nhất: Mô hình HTTNKS cho Việt Nam theo đề xuất của tác giả như hình 1. Nội dung quan trọng để HTTNKS là phải định giá được giá trị mỏ và đánh giá mức độ cạn kiệt của tài nguyên. Tủy thuộc, vào điều kiện cụ thể có thể sử dụng phương pháp tiếp cận nêu trong bảng 1. Mô hình đề xuất bảo đảm được các yêu cầu sau:

+ Đáp ứng yêu cầu công tác chuyển nhượng hoặc bán quyền khai thác mỏ của Nhà nước (đấu giá quyền khai thác mỏ, thu tiền cấp quyền khai thác mỏ);

+ Giải quyết mối quan hệ về quyền lợi và nghĩa vụ giữa chủ sở hữu (Nhà nước) và chủ đầu tư trong khai thác tài nguyên khoáng sản; Quản lý và khuyến khích các doanh nghiệp khai thác tận thu khoáng sản;



Hình 2: Đề xuất mô hình HTTNKS cho Việt Nam [1]

+ Đưa giá trị của mỏ vào thành một bộ phận tài sản của doanh nghiệp phục vụ cho cổ phần hoá doanh nghiệp Nhà nước hoạt động khai thác khoáng sản…

- *Phương pháp thứ 2:* Sử dụng phương pháp theo đề xuất của WHO. Tiến hành tính tổng giá trị tài nguyên, trong đó chia tài nguyên thành các thành phần sau:

+ Vốn tài sản vô hình;

+ Vốn sản xuất: gồm vốn từ thiết bị, máy móc và vốn đất đô thị;

+ Vốn tự nhiên: gồm các nguồn năng lượng (dầu khí, than đá); khoáng sản; tài nguyên rừng (tài nguyên gỗ và phi gỗ); đất trồng trọt; đất chăn nuôi và các khu bảo tồn. Quy trình tính toán gồm 04 bước, trình tự các bước tiến hành như nội dung đã đề cập ở mục 3.2.a.

5. Kết luận

Trên thế giới, phần lớn định giá tài sản khoáng sản là dựa trên cách tiếp cận thu nhập; Vì vậy, theo quan điểm chung của các cơ quan chuyên môn và quản lý là cần hướng tới việc hài hoà các phương pháp định giá mỏ và cách tiếp cận, nhằm hạn chế thông tin không cần thiết và loại bỏ cách sử dụng khác nhau của cùng khái niệm tương tự. Đồng thời, nên có đội ngũ các chuyên gia có trình độ, năng lực để hiểu đúng bất kỳ vấn đề định giá nào và áp dụng các phương pháp thích hợp.

Ở Việt Nam, mặc dù cách tiếp cận tài nguyên khoáng khoáng sản như là tài sản cần được hạch toán đã dần dần xuất hiện trong các năm gần đây; song, chưa đề cập đến việc hạch toán tài nguyên khoáng sản và thiết lập tài khoản tài nguyên như một tài khoản thuộc hệ thống tài khoản quốc gia, để đánh giá đúng và đủ sự đóng góp của nguồn tài nguyên khoáng sản trong tăng trưởng kinh tế của đất nước.

Mỗi mỏ là một ưu đãi đặc biệt của thiên nhiên; do đó, để hạch toán tài nguyên khoáng sản, cần những nghiên cứu cho từng mỏ, cụm mỏ và cho toàn ngành khai khoáng. Việc đánh giá kinh tế tài nguyên và hạch toán tài nguyên khoáng sản sẽ giúp ích cho quá trình quản lý, phù hợp với quan điểm khoa học và thực tế quản lý trên bình diện quốc gia và hội nhập với thế giới, đáp ứng yêu cầu phát triển bền vững.

Mô hình và các phương pháp tác giả đề xuất trong bài báo cần phải được nghiên cứu thử nghiệm cho một số tỉnh có tài nguyên khoáng sản lớn, để từ đó điều chỉnh cho phù hợp với dữ liệu hiện có của nước ta.

Bài báo là một phần kết quả nghiên cứu bước 1 (năm 2019) của đề tài cấp bộ "Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn hoạch toán giá trị tài nguyên khoáng sản phục vụ quy hoạch phát triển bền vững. Áp dụng thử nghiệm tại tỉnh Lào Cai, mã số: TNMT.2018.03.17 do Liên đoàn Địa vật lý Địa chất chủ trì.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Thị Hoài Nga, Nguyễn Phương, Nguyễn thị Thu Hằng (2019). Báo cáo chuyên đề 4 - Đề tài cấp Bộ, mã số: TNMT.2018.03.17. Lưu tại Liên đoàn Vật lý Địa chất.

2. A.F. Modrzewski Krakow Valuation of Mineral Resources in Selected Financial and Accounting Systems. Academy, Krakow, Poland. Received 25 May 2014; revised 21 June 2014; accepted 5 July 2014.

3. European Commission Organisation for Economic Co-operation and Development United Nations World Bank (2013) System of Environmental-Economic Accounting 2012. White Cover Publication, Pre-Edited Text Subject to Official Editing.

4. Hartwick, John and Nancy Olewiler (1998). *The Economics of Natural Recource Use*, 2nd, Inc.

5. Hotelling, H. (1931) The Economics of Exhaustible Resources. Journal of Political Economy, 39, 137-175. http://dx.doi.org/10.1086/254195

6. Nguyen Phuong, Nguyen Phuong Dong, and Vu Thi Lan Anh. Accounting the Value of National Resources to Sustainable Development: Applied for Thanh Hoa Province. Modern Environmental Science and Engineering (ISSN 2333-2581). August 2017, Volume 3, No. 8, pp. 562-570.

7. Special Committee of the Canadian Institute of Mining, Metallurgy and Petroleum on Valuation of Mineral Properties (2003) Standards and Guidelines for Valuation of Mineral Properties (CIMVAL).

8. The Australasian Code for Reporting of Exploration Results, Mineral Resources and Ore Reserves (The JORC 2012 Code).

9. The VALMIN Committee (2005) Code for the Technical Assessment and Valuation of Mineral and Petroleum Assets and Securities for Independent Expert Reports (The VALMIN Code).

10. United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development and the World Bank (2003) Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting. Studies in Methods, Series F, No. 16, New York.

11. Wentworth Group of Concerned Scientists (2008), Accounting for Nature - A Model for Building the National Environmental Accounts of Australia.

12. World bank (2005), Where is the wealth of nations?.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá chất lượng môi trường không khí đô thị thành phố Cao Bằng và đề xuất biện pháp cải thiện

Nguyễn Thị Hồng[1]
Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam

Ngày nộp bài: 11/3/2020; Ngày chấp nhận: 23/10/2020 ; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt:

Môi trường không khí đô thị thành phố Cao Bằng đang chịu ảnh hưởng bởi các nguồn phát sinh chủ yếu như: các phương tiện giao thông cơ giới; các cơ sở sản xuất công nghiệp, tiểu thủ công nghiệp; và từ các hoạt động xây dựng mới, sửa chữa các công trình dân sinh, giao thông, hạ tầng kỹ thuật đô thị… Trong quá trình đánh giá diễn biến chất lượng môi trường không khí đô thị thành phố Cao Bằng thông qua 3 đợt quan trắc năm 2019 cho thấy hàm lượng CO, SO_2, NO_2, tiếng ồn nằm trong giới hạn cho phép; hàm lượng bụi tại một số vị trí lấy mẫu vượt so với QCVN 05:2013/BTNMT TB 1h từ 20÷120 µg/m³ và có xu hướng tăng. Điều này phản ánh môi trường không khí đô thị thành phố Cao Bằng đang bị ô nhiễm do hàm lượng bụi cao. Trong đó, các hạt bụi mịn PM_{10} và siêu mịn $PM_{2,5}$ tồn tại rất lâu trong không khí, gây ảnh hưởng trực tiếp đến sức khỏe người dân trên địa bàn thành phố.

Từ khóa: *AQ, không khí đô thị, quan trắc môi trường.*

1. Đặt vấn đề

Chất lượng môi trường không khí nói chung và tại các đô thị lớn nói riêng chịu tác động do phát sinh bụi, khí thải từ các hoạt động phát triển kinh tế - xã hội, xây dựng, giao thông vận tải,… [1,6]

Theo báo cáo năm 2018 của Cơ quan năng lượng quốc tế (IEA), giao thông vận tải đóng góp 24,34% lượng khí thải carbon mỗi năm. Xét riêng lĩnh vực giao thông vận tải, các loại ô tô hạng nhẹ, ô tô tải và ô tô bus lần lượt chiếm 44%, 27% và 6% lượng khí thải carbon mỗi năm [3]. Các phương tiện giao thông cơ giới sử dụng nhiên liệu hóa thạch như xăng và dầu diesel, quá trình đốt cháy nhiên liệu dẫn tới phát sinh nhiều loại khí thải như SO_2, NO_2, CO, bụi (TSP, PM10, PM2.5); thậm chí rò rỉ, bốc hơi nhiên liệu khi vận hành phát sinh VOC, Benzen, Toluen...

Qua kết quả điều tra khảo sát ở thành phố Cao Bằng cho thấy ô nhiễm không khí chủ yếu là bụi. Bụi có nguồn gốc từ các hoạt động giao thông và quá trình sản xuất. Hiện nay, mạng lưới giao thông đô thị đã được nâng cấp nhưng các công trình đầu tư xây dựng chưa đồng bộ. Mặt khác, các phương tiện tham gia giao thông ngày càng tăng, chất lượng phương tiện thấp, đặc biệt là số xe thuộc sở hữu tư nhân, trong khi đó các loại xe chuyên dùng để phun nước định kỳ cho các đường phố lại thiếu. Những yếu tố này hạn chế rất nhiều chất lượng không khí đô thị đặc biệt khu vực ở gần đường giao thông. Bên cạnh đó còn có những cơ sở công nghiệp, trung tâm công nghiệp nằm xen lẫn các khu dân cư, trong quá trình sản xuất gây ra tiếng ồn, ô nhiễm không khí như: Hợp tác xã cơ khí Sông Bằng, các cơ sở gia công đồ sắt, gia công khung nhôm, cửa kính, các cơ sở chế biến gỗ, đồ mộc dân dụng...

Do đó, bài báo thực hiện đánh giá diễn biến chất lượng môi trường không khí đô thị

[1] *Liên hệ tác giả:*
Email: nguyenthihong@humg.edu.vn

thành phố Cao Bằng nhằm giám sát, nhận diện tác động và đưa ra dự báo chất lượng môi trường không khí đô thị thông qua những kết quả đo đạc, phân tích, thống kê và chỉ số chất lượng không khí (AQI) từ đó đề xuất các giải pháp cải thiện chất lượng môi trường không khí trên địa bàn.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng

Bài báo tập trung đánh giá diễn biến chất lượng môi trường không khí khu vực trung tâm thành phố Cao Bằng (thông qua so sánh các thông số SO_2, NO_2, CO, TSP với QCVN hiện hành và chỉ số AQI).

2.2. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp khảo sát thực địa, lấy mẫu và phân tích mẫu

Lấy mẫu khí tại các vị trí có tính đại diện cho khu vực nghiên cứu, như: điểm giao thông có mật độ lưu thông lớn, khu dân cư, khu nhà máy và các khu vực lân cận. Tần suất quan trắc lấy mẫu là 3 đợt/năm, bao gồm: đợt 1 từ tháng 01/2019 đến tháng 04/2019; đợt 2 từ tháng 05/2019 đến tháng 8/2019; đợt 3 từ tháng 9/2019 đến tháng 12/2019.

Căn cứ vào mục tiêu chất lượng số liệu, phương pháp đo, phân tích và lấy mẫu không khí tuân thủ theo hướng dẫn của các tiêu chuẩn sau: TCVN 5978:1995 (ISO 4221:1980) về chất lượng không khí - xác định nồng độ khối lượng của lưu huỳnh điôxit trong không khí xung quanh - phương pháp trắc quang dùng thorin; TCVN 5971:1995 (ISO 6767:1990) về không khí xung quanh - xác định nồng độ khối lượng của lưu huỳnh điôxit - phương pháp Tetrachloromercurat (TCM) /Pararosanilin; TCVN 5972:1995 (ISO 8186:1989) về không khí xung quanh - xác định nồng độ khối lượng của carbon monoxit (CO) - phương pháp sắc ký khí; TCVN 5067:1995 về chất lượng không khí - phương pháp khối lượng xác định hàm lượng bụi; TCVN 6137:2009 (ISO 6768:1998) về không khí xung quanh - xác định nồng độ khối lượng của nitơ điôxit - phương pháp Griess-Saltzman cải biên. TCVN 7878-2:2010 về âm học - mô tả, đo và đánh giá tiếng ồn môi trường - Phần 2: Xác định tiếng ồn môi trường.

Bảng 1.Vị trí các điểm quan trắc không khí của thành phố Cao Bằng

TT	Vị trí lấy mẫu	Kí hiệu mẫu	Tọa độ	
			X	Y
1	KM8 điểm giao giữa QL34 và QL3, phường Đề Thám	KK-01A	2508671	0545999
2	Ngã Năm, Km5, phường Đề Thám	KK-01B	2509406	0547758
3	Ngã tư cầu mới Nà Cáp, phường Ngọc Xuân	KK-01C	2509018	0551393
4	Cổng Trường mẫu giáo 19-5, cách nhà máy Tuynel Ngọc Xuân 300m	KK-01D	2508553	0551733
5	Ngã tư đường Hoàng Đình Giong (QL4), Bế Văn Đàn	KK-01E	2507470	0551892
6	Đường tròn cạnh Khách sạn Bằng Giang, P. Hợp Giang	KK-01F	2507481	0552342
7	Ngã tư cầu Bằng Giang cách bến xe 50m, P. Sông Bằng	KK-01G	2507590	0552634
8	Cổng Nhà máy xi măng, phường Duyệt Trung	KK-01H	2503259	0555648
9	Km8, trước cổng Nhà máy luyện gang thép Cao Bằng	KK-01I	2501314	0556652

- Phương pháp tổng hợp xử lý số liệu

Sử dụng phần mềm Word, Excel để thống kê xử lý số liệu phân tích và thu thập được. Tổng hợp các kết quả về chất lượng môi trường không khí dưới dạng bảng, sơ đồ,

biểu đồ…và so sánh với Quy chuẩn môi trường Việt Nam hiện hành (QCVN 26:2010 /BTNMT; QCVN 05:2013 /BTNMT; và QCVN 06:2009/ BTNMT) để đánh giá mức độ ô nhiễm không khí đô thị trên địa bàn thành phố Cao Bằng.

Sử dụng chỉ số chất lượng không khí (AQI_x) để đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường không khí đô thị [2 và 5]:

+ Giá trị AQI_x^h theo giờ của từng thông số x (CO, SO_2, NO_2, PM10, PM2.5):

$$AQI_x^h = \frac{TS_x}{QC_x}.100 \quad (1)$$

TS_x: Giá trị TB 1h của thông số x.

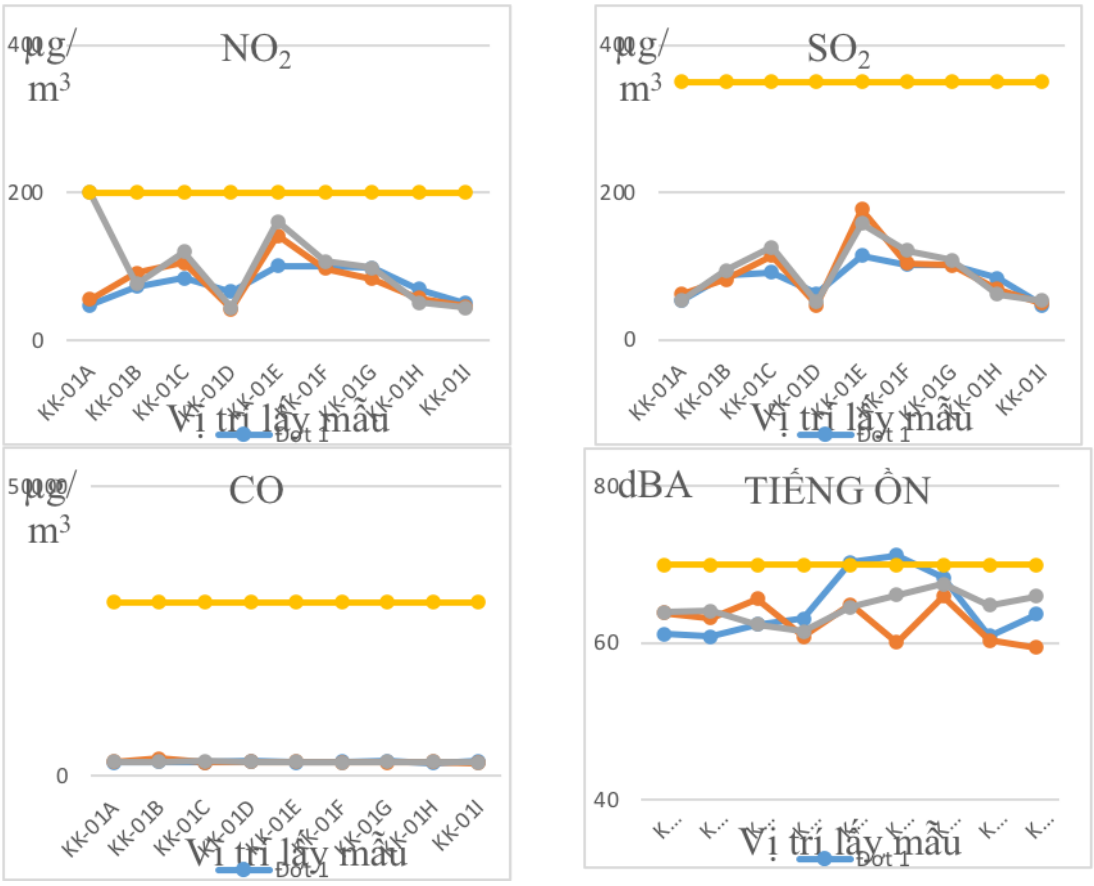
QC_x: Giá trị quy chuẩn trung bình 1h của thông số x.

+ Giá trị AQI^h theo giờ:

$$AQI^h = \max(AQI_x^h) \quad (2)$$

3. Kết quả và thảo luận

Kết quả đo đạc, phân tích, diễn biến chất lượng môi trường không khí đô thị thành phố Cao Bằng qua 3 đợt quan trắc được thể hiện trong hình dưới đây:



Hình 1. Biểu đồ diễn biến chất lượng môi trường không khí đô thị thành phố Cao Bằng qua từng thông số trong 03 đợt quan trắc vào năm 2019

Kết quả phân tích và xử lý thống kê số liệu các đợt quan trắc cho thấy:

- Hàm lượng CO, SO_2 trong không khí của thành phố Cao Bằng đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 05:2013/BTNMT (TB 1h). Điều này phản ánh môi trường không khí xung quang khu vực thành phố chưa bị ô nhiễm bởi CO, SO_2 chưa gây tác động xấu đến môi trường. Nồng độ CO, SO_2 có xu hướng giảm dần.

- Hàm lượng NO_2 của mẫu không khí xung quanh thành phố Cao Bằng đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 05:2013/BTNMT (TB 1h). Nhìn chung, đối với chỉ tiêu NO_2 qua các đợt quan trắc có biến động nhiều nhưng chưa vượt quá giới hạn. Như tại điểm KK-01A (đợt 03) và KK-01E (đợt 02 và 03) có nồng độ vượt cao hơn các điểm còn lại nhưng vẫn đạt quy chuẩn cho phép.

- Hàm lượng bụi (TSP) tại các điểm KK-01B (đợt 01 và 03), điểm KK-01C (cả 03 đợt), điểm KK-01E (đợt 02 và 03), điểm KK-01F (đợt 01 và 03), điểm KK-01G (cả 03 đợt), điểm KK-01H (đợt 01) là những điểm vượt quá giới hạn cho phép của QCVN 05:2013/BTNMT (TB 1h). Các điểm vượt quá dao động từ 20-120 µg/m³. Một số điểm quan trắc nồng độ bụi TSP có xu hướng tăng: KK-01C, KK-01E,… đó là các ngã tư nút giao thông, đều vượt quy chuẩn cho phép.

- Mức độ ồn tại khu vực thành phố nhìn chung đều nằm trong giới hạn cho phép của QCVN 26:2010/BTNMT (Khu vực thông thường). Tiếng ồn tại một số điểm như KK-01E (đợt 01), KK-01F (đợt 01) đã vượt 0,3-1,2 dBA so với QCVN 26:2010/BTNMT. Tuy nhiên, đã có dấu hiệu giảm đáng kể trong đợt 2, 3 và đều đạt mức cho phép. Tiếng ồn được gây ra chủ yếu từ các phương tiện giao thông, khu ngã tư giao thông trong giờ cao điểm.

Kết quả đánh giá chất lượng môi trường theo chỉ số AQI

Kết quả tính toán giá trị AQI theo công thức 1 và 2 tại các vị trí trong từng đợt quan trắc năm 2019 tại khu vực trung tâm thành phố Cao Bằng được thể hiện trong bảng 2. Trong đó, giá trị AQI chủ đạo là màu vàng và da cam, đồng nghĩa với chất lượng môi trường tại hầu hết các vị trí đều ở mức trung bình và cảnh báo kém gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người.

Tác nhân gây ô nhiễm chính (theo AQI) là hàm lượng bụi (TSP). Nồng độ bụi lơ lửng cao, trong đó có bụi mịn PM10, bụi siêu mịn PM2.5 nếu kết hợp với khí CO hay SO2, NO2 nhiều thì sẽ cản trở hemoglobin kết hợp oxi khiến cho tế bào cơ thể bị thiếu oxi và gây ra các kích ứng về mắt, mũi, họng, phổi... gây bệnh viêm phế quản mạn tính, suy giảm chức năng phổi và làm nặng thêm tình trạng bệnh hen và bệnh tim ở người bệnh. Ngoài ra, còn có khả năng ảnh hưởng đến cấu trúc ADN do lượng oxy cung cấp cho cơ thể bị cản trở và các tế bào bị hủy hoại [4, 7 và 8].

4. Kết luận và đề xuất

4.1. Kết luận

Ngoài các thông số đo nhanh về vi khí hậu, thì các thông số đề cập đến trong bài báo được đánh giá là hầu hết nằm trong giới hạn quy chuẩn cho phép. Tuy nhiên, mức độ ồn và nồng độ bụi lơ lửng vượt quá giới hạn quy chuẩn cho phép. Cụ thể:

- Mức ồn với 5% số liệu quan trắc đợt 1 vượt QCVN 26:2010/BTNMT;
- Mức ồn với 2,5% số liệu quan trắc đợt 3 vượt QCVN 26:2010/BTNMT;
- Nồng độ bụi với 12,5% số liệu quan trắc đợt 1 vượt QCVN 05:2013/BTNMT;
- Nồng độ bụi với 7,5% số liệu quan trắc đợt 2 vượt QCVN 05:2013/BTNMT;
- Nồng độ bụi với 12,5% số liệu quan trắc đợt 3 vượt QCVN 05:2013/BTNMT.

Hầu hết các điểm có nồng độ bụi lơ lửng và tiếng ồn vượt quá quy chuẩn cho phép tập trung tại khu vực đông dân cư và các điểm nút giao thông có mật độ giao thông cao. Theo kết quả AQI tính theo nồng độ bụi (trừ điểm KK-01A đợt 3 tính theo NO_2) thì dao động trong khoảng tử 60-130, nằm trong thang đánh giá chất lượng môi trường không khí thành phố Cao Bằng (tại thời điểm đánh giá) ở mức trung bình đến kém.

4.2. Nguyên nhân và đề xuất giải pháp

Môi trường không khí đô thị thành phố Cao Bằng đang bị ô nhiễm chủ yếu do nồng độ bụi cao. Các nguồn phát sinh bụi chủ yếu: i) từ quá trình đốt nhiên liệu hóa thạch của các các phương tiện giao thông cơ giới, như ô tô, xe mô tô, xe gắn máy; ii) từ các cơ sở sản xuất công nghiệp, thủ công nghiệp trên địa bàn thành phố; iii) từ các hoạt động xây dựng mới và sửa chữa các công trình nhà cửa, giao thông, hạ tầng kỹ thuật đô thị; iv) từ hoạt động vận chuyển nguyên vật liệu rời, nhất là vận chuyển đất cát; v) từ hoạt động sinh hoạt của con người, sự xuống cấp của các công trình công cộng, làm mất mỹ quan môi trường đô thị, mất vệ sinh chung làm bụi dễ phát tán, khuếch tán ra môi trường xung quanh.

Căn cứ vào các vấn đề tồn tại, cũng như xác định nguồn phát sinh bụi, có thể đề xuất một số giải pháp nhằm giảm thiểu bụi, cải thiện chất lượng không khí đô thị trên địa bàn thành phố Cao Bằng:

- Đẩy mạnh tuyên truyền, phổ biến, giáo dục và hướng dẫn thực hiện các quy định BVMT. Huy động sự tham gia tích cực của cộng đồng, các cơ sở sản xuất, tổ chức xã hội trong công tác BVMT không khí nói riêng và BVMT thành phố nói chung;
- Tập trung kiểm soát, kiểm tra và xử lý nghiêm ngặt các nguồn thải bụi từ các hoạt động xây dựng mới và sửa chữa các công trình nhà cửa, công trình giao thông, hệ thống hạ tầng kỹ thuật đô thị (cấp nước, thoát nước, cấp điện, cấp gas, hệ thống thông tin...);
- Quét dọn đường xá, vỉa hè, tưới nước rửa đường thường xuyên; thực hiện thu gom, vận chuyển và xử lý đúng kỹ thuật vệ sinh 100% rác thải của đô thị. Giáo dục nhân dân giữ gìn vệ sinh đường phố, không vứt rác ra đường hoặc vứt rác ra cống rãnh, kênh mương thoát nước;
- Ưu tiên đầu tư hoàn thiện hệ thống quan trắc môi trường không khí, như hệ thống quan trắc môi trường không khí tự động, liên tục, cố định;
- Thực hiện tốt quy hoạch đô thị, tạo không gian xanh, thông thoáng, tăng diện tích, chăm sóc và bảo vệ cây xanh trên địa bàn thành phố.

Tài liệu tham khảo

1. Phạm Ngọc Đăng (2020). Đánh giá diễn biến chất lượng không khí một số đô thị nước ta và đề xuất giải pháp cải thiện. Tạp chí Môi trường, số 2, 28-31.
2. Tổng cục Môi trường (2019). Quyết định số 1459/QĐ-TCMT về việc ban hành Hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI).
3. The IEA's second Global Energy and CO2 Status Report (2019). Provides a snapshot of recent global trends and developments across fuels, renewable sources, and energy efficiency and carbon emissions, in 2018.
4. Von Schneidemesser, E., Steinmar, K., Weatherhead, E. C., Bonn, B., Gerwig, H., & Quedenau, J. (2019). Air pollution at human scales in an urban environment: Impact of local environment and vehicles on particle number concentrations. Science of The Total Environment, 688, 691–700.
5. Van Poppel, M., Peters, J., & Bleux, N. (2013). Methodology for setup and data processing of mobile air quality measurements to assess the spatial variability of

concentrations in urban environments. Environmental Pollution, 183, 224–233.
6. Goodsite, M. E., & Hertel, O. (2012). Urban Air Quality urban air quality : Sources urban air quality sources and Concentrations urban air quality concentrations. Encyclopedia of Sustainability Science and Technology, 11291–11311.
7. Santosa, S. J., Okuda, T., & Tanaka, S. (2008). Air Pollution and Urban Air Quality Management in Indonesia. CLEAN - Soil, Air, Water, 36(5-6), 466–475.
8. Chan, C. K., & Yao, X. (2008). Air pollution in mega cities in China. Atmospheric Environment, 42(1), 1–42.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

The PCDD/FS contaminated soil in A Luoi, rural area of Central Vietnam

Le Thi Hai Le[a1], Nguyen Duy Dat[b]

[a]*Faculty of Environment, Hanoi University of Natural Resources and Environment Vietnam*

[b]*Faculty of Chemical & Food Technology, Ho Chi Minh City University of Technology and Education, Viet Nam.*

Received: 12/3/2020; Revised: 12/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

A Luoi is a rural district, located in the west of Thua Thien Hue Province, in central Vietnam and adjacent to the Vietnam-Laos border. During the war, A Luoi district was sprayed with herbicides many times. Furthermore, A So former airbase is located in Dong Son Commune belong to A Luoi district, where the US Army had used for stored herbicides. In order to assess the contaminated status of PCDD/Fs in Aso airbase, soil and sediment samples were collected from 40 sites in study area of about 16ha, covering two adjacent zones A (herbicides storage area) and B which are different elevation. Seventeen 2,3,7,8-sustituted PCDD/Fs were analyzed using HRCG/HRMS following US EPA method 1613. Results indicate that mass concentrations of PCDD/Fs measured in zone A ranges from 95.0 to 4534 ng kg_{dw}^{-1} (4.58 to 746 ng TEQ kg_{dw}^{-1}), while mass concentrations of PCDD/Fs found in zone B are in range of 80.8-4150 ng kg_{dw}^{-1} (2.70-89.0 ng TEQ kg_{dw}^{-1}). The lower concentrations of PCDD/Fs observed in zone A are higher than those in zone B suggests that PCDD/Fs are shifted from zone A to zone B through surface soil erosion. Regardless of the predominance of OCDD in term of mass distribution, the main contributor of total TEQ concentration is 2,3,7,8-TCDD which is indicator of Agent Orange contamination, accounting for 91±9% and 72±17% in zones A and B, respectively. Comparing with the first investigation conducted about 20 year ago, the PCDD/Fs contamination in Aso airbase did not improve much, even worse for some sites which are lower elevation. Nevetheless, the article discuss what suitable technology should be done for dioxin remediation and land rehabilitation for an agricultural rural region.

Key Words: *Agent Orange; dioxin; 2,3,7,8 TCDD; soil contamination; remediation*

1. Introduction

Dioxins are a general description of a family of 75 similar related compounds commonly referred to as polychlorinated dibenzo dioxin (PCDD) congeners and 135 compounds referred as polychlorinated dibenzo furan (PCDF) congeners. These individual compounds have widely varying harmful effects, some are 105 folds as potent as others. This family is divided into eight groups of chemicals, called homologue groups, based on the number of chlorine atoms in the compound. 2,3,7,8-TCDD) is the most toxic of the PCDDs to mammals and has received the most attention. Notable characteristics of dioxins are their environmental persistence and their ability to accumulate within food chains. The lipophilic and hydrophobic properties of dioxin largely determine their distribution in the environment, as well as their fate and distribution in biological organisms, including humans [1].

[1] *Corresponding author:*
Email: lthle@hunre.edu.vn or drlhaile@gmail.com

During the Vietnam war, the US army conducted the Ranch Hand Operation (1962-1971) sprayed 77 millions litters of herbicides, also known as Agent Orange in a region south of former Demilitarized Zone at the 17 parallel in a southern Vietnam. Approximately one-third of the 1.5 million hectares on which the herbicide was applied was sprayed more than once and about 52,000 ha was sprayed more than 4 times. The spray was used on inland forests, cultivated soil (to destroy crops), and coastal mangrove forests. The sprays included several mixtures of herbicides; the most often used is being the so-called Agent Orange (AO), a mixture of 2,4-D (abbreviation for 2,4 dichloro-phenoxy acetic acid) and 2,4,5-T (abbreviation for 2,4,5- trichloro phenoxyacetic acid). Dioxins, particularly the most toxic congener of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, were identified as contaminants of this herbicide mixture (TCDD was formed as a by-product in the production of 2,4,5-T).

The average concentration of TCDD in AO was 13 mg/kg [2-4]. Unlike the sub-stances 2,4-D and 2,4,5-T that decompose relatively quickly (within months), dioxins are more stable and persist in the environment for decades. It is apparent that the concentra-tions of dioxins applied during the war in Vietnam have persisted in the environment until now.

A Luoi (formerly known as A Luoi Valley) is a rural district of Thua Thien-Hue province, located in the North Central Vietnam, in the high mountains of the A Luoi valley bordering Laos. The Aluoi Valley was one of the strategic focal points of the war in Vietnam. This was an integral part of the Ho Chi Minh trail where was used as the transported road weapons and foods for Vietnam Army. Therefore, Aluoi was heavily sprayed from approximately 1965 to 1970 principally with Agent Orange and to a lesser extent, Agent Blue and Agent White (Fig.1). In addition The US Army has been used the former military A So airbase to located in Dong Son commune of A Luoi district, to store herbicides [4-6].

Various adverse effects of dioxins on human health have been reported including: cancer risk, immune deficiency, reproductive and developmental abnormalities, central and peripheral nervous system pathology, endocrine disrup-tion, decreased pulmonary functions and bronchitis, altered serum testosterone level, eyelid pathology, nausea, vomiting, loss of appetite, skin rashes, hypertrichosis, liver damage, elevated serum cholesterol and triglycerides, and enamel hypomineralization of permanent first molars in children [7-10]. An increased risk of mortality was associated with high levels of expo-sure to dioxins. Health consequences for Viet-nam war veterans exposed to Agent Orange sprays, such as an increased risk of prostate cancer and immunotoxicological effects are frequently discussed in this context [11-13].

Investigations on dioxin contamination levels were usually conducted in hot spot areas such as Dang Nang and Bien Hoa. However, very few studies have been conducted in rural areas like A Luoi, only one of Hadfield's was conducted in 1996-1999. Hadfiel have been found TCDD concentration in the environment (muddy soil, organisms) and even in the blood of people living in A Luoi [9].

In this study, an effort was made to provide a better understanding the current dioxin contamination in A Luoi district after 50 years the war ended.

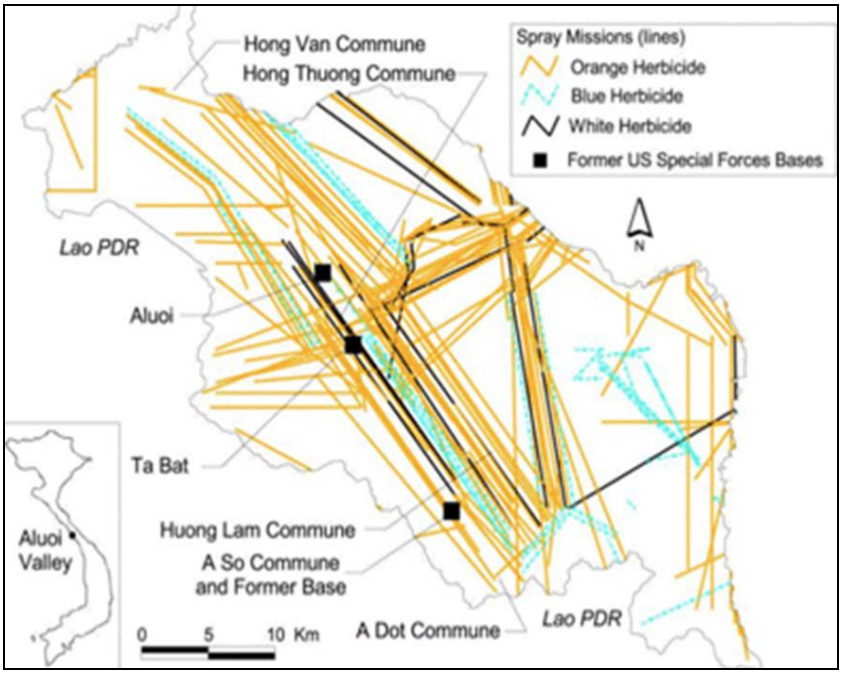


Fig.1. Map of herbicide spraying in A Luoi valley **[2]**

At the same time, the characteristics of dioxin source and their spreads in this area are identified. The results will help to identify the extension and scale of the contamination and thus provide useful information for environmental remediation and effect mitigation measurements in this area.

2. Materials and Methods

2.1.Sampling

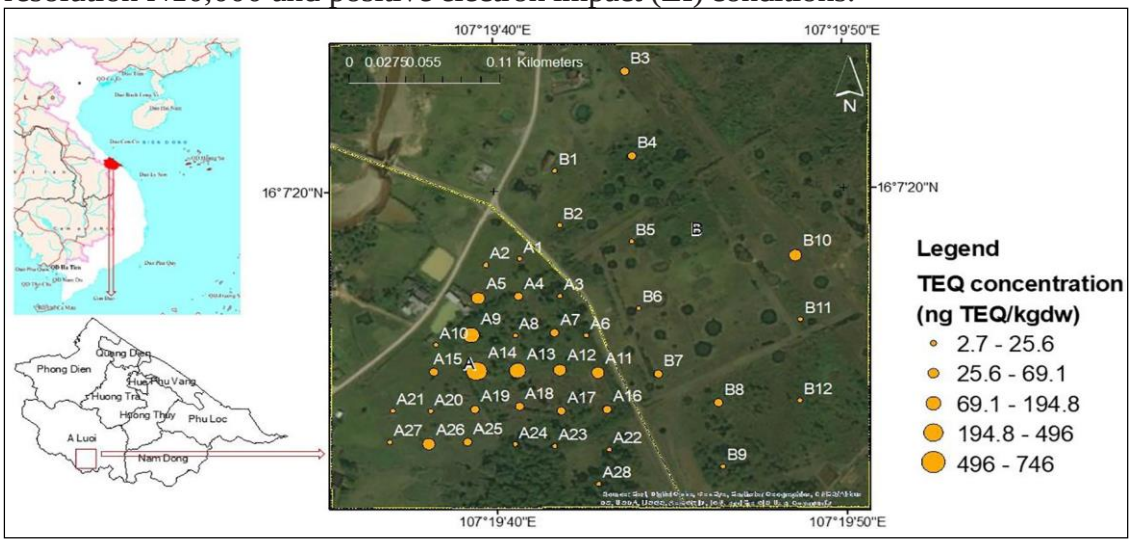
This study was conducted in April and May 2014 with 40 sampling sites in the contaminated areas of A Luoi. The sites were divided into zone A (28 sites) and zone B (12 sites) with the approximate areas of 51,200 and 107,300 m^2, respectively (Fig. 2). The topography of zone A (579.5 m, on average) appears to be higher than zone B (578.5 m, on average). During the Vietnam War, zone A was storage for herbicides; therefore, soil samples were collected in zone B in order to assess the transport of PCDD/Fs from zone A to zone B. Among 40 sampling sites, four sites (A6, A13, A15 and B4) are bomb craters, where four surface sediment samples (0–10 cm) were collected using a stainless-steel Ekman dredge following USEPA sampling method. All samples were transferred into pre-cleaned glass jars to be transported to the laboratory and kept at −20 °C until pretreatment and analysis.

2.2 Analysis of PCDD/Fs

Analytical procedure for seventeen 2,3,7,8-substituted PCDD/Fs followed US EPA method (M.1613) with minor modifications considering available recent advanced techniques. All modifications were adequately validated prior to regular usage. The soil and sediment samples were dried at room temperature, crushed and sieved to b1 mm. Briefly, 2 g of sample was then spiked with ^{13}C-PCDD/Fs surrogates and ex- tracted by pressurized liquid extraction in 60 min with DCM:hexane (10:90, v/v) at 120 °C and 1700 psi. Cleanup steps were performed by the Fluid Management Systems (FMS, USA) following

the recommended procedure by the manufacturer (FMS, 2008) and were validated in our laboratory. Basically, pre-packed silica column (Silica #PCBS-ABN-STD, FMS), alumina column (Alumina #PCBA-BAS-011, FMS) and carbon col- umn (Carbon#PCBC-CCE-034) were used for cleanup and fractionation of PCDD/Fs. Finally, ^{13}C-labelled recovery standards were added to the concentrated aliquot of the sample and further evaporated under gentle nitrogen stream to 20 µL prior to analysis.

Data were obtained in the selected ion record mode using gas chro- matography (Agilent 7890A, Agilent, USA) coupled with high- resolution mass spectrometer (Micromass Auto Spec Ultima system, Waters, UK). Separation and quantification were conducted using a DB5-MS capillary column (60 m × 0.25 µm, i.d. × 0.25 µm film thickness, J & W Scientific Inc., Folsom, CA). The oven temperature program was set as follows: 140 to 220 °C at 5 °C/min, kept at 220 °C for 16 min, in- creased from 220 to 235 °C at 5 °C/min, kept at 235 °C for 7 min, in- creased from 235 to 330 °C at 5 °C/min and kept at 330 °C for 4 min. The injector and interface temperatures were set at 290 and 250 °C, re- spectively. The mass spectrometer was operated with a resolution N10,000 and positive electron impact (EI) conditions.



3.Results and Discussion

3.1. Concentration of PCDD/Fs in soil and sediment samples

The TEQ concentrations of PCDD/Fs measured in surface soil and sediment samples collected in the study area are presented in Fig. 2. The spatial distribution of mass concentrations measured in soil sample is shown in Fig. 2. Generally, the average concentration of PCDD/Fs measured in soil collected in zone A (852 ± 864 ng kgdw−1 or 91.1 ±167 ng TEQ kgdw−1) is considerably higher than that collected in zone B (689 ± 468 ng kgdw^{-1} or 28.7 ± 28.8 ng TEQ kgdw^{-1}). The concentrations of PCDD/Fs measured in soil collected in zone A ranged from 95.0 to 3322 ng kgdw^{-1} (4.58 to 746 ng TEQ kgdw^{-1}),while the concentrations of PCDD/Fs found in zone B were in the range of 80.8–1613 ng kgdw^{-1} (2.70–89.0 ng TEQ kgdw^{-1}). The higher concentration of PCDD/Fs measured in zone A compared with that in zone B might be due to the fact that zone Awas the herbicide storage area during the Vietnam War. The spatial distribution of PCDD/Fs suggests that PCDD/Fs diffuse from the central area of zone A to surrounding area (including zone B, which is of lower elevation compared with zone A).

Additionally, the TEQ concentrations measured in sediments collected from bomb craters in both zones A and B were in the range of 22–358 ng TEQ kgdw^{-1}. The average mass concentration of PCDD/Fs measured in sediments collected in both zones was 2831 ± 1625 ng kgdw^{-1}, (in the range of 497–4534 ng kgdw^{-1}), which is significantly higher than that measured in soil samples (802 ± 768 ng kgdw^{-1}). The results reveal that PCDD/Fs were strongly accumulated in bomb craters, which might result from the drifting of surface soil between close-by areas during storm evens. Similar result was reported by [14] for soil and sediment
collected in Ya-Er Lake area,whichwas heavily polluted by PCP-Na production.

The results obtained from the study conducted by [14, 15] also indicated that the higher accumulation of PCDD/Fs and other pollutants in sediment compared with that in soil was related to organic carbon (OC) content and particle size.[15] indicated that OC content measured in sediment was higher than that in soil, while the high POP levels accumulated in soil were associated with its high levels of OC content [16-18]. Therefore, the higher OC content and particle size of sediment might result in the higher levels of PCDD/Fs in sediment compared with that in soil.

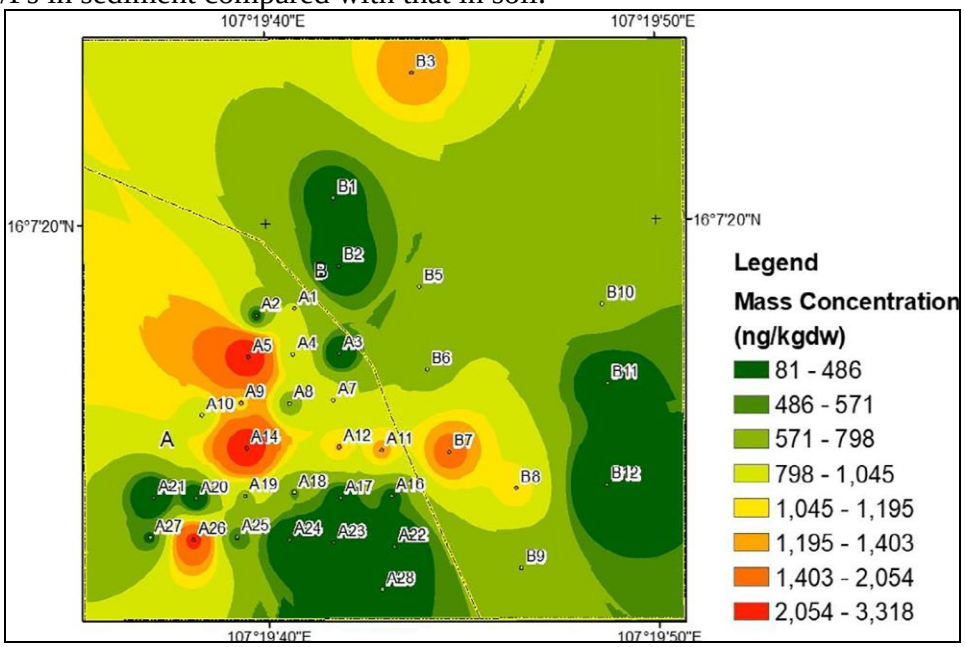


Fig. 3. Spatial distribution of PCDD/Fs observed in soil samples collected from A-So former airbase

In zone A, the highest mass concentrationwas found at A5 (3322 ng kgdw^{-1}), followed by A14 (3296 ng kgdw^{-1}) and A26 (3296 ng kgdw^{-1}), while in zone B, the highest mass concentration was measured at B7 (1623 ng kgdw^{-1}), followed by B3 (1338 ng kgdw^{-1}) and B8 (1150 ng kgdw^{-1}). For the TEQ concentrations, the highest value was found at A14 (746 ng TEQ kgdw^{-1}), followed by A9 (496 ng TEQ kgdw^{-1}). These levels were significantly lower than the highest concentration measured in the Bien Hoa's AO hotspot (up to 962,000 ng TEQ kgdw^{-1}). However, these levels were comparable with many samples collected in AO hotspots of Da Nang and Bien Hoa (9, 13). Furthermore, the concentrations of PCDD/Fs in these samples exceeded the standard limit of 300 ng

TEQ kgdw^{-1}, issued by the Vietnam National technical Regulatory QCVN:45/2012/BTNMT [19]. Therefore, this area needs to be remediated before other land-use plans are to be devised. Further, three samples collected in zone A (A12, A12, A11) showed higher concentrations (138 to 195 ng TEQ kgdw^{-1}) than the standard limit of 120 ng TEQ kgdw^{-1}, which is regulated for soil to be used for farming/gardening purpose (MONRE, 2012). All samples collected in zone B showed PCDD/Fs levels lower than100 ng TEQ kgdw^{-1}. Many samples (including A4, A7, A15, A19, A16, B3, B4, B7 and B10) showed PCDD/Fs concentrations higher than 40 ng TEQ kgdw^{-1} (standard limit for soil to be used for short-term crops) (Vietnam MONRE, 2012). Furthermore, PCDD/Fs

Concentrations measured in most of soil samples (excluding B12) collectedwere higher than the limit of 4 ng TEQ kgdw^{-1} issued by Canadian Environmental Quality Guideline [20] for agricultural, residential, commercial and industrial purposes. The TEQ concentrations of PCDD/Fsmeasured in surface soil samples

collected from A-So airbase ranged from 2.7 to 496 ng TEQ kgdw^{-1},which were comparable or even higher than those reported by [21] for surface soil samples collected in 1999 (4.9–360 ng TEQ kgdw^{-1}). This result indicates twenty years after the first investigation, PCDD/F contamination in A-So airbase did not significantly improve. Therefore, remediation projects are urgently needed to mitigate the transport of PCDD/Fs to other regions surrounding A-So airbase.

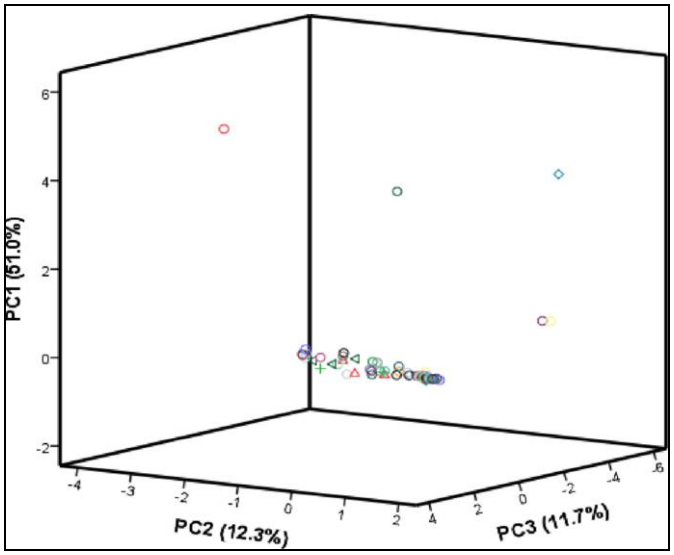


Fig.4. PCA score plot of 2,3,7,8-substituted PCDD/Fs.

3.2. Contribution of other suspected sources to PCDD/Fs in soil and sediment

PCA analysis based on the relative contribution of PCDD/F indicates that the first three PCs (eigenvalue N1) accounted for 74.0% of the total variability in samples. Results of PCA analysis of PCDD/Fs in potential sources and soil and sediment samples are presented in Fig. 4. The PCA score plot based on the relative contribution of 2,3,7,8-substituted PCDD/Fs reveals that suspected industrial sources including PCP-Na, PCP, MWI, EAF and SCS were separately located, and other samples gathered into one group composing all soil samples collected in this study and two AO hotspots in Vietnam.

Interestingly, three ambient air samples were located in the same group with soil samples [14-18]. The result indicates that PCDD/Fs in soil and sediment samples collected were more related to AO used many years ago and PCDD/Fs deposition from ambient air. Furthermore, the results also reveal that no suspected industrial-related sources might contribute to PCDD/F contamination in soil and sediment.

4. Conclusions

Based on the investigation of PCDD/F occurrence in soil and sediment samples collected from A-So airbase, it is concluded that the level of PCDD/Fs contamination in the airbase has not improved much since the first investigation conducted 20 years ago. The TEQ concentrations measured in 40 soil and sediment samples ranged from 2.7 to 746 ng TEQ $kgdw^{-1}$, which would need appropriate remediation before the land can be used for agricultural and/or living purposes. The concentrations of PCDD/Fs observed in zone Awere higher than those in zone B and similar distribution of PCDD/Fs in surface soil and sediment collected from both zones A and B suggest that PCDD/Fs were shifted fromzone A to zone B through surface soil erosion. However, the distributions of PCDD/Fs in soil layers collected in zone A significantly differed from those in zone B. Different distributions of PCDD/Fs in different soil layers were found for zone B, while similar distributions of PCDD/Fs were found for zone A. The top soil layer (b1 m) was found to contribute 81–95% to the total PCDD/Fs in the study area, indicating that remediation projects should focus on this layer. The predominance of 2,3,7,8-TCDD and results obtained from PCA analysis indicate that AO is the main source of PCDD/Fs contamination. Urgent and appropriate methods should therefore be devised for effective isolation and removal of PCDD/Fs. This study can be of value in (i) enriching the materials of AO contamination status for land-use management and planning, and for the prote tion of the ecological environment; (ii) conveying information about PCDD/F contamination to the public; and (iii) calling attention for more research effort focusing on the impacts of PCDD/F contamination on human health and wellbeing in the study area and its surrounding.

Acknowledgment

The authors gratefully acknowledge the financial support provided by the Ministry of Natural Resource and Environment, Vietnam for the project named “Assessment of the current environmental status, proposing solution to recovery arable land and policies to support people in dioxin contaminated areas by sprayed herbicides during the Vietnam War”, (Approved by the Decision No. 480/QD-BTNMT of April 2013 of the Minister of Natural Resource and Environment).

References

1. Van Der Berg, M., Birnbaum, L.S., Denison, M., De Vito, M., Farland, W., Feeley, M., 2006. The 2005WHO revaluation of human and mammalian toxic equivalent factors for dioxin and dioxin-like compounds. Toxicol. Sci. 93, 223–241.
2. Cecil, P.F., 1986. Herbicidal Warfare: The RANCH HAND Project in Viet Nam. Praeger, New York, p. 290.
3. Young, A.L., 2009. The History, Use, Disposition and Environmental Fate of Agent Orange. Springer-Verlag, New York, USA.

4. Stellman, J.M., Stellman, S.D., Christian, R., Weber, T., Tomasallo, C., 2003. The extent and patterns of usage of Agent Orange and other herbicides in Vietnam. Nature 422,681–687.
5. Zaffiri, S., 1988. Hamburger Hill. Presidio Press, Novato, CA, p. 304
6. Banout, J., Urban, O., Musil, V., Szakova, J., Balik, J., 2014. Agent Orange footprint still visible in rural areas of central Vietnam. J. Environ. Public Health 528
7. Brodsky, E.S., Shelepchikov, AA., Feshin, D.B., Roumak, V.S., Umnova, N.V., Kuznetsov, A.N., Sau, T.K., Truong, N.X., Pavlov, D.S., 2009. The current level of Dioxin pollution in the area of large scale spraying of Agent Orange in Vietnam. Dokl. Biol. Sci. 429,
8. Dwernychuk, L.W., Cau, H.D., Hatfield, C.T., Boivin, T.G., Hung, T.M., Dung, P.T., Thai, N.D.,2002. Dioxin reservoirs in southern Viet Nam—a legacy of Agent Orange.Chemosphere 47, 117.
9. Hatfield Consultants, 2009. Comprehensive Assessment of Dioxin Contamination in Da Nang Airport, Viet Nam: Environmental Levels, Human Exposure and Options for Mitigating Impacts.
10. Hue, N.T.M., Nam, V.D., Thuong, N.V., Huyen, N.T., Phuong, N.T.H., Hung, N.X., Tuan, N.H., Son, L.K., Minh, N.H., 2014. Determination of PCDD/Fs in breast milk of women living in the vicinities of Da Nang AO hot spot (Vietnam) and estimation of the infant's daily intake. Sci. Total Environ. 491–492, 212–218.
11. Mai, T.A., Doan, T.V., Tarradellas, J., Alencastro, L.F., Grandjean, D., 2007. Dioxin contamination in soils of Southern Vietnam. Chemosphere 67, 1802–1807.
12. Manh, H.D., Kido, T., Tai, P.T., Okamoto, R., Honma, S., Liang, S.X., Anh, L.T., Maruzeni, S.,Nghi, T.N., Nishijo, M., Nakagawa, H., Nhu, D.D., Tung, D.V., Hung, N.N., Son, L.K., 2015. Levels of polychlorinated dibenzodioxins and polychlorinated dibenzofurans in breast milk samples from three dioxin-contaminated hotspots of Vietnam. Sci.Total Environ. 511, 416–422.
13. Minh, N.H., Thuong, N.V., Hue, N.T.M., Hung, N.X., Thang, N.M., 2015. Characterization of
14. Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins and Dibenzofurans in Soil and Biota at the Bien Hoa Agent Orange Hotspot in Vietnam. Dioxin.
15. Wu,W.Z., Schramm, K.W., Henkelmann, B., Xu, Y., Yediler, A., Kettrup, A., 1997. PCDD/Fs, PCBs, HCHs and HCB in sediments and soils of Ya-Er Lake area in China: results on residual levels and correlation to the organic carbon and the particle size. Chemosphere 34, 191–202.
16. Means, J.C.,Wood, S.G., Hassett, J.J., Banwart,W.L., 1980. Sorption of polynuclear aromatic hydrocarbons by sediments and soils. Environ. Sci. Technol. 14, 1524–1528
17. Nam, J.J., Gustafsson, O., Kurt-Karakus, P., Breivik, K., Steinnes, E., Jones, K.C., 2008. Relationships between organic matter, black carbon and persistent organic pollutants in European background soils: implications for sources and environmental fate. Environ. Pollut. 156, 809–817
18. Ngo, T.H., Hien, T.T., Thuan, N.T.,Minh, N.H., Chi, K.H., 2017. Atmospheric PCDD/F concentration and source apportionment in typical rural, Agent Orange hotspots, and industrial areas in Vietnam. Chemosphere 182, 647–655.
19. Nguyen, D.-D., Tsai, C.-L., Hsu, Y.-C., Chen, Y.-W.,Weng, Y.-M., Chang, M.B., 2017. PCDD/Fs and dl-PCBs concentrations in water samples of Taiwan. Chemo-

sphere 173, 603–611.
20. Vietnam MONRE, 2012. QCVN 45:2012/BTNMT National Technique Regulation on allowed Limits of Dioxin in Soils
21. CCME 2002. Canadian Environmental Quality Guideline for the Protection of Environmental and Human Health:
22. Dwernychuk, L.W., Cau, H.D., Hatfield, C.T., Boivin, T.G., Hung, T.M., Dung, P.T., Thai, N.D., 2002. Dioxin reservoirs in southern Viet Nam—a legacy of Agent Orange. Chemosphere 47, 117.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu đề xuất công nghệ xử lý nước thải y tế nhiễm xạ bệnh viện Vietsing

Nguyễn Thị Thúy Hằng[a1]
[a]*Viện Vật lý – Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam*

Ngày nộp bài:11/3/2020; Ngày chấp nhận:15/10/2020; Ngày đăng bài: 20/11/2020

Tóm tắt

Hiện nay trên địa bàn Hà Nội các bệnh viện lớn đang bị quá tải đặc biệt là các bệnh viện chuyên khoa về ung bướu. Nhằm giảm thiểu tình trạng trên Công ty Cổ phần Y học Rạng Đông thực hiện đầu tư xây dựng Bệnh viện VietSing có 19 khoa khám chữa bệnh. Nguồn nước thải phát sinh của bệnh viện gồm nước thải sinh hoạt và nước thải y tế từ các phòng điều trị, phòng vệ sinh của bệnh nhân và cán bộ làm việc tại bệnh viện. Đặc biệt là tại phòng điều trị hóa chất khoa ung bướu, phòng rửa ảnh x-quang... sẽ phát sinh nước thải chứa phóng xạ. Đây là nguồn nước thải đặc thù rất nhạy cảm và khó xử lý. Theo thống kê, khoảng 44% các bệnh viện trên cả nước có hệ thống xử lý nước thải y tế, tuy nhiên được thiết kế đã lâu, công nghệ chưa đảm bảo, biện pháp xử lý nước thải nhiễm xạ còn hạn chế... Bài báo bước đầu đề xuất sơ bộ công nghệ xử lý nước thải y tế nhiễm xạ tại Bệnh viện đa khoa Vietsing để tìm cách khống chế ô nhiễm nguồn thải này. Đây là cơ sở cho các giải pháp xử lý nước thải y tế tại các đơn vị y tế có quy mô vừa và nhỏ (<500 giường bệnh).

Từ khóa: *bệnh viện, nước thải, phóng xạ*

1. Giới thiệu chung

Hiện nay, toàn cầu có 23 triệu người đang mắc ung thư, mỗi năm có hơn 14 triệu người mắc mới và 8,2 triệu người tử vong. Việt Nam cũng là một trong số những nước có tỉ lệ mắc ung thư cao trên thế giới (thuộc nhóm 2), mỗi năm có khoảng 115.000 người chết vì ung thư, tương ứng 315 người/ngày. Từ nhu cầu đó, Công ty Cổ phần Y học Rạng Đông thực hiện đầu tư xây dựng Bệnh viện Vietsing tổ chức thành 19 Khoa chuyên nghành, trong đó Khoa u bướu có nhiệm vụ "khám, phát hiện, điều trị, tư vấn và chăm sóc cho bệnh nhân ung bướu (ung thư và khối u)". Trong quá trình điều trị ung thư bằng các phương pháp vật lý như chiếu xạ, xạ trị áp sát không trực tiếp phát sinh nước thải phóng xạ. Tuy nhiên có một lượng nước thải phát sinh gián tiếp từ phòng điều trị hóa chất, nước rửa chân tay, dụng cụ, sinh hoạt của bệnh nhân và cán bộ làm việc tại khoa có chứa phóng xạ. Loại nước thải này tuy có số lượng không lớn nhưng tiềm ẩn nhiều nguy cơ gây các rủi ro sự cố với môi trường, cần thiết phải xử lý trước khi thải ra nguồn tiếp nhận.

Bài báo bước đầu tập trung đề xuất sơ bộ công nghệ xử lý nước thải y tế nhiễm xạ tại Bệnh viện Vietsing để tìm cách khống chế ô nhiễm nguồn thải này. Đây là cơ sở cho các giải pháp xử lý nước thải y tế gồm cả nước thải nhiễm xạ tại các đơn vị y tế có quy mô vừa và nhỏ (<500 giường bệnh).

[1] *Tác giả liên hệ:*
Email: nguyenhang214@gmail.com

2. Cơ sở lựa chọn dây chuyền công nghệ xử lý nước thải (XLNT) bệnh viện Vietsing

2.1. Thành phần và tính chất của nước thải bệnh viện

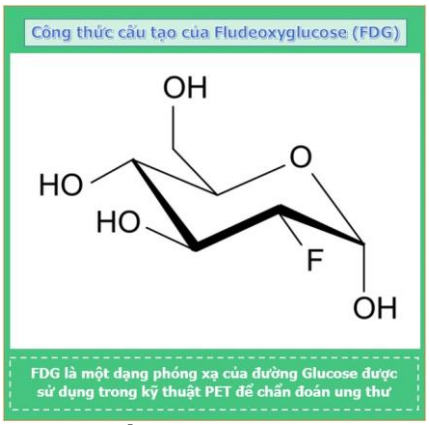
Tham khảo các bệnh viện có cùng quy mô và chế độ vận hành, nước thải bệnh viện có thành phần và tính chất gần giống nước thải sinh hoạt đô thị, tuy nhiên có chứa một số thành phần ô nhiễm đặc trưng. Nghiên cứu thành phần nước thải một số bệnh viện ở XanhPecbua (Nga) cho thấy nồng độ dao động trong các giới hạn sau COD 102 – 141 mg/L, SS 180- 343mg/L, amoni (N) 23-63,1mg/L, chỉ số coli $55x10^7$ (Glenn F. Knoll, 2010).

Nghiên cứu của TS. Ngô Kim Chi, nước thải bệnh viện có các chỉ số đặc trưng BOD 180-280mg/L, COD 250-500mg/L, SS 150-300mg/L, H_2S 6-8mg/L, T-N 50-90mg/L, T-P 3-12 mg/L, coliforms 10^6-10^9 MPN/100mL (Ngô Kim Chi, 2010).

Tại các nghiên cứu trên, bước đầu đề cập đến chất phóng xạ trong nước thải, tuy nhiên mới dừng ở mức nêu nguồn phát sinh nhưng chưa đề cập đến chủng loại, thành phần, khối lượng... để làm cơ sở xây dựng các biện pháp xử lý phù hợp.

Nước thải bệnh viện xuất phát từ các thiết bị vệ sinh và sử dụng nước trong các khu nhà vệ sinh, nhà tắm, giặt giũ… Phần lớn các loại nước thải này có hàm lượng chất hữu cơ và cặn lơ lửng cao, chứa nhiều khuẩn gây bệnh. Trong một số bộ phận khám bệnh và điều trị bằng phương pháp vật lý như X-quang, chiếu xạ… có thể hình thành một lượng nhỏ nước thải chứa các chất ô nhiễm phóng xạ đặc trưng.

Theo Thuyết minh Dự án Bệnh viện Vietsing, dự tính lượng nước thải của Bệnh viện là 460 m^3/ngày đêm bao gồm nước thải sinh hoạt và nước thải y tế (gồm cả nước thải nhiễm xạ) (Bệnh viện đa khoa Vietsing, 2017). Ước tính số lượng bệnh nhân điều trị tại khoa Ung bướu lớn nhất 12 người/ngày, ước tính lượng nước sử dụng 300 lít/ngày đêm, tương đương với 3,6 m^3/ngày, nước thải tính bằng 100% lượng nước cấp. Thuốc sử dụng tại khoa ung bướu của Bệnh viện là Floodoxyglucose (18F) (INN), hoặc fludeoxyglucose F18 (USAN và USP), thường được gọi là fluorodeoxyglucose và viết tắt là 18F hay18F-FDG, là một dược phẩm phóng xạ được sử dụng trong điều trị ung thư với thời gian bán phân hủy phóng xạ là 105-114,8 phút (Nguyễn Công Đức, Nguyễn Thị Phương Nam, nnk 2013).



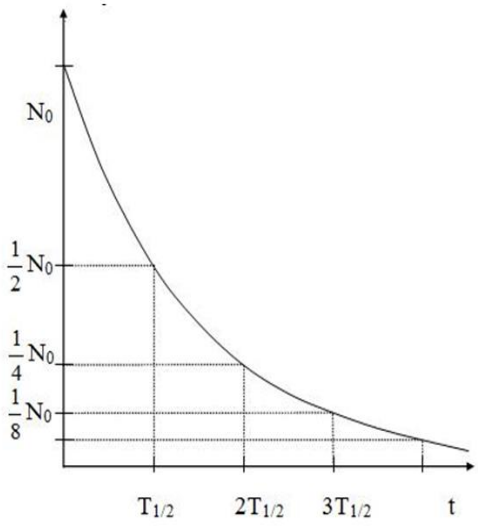
Hình 1. Công thức cấu tạo của Fludeoxyglucose (FDG)

Tuy nhiên một số nghiên cứu lại cho rằng: khoảng 80% hoạt động của flo-18 vẫn còn trong mô tế bào và tiếp tục được thải trừ với thời gian bán hủy 110 phút; một phần nhỏ khác của 18F-FDG, chiếm khoảng 20% tổng hoạt động floine-18 sẽ được bài tiết ra ngoài với thời gian bán phân hủy nhanh là khoảng 16 phút (Bộ xây dựng, 2008), (Viện sức khỏe nghề nghiệp và môi trường, 2004). Do đó nước tiểu của bệnh nhân sau mỗi lần xạ trị sẽ có chứa phóng xạ, đặc biệt trong vài giờ sau khi sử dụng 18F-FDG. Vì vậy cần thiết phải xử lý tách biệt nguồn thải để hạn chế tác động bất lợi đến các đối tượng nhạy cảm đặc biệt là trẻ sơ sinh, trẻ em, phụ nữ có thai.

2.2. Cơ sở lựa chọn công nghệ XLNT nhiễm xạ bệnh viện Vietsing

Trên thế giới cũng như Việt Nam áp dụng nhiều giải pháp công nghệ khác nhau để xử lý an toàn và triệt để nước thải đảm bảo tiêu chuẩn, quy chuẩn môi trường. Tuy nhiên hầu hết các hệ thống XLNT của các bệnh viện tại Hà Nội nói riêng và Việt Nam nói chung mới chỉ tập trung XLNT y tế thông thường, chưa chú trọng đến các yếu tố như nước thải nhiễm xạ.

Các yếu tố tác động đến lựa chọn công nghệ xử lý nước thải là: quy mô, kinh phí và quan trọng nhất là thành phần và tính chất của nước thải. Sau khi khảo sát thực tế địa hình hiện trạng, kiểm HTXLNT trong thiết kế cơ sở cho thấy, Bệnh viện đã quy hoạch xây dựng HTXLNT cho toàn Bệnh viện nhưng nước thải nhiễm phóng xạ chưa được tách riêng. Đồng thời khi sử dụng công nghệ hóa sinh kết hợp, nước thải phóng xạ sẽ không được xử lý. Bài báo nghiên cứu và đề xuất lựa chọn công nghệ XLNT nhiễm xạ là tách riêng nguồn thải và xử lý bằng biện pháp bán rã căn cứ theo phân loại chất thải phóng xạ của cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA). Trong 8 phương pháp xử lý chất thải phóng xạ, thì bán rã là phương pháp đơn giản và tiết kiệm chi phí nhất, tuy nhiên mấu chốt của phương pháp này là phải xác định được quy luật, thời gian phân rã của loại phóng xạ sử dụng. Bán rã là quá trình hạt nhân của các nguyên tử phóng xạ có khối lượng lớn tự vỡ thành các mảnh hạt nhân có khối lượng nhỏ hơn, làm giảm dần tính chất của nguồn phóng xạ tương ứng với giảm mức độ tác động đối với con người và hệ sinh thái.



Hình 2. Minh họa quá trình phân rã 18F-FDG

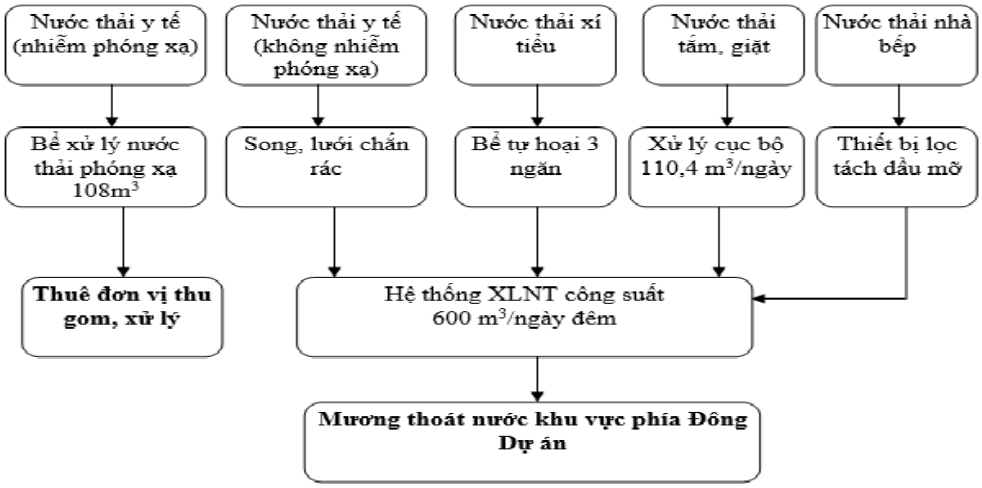
Tuy nhiên thời gian phân rã của 18F-FDG còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố ví dụ như: chuỗi phân rã phóng xạ của hạt nhân mẹ, sự tương tác của phóng xạ với vật chất, hiệu ứng quang điện... Trong phạm vi nghiên cứu này tạm sử dụng thời điểm phân rã hoàn toàn của 18F-FDG là 120 phút, kết hợp với số liệu của đơn vị cung cấp dược phẩm làm cơ sở đề xuất xây dựng HTXLNT nhiễm phóng xạ.

Cơ quan năng lượng nguyên tử Quốc tế (IAEA) chia chất thải phóng xạ làm 5 loại theo thời gian phân rã. Loại 1: Chất thải phóng xạ có chu kỳ bán rã dài ngày, mức hoạt độ phóng xạ cao; sau đó giảm dần về thời gian và mức độ từ loại 2 đến loại 5; Loại 5: Chất thải phóng xạ có chu kỳ bán rã ngắn ngày, mức hoạt độ phóng xạ thấp. Như vậy khi đối chiếu, nước thải phóng xạ Bệnh viện Vietsing thuộc loại 5 với thời gian bán rã khoảng 120 phút. Đây là cơ sở để xây dựng biện pháp xử lý nước thải.

3. Đề xuất biện pháp xử lý nước thải y tế Bệnh viện Vietsing

Nguồn nước thải phát sinh từ bệnh viện phần lớn từ nhà vệ sinh, khu vực rửa dụng cụ, nhà ăn, khu phẫu thuật, điều trị, khám, chữa bệnh, xét nghiệm, giặt giũ… Nếu không được xử lý triệt để trước khi xả thải ra môi trường sẽ làm mất cân bằng hệ sinh thái trong nguồn nước, và gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe con người, tạo nên nguy cơ ô nhiễm, lây lan dịch bệnh cho cộng đồng. Đặc biệt nước thải nhiễm xạ nếu không được xử lý xả trực tiếp vào nguồn tiếp nhận sẽ gây chết một số loài động vật và tác động tích lũy có thể gây đột biến gen và phát triển theo chiều hướng bất lợi.

Chính vì tầm quan trọng đó mà bài báo đề xuất đầu tư xây dựng Hệ thống XLNT hiện đại bao gồm cả nước thải nhiễm xạ, được điều khiển tự động với công suất vận hành lên đến 600 m^3/ngày đêm, đảm bảo xử lý toàn bộ lượng nước thải phát sinh cả về thành phần và tính chất trong quá trình hoạt động của Bệnh viện.



Hình 2. Sơ đồ hệ thống thu gom nước thải Bệnh viện

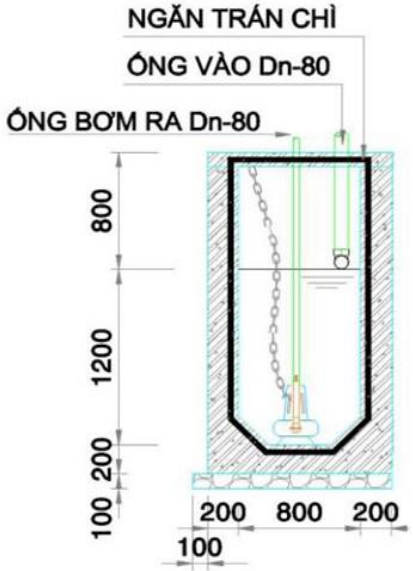
Hệ thống xử lý nước thải nhiễm xạ:

Hiện phương pháp bán rã là biện pháp đơn giản, hiệu quả và phù hợp với điều kiện của một nước đang phát triển như Việt Nam. Kết hợp với số liệu tính toán về thời gian bán rã của 18F-FDG là 120 phút, đề xuất tách riêng nguồn thải phóng xạ và xử lý bằng phương pháp bán rã. Nước thải nhiễm phóng xạ phát sinh từ khoa u bướu bao gồm: nước từ hoạt động rửa chân tay, rửa dụng cụ, tắm giặt, vệ sinh của bệnh nhân và

CBCNV làm việc tại khoa ung bướu theo ước tính là khoảng 3,6 m^3/ngày, thu gom theo hệ thống đường ống riêng biệt dẫn về bể chứa. Đề xuất xây dựng bể chứa nước thải phóng xạ dưới hệ thống tầng hầm với dung tích khoảng 5m^3. Sau đó, nước thải từ bể chứa 5m^3 được bơm vào bể XLNT phóng xạ để xử lý bằng phương pháp bán rã.

Cấu tạo bể XLNT phóng xạ: Với thời gian bán phân rã của 18-FDG là 120 phút. Xây dựng bể chứa nước thải phóng xạ có dung tích 108 m^3, chia làm 4 ngăn, (thời gian lưu nước của cả hệ thống được khoảng 30 ngày).

Nguyên lý hoạt động: Nước thải từ bể chứa 5 m^3 được bơm vào ngăn đầu tiên của bể XLNT phóng xạ, sau thời gian lưu chứa, tự chảy sang ngăn thứ 2, 3, 4. Thời gian lưu nước tại mỗi ngăn khoảng 5-7 ngày đảm bảo toàn bộ hàm lượng phóng xạ có trong nước thải đã được bán rã hoàn toàn. Kết cấu bể chứa nước phóng xạ 5m^3 và bể XLNT phóng xạ 108 m^3: Xây bằng bê tông cốt thép M200, bên trong ốp tấm chì dày 1,5 mm xung quanh và đáy bể. Chi tiết bản vẽ được thể hiện tại hình 3.



Hình 3. Bản vẽ mô tả bể XLNT nhiễm xạ

Trong quá trình thi công bể chứa, bể XLNT phóng xạ bên cạnh việc xây dựng theo đúng kích thước và cao độ thiết kế thì cần thiết đổ bê tông xung quanh bể để khống chế quá trình thẩm thấu, sau đó trát vữa bê tông và sử dụng tấm chì bề dày 1,5 mm ốp xung quanh để ngăn không cho phóng xạ phát ra bên ngoài. Đây là điểm khác biệt cơ bản và mấu chốt trong hệ thống xử lý nước thải phóng xạ.

Nước sau khi qua bể XLNT, chất phóng xạ đã được phân rã hoàn toàn (không còn khả năng gây nguy hại đối với con người và hệ sinh thái) được dẫn vào vào hệ thống XLNT chung của Bệnh viện theo công nghệ hóa sinh thông thường. Nước thải đầu ra đáp ứng quy chuẩn QCVN 28:2010/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải y tế). Đối với bùn thải từ bể 5 m^3, bể 108 m^3, định kỳ thuê đơn vị có chức năng thu gom và xử lý chất thải nguy hại đến vận chuyển xử lý, tần suất khoảng 3-6 tháng/lần.

Các công nghệ xử lý chất thải phóng xạ khác đều có chung ưu điểm là xử lý và ổn định được chất thải thì mỗi phương pháp lại có nhược điểm riêng, ví dụ như: chôn lấp dưới lòng đất hoặc đại dương – nguy hiểm cho những thế hệ sau; tái chế bằng các biện pháp đóng rắn – chưa xử lý được nguồn thải; đốt trong các lò chuyên dụng – tốn kém

chi phí và hiệu suất sử dụng lò không cao. Như vậy việc xử lý bằng phương pháp bán rã được coi là hữu hiệu đối với loại hình nước thải phóng xạ bệnh viện.

4. Kết luận

Hiện nay, đi đôi với sự phát triển của khoa học kỹ thuật đã có nhiều phương pháp điều trị ung thư chiếu xạ, xạ trị áp sát... Tuy nhiên, nhược điểm của các phương pháp này là phát sinh một lượng nước thải nhiễm xạ chủ yếu từ quá trình vệ sinh của bệnh nhân. XLNT bệnh viện là một nội dung không mới, tuy nhiên khi nước thải có nhiễm phóng xạ lại là một vấn đề không đơn giản. Hiện nay trong quy trình XLNT chung của các bệnh viện nguồn thải này chưa được phân tách và xử lý riêng, vì vậy tiềm ẩn nhiều nguy cơ đối với sức khỏe và môi trường.

Căn cứ vào loại thuốc sử dụng tại khoa ung bướu 18-FDG, là dược chất phóng xạ duy nhất được cơ quan thuốc và thực phẩm Hoa Kỳ phê chuẩn trong điều trị ung thư, đề xuất XLNT phóng xạ tại Bệnh viện Vietsing bằng phương pháp bán rã. Tính toán và xây dựng được biểu đồ bán rã của 18-FDG là T = 120 phút, đối chiếu với số liệu của đơn vị cung cấp dược phẩm (T = 105-114,8 phút), làm cơ sở tính toán kích thước bể và thời gian lưu chứa.

Đề xuất xây dựng 02 bể lưu chứa: Bể 5 m^3 có chức năng thu gom lưu chứa toàn bộ lượng nước thải phát sinh trong ngày, bể XLNT với dung tích 108 m^3 được chia 4 ngăn, thời gian lưu nước tại mỗi ngăn khoảng 5-7 ngày, đảm bảo chứa toàn bộ nước thải trong vòng khoảng 30 ngày. 02 bể được xây dựng dưới tầng hầm, cấu tạo bê tông cốt thép, có tráng chì dày 1,5 mm xung quanh để ngăn không cho phóng xạ phát ra bên ngoài.

Sau thời gian lưu chứa đảm bảo thành phần phóng xạ có trong nước thải phân rã hoàn toàn, tiếp tục đấu nối vào hệ thống XLNT chung của Bệnh viện để đảm bảo nước thải đầu ra đáp ứng quy chuẩn QCVN 28:2010/BTNMT trước khi thải vào nguồn tiếp nhận.

Tài liệu tham khảo

1. Bệnh viện đa khoa Vietsing (2017), Thuyết minh Dự án đầu tư xây dựng Bệnh viện đa khoa Vietsing

2. Bộ xây dựng (2008), Xây dựng TCVN: Trạm xử lý nước thải bệnh viện - Các yêu cầu kỹ thuật để thiết kế và quản lý vận hành, Hà Nội

3. Glenn F. Knoll, (2010), Radiation Detection and Measurement, John Wiley & Sons, New York

4. Ngô Kim Chi (2010), Nghiên cứu khảo sát hiện trạng nước thải bệnh viện, công nghệ và đề xuất cải thiện. Viện Hóa học các hợp chất thiên nhiên, Hà Nội.

5. Nguyễn Công Đức, Nguyễn Thị Phương Nam, nnk (2013), sản xuất và kiểm tra chất lượng (18F) Fludeoxyglucose (18F-FDG) tại Bệnh viện Chợ Rẫy trong 3 năm hoạt động, *Tạp chí Y học thành phố Hồ Chí Minh*, tập 17, Tr. 664-669

6. Viện sức khỏe nghề nghiệp và môi trường (2004), Nghiên cứu đề xuất giải pháp xử lý CTBV đạt tiêu chuẩn môi trường, Hà Nội.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu đề xuất phương án cải tạo và phục hồi môi trường cụm mỏ đá Bình Hoá ở xã Hoá An, thành phố Biên Hoà, tỉnh Đồng Nai

Nguyễn Tri Quang Hưng[a], Võ Trương Như Thuỳ[a], Nguyễn Minh Kỳ[a1]
Trường Đại học Nông Lâm TP. Hồ Chí Minh, Việt Nam

Ngày nộp bài: 9/3/2020; Ngày chấp nhận: 26/10/2020 ; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Mục tiêu của nghiên cứu nhằm đánh giá hiện trạng và đề xuất phục hồi môi trường cụm mỏ đá Bình Hoá ở xã Hoá An, thành phố Biên Hoà, tỉnh Đồng Nai. Trong đó, nội dung tập trung nhận diện các vấn đề tồn đọng của công tác bảo vệ môi trường và sử dụng quỹ đất sau đóng cửa mỏ để đề xuất phương án cải tạo, phục hồi môi trường phù hợp bối cảnh địa phương theo xu hướng phát triển bền vững. Nghiên cứu sử dụng phương pháp phân cấp thứ bậc (AHP) lựa chọn phương án cải tạo và phục hồi môi trường cụm mỏ đá sau khai thác. Kết quả chỉ ra giải pháp phục hồi môi trường cụm mỏ đá Bình Hoá theo phương án cải tạo thành khu dân cư kết hợp tận dụng mặt nước moong khai thác lắp đặt pin năng lượng mặt trời, cung cấp điện dân cư có tổng điểm đánh giá là 73,27. Qua đó, cho thấy việc tận dụng tiềm năng đảm bảo quỹ đất, phát triển kinh tế gắn liền cải tạo, phục hồi môi trường và cơ sở áp dụng đối với các cụm mỏ khoáng sản khác trên địa bàn tỉnh Đồng Nai theo hướng bền vững.

Từ khóa: *Đồng Nai, phát triển bền vững, môi trường, phục hồi, mỏ đá.*

1. Đặt vấn đề

Ngày nay, vấn đề phát triển bền vững sau hoạt động khai thác mỏ khoáng rất được quan tâm (Kivinen, 2017). Có thể thấy xu hướng phục hồi môi trường các mỏ khai khoáng sau khai thác cần thiết gắn liền nhu cầu phát triển bền vững cảnh quan (Abad, 2019). Tuy nhiên, thực tế vấn đề cải tạo và phục hồi môi trường (CT&PHMT) sau đóng cửa các mỏ khai thác khoáng sản chưa được thực hiện một cách triệt để, nhất là các nước đang phát triển (Nguyễn Quang Minh và nnk, 2017). Nhiều khu vực sau đóng cửa, cải tạo phục hồi môi trường còn bỏ ngỏ, chưa có kế hoạch cụ thể sử dụng tiềm năng quỹ đất. Trong khi, theo như quy định pháp luật về cải tạo, phục hồi môi trường đối với hoạt động khai thác khoáng sản cần phải thực hiện đưa môi trường, hệ sinh thái bị tác động về gần trạng thái ban đầu. Tiến hành khảo sát trên địa bàn tỉnh Đồng Nai nói chung, tổng số lượng mỏ khoáng sản được cấp phép khai thác là 52 mỏ (Sở Tài nguyên và Môi trường Bình Dương, 2018). Trong đó, UBND tỉnh Đồng Nai cấp phép 46 mỏ, chủ yếu là khoáng sản đá xây dựng, cát, sét gạch ngói, vật liệu san lấp; và gồm 6 mỏ khoáng sản do Bộ Tài nguyên và Môi trường cấp phép hoạt động. Riêng ở Biên Hòa là khu vực có tiềm năng đá xây dựng lớn và được phép khai thác 10 mỏ đá xây dựng có tổng diện tích 394 ha với công suất 9,5 triệu m^3/năm (Sở Tài nguyên và Môi trường Bình Dương, 2018). Đây là nguồn nguyên vật liệu đá xây dựng có chất lượng đảm bảo sử dụng được cho các công trình trọng điểm như sân bay, đường cao tốc, bê tông chất lượng cao. Tuy vậy, xem xét trường hợp cụ thể ở địa phương cho thấy nhu cầu bức thiết cần quan tâm hơn nữa hoạt động cải tạo, phục hồi cảnh quan và chức năng môi trường sau khai thác khoáng sản. Xuất phát từ đó, đề tài "*Nghiên cứu đề xuất phương án cải tạo và phục hồi*

[1] *Liên hệ tác giả:*
Email: nmky@hcmuaf.edu.vn

môi trường cụm mỏ đá Bình Hoá ở xã Hoá An, thành phố Biên Hoà, tỉnh Đồng Nai" được thực hiện nhằm mục tiêu đưa ra phương án CT&PHMT, tận dụng tiềm năng phát triển quỹ đất cho khu vực.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đối tượng nghiên cứu

Hoạt động sau khai thác, cải tạo môi trường cụm mỏ đá Bình Hoá ở xã Hoá An, thành phố Biên Hoà, tỉnh Đồng Nai. Tổng diện tích khu mỏ rộng 40 ha, diện tích moong khai thác 15 ha.

2.2. Phương pháp nghiên cứu

2.2.1. Phương pháp thu thập số liệu và thực địa

Cơ sở dữ liệu thu thập gồm các yếu tố tự nhiên, điều kiện kinh tế - xã hội, các loại bản đồ như địa giới hành chính, bản đồ quy hoạch sử dụng đất. Từ đó, làm cơ sở tiến hành thực địa để nhận xét, đánh giá làm cơ sở cho công tác khảo sát thực địa các tồn đọng, hạn chế và nguyên nhân cần khắc phục.

2.2.2. Phương pháp ma trận và chuyên gia

Phương pháp ma trận liệt kê các hoạt động phát triển và nhân tố môi trường có thể bị tác động (Clark et al., 1978). Bảng ma trận đối chiếu từng hoạt động của dự án với các thông số hoặc thành phần môi trường để đánh giá mối quan hệ nhân quả. Phương pháp này sử dụng kiến thức và kinh nghiệm của 6 chuyên gia thuộc lĩnh vực tài nguyên khoáng sản và môi trường để phân tích, đánh giá các tác động.

2.2.3. Phương pháp cộng trọng số đơn giản (Simple Additive Weighting – SAW)

Phương pháp trọng số cộng đơn giản là phương pháp phổ biến và dễ sử dụng (Yingming, 1999). Phương pháp này dựa trên lý thuyết giá trị đa thuộc tính và giả thuyết về sự độc lập của các thuộc tính. SAW sàng lọc bộ tiêu chuẩn sơ bộ theo các chuẩn mực như: Phù hợp với chính sách; Sự có sẵn số liệu; Sự đơn giản, dễ hiểu; Tính nhạy cảm; Tính chính xác; Tính cụ thể; và Sự tin cậy.

2.2.4. Phương pháp phân tích đa tiêu chuẩn (Multi-Criteria Analysis - MCA)

Phương pháp phân tích đa tiêu chuẩn (MCA) là công cụ được phát triển để giải quyết các vấn đề đa mục tiêu có liên quan tới chất lượng và số lượng trong quá trình đưa ra quyết định (Shen et al, 2015). MCA đánh giá mức độ quan trọng của từng tiêu chuẩn liên quan và phản ánh sự quan trọng lên việc đưa ra quyết định cuối cùng. Cụ thể, sử dụng phân cấp thứ bậc (AHP: Analytic Hierarchy Process) để ra quyết định đa tiêu chuẩn dựa trên so sánh cặp của các giải pháp và hiệu quả của chúng đối với tiêu chuẩn. Quá trình đánh giá sử dụng ma trận so sánh cặp với thang điểm 9, xác định trọng số dựa trên vector riêng ứng với giá trị riêng lớn nhất, sau đó kiểm tra hệ số nhất quán. Cuối cùng, tất cả các trọng số được tổng hợp lại để đưa ra quyết định tốt nhất (Saaty, 2008; Shen et al, 2015). Quy trình thực hiện AHP gồm (i) Bước 1: Phân rã các tình huống phi cấu trúc thành các phần nhỏ; (ii)_Bước 2: Tiến hành xây dựng cây phân cấp dựa trên các tiêu chuẩn và khả năng lựa chọn; (iii)_Bước 3: Gán các chỉ số cho những so sánh chủ quan về mức độ quan trọng của các chỉ tiêu trong việc ra quyết định, xây dựng ma trận so sánh cho các tiêu chuẩn.

Bảng 1: So sánh mức độ ưu tiên (mức độ quan trọng các chỉ tiêu)

Mức quan trọng	Chuẩn mực	Giải thích
1	Có sẵn số liệu	Hai phần có tính chất bằng nhau
3	Phù hợp chính sách	Đánh giá tiêu chuẩn này quan trọng hơn tiêu chuẩn kia một ít
5	Dễ hiểu	Đánh giá tiêu chuẩn này mạnh hơn tiêu chuẩn kia
7	Cụ thể	Một tiêu chuẩn tác động đến mục tiêu rất mạnh so với tiêu chuẩn kia, sự ưu thế của nó đã chứng minh trong thực tế
9	Nhạy cảm	Sự quan trọng của thành phần này tác động mục tiêu cao nhất
2,4,6,8	Chính xác	Dùng để hài hòa với các ưu tiên nêu trên
Các phân số	Tin cậy	Nếu tiêu chuẩn i có một trên các giá trị trên khi so sánh với j có giá trị nghịch đảo khi so sánh với tiêu chuẩn i

(iv)_Bước 4: Xác định các trọng số quan trọng và các tiêu chuẩn của phương án:

$$W_i = \sqrt[n]{\prod_{j-1}^{n} a_{ij}} \quad (1)$$

Trong đó W_i : (với i = 1, 2, …, n) là trọng số của từng tiêu chuẩn; a_{ij}: là giá trị so sánh cặp của từng tiêu chuẩn theo hàng. Chuẩn hóa tập trọng số W = (w_1, w_2, …, w_i, …, w_n) theo công thức:

$$W=\left(\frac{w_1}{\sum w_1}+\frac{w_2}{\sum w_2}+\cdots+\frac{w_n}{\sum w_n}\right) \quad (2)$$

(v)_Bước 5: Kiểm tra tính nhất quán (Consistency Ratio – CR). (vi)-Bước 6: Tổng hợp kết quả và đưa ra quyết định cuối cùng. Nếu tỷ số nhất quán CR < 0,1 là chấp nhận được; nếu CR > 0,1 cần đánh giá và phân tích lại so sánh cặp (Saaty, 2008).

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Nguyên tắc và tiêu chí lựa chọn phương án phục hồi môi trường cụm mỏ

Việc tìm ra phương án sử dụng đất sau khai thác được các doanh nghiệp và cơ quan quản lý quan tâm nhằm gia tăng hiệu quả sử dụng đất sau khai thác (Festin et al., 2019). Mục tiêu của hoàn thổ là đưa mỏ trở về với tình trạng gần nhất so với trước khi khai thác với đầy đủ các giá trị về môi trường hay giá trị bảo tồn tự nhiên. Quá trình sàng lọc tiêu chí sơ bộ để chọn lọc tiêu chí quan trọng ảnh hưởng đến phương án CT&PHMT được trình bày ở Bảng 2.

Dựa trên phương pháp SAW, nghiên cứu chọn ra 19 tiêu chuẩn quan trọng dùng để đánh giá trọng số. Tiềm năng sử dụng đất sau khai thác phụ thuộc vào các yếu tố như điều kiện kinh tế- xã hội, yếu tố kỹ thuật, môi trường và văn hóa (Masoumi et al., 2014). Do đó, bộ tiêu chuẩn lựa chọn phương án cải tạo và phục hồi môi trường cụm mỏ đá cần đảm bảo nguyên tắc phù hợp đặc điểm tự nhiên của khu vực mỏ như địa hình khu mỏ, thông tin địa chất hay các tiêu chuẩn về môi trường đất, nước, không khí.

Bảng 2: Đánh giá và tính điểm các tiêu chuẩn quan trọng (sau đánh giá sơ bộ)

Nguyên tắc	Tiêu chuẩn	Có sẵn số liệu	Phù hợp chính sách	Dễ hiểu	Cụ thể	Nhạy cảm	Chính xác	Tin cậy	Điểm kết luận
Phù hợp đặc điểm tự nhiên của mỏ	Địa hình	4	4	4	4	4	4	4	4,00
	Nước mặt	4	4	4	4	4	4	4	4,00
	Nước dưới đất	4	4	4	4	3	3	3	3,42
	Khí hậu	4	4	3	4	3	3	3	3,42
	Động thực vật	3	3	3	3	3	4	4	3,28
	Quy mô mỏ	4	4	4	4	3	4	4	3,85
	Địa chất	4	3	3	3	3	3	3	3,14
Phù hợp đặc điểm kinh tế xã hội khu vực khai thác	Dân số	4	4	3	3	3	4	4	3,57
	Cơ sở hạ tầng	3	4	3	3	3	4	4	3,57
	Công nghiệp	4	3	3	4	4	3	4	3,57
	Sử dụng đất trước khai thác	4	3	3	4	4	3	4	3,57
	Khu giải trí	3	4	3	3	4	3	3	3,85
Đảm bảo an toàn môi trường	Môi trường nước	3	4	3	3	3	3	3	3,14
	Môi trường đất	3	4	3	3	3	3	3	3,14
	Môi trường không khí	4	3	3	4	3	3	3	3,28
	Rủi ro	4	4	3	4	4	3	4	3,71
Đạt hiệu quả kinh tế cao	Lợi ích chủ đầu tư	4	4	3	4	4	4	4	3,85
	Lợi ích cộng đồng	3	4	4	4	4	4	3	3,71
	Lợi ích địa phương	3	4	3	3	3	3	3	3,14

3.2. Phân tích, đề xuất phương án cải tạo và phục hồi môi trường cho cụm mỏ

Hoạt động khai thác khoáng sản gây tác động tiêu cực lên môi trường và sức khỏe trong suốt giai đoạn (Redondo-Vega et al., 2017). Để tìm ra phương án CT&PHMT phù hợp nhất cho cụm mỏ sử dụng phương pháp phân cấp thứ bậc. Qua các thông tin về đặc điểm cụm mỏ, điều kiện tự nhiên kinh tế - xã hội khu vực, tham khảo phương án CT&PHMT sau khai thác đề xuất 2 phương án cho cụm mỏ đá Bình Hoá: (i)_Phương án 1: Cải tạo thành khu du lịch, nghỉ dưỡng, phù hợp với những mỏ có địa hình âm, có nguồn nước mặt và nước dưới đất dồi dào, gần các khu dân cư. (ii)_Phương án 2: Cải tạo thành khu dân cư kết hợp tận dụng mặt nước moong khai thác lắp đặt tấm pin mặt trời nổi, cung cấp điện cho khu dân cư. Phương án này phù hợp với những mỏ đá, sét có địa hình âm, nguồn nước mặt và nước dưới đất dồi dào, gần các khu dân cư, giảm thiểu được ô nhiễm, dân cư xung quanh được hưởng lợi từ dự án, hiệu quả kinh tế cao. Trong nghiên cứu này, phương án 1 xây dựng khu du lịch, xác định trọng số (W) các nguyên tắc cho phương án tương ứng lần lượt 0,39 (tự nhiên); 0,28 (kinh tế-xã hội); 0,20 (an toàn môi trường); 0,14 (hiệu quả). Ngoài ra, tính toán tỷ số nhất quán CR = 0,06 (< 0,1) được chấp nhận về tính hợp lý giá trị mức độ quan trọng của các chỉ tiêu. Đánh giá tổng hợp trên cơ sở các trọng số của nguyên tắc và các tiêu chí có kết hợp với điểm đánh giá

các chuyên gia trong vấn đề khoáng sản, quản lý sử dụng đất và bảo vệ môi trường thì phương án có tổng số 69,14 điểm (Bảng 3). Điểm thành phần đối với các nguyên tắc phù hợp điều kiện tự nhiên, đặc điểm kinh tế - xã hội, an toàn môi trường và hiệu quả kinh tế lần lượt tương ứng 26,25; 19,33; 13,26 và 10,30 điểm.

Bảng 3: Đánh giá tổng hợp phương án 1 – khu du lịch

W nguyên tắc	**Tiêu chuẩn**	**Diễn giải tiêu chuẩn**	**w tiêu chuẩn**	**Điểm ĐGT BCG**	**Điểm tiêu chuẩn**	**Điểm nguyên tắc**
0,39	Địa hình mỏ	Địa hình mỏ phù hợp với hình thức SDĐSKT	0,36	70	25,2	26,25
	Nước mặt	Hồ chứa nước phù hợp với SDĐSKT	0,17	65	11,05	
	Nước dưới đất	Nước dưới đất cung cấp cho hồ chứa nước	0,07	65	4,55	
	Khí hậu	Khí hậu ảnh hưởng đến mục đích SDĐSKT	0,21	70	14,70	
	Hệ động thực vật	Hệ động thực vật phong phú hay không	0,04	50	2,00	
	Quy mô mỏ	Quy mô mỏ có diện tích phù hợp không	0,08	70	5,60	
	Thông tin địa chất	Cấu trúc địa chất ổn định	0,07	60	4,20	
0,28	Dân số	Mật độ dân số đông để tham gia SDĐSKT	0,53	65	34,45	19,33
	Cơ sở hạ tầng xã hội	Điều kiện giao thông, mạng lưới điện, nước thuận lợi	0,19	80	15,20	
	Công nghiệp	Các hoạt động công nghiệp hỗ trợ hình thức SDĐSKT	0,12	75	9,00	
	Sử dụng đất trước khai thác	Sử dụng đất trước khai thác có phù hợp với hình thức SDĐSKT	0,08	70	5,60	
	Khu giải trí	Khu vui chơi, giải trí xung quanh mỏ ảnh hưởng đến phương án	0,08	60	4,80	
0,20	Môi trường nước	Hình thức SDĐSKT có ảnh hưởng đến nguồn nước	0,47	70	32,90	13,26
	Môi trường đất	Hình thức SDĐSKT có gây ô nhiễm môi trường đất	0,17	60	10,20	
	Môi trường không khí	Hình thức SDĐSKT có ảnh hưởng đến không khí xung quanh	0,19	55	10,45	
	Rủi ro	Hình thức SDĐSKT có giảm thiểu được khả năng rủi ro	0,17	75	12,75	
0,14	Lợi ích chủ	Chi phí và lợi nhuận	0,63	75	47,25	10,30

	đầu tư	cho chủ đầu tư				
	Lợi ích cộng đồng	Mang lại lợi ích cho chủ đầu tư	0,28	70	19,60	
	Lợi ích địa phương	Thu được thuế từ hình thức sử dụng đất	0,09	75	6,75	
Tổng						69,14

Ghi chú: W nguyên tắc: Trọng số của nguyên tắc; w tiêu chuẩn: Trọng số các tiêu chuẩn; Điểm ĐGTBCG: Điểm đánh giá trung bình chuyên gia; SDĐSKT: Sử dụng đất sau khai thác; Điểm nguyên tắc = W nguyên tắc * Σ Điểm tiêu chuẩn.

Kết quả xác định trọng số các nguyên tắc (W) của phương án 2 lần lượt 0,45 (tự nhiên); 0,25 (kinh tế-xã hội); 0,17 (an toàn môi trường); và 0,13 (hiệu quả). Tính hợp lý các giá trị mức độ quan trọng của các chỉ tiêu được thể hiện thông qua tỷ số nhất quán CR = 0,01 < 0,1 (chấp nhận). Đánh giá tổng hợp trên cơ sở trọng số của nguyên tắc và các tiêu chí có kết hợp với điểm đánh giá của các chuyên gia thì phương án 2 – Cải tạo thành khu dân cư kết hợp tận dụng mặt nước moong khai thác lắp đặt tấm pin mặt trời nổi, cung cấp điện cho khu dân cư có tổng số 73,27 điểm (Bảng 4). Điểm số thành phần đối với các nguyên tắc phù hợp điều kiện tự nhiên (32,38 điểm), đặc điểm kinh tế - xã hội (18,26 điểm), yếu tố an toàn môi trường (12,70 điểm) và tính hiệu quả (9,93 điểm).

Bảng 4: Đánh giá tổng hợp phương án 2 – khu dân cư

W nguyên tắc	**Tiêu chuẩn**	**Diễn giải tiêu chuẩn**	**w tiêu chuẩn**	**Điểm ĐGT BCG**	**Điểm tiêu chuẩn**	**Điểm nguyên tắc**
0,45	Địa hình mỏ	Địa hình mỏ phù hợp với hình thức SDĐSKT	0,24	75	18,00	32,38
	Nước mặt	Hồ chứa nước phù hợp với SDĐSKT	0,18	70	12,60	
	Nước dưới đất	Nước dưới đất cung cấp cho hồ chứa nước	0,05	65	3,25	
	Khí hậu	Khí hậu ảnh hưởng đến mục đích SDĐSKT	0,11	75	8,25	
	Hệ động thực vật	Hệ động thực vật phong phú hay không	0,04	70	2,80	
	Quy mô mỏ	Quy mô mỏ có diện tích phù hợp không	0,29	70	20,30	
	Thông tin địa chất	Cấu trúc địa chất ổn định	0,09	75	6,75	
0,25	Dân số	Mật độ dân số đông để tham gia SDĐSKT	0,53	70	37,10	18,26
	Cơ sở hạ tầng xã hội	Điều kiện giao thông, mạng lưới điện, nước thuận lợi	0,19	85	16,15	
	Công nghiệp	Các hoạt động công nghiệp hỗ trợ hình thức SDĐSKT	0,12	65	7,80	
	Sử dụng đất trước khai thác	Sử dụng đất trước khai thác có phù hợp với hình thức SDĐSKT	0,08	75	6,00	
	Khu giải trí	Khu vui chơi, giải trí xung quanh mỏ ảnh hưởng đến phương án	0,08	75	6,00	
0,17	Môi trường nước	Hình thức SDĐSKT có ảnh hưởng đến nguồn nước	0,47	80	37,60	12,70

	Môi trường đất	Hình thức SDĐSKT có gây ô nhiễm môi trường đất	0,17	65	11,05	
	Môi trường không khí	Hình thức SDĐSKT có ảnh hưởng đến không khí xung quanh	0,19	70	13,30	
	Rủi ro	Hình thức SDĐSKT có giảm thiểu được khả năng rủi ro	0,17	75	12,75	
0,13	Lợi ích chủ đầu tư	Chi phí và lợi nhuận cho chủ đầu tư	0,63	75	47,25	
	Lợi ích cộng đồng	Mang lại lợi ích cho chủ đầu tư	0,28	80	22,40	9,93
	Lợi ích địa phương	Thu được thuế từ hình thức sử dụng đất	0,09	75	6,75	
Tổng						73,27

Ghi chú: W nguyên tắc: Trọng số của nguyên tắc; w tiêu chuẩn: Trọng số các tiêu chuẩn; Điểm ĐGTBCG: Điểm đánh giá trung bình chuyên gia; SDĐSKT: Sử dụng đất sau khai thác; Điểm nguyên tắc = W nguyên tắc * ∑Điểm tiêu chuẩn.

Hoạt động phục hồi cảnh quan môi trường sau khai thác là cần thiết và có vai trò quan trọng trong việc tái tạo hệ sinh thái (Festin et al., 2019). Căn cứ kết quả áp dụng phương pháp AHP để chọn phương án CT&PHMT cụm mỏ đá Bình Hoá cho thấy phương án 1 cải tạo thành khu du lịch với tổng điểm đánh giá là 69,14. Phương án 2 cải tạo thành khu dân cư kết hợp tận dụng mặt nước moong khai thác lắp đặt tấm pin mặt trời nổi, cung cấp điện dân cư có tổng điểm đánh giá là 73,27. Như vậy, phương án cải tạo cụm mỏ thành khu dân cư kết hợp tận dụng mặt nước moong khai thác lắp đặt tấm pin mặt trời nổi được lựa chọn là phương án CT&PHMT cho cụm mỏ đá Bình Hoá.

4. Kết luận

Việc lựa chọn phương án CT&PHMT cụm mỏ sau khai thác hiệu quả cần dựa trên phân tích đánh giá đặc điểm tự nhiên, kinh tế xã hội, quy hoạch sử dụng đất và ý kiến cộng đồng. Phương pháp tiến trình phân cấp thứ bậc là công cụ phù hợp để lựa chọn phương án CT&PHMT hợp lý cụm mỏ sau khai thác. Tổng điểm đánh giá các phương án 1 (cải tạo thành khu du lịch) và 2 (cải tạo thành khu dân cư) lần lượt tương ứng 69,14 và 73,27. Kết quả nghiên cứu cho thấy phương án cải tạo thành khu dân cư kết hợp tận dụng mặt nước moong khai thác lắp đặt tấm pin mặt trời nổi, cung cấp điện cho khu dân cư là phương án phù hợp cho cụm mỏ đá Bình Hoá. Phương án vừa tận dụng quỹ đất, hình thành khu dân cư mới cho cư dân trong khu vực, mặt nước moong khai thác cũng được tận dụng khai thác điện mặt trời – là nguồn năng lượng sạch, mang lại lợi ích cả về mặt kinh tế - xã hội trong khu vực.

Tài liệu tham khảo

1. Abad, C.J.P., 2019. Environmental Recovery of Abandoned Mining Areas in Spain: Sustainability and New Landscapes in Some Case Studies. J Sustain Res., 1, e190003.
2. Clark, B.D., Chapman, K., Bisset, R., Wathern, P., 1978. Methods of Environmental Impact Analysis. Built Environment, 4(2), 111-121.
3. Festin, E.S., Tigabu, M., Chileshe, M.N., Syampungani S., Odén P.C., 2019. Progresses in restoration of post-mining landscape in Africa. J. For. Res., 30, 381.

4. Kivinen, S., 2017. Sustainable Post-Mining Land Use: Are Closed Metal Mines Abandoned or Re-Used Space? Sustainability, 9, 1705.
5. Masoumi, I., Naraghi, S., Rashidi-nejad, F., Masoumi, S., 2014. Application of fuzzy multi-attribute decision-making to select and to rank the post-mining land-use. Environ. Earth Sci., 72, 221–231.
6. Nguyễn Quang Minh, Nguyễn Tri Quang Hưng, Nguyễn Minh Kỳ, 2017. Nghiên cứu hiện trạng công tác quản lý môi trường và đề xuất giải pháp thích hợp đối với hoạt động khai thác Titan-zircon vùng mỏ Thiện Ái, tỉnh Bình Thuận. Tạp chí Khoa học Kỹ thuật Nông Lâm Nghiệp, 2, 66-75.
7. Redondo-Vega, J.M., Gómez-Villar, A., Santos-González, J., González-Gutiérrez, R.B., Álvarez-Martínez, J., 2017. Changes in land use due to mining in the north-western mountains of Spain during the previous 50 years. Catena, 149, 844–856.
8. Saaty, T.L., 2008. Decision making with the analytic hierachy process, Int. J. Services Sciences, 1(1), 83-98.
9. Shen, L., Muduli, K., Barve, A., 2015. Developing a sustainable development framework in the context of mining industries: AHP approach. Res. Pol., 46, 15–26.
10. Sở Tài nguyên và Môi trường Bình Dương, 2018. Báo cáo tổng kết hoạt động khai thác tai nguyên khoáng sản trên địa bàn tỉnh Bình Dương. Bình Dương.
11. Yingming, W., 1999. A Simple Additive Weighting Method for Time-Series Multiindices Decision Making and Its Applications. Journal of Systems Engineering and Electronics, 10(l), 4-10.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu lựa chọn giải pháp cấp nước cho trại nuôi lợn xã Thạch Tượng huyện Thạch Thành tỉnh Thanh Hóa

Đỗ Văn Bình[a1], Hồ Văn Thủy[b], Nguyễn Văn Dũng[c] Trần Văn Long [c]
[a]*Trường đại học Mỏ-Địa chất*
[b]*Trung tâm quy hoạch và điều tra tài nguyên nước quốc gia*
[c]*Trường đại học công nghệ giao thông vận tải*

Ngày nộp bài: 9/3/2020; Ngày chấp nhận: 26/10/2020 ; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt:

Để phục vụ xây dựng dự án chăn nuôi lợn quy mô lớn thì điều quan trọng là tìm nguồn để cung cấp nước phục vụ chăn nuôi. Khu vực Thạch Tượng huyện Thạch Thành đang đầu tư xây dựng dự án chăn nuôi lợn qui mô lớn với số đầu lợn là hàng ngàn con. Vì thế việc tìm nguồn, khai thác và cung cấp nước phục vụ dự án là rất quan trọng. Tuy nhiên khu vực xây dựng dự án là vùng núi cao, hiếm nước nên việc tìm giải pháp cấp nước tối ưu rất quan trọng, có ý nghĩa khoa học và thực tiễn. Dựa trên cơ sở nghiên cứu, phân tích tài liệu đo đạc, khảo sát và đối sánh với những tài liệu thu thập chúng tôi đã đề xuất giải pháp cấp nước phục vụ dự án. Kết quả nghiên cứu cho thấy việc cấp nước ngầm cho dự án gặp nhiều khó khăn và không khả thi do các tầng chứa nước ngầm có trữ lượng nhỏ, phân tán. Việc cấp nước mặt cho dự án từ sông Ngang là khả quan, có triển vọng. Tuy nhiên do nguồn cấp nước từ sông Ngang về dự án khá xa và khó khăn nên giá thành sẽ tương đối cao.

Từ khóa: Chăn nuôi lợn, nước cấp, Thanh Hóa, sông Ngang

1. Đặt vấn đề

Thực hiện chủ trương phát triển kinh tế xã hội, chủ đầu tư là công ty DABACO đã tiến hành thực hiện xây dựng trại chăn nuôi lợn quy mô lớn tại xã Thạch Tượng huyện Thạch Thành tỉnh Thanh Hóa. Một trong những vấn đề quan trọng là cung cấp nước phục vụ chăn nuôi bởi vì không có nước đảm bảo chất lượng, trữ lượng thì không thể thực hiện dự án. Do vậy chúng tôi đã thực hiện các nghiên cứu tìm kiếm nguồn nước và đề xuất giải pháp cấp nước cho chủ đầu tư lựa chọn. Việc lựa chọn đúng giải pháp sẽ góp phần mang lại hiệu quả cao và quan trọng cho dự án, thậm chí quyết định đến phương án đầu tư, sản xuất của doanh nghiệp.

Trong quá trình nghiên cứu, chúng tôi đã khảo sát và đánh giá khả năng cấp nước từ nguồn nước mặt và nước dưới đất cho dự án. Kết quả nghiên cứu, tính toán cho thấy phương án cấp nước ngầm tại chỗ không khả thi do nguồn nước ngầm khá nghèo nàn, không đủ đáp ứng nhu cầu của dự án. Kết quả đánh giá cho thấy sông Ngang có đủ điều kiện cung cấp nước theo yêu cầu của dự án. Vì vậy chúng tôi lựa chọn và đề xuất giải pháp là cấp nước cho dự án là từ sông Ngang nằm cách dự án khoảng 3 km.

2. Phương pháp nghiên cứu

Để đạt được mục tiêu là tìm giải pháp cấp nước hợp lý cho dự án chúng tôi đã áp dụng các phương pháp sau:

[1] *Liên hệ tác giả:*
dovanbinhdctv@gmail.com

- Phương pháp thu thập và xử lý tài liệu: thu thập, tổng hợp và thống kê các tài liệu liên quan đến khu vực nghiên cứu là vùng núi xã Thạch Tượng, huyện Thạch Thành, tỉnh Thanh Hóa. Tài liệu đã thu thập và phân tích đánh giá gồm các tài liều về đặc đểm kinh tế xã hội, đặc điểm địa chất, thủy văn, địa chất thủy văn, lượng mưa,... phục vụ đánh giá các nhân tố liên quan đến tài nguyên nước của khu vực phục vụ tìm kiếm thăm dò nước cho dự án.

- Phương pháp khảo sát địa vật lý: tiến hành đo sâu điện và đo phân cực kích thích nhằm nghiên cứu đặc điểm cấu trúc, đặc điểm chứa nước dưới đất của khu vực, tìm vị trí tối ưu nhất có thể khoan lấy nước ngầm cấp cho dự án.

- Phương pháp nghiên cứu thủy văn: tiến hành đo đạc, phân tích đánh giá khả năng cấp nước từ mạng thủy văn của khu vực trong đó chú trọng đến sông Bưởi và sông Ngang.

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Vị trí địa lý

Khu vực nghiên cứu thuộc địa phận xã Thạch Tượng, huyện Thạch Thành, tỉnh Thanh Hóa. Đây là một dài thung lũng đá vôi nằm ở khu vực giáp ranh giữa xã Thạch Tượng và xã Thạch Lâm, cách đường Hồ Chí Minh khoảng 2,5km về phía Tây Bắc. Sơ đồ khu vực vị trí dự án được thể hiện tại hình 1 dưới đây.



Hình 1. Sơ đồ vị trí và địa hình khu dự án

3.2. Đặc điểm địa hình, khí hậu, thủy văn, giao thông.

Khu vực khảo sát có địa hình đồi núi và các thung lũng với sự chia cắt mạnh, rất phức tạp. Hai bên khu vực nghiên cứu là các đồi núi cao, khu khảo sát thuộc thung lũng lòng chảo. Hình ảnh vệ tinh khu vực dự án được thể hiện tại hình 2 dưới đây.

Vùng nghiên cứu nằm ở vùng khí hậu nhiệt đới gió mùa, nóng ẩm. Mùa hè chịu ảnh hưởng của gió Tây khô nóng (gió Lào), mùa đông chịu ảnh hưởng của gió mùa Đông Bắc. Nhiệt độ trung bình hàng năm khoảng 22^{o}C, cao hơn nhiệt độ trung bình của cả nước là 0,5^{o}C; lượng mưa trung bình năm từ 1.500 - 1.700 mm.

Tại khu vực dự án có 1 suối nhỏ nhưng bị cạn vào mùa khô, theo thông tin thu thập thì suối này chỉ có nước vào mùa mưa và mực nước cũng không lớn, không có khả năng cấp nước dân sinh.

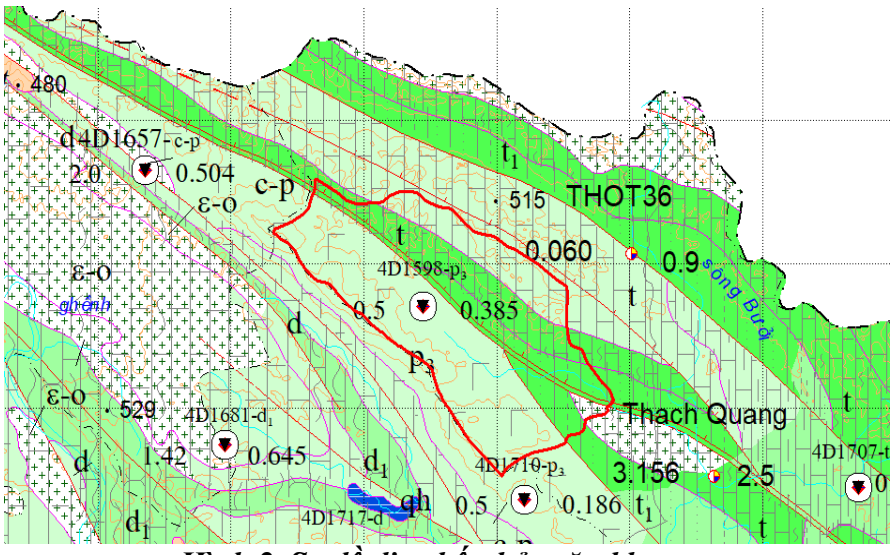
Nằm ngoài và khá xa khu vực (3 đến 5km) có sông Bưởi ở phía Đông, sông Ngang ở phía Bắc và sông Mã ở phía Nam. Trong 3 con sông này thì sông Ngang là một nhánh

của sông Bưởi và sông Bưởi cũng là 1 nhành của sông Mã. Sông Mã có nguồn nước dồi dào nhưng nằm xa khu vực dự án nên không phải là đối tượng cấp nước. Vì vậy sông Ngang và sông Bưởi sẽ được xem xét để lựa chọn khai thác phục vụ dự án.

Khu vực dự án có giao thông kém phát triển. Giao thông chủ yếu là đường mòn do quá trình di chuyển phục vụ khai hoang, canh tác của nhân dân tạo thành. Về mùa mưa đường bị bùn nên rất khó khăn cho việc di chuyển.

3.3. Đặc điểm địa chất thủy văn

Kết quả nghiên cứu và tổng hợp tài liệu cho thấy khu vực khảo sát có điều kiện địa chất thủy văn phức tạp với nhiều thành tạo đất đá chứa nước, cách nước có tuổi từ cổ tới trẻ. Nước dưới đất phân bố trong các thành tạo đá vôi có tuổi triat (t_2) hoặc các đới chứa nước có liên quan đến đứt gãy địa chất phát triển theo hướng tây bắc-đông nam. Quá trình khảo sát đã phát hiện nhiều điểm lộ với lưu lượng tự chảy khoảng từ 15m^3/ngày và lớn hơn. Đây là những tiền đề quan trọng để đánh giá khả năng tìm nước dưới đất trong khu vực. Đặc điểm địa chất và thành tạo đất đá khu vực nghiên cứu thể hiện ở hình 2.



Hình 2. Sơ đồ địa chất thủy văn khu vực

4. Khối lượng nghiên cứu và kết quả thảo luận

4.1 Công tác khảo sát địa chất-địa chất thủy văn tổng hợp

Công tác khảo sát được thực hiện trên toàn bộ diện tích của dự án. Đây là nơi địa hình và diện tích đất hẹp chiều ngang nhưng kéo dài theo dọc theo thung lũng. Vì vậy chúng tôi chọn tuyến khảo sát theo tuyến và mở rộng ra 2 phía tùy vào phân bố của thung lũng. Đặc biệt tại 3 khu vực mà diện tích đất mở rộng đã tiến hành khảo sát kỹ thành phần đất đá, địa hình, địa mạo và nghiên cứu phương phát triển của đất đá, đo sâu điện trở nhằm tìm kiếm các đới chứa nước. Một số hình ảnh thực địa địa thể hiện như hình 3 dưới đây.

Kết quả nghiên cứu cho thấy khu vực dự án phân bố các trầm tích bở rời đa nguồn gốc eluvi, deluvi phủ trên các thành tạo đá vôi nứt nẻ có các hang hốc karst. Tuy nhiên các hang karst phân bố khá sâu có kích thước nhỏ, khả năng chứa nước không nhiều. Nghiên cứu chi tiết toàn bộ khu dự án cho thấy khả năng tích tụ nước không khả quan.

Đá vôi trong vùng có mức độ nứt nẻ nhiều nhưng do địa hình cao, khe nứt ít liên thông nên không tạo thành những tầng chứa nước có khả năng khai thác lớn. Do vậy phương án khai thác nước dưới đất trong khu vực không triển vọng.

4.2. Công tác địa vật lý

Công tác này được thực hiện trên toàn bộ diện tích của dự án, đối tượng lựa chọn thăm dò là nguồn nước dưới đất. Mục đích của công tác này là [[1;2;3]:

- Xác định cấu trúc địa chất, địa chất thủy văn của khu vực nghiên cứu.
- Xác định vị trí có triển vọng chứa nước, làm cơ sở cho việc lựa chọn vị trí khoan thăm dò và thiết kế các lỗ khoan thăm dò, khai thác nước dưới đất trong giai đoạn điều tra nguồn nước.
- Xác định đới dập vỡ của đất đá, bề dày, chiều sâu chứa nước để thiết kế khối lượng công tác khoan thăm dò, khai thác nước, kết cấu các giếng khai thác nước sau này.

Phương pháp nghiên cứu địa vật lý được thực hiện gồm: đo mặt cắt điện, đo sâu điện và đo sâu phân cực kích thích. Đây là các phương pháp có nhiều ưu điểm khi thực hiện trong khu vực miền núi, mực nước nằm sâu, có độ tin cậy tốt và giá thành hợp lý, thực hiện tốt trong điều kiện địa hình phức tạp.



Hình 3. Trục đường chính và một số khu vực thực hiện điều tra khảo sát

Khối lượng công tác địa vật lý

Tiến hành khảo sát địa vật lý tại 3 khu vực chính đã xác định các vị trí có triển vọng chứa nước hơn cả. Khối lượng khảo sát địa vật lý ở 3 khu vực dự án được đưa ở bảng 1.

Bảng 1. Khối lượng thực hiện khảo sát Địa vật lý

TT	Khu vực khảo sát	Điểm đo		
		Mặt cắt	Đo sâu	Phân cực
1	Khu vực 1	50	09	02
2	Khu vực 2	26	08	02
3	Khu vực 3	24	03	01
Tổng số		**100**	**20**	**05**

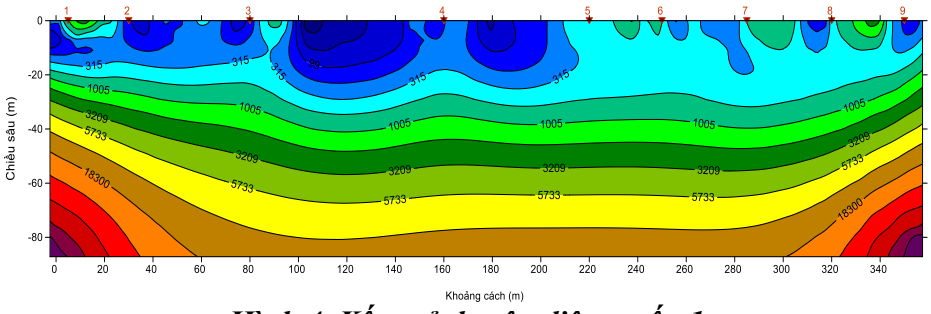
Một vài hình ảnh đo địa vật lý được thể hiện ở ảnh trên hình 3 phía trên.

Sau khi xử lí tài liệu đo địa vật lý, địa tầng khu vực được phân chia theo đặc điểm lát cắt địa điện thành 3 lớp [[4;6] là:

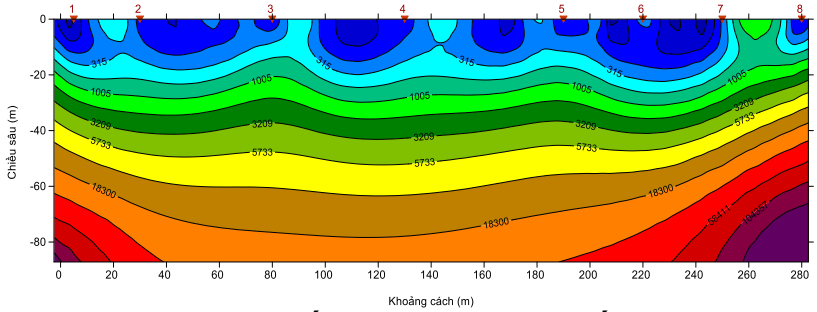
- Lớp đất phong hóa, có điện trở suất $\rho_1 < 500$ Ωm, dày 1÷8m;

- Lớp đá vôi nứt nẻ kém có điện trở suất ρ_2 = 500 ÷ 1800 Ωm, dày 10÷15m;
- Lớp đá vôi rắn chắc có điện trở suất cao $\rho_3 \geq$ 2000 Ωm.

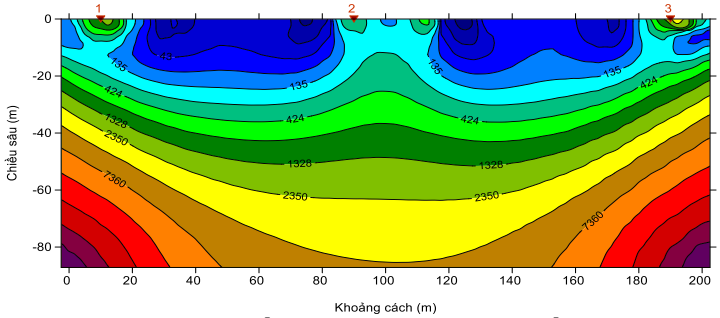
Kết quả đo xử lý trên một số tuyến được minh họa ở các hình 4 đến hình 6 dưới đây:



Hình 4. Kết quả đo sâu điện tuyến 1



Hình 5. Kết quả đo sâu điện tuyến 2



Hình 6. Kết quả đo sâu điện tuyến 3

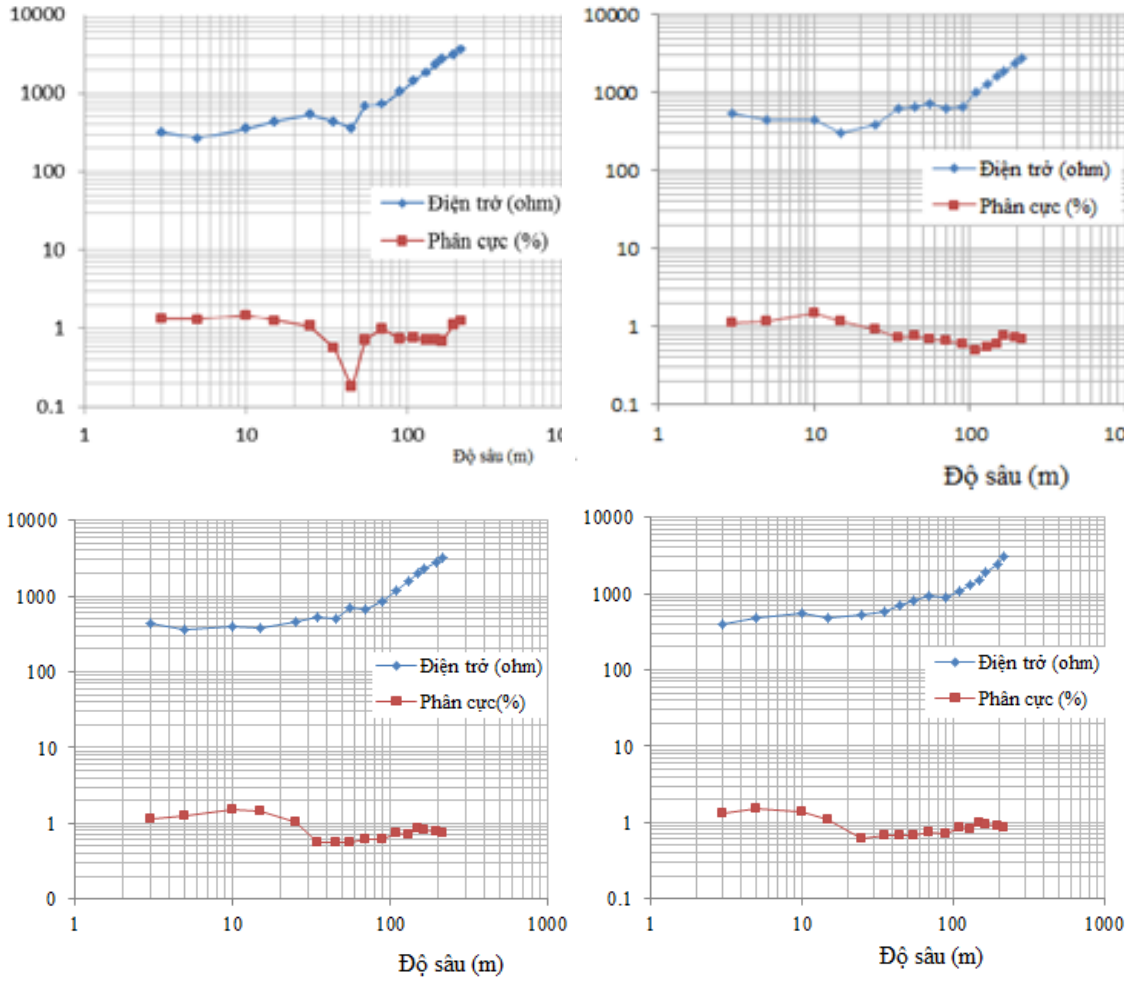
Kết quả xử lý theo các tuyến khảo sát cho thấy: cấu trúc địa chất ổn định, dấu hiệu đới dập vỡ, nứt nẻ yếu, khả năng chứa nước kém.

Kết quả đo phân cực kích thích thể hiện ở các hình ... dưới đây

Phương pháp đo phân cực

Tiến hành đo 5 điểm phân cực kích thích (khu vực 1 đo 2 điểm; khu vực 2 đo 2 điểm; khu vực 3 đo 01 điểm) để xác định đối tượng chứa nước thông qua tham số dẫn điện giá trị phân cực η_k(%) và điện trở suất ρ_k(Ωm).

Kết quả xử lý tài liệu đo phân cực cho thấy, giá trị phân cực tại các điểm khảo sát biến đổi từ 0,42 ÷ 1,62%; giá trị điện trở suất biến đổi từ 450 ÷ 3750 Ωm. Kết quả cho thấy tại khu vực khảo sát khả năng chứa nước kém. Giá trị điện trở suất ρ_k(Ωm) và tham số phân cực η_k(%) thể hiện ở hình 7 dưới đây.



Hình 7. Đường cong đo phân cực kích thích tại các điểm trong khu vực dự án

Kết quả xử lý đo phân cực kích thích theo các điểm khảo sát cho thấy: cấu trúc địa chất ổn định, có dấu hiệu đới dập vỡ, nứt nẻ yếu nhưng khả năng chứa nước kém. Từ các tài liệu khảo sát cho thấy việc tìm kiếm nguồn nước tại khu vực dự án là rất khó khăn, nên xem xét phương án tìm vị trí khác để khai thác, chủ động nguồn nước.

Như vậy sau khi xử lý tài liệu đo địa vật lý có thể đánh giá tổng quát:

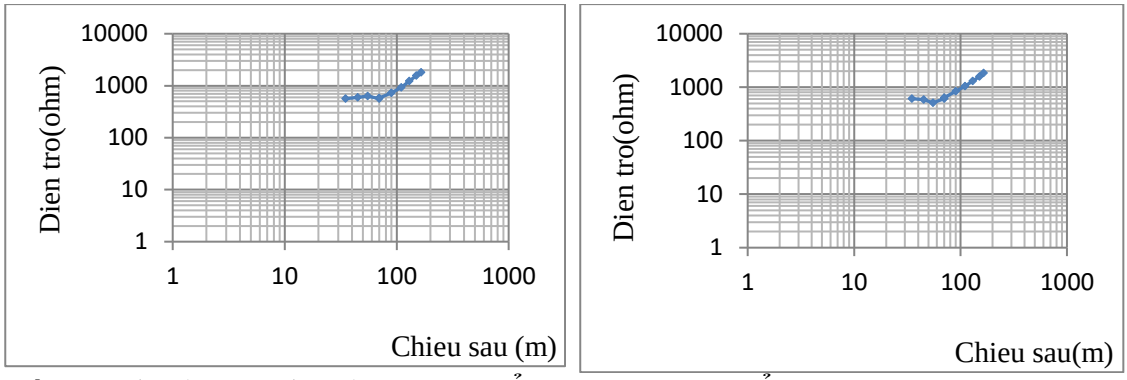
Khu vực dự án khó khăn về nước ngầm vì:

- Lớp đất phong hóa bở rời có bề dày mỏng, dao động từ 1-9m với điện trở suất ρ_1 < 500 Ωm, thoát nước tốt nhưng không chứa nước (chủ yếu là đất phong hóa từ đá vôi – Terarosa);

- Lớp đá vôi nứt nẻ kém, ít hang hốc và hang chủ yếu là khô với điện trở suất thay đổi từ ρ_2 = 500 ÷ 1800 Ωm, bề dày mỏng từ 10÷15m. Vì vậy khả năng chứa nước kém [[6].

- Lớp đá vôi rắn chắc có điện trở suất cao $\rho_3 \geq 2000$ Ωm, chiếm phần lớn khối lượng đất đá khu vực nghiên cứu. Đây là phần chứa nước rất kém hoặc không chứa nước.

Một số điểm có triển vọng hơn cả nhưng so với các nơi khác cũng vẫn là khó khăn về nước ngầm, đó là điểm điểm 06-KV1 hình 8a và hình 8b dưới đây.

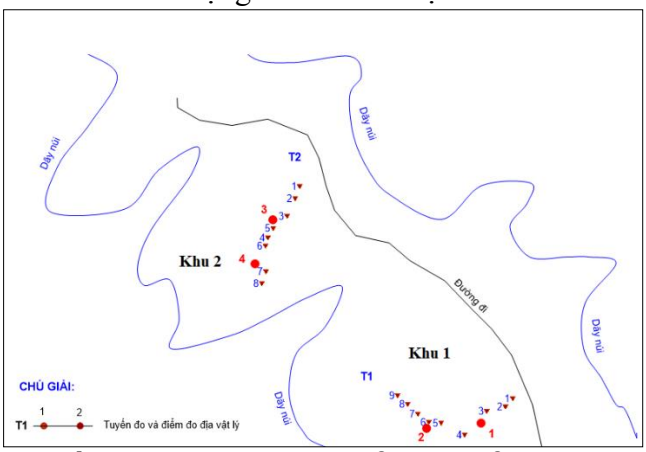


Hình 8a (trái) và 8b (phải): Những điểm có khả năng triển vọng chứa nước nhưng lưu lượng nhỏ trong phạm vi dự án [5].

+ Tại khu vực 1 đã xác định được 02 vị trí có triển vọng chứa nước ở độ sâu 30-40m, nhưng lưu lượng không lớn (điểm 6 và điểm 7). Đường cong điện trở như hình 8a và điểm 07-KV1, hình 8b.

+ Tại khu vực 3 không xác định được điểm có triển vọng nước ngầm. Tất cả các điểm đo đều có điện trở suất cao và đường cong đi lên liên tục nên không chứa nước ngầm.

Vì thế, nếu cố gắng để tìm nước với lưu lượng nhỏ thì nên tập trung vào điểm 6 và 7 trên khu vực 1. Tuy nhiên khả năng chứa nước nhỏ và khó đáp ứng cấp nước như mong muốn. Sơ đồ vị trí các điểm triển vọng hơn cả thể hiện ở hình 9 dưới đây.



Hình 9. Sơ đồ các vị trí đo và các điểm có triển vọng nước ngầm

5. Khảo sát các nguồn nước mặt khu vực

Trong phạm vi diện tích đất của dự án và phụ cận, chỉ có các dòng tạm thời, mùa khô không có nước nên không phải là đối tượng nghiên cứu của dự án.

Ngoài phạm vi diện tích của dự án có sông Ngang và sông Bưởi. Sông Bưởi là con sông lớn, chảy từ khu vực Hòa Bình qua khu vực Thạch Thành, Thanh Hóa. Đây là những nguồn nước mặt dồi dào, có khả năng cấp nước lớn nhưng cách khu vực dự án khá xa, khoảng 5km. Sông Ngang là một nhánh của sông Bưởi, cách khu vực nghiên cứu khoảng 3km và ngăn cách với khu dự án bởi hệ thống núi chạy dọc theo hướng Tây Bắc-Đông Nam. Khả năng cung cấp nước của sông Ngang là lớn nhưng việc đầu tư sẽ tốn kém do phải dẫn nước khá xa và địa hình phức tạp.

5.1 Công tác khảo sát thủy văn

Công tác khảo sát được thực hiện tại mặt cắt ở các đoạn sông. Tại đây tiến hành định vị, đo tốc độ dòng chảy, chiều sâu và diện tích mặt cắt để tính toán lưu lượng nước chảy qua. Thiết bị được sử dụng là GPS, thước dây, lưu tốc kế, phao đo... Đoạn sông chọn để đo lưu lượng và mặt cắt tuân thủ các quy định chuyên môn về thủy văn. Một vài hình ảnh đo tại hình 10 dưới đây.







Hình 10. Đo các thông số thủy văn sông Ngang

5.2 Kết quả khảo sát

Trên cơ sở tài liệu khảo sát thực địa và tính toán các thông số thủy văn tại các điểm đo thuộc sông Ngang có thể đánh giá như sau:

- Bề rộng của sông ít biến đổi theo dọc sông, dao động trong khoảng 20-30m tùy từng vị trí của đoạn sông đã nghiên cứu.
- Chiều sâu của sông biến đổi khá lớn, từ vài mét đến hơn 1 mét, thậm chí có nơi độ sâu chỉ khoảng 0,5m.
- Trên khu vực khảo sát ít có hoạt động khai thác, xả nước thải
- Lưu lượng dòng chảy của sông Ngang khá ổn định. Kết quả khảo sát cho thấy lưu lượng trung bình khoảng 459.847 m^3/ngày đêm. Lưu lượng này rất lớn so với nhu cầu của dự án và nhân dân trong vùng. Do vậy Sông Ngang đảm bảo nguồn nước phục vụ

nhu cầu dự án với lưu lượng 3.000m^3/ngày và lớn hơn. Có thể lựa chọn nhiều vị để xây dựng trạm bơm và hệ thống đường ống cấp nước cho dự án.

Kết luận

Từ những kết quả nghiên cứu, khảo sát và phân tích tài liệu [[4] chúng tôi đưa ra những kết luận sau:

Vùng dự án chăn nuôi lợn khu vực Thạch Thượng, Thạch Thành, Thanh Hóa là vùng có địa bàn thuận lợi cho chăn nuôi nhưng khó khăn về nguồn cung cấp nước. Khu vực dự án là vùng thành tạo karst nhưng mức độ cứa nước ngầm kém, khả năng tàng trữ và vận động của nước không thuận lợi cho khai tác sử dụng. Một số vị trí có dấu hiệu có nước nhưng nguồn nước khai thác được cũng không nhiều, khó đáp ứng được mục tiêu cấp nước của dự án là cấp với lưu lượng 3.000m^3/ng.

2. Về nguồn nước mặt: Có thể khai thác nguồn nước mặt tại sông Ngang và sông Bưởi để phục vụ mục đích cấp nước dự án công suất 3.000m^3/ngày đêm và lớn hơn. Đây là nguồn có trữ lượng dồi dào và ổn định nên đáp ứng các yêu cầu cấp nước nhưng giá thành cao do phải dẫn khá xa từ nơi cấp đến nơi sử dụng.

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Trọng Nga (2005). Thăm dò điện trở và điện hóa. NXB Giao thông vận tải, Hà Nội, 2005.

2. Nguyễn Trọng Nga và nnk (2010). Báo cáo áp dụng phương pháp thăm dò điện tìm kiếm nước ngầm trong vùng cao nguyên đá vôi ở Hà Giang. Một phần của dự án KC 08-19/06-10 "Nghiên cứu khả năng, sự phân bố và đề suất các phương pháp để đánh giá và sử dụng nước ngầm trong vùng karst, Đông Bắc Việt Nam".

3. Nguyễn Trọng Nga, 2011. Các phương pháp thăm dò điện phân giải cao. Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.

4. M.H. Loke. 2-D and 3-D electrical imaging surveys.

5. Đỗ Văn Bình, 2019. Báo cáo khảo sát địa chất khu vực dự án đô thị mới Lục Yên, Yên Bái. Lưu trữ trung tâm nghiên cứu môi trường Địa chất.

6. Đỗ Văn Bình, Nguyễn Văn Dũng, Đỗ Lan Anh, Trần Văn Long (2020), Sử dụng phương pháp đo sâu điện trở 2D xác định sự phân bố của hang karst ngầm. Hội nghị quốc tế EMNR2020, Hanoi.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Spatial distribution of magnetic properties in urban soils and correlation with heavy metals pollution: A case study from the Thai Nguyen iron and steel industrial zones, Thai Nguyen city, Vietnam

Nguyen Van Binh[a1], Nguyen Quoc Phi[a], Do Thi Hai[a], Do Cao Cuong[a], Nguyen Trung Thanh[b]

[a]*Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology*
[a]*Faculty of Geological Sciences and Engineering, Hanoi University of Mining and Geology*

Received: 20/3/2020; Revised: 10/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

Both natural and anthropogenic factors influence urban soils. Anthropogenic activities have caused the accumulation of heavy metals in the soil environment. Therefore, soil pollution significantly reduces environmental quality and affects human health. In this study, magnetic susceptibility measurements have been used for pollution monitoring. The objectives of this research are to determine the spatial variability of magnetic properties, and to selected heavy metals, and to evaluate effects of land use on their variability in the surface soils of the Thai Nguyen iron and steel industrial zones, Thai Nguyen city. The concentration of selected heavy metals including Cu, Zn, Pb, Fe, Cd, and the magnetic parameter, magnetic susceptibility at low frequency (χ_{lf}), in the urban and industrial land top - soils (0 - 5 cm) samples are significantly higher than that in the agricultural land soils in the study area. The spatial distribution of the selected heavy metals and χ_{lf} in the study area has suggested that activities at the urban and industrial land sites caused higher pollution as compared to that at the study sites of other land uses. Magnetic susceptibility using the MKF1 - A meter links to a computer operated using Safyr 7.0 software, the measurements have been done at low (0.47 kHz) frequency susceptibilities - χ_{lf}. The parameters for low-frequency mass magnetic susceptibility ranges between $14{,}1 \times 10^{-8}$ m^3 kg^{-1} and $67{,}54 \times 10^{-4}$ m^3 kg^{-1} with an average value of $15{,}34 \times 10^{-4}$ m^3 kg^{-1} and standard deviation of $22{,}28 \times 10^{-4}$ m^3 kg^{-1}. The concentrations of Cu and Zn are likely to have been affected by anthropogenic sources, whereas natural sources in the study area are mainly controlled Cd. Moreover, the attention of soil Pb and Fe in the study area could be affected by both lithologic and anthropogenic sources. The magnetic parameters used to be a proxy measure for the degree of heavy metal contamination and become a potential method for the detection and mapping of contaminated soils.

Key Words: *Magnetic susceptibility; Heavy metals; Urban soils; Spatial analysis; Thai Nguyen city; GIS*

1. Introduction

The use of the magnetic properties of soils is mainly due to the specific behaviour of metals compounds which almost exclusively control the magnetic order in the soil. Several authors have demonstrated the concentration of iron oxides, by weathering and pedogenesis in soils (Lamouroux and Ségalen, (1969); Paquet, (1970); Sadiki, (1991)). Together with the concentration of heavy metals from the parent rock to the top-soils, there is always an increase in the magnetic susceptibility of soil particles. The vertical

[1] *Corresponding author:*
E-mail: nguyenvanbinh@humg.edu.vn

evolution of the nature and content of magnetic minerals allows us to know about the state of the soil. Thus the constituents of stable, undisturbed soil show the base of the profile towards the surface, a regular increasing evolution of the magnetic susceptibility.

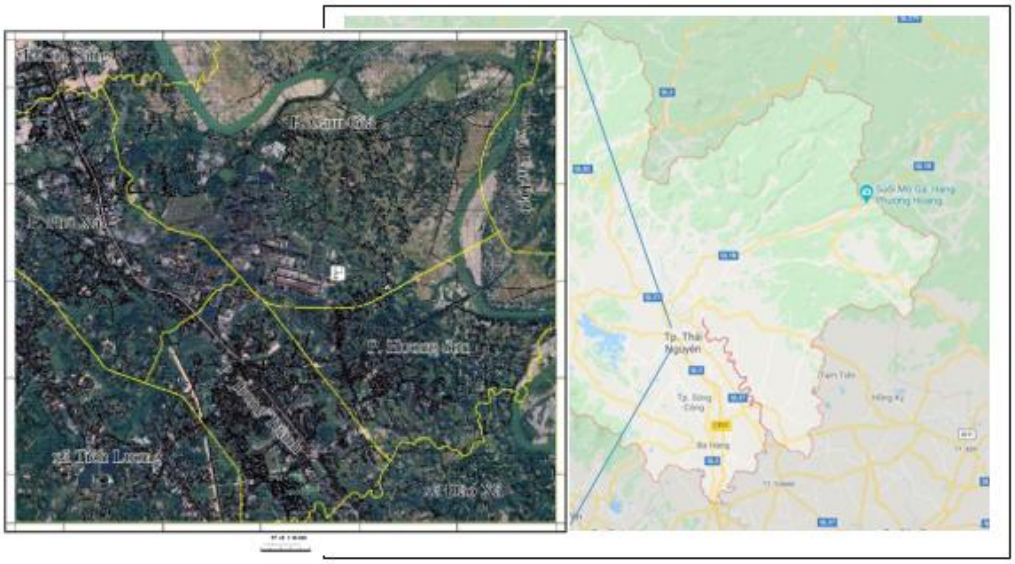


Figure 1. Geographical map study area, Thai Nguyen city

In contrast, a soil which has undergone a disturbance shows more disordered and generally is the low of magnetic susceptibilities. It allows for measurement the concentration of magnetic crystals, grain size, shape and type of the magnetic minerals presented in a sample (Mullins, (1977), Dearing et al., (1985); Beget et al., (1990); Dearing, (1999); Dearing et al., (2001); Meglish et al., (2008); Blundell et al., (2009); Kanu et al., (2013a) and (2013b)). Pollutants from human activities into the atmosphere will eventually settle and accumulate in the soil (Ayoubi and Adman, V, (2019); Ayoubi and Karami, M, (2019)). Accumulation of these anthropogenic particles derived from human activities such as one taking place at the steel ironworks (i.e., welding, painting, vehicular discharges and dust, poor disposal of spare part, etc.), resulted in significant enhancement of soil magnetic susceptibility (Kapicka et al., (2002), Caggiano et al., (2005); El - Hassan et al., (2009); Mahamed et al., (2011); Mohammad et al., (2012); Murdock et al., (2012); Kuceret al., (2012); Kanu et al., (2013a) and (2013b); Oluyide et al., (2019); Li XD., Poon CS., Liu PS., (2001)). In the particles state, these particles usually contain heavy metals and toxic elements.

There has been a growing interest in using magnetic techniques for monitoring environmental pollution, and many other publications studied the relationship between heavy metals accumulation in soil and magnetic susceptibility parameter. Kanu et al., (2013b), has published the results of their research of top - soil samples from parts of Jalingo, Taraba State, N - E Nigeria to assess soil contamination levels and to determine pollution hotspots using the magnetic parameter. Similarly, Xue Song Wang and Yong Qin, (2005); Yang T, Liu Q, Chan L, and Cao G, (2007) studied the correlation between magnetic susceptibility and heavy metals distribution in the city of Xuzhou, China. They opined that magnetic susceptibility could be used as a proxy for soil heavy metals contaminations.

The urban ecosystem is characterized as a complex composite of both the natural and anthropogenic factors. Heavy metals may come from various sources in urbanized areas, including vehicle emissions, industrial discharges, and activities (Thornton, (1991); Li et al., (2001)). The urbanization in the form of increased population density, intense industrialization and excessive exploitation of natural resources and has its consequential deteriorating impacts on the overall structures and functions of the eco - system (Antrop, (2000); Qureshi et al., (2010)). Because of the effectiveness of the integration of chemical composition and magnetic properties in the study of urban soil pollution degree, we have applied a similar technique to characterize and quantify the degree of pollution at Thai Nguyen iron and steel industrial zone, Thai Nguyen city, Viet Nam.

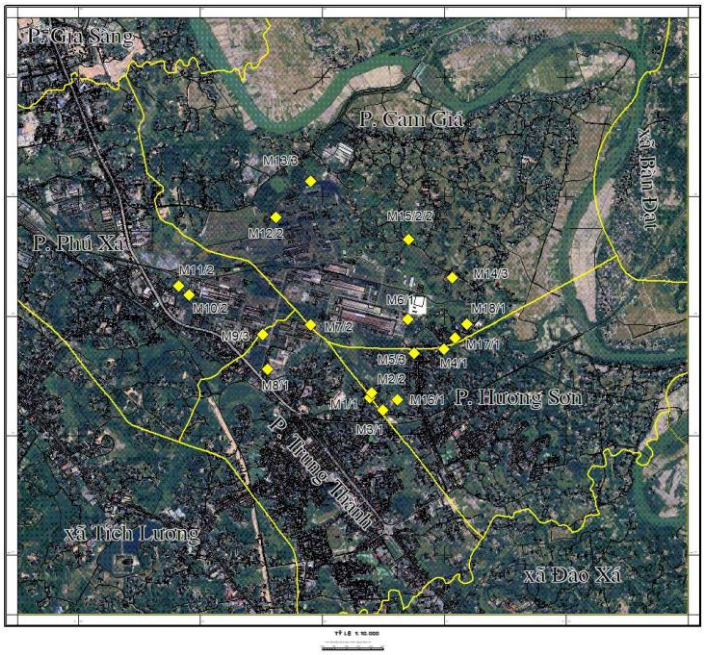


Figure 2. Sample location map of Thai Nguyen iron and steel industrial zones

2. Materials and methods

2.1. Study area

Thai Nguyen city is located in the northwestern part of Ha Noi capital, one of the provinces of Viet Nam. The main wind direction is from the northwest, although in general, wind velocities are low. This enhances the deposition of particulates within the city. It has very convenient transportation facilities, and its

current urban population exceeds 420,000 inhabitants. Nowadays, steel production and processing still play an essential role in the economic life of the city, together with the chemical industry and other activities. Therefore, urban top - soil may have accumulated heavy metals and magnetic materials over a long period, and a mixture of several sources has to be expected (Figure 2 - Table 1).

2.2. The sample magnetic susceptibility

The soil samples were collected in a suitable plastic bags test container of about 200 grams, by using a plastic spoon. These samples were sent to the laboratory where they were screened to remove macroscopic traces of stones, glass, plastic, rubber,

animal, and plant matter to ensure that the analyzed materials were free from such contaminants. The samples were air - dried at room temperature in the laboratory in a few days to reduce the mass contribution of soil moisture and to avoid any chemical reaction and to avoid contact with metal objects (Kanu et al., (2013a), (2013b)). The samples were grinded and sieved through a 1 mm sieve mesh and stored in well - labelled plastic containers for magnetic susceptibility measurements and chemical analysis.

Table 1. Sample points and coordinates

ID	Sample	UTM-X	UTM-Y
1	M1/1	590385,2061	2383276,421
2	M2/2	590401,7802	2383320,582
3	M3/1	590493,1442	2383177,481
4	M4/1	590996,2314	2383677,219
5	M5/3	590747,5944	2383644,836
6	M6/1	590698,9522	2383920,31
7	M7/2	589900,5483	2383875,639
8	M8/1	589546,1337	2383510,303
9	M9/3	589510,4044	2383793,906
10	M10/2	588908,4001	2384120,049
11	M11/2	588821,6868	2384195,194
12	M12/2	589615,1184	2384756,72
13	M13/3	589901,1997	2385054,409
14	M14/3	591062,5774	2384263,75
15	M15/2	590703,6688	2384573,227
16	M16/1	590610,3094	2383261,584
17	M17/1	591083,357	2383767,041
18	M18/1	591179,2067	2383883,937

Magnetic susceptibility measurement was performed on each of the collected samples using the MKF1 - A meter linked to a computer operated with Safyr 7.0 software. For all the measures, the sensitivity was set at 1.0. Measurements were made three times; Firstly, air reading and sample reading; Secondly, air reading before and after each cycle for drift correction (Kanu et al., (2013b)). The MKF1 - A sensor was a handy laboratory sensor that made use of 10 cm^3 samples in plastic containers. It could take measurements at two different frequencies, i.e., at 470 Hz (low frequency) and 4700 Hz (high frequency). When the 10 cm^3 cylindrical plastic bottles were in use, the accuracy of the MKF1 - A meter was 1% (Dearing, (1999)). In this study, the susceptibility measurements were done at low - frequencies (470 Hz), which were further used to compute the frequency - dependent susceptibility.

Table 2. Statistic Summary of magnetic susceptibility of soil samples in Thai Nguyen iron and steel industrial zones (all values in m^3 kg^{-1})

ID	Sample	KRe [SI]	KIm [SI]	KVol [SI]	KMass [m^3/kg]
1	M1/1	0,0004699	0,00002113	0,0004699	0,0021411828
2	M2/2	0,0008194	0,00003027	0,0008194	0,0031976117
3	M3/1	0,0009313	0,00003060	0,0009313	0,0000006217
4	M4/1	0,0002324	0,00999400	0,0002324	0,0000002879
5	M5/3	0,0002024	0,00969900	0,0002024	0,0000001687
6	M6/1	0,0001567	0,00622000	0,0001567	0,0000001410
7	M7/2	2,0690000	0,00006725	2,0690000	0,0016030000
8	M8/1	8,3750000	0,00024850	8,3750000	0,0067540000
9	M9/3	6,0410000	0,00017480	6,0410000	0,0036750000
10	M10/2	7,2200000	0,00027010	7,2200000	0,0065340000
11	M11/2	0,0169800	0,00051330	0,0169800	0,0000147800
12	M12/2	0,0009640	0,00003811	0,0009640	0,0000007484
13	M13/3	2,9510000	0,00009282	2,9510000	0,0024970000
14	M14/3	0,0249500	0,00074520	0,0249500	0,0000212400
15	M15/2/2	1,3400000	0,00005247	1,3400000	0,0011590000
16	M16/1	0,0034760	0,00043700	0,0002340	0,0000003910
17	M17/1	0,0021340	0,00048700	0,0003457	0,0000016870
18	M18/1	0,0000456	0,00001276	0,0003426	0,0000187800
Min		0,0000456	0,0000128	0,0001567	0,000000141
Max		8,3750000	0,0099940	8,3750000	0,006754
Mean		1,5581868	0,0016186	1,5579238	0,001534
SD		2,76368648	0,00331587	2,76384327	0,002228
CV		177,365547	204,863898	177,405549	145,20586

Bartington Instruments Ltd., linked to the MKF1 - A dual - frequency sensor (470 Hz and 4700 Hz).

2.3. The sample chemical composition

Samples (approx: 0.2 g) were dissolved in a hot HF - HNO_3 - HCl acid mixture (approx. 15 ml), and refluxed with the acid mixture if the sample was only partly dissolved. Fe, Cd, Cu, Pb, and Zn concentrations were measured by inductively coupled plasma - Mass spectrometry (ICP - MS).

Table 3. Chemical analysis results of heavy metals for selected top - soil within the study area in mg kg^{-1}

ID	Sample	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Fe (mg/kg)
1	M1/1	35	185	2	245	4108
2	M2/2	20	203	2	107	6213
3	M3/1	25	172	3	146	3070
4	M4/1	23	165	4	142	2984
5	M5/3	28	175	3	137	3118
6	M6/1	22	185	2	156	3247
7	M7/2	26	251	3	162	4092
8	M8/1	35	512	4	205	7436
9	M9/3	30	845	5	235	7254
10	M10/2	45	120	3	155	5852
11	M11/2	16	71	0,9	22	1642
12	M12/2	22	170	5	143	3051
13	M13/3	27	297	6	166	4672
14	M14/3	18	387	7	237	3356
15	M15/2/2	25	229	3	154	3804
16	M16/1	23	165	3	140	2992
17	M17/1	24	170	2	85	3052
18	M18/1	26	272	1	97	4363
Min		16	71	0,9	22	1642
Max		45	845	7	245	7436
Mean		26,11	254,11	3,272	151,89	4128,11
SD		6,86	178,69	1,64	55,79	1592,27
CV		26,27	70,32	50,31	36,73	38,57

2.4. Morphology and SEM

SEM observed morphology of particles on magnetically enhanced samples, obtained by extraction from suspended material using a hand - magnet. Statistical and graphic analyses Statistical calculations were performed with the SPSS V.23 software. Contour plots were created with Arc - Map 10.6.

3. Results and discussion

3.1. Distribution of magnetic susceptibility

The mass - specific magnetic susceptibility values for the top - soil samples collected randomly within the study area are given in table 2. The values for low - frequency mass magnetic susceptibility range between 0,01 × 10^{-5} m^3 kg^{-1} and 675,40 × 10^{-5} m^3 kg^{-1} with an average value of 153,44 × 10^{-5} m^3 kg^{-1} and standard deviation of 222,81 × 10^{-5} m^3 kg^{-1}. These values of the magnetic susceptibility measurements at the steel ironworks are much higher than the observed values outside the steel ironworks. Values presented by Yang et al., (2007) from China, Mücella, (2010) from Turkey,

Mohamed et al., (2011) and Ayoubi and Karami, (2019) from Iran reveals high variability of the magnetic susceptibility values but are all in the range of 10^{-5} (SI) as well.

As mean concentrations of the said of magnetic susceptibility in the urban soils of Thai Nguyen iron and steel industrial zones were found to be significantly different from each other, the degree of variability within the concentrations of magnetic susceptibility in the soil can be shown and compared with other metals more comprehensively by using the coefficients of variation: (CV = (SD × 100)/mean), rather than by Standard deviation (SD) itself. A modified version of Aweto ranking (1982) (CV $\leq$ 20%, little variation; 20 < CV $\leq$ 50%, moderate variation; CV $\geq$ 50%, hight variation) was suggested by Phil - Eze., (2010) as follows: if CV $\leq$ 20%, it shows low variability; 21% < CV $\leq$ 50% it is regarded as moderate variability; 51% < CV $\leq$ 100% it is observed as high variability; while 100% of the above CV is considered as exceptionally high variability. The same ranking has been used in the present study.

The GIS - based maps were selected according to their capability to visualize spatial relationships. The distribution of magnetic susceptibility is shown in figure 3. Higher values are concentrated in the southwest part where a lot of industrial plants (e.g., steel ironworks) are located, followed by a commercial zone where the magnetic minerals may be derived from the traffic emissions. The values of magnetic susceptibility are relatively smaller in public greens compared to the industrial zone.

3.2. Results of the geochemical analysis

Results of the heavy metal concentrations for the top - soil samples collected randomly within the steel ironworks are given in table 3. The concentration of the heavy metals of the selected top - soil decreases from Fe to Cd: Fe > Zn > Pb > Cu > Cd. The concentrations of Fe, Zn, and Pb in the steel ironworks are much higher than that of other selected heavy metals. The reason is a gradual accumulation from various pollution sources over time, including factories processing pig steel and iron, and other related activities in the steel ironworks. Too higher concentrations of Fe compared to other metals in the steel ironworks are likely to have come from metallurgical sources such as steel and iron. We did a parallel analysis for the top - soil samples collected randomly outside of the study area. It shows that the mean concentration of the selected heavy metals is much lower than their concentrations at the station, respective.

This also reveals that the higher values observed at the station could be due to the anthropogenic inputs. The value of the coefficient of variation (CV) also reveals the variability in the distribution of the heavy metals in the study area. CV $\leq$ 20% indicates little variability, 20% < CV $\leq$ 50% implies moderate variability, while 50% < CV $\leq$ 100% indicates high variability and CV value greater than 100% is regarded as exceptionally high variability. From the results, the low - frequency magnetic susceptibility (X_{lf}) and all the heavy metals show low variability in the soil.

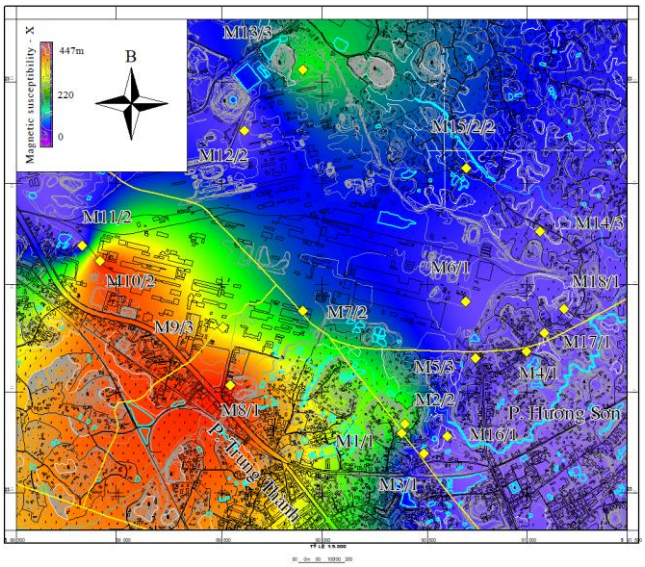


Figure 3. Map of distribution of magnetic susceptibility in the city of Thai Nguyen iron and steel industrial zones urban top - soil

3.3. Pearson correlation analysis

The Pearson correlation coefficients (R) between the heavy metals concentrations and magnetic susceptibility values and between different elements are presented in table 4.

Table 4. Pearson correlation matrix between magnetic susceptibility and heavy metals

		Kmass [m^3/kg]	Fe (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Cd (mg/kg)
Kmass [m^3/kg]	Pearson Correlation						
	Sig. (2-tailed)						
Fe (mg/kg)	Pearson Correlation	**,872****					
	Sig. (2-tailed)	,000					
Pb (mg/kg)	Pearson Correlation	,375	***,477****				
	Sig. (2-tailed)	,125	,045				
Zn (mg/kg)	Pearson Correlation	,413	**,696****	**,605****			
	Sig. (2-tailed)	,088	,001	,008			
Cu (mg/kg)	Pearson Correlation	**,761****	**,593****	,431	,187		
	Sig. (2-tailed)	,000	,009	,074	,457		
Cd (mg/kg)	Pearson Correlation	,140	,212	**,622****	***,493****	,002	
	Sig. (2-tailed)	,578	,398	,006	,038	,993	

***. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).*

**. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).*

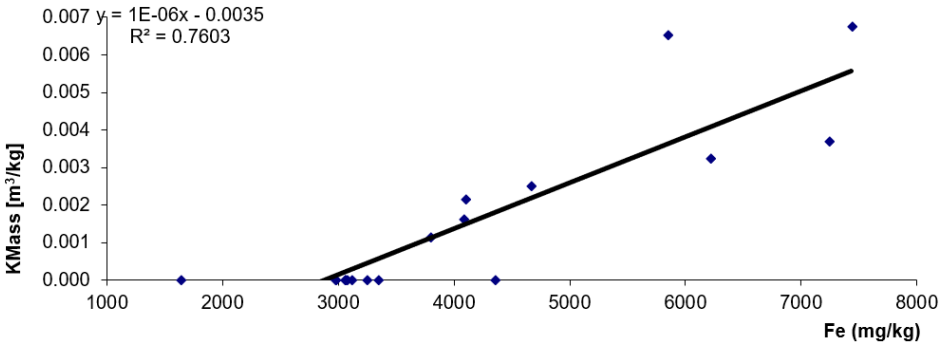


Figure 4. The correlation between Fe and magnetic susceptibility

The correlation analysis between the magnetic susceptibility and the heavy metals concentrations was conducted further to investigate the relationship between the sources of the heavy metals. The results were classified according to the correlation coefficient R as follows: 0,8 < |R| < 1, suggests a strong correlation; 0,5 < |R| < 0,8, suggests a significant correlation; 0,3 < |R| < 0,5 suggests a weak correlation; and |R| < 0,3 suggests an insignificant correlation.

The resulting demonstrated that concentrations of Fe (R = 0,872), Cu (R = 0,761), were strongly correlated with the magnetic susceptibility (Figure 4). Likewise, Cu (R = 0,593), Zn (R = 0,696) represented correlation with Fe; and Zn (0,605), Cd (0,622) represented correlation with Pb were also strongly correlated. Cd - Zn, and Fe - Pb showed an insignificant correlation.

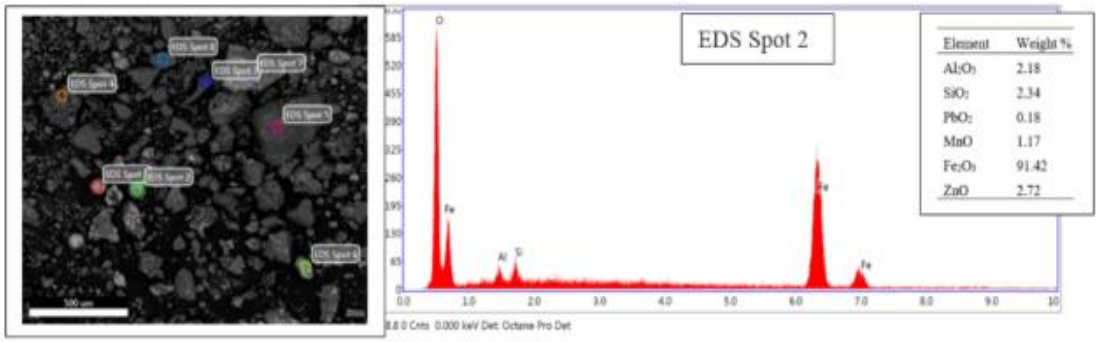


Figure 5. Image EDS spectra of metals oxide on the sample

The correlation between magnetic susceptibility measurements and heavy metals content shows a good relationship between ferrimagnetic oxides and heavy metals in the study area. This is a result of the fact that heavy metals are adsorbed onto the surface of pre - present ferrimagnetic in the environments or are subsumed into the lattice structure of the ferrimagnetic. A strong and positive correlation between the selected heavy metal and also with magnetic susceptibility was observed in table 4, indicating a regular pollution source. Therefore, the high correlation coefficient between the magnetic sensitivity measurements and the heavy metal content can be used as an indicator of the degree of contamination.

3.4. Morphology and SEM - EDS

The SEM and EDS are capable of providing imaging information about the morphology and surface texture as well as the elemental composition of the sample. SEM

observation indicates that metal particle particles are characterized by the large heterogeneity of particle size and shape (Figure 6). Three morphologies of the sample can be identified: spherule, irregular-shaped, and aggregate particles. The representative SEM images for the spherule - shaped sample are shown in figure 6, indicating the sample present in spherical particles of various sizes. The morphology of these samples is consistent with the magnetosphere from the previous studies.

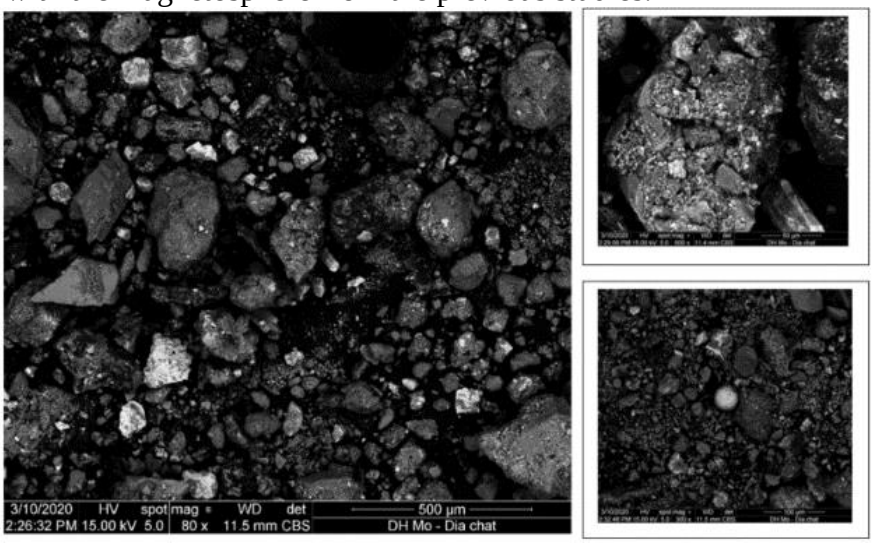


Figure 6. SEM images showed the spherule - shaped in different sizes

The spherule - shaped samples can be observed practically in all urban soils of our study. The size of spherical samples ranges from tens to hundreds of micrometers. EDS analysis reveals that the concentrations of Fe in these spherical samples are 91,42%. These spherules are typical products of coal - burning, such as power plants, industries, and domestic heating systems. Therefore, the most likely source of these spherules is the fuel high - temperature combustion, and the most likely source of the irregular slag is the iron - smelting and steel production.

4. Conclusion

Magnetic susceptibility measurement was carried out on 18 top - soil samples randomly collected from the study area, using the Bartington MKF1 - A meter linked to a computer operated using Safyr 7 software. The measurements were done at low (0.47 kHz) frequency susceptibilities. The results reveal high magnetic susceptibility values at the steel ironworks compared with the values observed outside steel ironworks. Magnetic particles present in urban soils may be formed by various technogenic processes, including coal-burning, industrially derived dust, slag, vehicle emissions, etc. This significant magnetic enhancement indicates a high concentration of ferrimagnetic minerals in the soil and thus evidence of pollution due to the activities in the study area. Otherwise, the results confirm the presence of a considerable amount of technogenic magnetic particles in urban top - soils. Furthermore, it also points out that the magnetic enhancement is of anthropogenic source than pedogenic and lithogenic. Chemical analysis of heavy metals also reveals higher values in the area industry.

The samples of different origins show very characteristic morphological and mineralogical forms. Three representative morphologies of samples can be observed:

spherical, irregular-shaped, and aggregate particles. The ferrimagnetic minerals of samples mainly occur in the form of magnetite and hematite with different stoichiometric and morphological forms. The distinctive morphological and magnetic mineralogical features of samples could serve as an indicator of source identification for soil pollution in urban soils.

The results also indicate that the strong correlation observed between the heavy metals and magnetic susceptibility. It also indicates a strong affinity of heavy metals to magnetic materials. Hence, since the magnetic susceptibility parameter is cost-effective, fast and can cover a very large area in a short time, it becomes essential and should be used as a preliminary method/tool to identify polluted spots before applying the geochemical method that is time - consuming and expensive.

References

1. Antrop, M., 2000. Changing patterns in the urbanized countryside of Western Europe. Landscape Ecol. 15, 257 - 270.

2. Ayoubi S and Adman, V., 2019. Iron mineralogy and magnetic susceptibility of soils developed on various rocks in western Iran Clay and Clay Minerals. 67 217 - 27.

3. Ayoubi, S and Karami, M., 2019. Pedotransfer functions for predicting heavy metals in natural soils using magnetic measures and soil properties J. Geochem. Explor. 197 212 - 9.

4. Aweto, A.O., 1982. Variability of upper slope soil development under sandstones in south-western Nigeria. Geogr. J. 25, 27 - 37.

5. Beget, J E, Stone, D B, and Hawkins D B., 1990. Paleoclimatic forcing of magnetic susceptibility variation in Alaskan loess during the late quaternary Geology 18 40 - 3.

6. Blundell A, Dearing J A, Boyle J F and Hannam J A., 2009. Controlling factors for the spatial variability of soil magnetic susceptibility across England and Wales Earth Sci. Rev. 95 158 - 88.

7. Dearing J A, Maher B A and Oldfield F., 1985. Geomorphological Linkages between soils and sediments: the role of magnetic measurements ed K S Richards, R R Arnet and S EllisGeomorphology and Soils. (London: George Allen and Unwin).

8. Dearing J A., 1999. Environmental Magnetic Susceptibility. Using the Bartington MS2 System. 2nd edition (England: Chi Publishing).

9. Dearing J A, Hannam J A, Anderson A S, and Wellington E M H., 2001. Magnetic, geochemical and DNA properties of highly magnetic soils in England: Geophys. Int. 144 183 - 96.

10. Kanu M O, Meludu O C, and Oniku S A., 2013a. A preliminary assessment of soil pollution in some parts of Jailing metropolis, Nigeria using magnetic susceptibility method. Jordan Journal of Earth and Environmental Sciences. 5, 53 - 61.

11. Kanu M O, Meludu O C, and Oniku S A., 2013b. Measurement of magnetic susceptibility of soils in jailing, N-E Nigeria: A case study of the jingo mechanic village World Applied Sciences Journal 24 178 - 87 2013. IDOSI Publications, 2013.

12. Lamouroux M, et Ségalen P., 1969. Etude comparée des produits ferrugineux dans les sols rouges et bruns méditerranéens du Liban. Sci Sol, 1, p.63 - 75.

13. Li XD, Poon CS, Liu PS., 2001. Heavy metal contamination of urban soils and street dust in Hong Kong. Appl Geochem 16:1361 - 1368.

14. Mohamed E B, Mohamed S, Ahmed B and Samir N., 2011. Heavy metal pollution and soil of Beni Mellal City (Morocco), Environ Earth Sci (Berlin: Springer) 2011 (https://doi.org/10.1007/s12665-011-1215-5).

15. Meglish T, Li Y, and van Dam R L., 2008. Characterization of frequency-dependent susceptibility in UXO Electromagnetic Geophysics SEG Annual Meeting, Las Vegas.

16. Mullins C E., 1977. Magnetic susceptibility of the soil and its significance in soil science: A review. Soil Sci. 28 233 - 46.

17. Mücella C., 2010. Investigation of the relation between heavy metal contamination of soil and its magnetic susceptibility International Journal of Physical Sciences 5 393 - 400 May 2010. Available online at http://academicjournals.org/IJPS ISSN 1992 - 1950 © 2010, Academic Journals.

18. Paquet H., 1970. Evolution géochimique des minéraux argileux dans les altérations et les sols des climats méditerranéens tropicaux a saisons contrastées. Mem. Serv. Carte géol. Als. Lorr. 30, 212p. Strasbourg.

19. Phil - Eze, P.O., 2010. Variability of soil properties related to vegetation cover in a tropical rainforest landscape. J. Geogr. Reg. Plann. 3, 177 - 184.

20. Qureshi, S., 2010. The fast-growing megacity Karachi as a frontier of environmental challenges urbanization and contemporary urbanism issues. J. Geogr. Reg. Plann.3. 306 - 321.

21. Sadiki A., 1991. Evolution superficielle des granites, et des basaltes de la régions de Boumia (Haute Moulouya, Maroc). Impact sur la sédimentation fluviatile récente et actuelle. Thèse de 3 cycle, Univ. Sidi Mohamed Ben Abdallah, Fès, 198p.

22. Xue Song Wang, and Yong Qin., 2005. Correlation between magnetic susceptibility and heavy metals in urban top - soil: a case study from the city of Xuzhou, China. Environ Geol (2005) 49: 10 - 18. DOI 10.1007/s00254-005-0015-1.

23. Thornton I., 1991. Metal contamination of soils in urban areas. In: Bullock P, Gregory PJ (Eds) Soils in the urban environment. Blackwell, Oxford, pp 47 - 75.

24. Yang T, Liu Q, Chan L, and Cao G., 2007. Magnetic investigation of heavy metals contamination in urban top - soils around the East Lake, Wuhan, ChinaGeophys. J. Int. 171 603 - 12.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nguồn nước khoáng Phú Ninh, xã Tam đại, huyện Phú ninh, tỉnh Quảng Nam và định hướng khai thác sử dụng hợp lý

Đỗ Văn Bình [(1)1], Đỗ Thị Hải [(1)] Đỗ Lan Anh [(2)] Trần Văn Long [(3)]
[(1)]*Trường đại học Mỏ-Địa chất*
[(2)] *Trung tâm nghiên cứu môi trường địa chất*
[(3)]*Trường đại học Công nghệ giao thông vận tải.*

Ngày nộp bài: 3/3/2020; Ngày chấp nhận: 20/10/2020; Ngày đăng bài 20/12/2020

Tóm tắt:
Nguồn nước khoáng nóng Phú Ninh thuộc xã Tam Đại, huyện Phú Ninh, tỉnh Quảng Nam là một nguồn nước có chất lượng tốt, ổn định theo thời gian, trữ lượng phong phú nên có giá trị sử dụng làm nước đóng chai giải khát, ngâm tắm và chữa bệnh. Nước khoáng Phú Ninh có diện phân bố rộng với thành tạo chứa nước khoáng thuộc hệ tầng Khâm Đức [3], là nguồn nước khoáng nóng, có áp lực cao (tại lỗ khoan K1 hiện nay). Kết quả nghiên cứu cho thấy nguồn nước khoáng Phú Ninh có tới 3 thành phần (3 chỉ tiêu) đạt tiêu chuẩn định danh nước khoáng (theo Thông tư 52/2014/BTNMT) đó là: độ khoáng hóa cao (TDS: 2,105g/l >1,5 g/l), hàm lượng Axit metasilic (H_2SiO_3) cao (đạt 85,88 > 50mg/l) và nhiệt độ cao (71^{o}C >30^{o}C). Loại hình hoá học của nước khoáng là Clorur natri – calci. Định danh là *nước khoáng silic, rất nóng, khoáng hóa cao*. Kết quả nghiên cứu từ hút nước thí nghiệm với các đợt hạ thấp và khai thác thí nghiệm dài ngày đã xác định trữ lượng nước khoáng tại lỗ khoan K1 có trữ lượng cấp B là 216 m^3/ng, trữ lượng cấp C1 là 154,66 m^3/ngày. Khi khai thác sử dụng nguồn nước khoáng này sẽ góp nâng cao đời sống và văn hóa xã hội cho nhân dân trong khu vực. Vì vậy việc đầu tư khai thác sử dụng hợp lý nguồn nước khoáng này để đáp ứng nhu cầu ngâm tắm, giải khát và du lịch sinh thái nghỉ dưỡng tránh lãng phí tài nguyên thiên nhiên quý giá này là rất cần thiết.

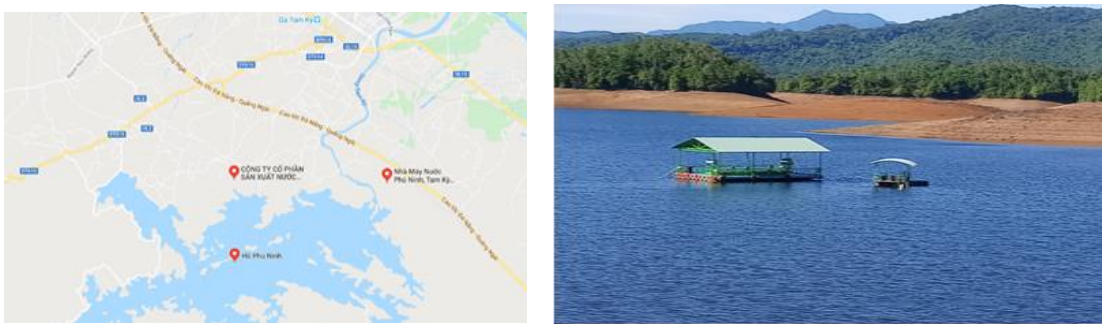
Từ khóa: nước khoáng Phú Ninh, trữ lượng, chất lượng, khai thác sử dụng

1. Đặt vấn đề

Nguồn nước khoáng nóng Phú Ninh là một nguồn nước khoáng quý, hiếm, có giá trị sử dụng tốt phục vụ phát triển kinh tế xã hội. Nước khoáng được khai thác tại lỗ khoan K1 nằm giữa hồ Phú Ninh, có tọa độ X = 1714851: Y =226 236, hệ toạ độ VN2000, kinh tuyến trục 111^0, múi chiếu 6^0 (thuộc tờ bản đồ địa hình tỷ lệ: 50.000 có số hiệu D49-1-D)[1; 3]. Đây là công trình khai thác nằm giữa hồ Phú Ninh, một hồ thủy lợi lớn, nằm cách thành phố Tam Kỳ 7 km về phía tây, thuộc huyện Phú Ninh, cách sân bay Chu Lai khoảng 15 km. Hồ Phú Ninh là công trình thủy lợi lớn nhất miền Trung và là hồ nhân tạo lớn thứ hai cả nước Việt Nam.

Nước khoáng – nước nóng là nguồn tài nguyên thiên nhiên rất quý giá thiên nhiên ban tặng cho con người. Việc khai thác sử dụng hợp lý, tránh thất thoát tài nguyên là một nhiệm vụ quan trọng. Để định hướng khai thác, sử dụng một cách hiệu quả và hợp lý, mang lại lợi ích kinh tế cao thì việc nghiên cứu đánh giá chất lượng, trữ lượng nước khoáng là rất quan trọng và cần thiết.

[1] *Liên hệ tác giả*
dovanbinhdctv@gmail.com



Hình 1. Khu vực nghiên cứu nước khoáng Phú Ninh

2. Phương pháp nghiên cứu

Để nghiên cứu và làm sáng tỏ hơn về mỏ nước khoáng Phú Ninh chúng tôi đã tiến hành nhiều dạng công tác nghiên cứu để đánh giá chất lượng và trữ lượng nước khoáng. Đồng thời nghiên cứu mối liên hệ giữa nước khoáng với nước ngầm và với nước mặt xung quanh. Các phương pháp đó là:

- Thu thập tài liệu: thu thập các tài liệu địa chất, địa chất thủy văn, kết quả phân tích mẫu các loại liên quan đến nguồn nước khoáng nóng Phú Ninh.
- Khảo sát thực địa: Tiến hành thực địa khảo sát khu vực mỏ nước khoáng.
- Hút nước thí nghiệm: tiến hành hút nước thí nghiệm 3 lần hạ thấp mực nước và hút nước khai thác thí nghiệm dài ngày tại lỗ khoan K1 để xác định các thông số địa chất thủy văn và tính toán trữ lượng khai thác nước khoáng (xác định trữ lượng cấp B, C1), lấy và phân tích mẫu trong thời gian hút nước nhằm chứng minh tính ổn định của chất lượng nước khoáng.

3 Kết quả và thảo luận

3.1. Đánh giá chất lượng nước khoáng

Chất lượng và trữ lượng nước khoáng sẽ quyết định đến mục đích khai thác và sử dụng. Việc nghiên cứu đánh giá chất lượng và trữ lượng nước khoáng yêu cầu phải có tính hệ thống, độ chính xác và tin cậy cao.

Đánh giá chất lượng nước khoáng trong lỗ khoan K1 phục vụ mục đích sử dụng nước khoáng để đóng chai uống, giải khát và sử dụng ngâm tắm, nghỉ dưỡng du lịch nên chúng tôi căn cứ vào kết quả phân tích mẫu nước khoáng và các tiêu chuẩn quy định hiện hành [2]. Tổng số mẫu các loại đã lấy và phân tích là 32 mẫu. Các mẫu được lấy đúng theo tiêu chuẩn, quy định rồi sau đó được gửi về Trung tâm kỹ thuật tiêu chuẩn đo lường chất lượng II tại Đà Nẵng và Trung tâm y tế dự phòng, Sở Y tế Quảng Nam (phân tích vi sinh) để phân tích chất lượng nước. Việc phân tích mẫu được thực hiện trên máy đo có độ chính xác cao và các phương pháp hiện đại khác đang được áp dụng tại Việt Nam.



Ảnh 1. Đo nhiệt độ nước khoáng



Ảnh 2. Vị trí lỗ khoan khai thác K1

3.2. Chất lượng nước khoáng

3.2.1 Định danh nước khoáng: Để định danh nước khoáng Phú Ninh chúng tôi so sánh các kết quả phân tích mẫu với quy định tại thông tư 52/2014/BTNMT [2]: Quy định về phân cấp trữ lượng và cấp tài nguyên nước khoáng, nước nóng thiên nhiên [2]. Kết quả phân tích mẫu định danh nước khoáng tại lỗ khoan K1 thể hiện ở bảng 1 dưới đây.

Bảng 1. Kết quả phân tích mẫu và định danh nước khoáng tại lỗ khoan K1

TT	Chỉ tiêu	Đơn vị tính	Hàm lượng tối thiểu	Kết quả phân tích (Min-Max) Trung bình	Đánh giá
1	Tổng chất rắn hòa tan TDS	mg/l	< 50 ≥ 50 - 500 > 500-15000 > 1500	1.530-2.680 2.105	Đạt (nước khoáng hóa cao)
2	Khí carbonic tự do (hòa tan)	mg/l	500	1,76-3,3 2,53	Không đạt
3	Tổng sulfur hyđro (H_2S + HS)	mg/l	1	-	Không đạt
4	Hàm lượng Fluor	mg/l	1,5	-	Không đạt
5	Tổng sắt (Fe^{2+} + Fe^{3+})	mg/l	10	-	Không đạt
6	Arsen	mg/l	0,7	-	Không đạt
7	Brom	mg/l	5	-	Không đạt
8	Iod	mg/l	1	-	
9	Axit metasilic (H_2SiO_3)	mg/l	50	80,03- 91,73 85,88	Đạt
10	Axit metaboric (HBO_2)	mg/l	5	-	-
11	Rađi	pCi/l	10	-	-
12	Nhiệt độ	^oC	30	71	Đạt

(Theo tài liệu của đoàn địa chất 154)

Từ bảng 1. thấy rằng nước khoáng tại lỗ khoan K1 có tới 3 thành phần đạt quy định tại TT42/2014/BTNMT là độ khoáng hóa khá cao (TDS: 2,105g/l >1,5 g/l), hàm lượng Axit metasilic (H_2SiO_3) đạt 85,88; nhiệt độ cao (71^oC). Loại hình của nước là Clorur natri – calci. Nước khoáng Phú Ninh tại lỗ khoan K1 được định danh là *nước khoáng silic, rất nóng, khoáng hóa cao.* Tổng hợp các kết quả phân tích các thành phần đa lượng của nước khoáng tại K1 thể hiện ở bảng 2 dưới đây:

Bảng 2. Kết quả phân tích các thành phần đa lượng một số nguyên tố của nước khoáng tại K1

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Min	Max	Trung bình
1	Màu sắc	Pt.co	Không phát hiện	< 1,5	Không phát hiện
2	Mùi, vị	-	Không mùi lạ	Không mùi lạ	Không mùi lạ
3	Độ đục	NTU	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện
4	Độ cứng tổng	mg/l	300	740	520
5	Độ cứng tạm thời	mg/l	7,97	49.8	28.885
6	Độ cứng vĩnh viễn	mg/l	290	700	495
7	Hàm lượng CO_2	mg/l	1,76	3,3	2,53
8	pH (**)	mg/l	6,5	6,5	6,5
9	Tổng chất rắn hòa tan	mg/l	1530	2680	**2105**
10	Hàm lượng H_2SiO_3	mg/l	80.03	91.73	**85.88**
11	Hàm lượng HCO_3	mg/l	30.5	30.5	30.5
12	Hàm lượng CO_3^{2-}	mg/l	0	0	0
13	Hàm lượng Clorua (**)	mg/l	81.5	1260	670.75
14	Hàm lượng PO_4^{3-}	mg/l	67.5	1242.5	655
15	Hàm lượng SO_4^{2-}	mg/l	40	163.4	101.7
16	Hàm lượng Canxi	mg/l	267.8	452.5	360.15
17	Hàm lượng Magie	mg/l	1.77	2.15	1.96
18	Hàm lượng Sắt	mg/l	0	0	0
19	Hàm lượng NH_4	mg/l	0.06	0.16	0.11
20	Hàm lượng Natri	mg/l	295.5	457.7	376.6
21	Hàm lượng Kali	mg/l	21.32	23.32	22.32
22	Nhiệt độ	^oC	69.2	71.2	**71**

(Theo tài liệu của đoàn địa chất 154 và tài liệu phân tích bổ sung của tác giả năm 2020)

Tổng hợp kết quả phân tích mẫu nước khoáng theo thời gian và phân tích qua các đợt thí nghiệm thấy rằng, thành phần đa lượng trong nước biến đổi không đáng kể, được coi là ổn định.

3.3. Đánh giá theo tiêu chuẩn nước khoáng uống, đóng chai

So sánh giữa kết quả phân tích mẫu nước khoáng với tiêu chuẩn nước uống quy định tại QCVN 6-1:2010/BYT thì ở tất cả các mẫu được phân tích đều đạt yêu cầu. Các mẫu phân tích đều đạt quy định về các hàm lượng vi chất như dư lượng thuốc bảo vệ thực vật, hàm lượng kim loại nặng. Tổng hoạt độ phóng xạ α, β đều rất nhỏ, dưới mức qui định. Đánh giá chung, chất lượng nước khoáng tốt, sạch, không bị ô nhiễm bởi các chất bẩn và chất độc hại (bảng 3 và 4).

Bảng 3. Kết quả phân tích hàm lượng thuốc bảo vệ thực vật trong nước khoáng

STT	Tên chỉ tiêu	Mẫu hút nước đợt 1	Mẫu hút nước đợt 2	Mẫu hút nước đợt 3	Đánh giá
1	Dư lượng thuốc bảo vệ thực vật nhóm Phopho (mg/l) (triethylphosphorothioate, sulfotep, phorate, dimethoate, disulfoton, methyl parathion, parathion, famphur)	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Đạt
2	Dư lượng thuốc bảo vệ thực vật nhóm Clo hữu cơ (mg/l) (Aldrin, BHC, 4,4-DDD, 4,4-DDT, Dieldrin, EndosulfanI, EndosulfanII, Endosulfan sulfate, Endrin, Endrin aldehyde, Heptachlor, Heptachlor epoxide (B))	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Đạt
3	Hàm lượng PCB (mg/l)	Không phát hiện	Không phát hiện	Không phát hiện	Đạt

Bảng 4. Kết quả phân tích vi sinh vật trong nước khoáng tại LK K1 qua các đợt hút nước

TT	Chỉ tiêu phân tích	Đơn vị tính	Đợt hút nước 1	Đợt hút nước 2	Đợt hút nước 3	Đợt khai thác thử	Đánh giá
1	Coliforms	MPN/ 100ml	KPH	KPH	KPH	KPH	Đạt
2	E.Coli	MPN/ 100ml	0	0	0	KPH	Đạt
3	Tổng số vi khuẩn hiếu khí	(CFU/ml)	0	0	0	-	-

Từ bảng 3 và 4 cho thấy nước khoáng ở lỗ khoan K1 có hàm lượng khoáng hóa cao, chất lượng nước tốt và ổn định theo thời gian. Chất lượng nước đạt các tiêu chuẩn,

quy chuẩn, quy định hiện hành có thể sử dụng để đóng chai, giải khát hoặc ngâm tắm nghỉ dưỡng.

3.4. Đánh giá theo tiêu chuẩn nước khoáng ngâm tắm chữa bệnh

Việc đánh giá nước khoáng theo tiêu chuẩn ngâm tắm nghỉ dưỡng, thậm chí chữa bệnh được căn cứ vào thành phần chất tan và nhiệt độ của nước. Theo tài liệu nghiên cứu, nước khoáng Phú Ninh có TDS khá cao (>2 g/l) và nhiệt độ rất nóng (71^{o}C) nên có giá trị cao đối với việc ngâm tắm nghỉ dưỡng. Hơn nữa, hàm lượng H_2SiO_3 cao làm tăng khả năng trao đổi, thẩm thấu của hoạt chất đối với sức khỏe.

Do nhiệt độ cao (71,0^{o}C) nên nguồn nước khoáng Phú Ninh có giá trị về ngâm tắm, nghỉ dưỡng hoặc chữa bệnh. Đây là nguồn có tiềm năng tốt cho du lịch sinh thái.

Hoạt độ phóng xạ: Một trong những thông số cần đánh giá đối với nước khoáng phục vụ ngâm tắm, nghỉ dưỡng là hoạt độ phóng xạ trong nước. Hoạt độ phóng xạ ở một mức độ nào đó sẽ rất có lợi cho sức khỏe nhưng nếu cao hơn tiêu chuẩn cho phép thì lại gây tác hại, không tốt cho sức khỏe.

Trong quá trình thăm dò các tác giả đã lấy 02 đợt mẫu phân tích hàm lượng phóng xạ trong nước. Kết quả phân tích cho thấy các mẫu đều trong giới hạn cho phép đối với nước khoáng ngâm tắm.

Bảng 5. Kết quả đánh giá chất lượng nước khoáng phục vụ ngâm tắm, chữa bệnh

STT	Tên chỉ tiêu	Đơn vị	Quy định về nước khoáng ngâm tắm, chữa bệnh	Kết quả phân tích (Min-Max) Trung bình		Đánh giá
				Mẫu đợt hút nước 1	Mẫu đợt hút nước 3	
1	TDS	mg/l	>1000	1.530-2.680 2.105	1.520-2.675 2.103	Đạt
2	H_2SiO_3	mg/l	50	80.03-91.73 85.88	128-150 140	Đạt
3	Nhiệt độ	^{o}C	30	71	71	Đạt

Bảng 6. Kết quả đo hoạt độ phóng xạ trong nước khoáng tại K1

TT	Chỉ tiêu đo	Đơn vị tính	Kết quả mẫu		Giới hạn cho phép	Đánh giá
			HX1	HX2		
1	Hoạt độ phóng xạ alpha	Bq/l	0,0022	0,0035	0,5	Đạt
2	Hoạt độ phóng xạ beta (ß)	Bq/l	0,021	0,027	1	Đạt

Từ bảng 6 cho thấy, các chỉ tiêu về hoạt độ phóng xạ rất nhỏ, đảm bảo tốt cho ngâm tắm, nghỉ dưỡng, chữa bệnh.

3.5. Tính toán trữ lượng khai thác nước khoáng

Từ tài liệu hút nước với 3 lần hạ thấp mực nước và hút nước khai thác thí nghiệm tại giếng K1, sử dụng phương pháp thủy lực tính toán được trữ lượng nước khoáng với độ tin cậy cao.

Các thông số địa chất thuỷ văn được xác định theo công thức Theis - Jacob bằng phương pháp theo dõi thời gian [6].

Từ tài liệu hút nước, áp dụng công thức:

$$S = \frac{0{,}183Q}{km}\lg\frac{2{,}25a}{r^2} + \frac{0{,}183Q}{km}\lg t \quad (1)$$

Với tài liệu đo hồi phục mực nước:

$$S = \frac{0{,}183Q}{km}\lg\frac{T+t}{t}, \quad (2)$$

Suy ra công thức tính hệ số thấm [4] của tầng chứa nước là: $Km = \frac{0{,}183Q}{C_t}$

Trong đó:

Q - Lưu lượng hút nước thí nghiệm tại (m^3/ng);

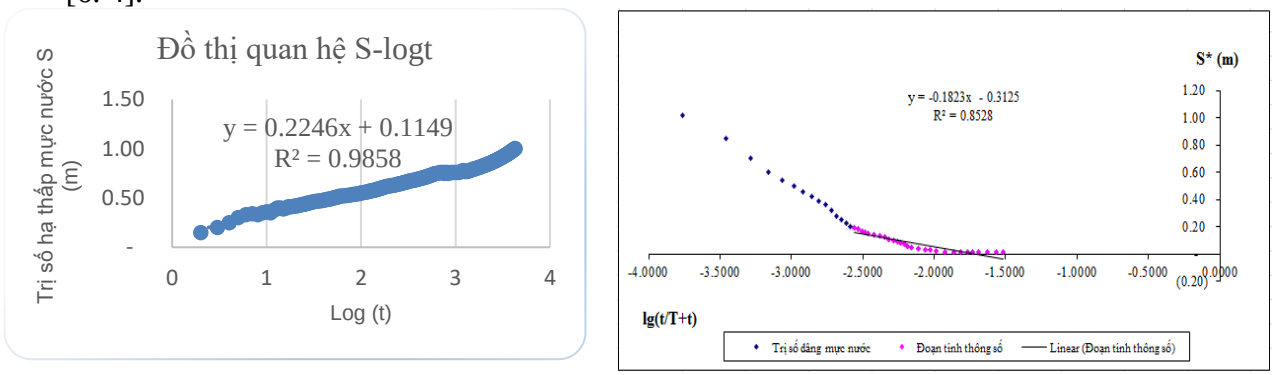
Ct - Hệ số góc của đồ thị S – lg(t/T+t);

At - Đoạn thẳng mà đồ thị cắt trục tung tương ứng;

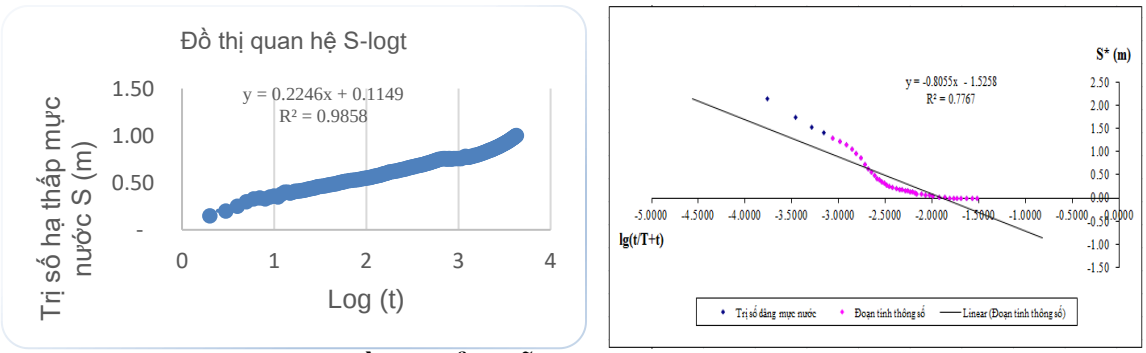
r - Bán kính lỗ khoan (m); Km - Hệ số dẫn nước (m^2/ng);

a - Hệ số truyền mực nước (m^2/ng); S* - Dâng cao mực nước (m)

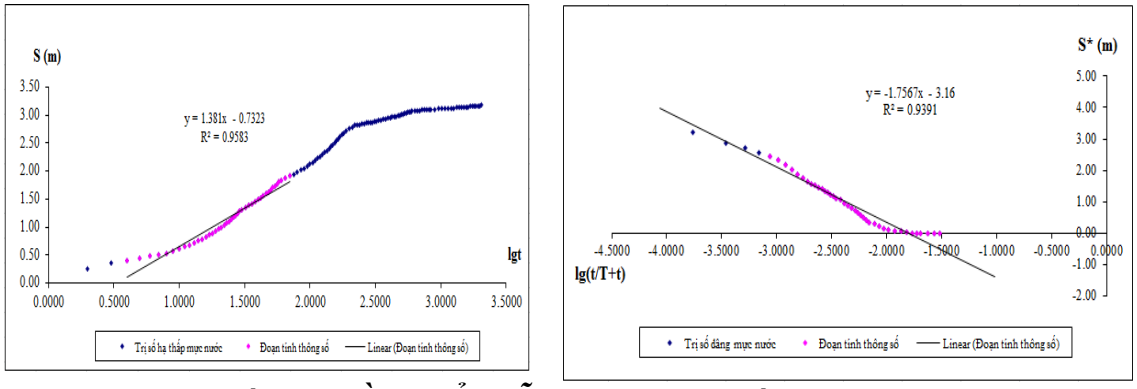
Từ số liệu hút nước thí nghiệm, đo hồi phục mực nước, tiến hành vẽ đồ thị biểu diễn mối quan hệ S-lgt; S-lg(t/T+t) từ đó lựa chọn tính toán thông số địa chất thủy văn [6. 4].



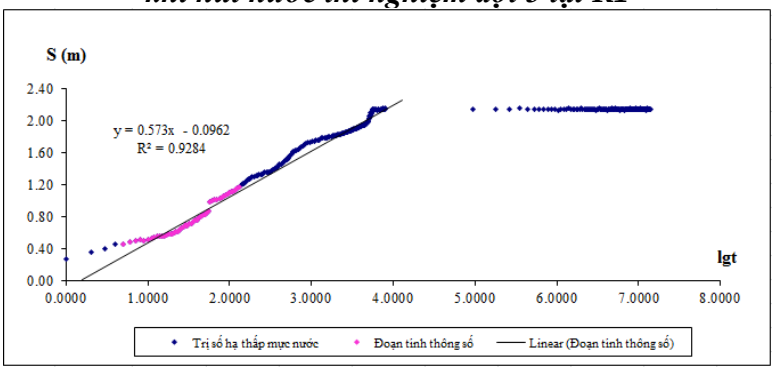
Hình 1. Đồ thị biểu diễn quan hệ S-lgt và S*-lgt/T+t khi hút nước thí nghiệm đợt 1 tại K1



Hình 3. Đồ thị biểu diễn quan hệ S-lgt và S*-lgt/T+t khi hút nước thí nghiệm đợt 2 tại K1



Hình 4. Đồ thị biểu diễn quan hệ S-lgt và S*-lgt/T+t khi hút nước thí nghiệm đợt 3 tại K1



Hình 5. Đồ thị biểu diễn quan hệ S-lgt theo tài liệu khai thác thử, lỗ khoan K1

Từ tài liệu hút nước lập các đồ thị, từ đồ thị quan hệ tính toán được hệ số dẫn nước [4, 5, 6] thể hiện tại bảng 7 dưới đây.

Bảng 7. Bảng tính toán hệ số dẫn nước

SHLK	**Đợt bơm**	**Phương trình quan hệ giữa trị số hạ thấp mực nước vơi thời gian**	**R2**	**Hệ số dẫn nước Km (m2/ng)**
K1	Bơm lần 1	y = 0.2246x + 0.1149	0.9858	122.19
	Bơm lần 2	y = 0.512x - 0.0718	0.9752	77.20
	Bơm lần 3	y = 1.381x - 0.7323	0.9583	34.35
	Khai thác thử	y = 0.8063x - 0.5122	0.9587	68.98
	Hồi phục lần 1	y = - 0.1823x - 0.3125	0.8528	143.92
	Hồi phục lần 2	y = - 0.8055x - 1.5258	0.7767	121.40
	Hồi phục lần 3	y = -1.7567x - 3.16	0.9391	111.85
	Hồi phục khai thác thử	y = -0.3035x - 0.5275	0.8771	126.22

Kết quả tính thông số cho ta một số nhận xét như sau:

- Mối tương quan giữa thời gian và trị số hạ thấp (trị số dâng mực nước) là rất chặt chẽ.

- Kết quả tính thông số theo tài liệu hút nước tương đối ổn định qua các đợt hút nước thí nghiệm [4; 5].

- Độ chênh lệch giá trị hệ số dẫn nước tính theo hút nước và hồi phục mực nước tại lỗ khoan K1 không có sự sai khác nhiều (thấp nhất khi hút lần 3 và cao nhất khi đo hồi phục lần 1). Vì vậy kết quả tính thông số tầng chứa nước là đảm bảo. Thời gian hồi phục mực nước ngắn, mực nước dâng nhanh, chứng tỏ tầng giàu nước. Mực nước hạ thấp nhỏ nên khả năng cung cấp của giếng K1 sẽ còn cao hơn.

Lựa chọn giá trị hệ số dẫn nước là giá trị trung bình của các đợt hút nước thí nghiệm và khai thác thử. Giá trị trung bình hệ số dẫn nước T là: 110,25 m^2/ngày.

3.6. Đánh giá trữ lượng khai thác theo tài liệu hút nước thí nghiệm với 3 đợt hạ thấp mực nước

Tài liệu hút nước thí nghiệm 3 đợt hạ thấp mực nước được lập ở bảng 8.

Bảng 8. Tổng hợp kết quả hút nước thí nghiệm đơn với 3 lần hạ thấp mực nước tại lỗ khoan K1

SHLK	Đợt hạ thấp	S (m)	Q (l/s)	S_0=S/Q	lgQ	lgS
K1	1	1.50	1.02	0.68	0.18	0.01
	2	2.50	2.14	0.86	0.40	0.33
	3	3.00	3.20	1.07	0.48	0.51

Mối quan hệ giữa lưu lượng và trị số hạ thấp mực nước tuân theo quan hệ của Smoreke [6] (lgQ = a+blgS), theo đó phương trình quan hệ được thể hiện như sau:

Lg Q = 0.1769 + 0.6166 lg S với tương quan chặt chẽ là R^2 = 0.9905.

S_{kt} tại lỗ khoan xác định được là: S_{kt} = 3.20 x 1.75 = 5,60 m [4; 5]

Từ đó tính được trữ lượng khai thác tại lỗ khoan K1 là: lgQ = 0.1769 + 0.6166lg5.6 hay lgQ = 0.633, hay **Q = 4.29 l/s hay 370.66 m^3/ng.**

Phân cấp trữ lượng khai thác

Để phân cấp trữ lượng chúng tôi căn cứ vào lưu lượng khai thác thí nghiệm và lưu lượng ngoại suy theo phương trình đường cong hạ thấp mực nước của hút nước thí nghiệm. Theo đó: **Trữ lượng cấp B:** bằng tổng trữ lượng khai thác thử dài ngày tại lỗ khoan K1 là 2.5 l/s hay 216 m^3/ng. **Trữ lượng cấp C1:** Tính theo lưu lượng ngoại suy từ tài liệu hút nước thí nghiệm với 3 lần hạ thấp mực nước và tài liệu hút nước khai thác thí nghiệm ở lỗ khoan K1. Theo đó trữ lượng cấp C_1 được xác định bằng hiệu số giữa lưu lượng hút nước lớn nhất tính toán được (Q_{KT}) trừ đi lưu lượng cấp B. Kết quả tính toán: Trữ lượng khai thác tại lỗ khoan K1 là 4,29l/s hay 370,65 m^3/ngày. Do đó tTrữ lượng cấp C_1 = 370,66 – 216 = 154,66 m^3/ngày.

3.6. Định hướng khai thác sử dụng nước khoáng

Từ kết quả nghiên cứu chất lượng và trữ lượng nêu trên có thể định hướng khai thác sử dụng nguồn nước khoáng Phú Ninh như sau:

- Trữ lượng khai thác không được vượt quá 216 m^3/ng, trừ trường hợp thăm dò nâng cấp bổ sung để nâng trữ lượng từ cấp C1 lên cấp B.

- Có thể khai thác để sử dụng nước khoáng vào các lĩnh vực: Đóng chai giải khát; ngâm tắm nghỉ dưỡng, du lịch sinh thái. Đặc biệt kết hợp với hồ Phú Ninh và các cảnh quan rừng của khu vực để xây dựng các khu sinh thái nghỉ dưỡng có chất lượng cao.

Khi khai thác nước khoáng phải tuân thủ quy định chuyên môn và quản lý để bảo vệ nguồn nước khoáng. Không được khai thác quá trữ lượng cấp B và trị số hạ thấp mực nước không vượt quá trị số hạ thấp mực nước cho phép.

- Trong quá trình khai thác cần tiến hành quan trắc chất lượng, mực nước, lưu lượng, nhiệt độ và một số thông số khác theo quy định hiện hành [2].

4. Kết luận

- Nguồn nước khoáng nóng Phú Ninh là một nguồn nước có chất lượng tốt, có trữ lượng lớn nên cần được khai thác sử dụng phục vụ phát triển kinh tế xã hội. Chất lượng nước thỏa mãn đóng chai giải khá và nhất là ngâm tắm nghỉ dưỡng, du lịch sinh thái. Trữ lượng nước khá lớn, trữ lượng cấp B đạt 216 m^3/ng, cấp C1 đạt 154 m^3/ng, có thể đáp ứng các nhu cầu cả ngâm tắm nghỉ dưỡng và đóng chai giải khát.

- Nước khoáng là nước có áp lực, chất lượng ổn định theo thời gian, không chịu ảnh hưởng của nước hồ và nước ngầm trong khu vực.

- Có thể sử dụng nước khoáng Phú Ninh cho nhiều mục đích, đóng chai, ngâm tắm và du lịch. Trong quá trình khai thác cần tiến hành quan trắc các thông số theo quy định hiện hành.

Tài liệu tham khảo

[1] Đoàn địa chất 506, (2018): Báo cáo kết quả thăm dò bổ sung nguồn nước khoáng Phú Ninh, Quảng Nam.

[2] Bộ Tài nguyên và môi trường, (2014) “Thông tư 52/2014/BTNMT: Quy định về phân cấp trữ lượng và cấp tài nguyên nước khoáng, nước nóng thiên nhiên.

[3] Bùi Học, (2000): Báo cáo nghiên cứu bổ sung đánh giá chất lượng và trữ lượng nước khoáng Phú Ninh. Lưu trữ Trung tâm nghiên cứu môi trường Địa chất.

[4] Đỗ Văn Bình, Hồ Văn Thủy, Đỗ Thị Hải (2019) Đặc điểm nguồn nước khoáng nóng Xuân Đám, Cát Bà và định hướng khai thác sử dụng hợp lý. Hội nghị quốc tế VACI 2019.

[5] Đỗ Văn Bình, Nguyễn Chí Nghĩa (2005), Báo cáo thăm dò nguồn nước khoáng Thạch Bích, quảng Ngãi. Lưu trữ Trung tâm nghiên cứu môi trường địa chất.

[6] N.N.Bindeman, L.C.Iazvin,V.Đ.Babushkin. Đánh giá trữ lượng khai thác nước dưới đất. VXEGINGEO, 1970 (Tiếng Nga)

PHẦN 3.
NHỮNG TIẾN BỘ MỚI TRONG CÔNG NGHỆ MÔI TRƯỜNG

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá biến động sử dụng đất liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản khu vực Bát Xát, tỉnh Lào Cai

Nguyễn Thị Cúc [a,b1] Nguyễn Phương[1], Phan Thị Mai Hoa[1], Đỗ Văn Nhuận[1]
[a] *Khoa Môi trường, Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*
[b] *Nghiên cứu sinh khoa Môi trường, trường Đại học Khoa học tự nhiên, Đại học Quốc gia Hà Nội;*

Ngày nộp: 14/3/2020; Ngày chấp nhận:28/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Hoạt động khai thác khoáng sản ngày nay, bên cạnh việc góp phần làm tăng trưởng kinh tế cũng tác động không nhỏ tới môi trường. Theo Ravik. Jain, 2016 thay đổi mục đích sử dụng đất là một trong năm vấn đề môi trường chính liên quan đến ngành công nghiệp khai khoáng. Việc đánh giá biến động sử dụng đất liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản khu vực Bát Xát từ năm 2008 đến năm 2019 nhằm làm rõ ảnh hưởng của hoạt động này tới mục đích sử dụng đất theo thời gian. Trên cơ sở phân tích ảnh landsat kết hợp phương pháp chồng lớp bản đồ cho phép đánh giá biến động sử dụng đất liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản. Kết quả đánh giá cho thấy hoạt động khai thác phát triển chủ yếu ở các xã A Mu Sung, Bản Qua, Bản Vược và xã Cốc Mỳ. Từ giai đoạn 2008 đến năm 2019 tổng diện tích đất sử dụng cho mục đích khai thác khoáng sản tăng từ 237 ha đến 613 ha (159%). Trong đó, chủ yếu là do chuyển đổi từ đất trồng cây lương thực và cây lâu năm là 34,53 ha, chuyển đổi từ đất rừng là 46,27ha, đất chuyển đổi từ đất ở là 20,52ha và từ đất trống là 6.38ha. Như vậy, hoạt động khai thác khoáng sản tác động mạnh nhất tới đất nông nghiệp, tiếp đến là đất rừng và đất ở. Ngoài ra, từ năm 2008 đến năm 2019, một phần diện tích đất thuộc khu vực khai thác khoáng sản sau khi kết thúc cũng được chuyển đổi sang sử dụng làm đất ở và đất trồng cây lương thực, cây lâu năm, tổng diện tích chuyển đổi là 22,77ha.

Từ khóa: GIS, Bát Xát, Landsat, khai thác khoáng sản, sử dụng đất

1. Mở đầu

Hoạt động khai thác tại huyện Bát Xát nói riêng và tỉnh Lào Cai nói chung tương đối phát triển. Hiện nay các loại khoáng sản chính đang khai thác trong khu vực là vật liệu xây dựng, đồng, sét và apatit. Hoạt động này đang ngày càng mở rộng diện tích và công suất đồng nghĩa với một lượng lớn diện tích đất khác sẽ bị chuyển đổi mục đích sử dụng đồng thời cũng làm mất đi lượng lớn lớp phủ, thay đổi địa hình ảnh hưởng đến da dạng sinh thái và hệ thống thủy văn của khu vực. Hiện nay, việc kết hợp công nghệ GIS và viễn thám được sử dụng trong rất nhiều các lĩnh vực đặc biệt là khoa học trái đất như địa chất, trắc địa, mỏ và môi trường. Nguyễn Thị Thu Hiền và nnk, 2014 đã sử dụng GIS và ảnh vệ tinh SPOT thu nhận ở 3 thời điểm 2000, 2005 và 2010 để đánh để đánh giá biến động sử dụng đất, lớp phủ huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2000 – 2010. Vũ Kim Chi, 2007, sử dụng ảnh viễn thám và GIS đánh giá biến động sử dụng đất khu vực Suối Mười. Mai Trọng Thinh, 2017 sử dụng ảnh landsat đánh giá biến động diện tích rừng ngập mặn tại thị xã Quảng Yên, tỉnh Quảng Ninh. Md. Inzamul Haque, 2017 sử dụng công nghệ viễn thám và GIS đánh giá sự thay đổi độ che phủ đất tại khu vực Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh dựa vào các chỉ số thực vật NDVI và chỉ số độ ẩm lá NDWI.

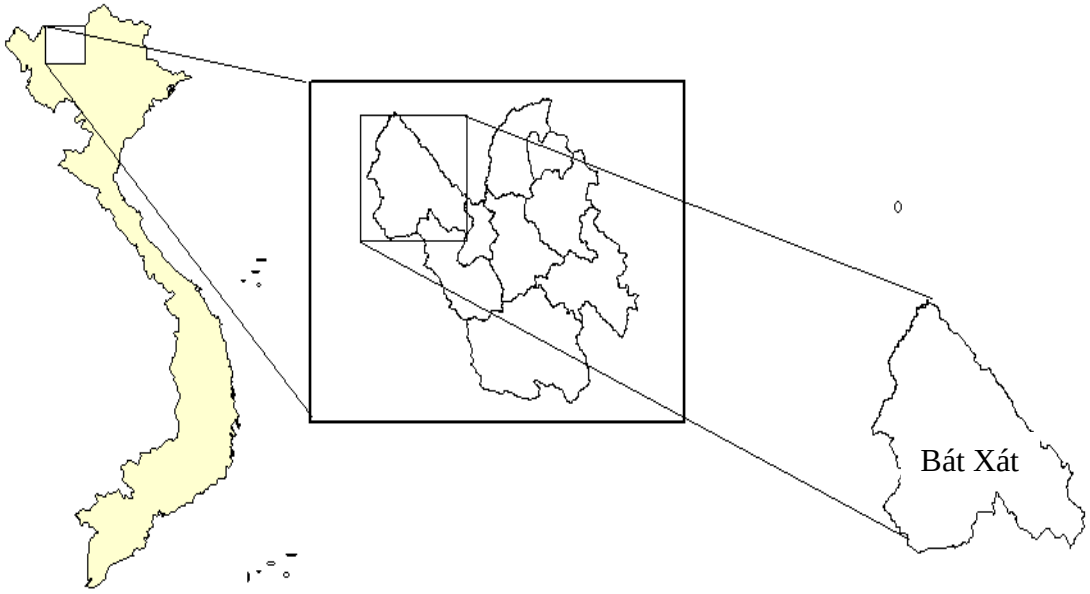
[1] *Liên hệ tác giả*
E-mails (nguyencuc.humg@gmail.com);

Trong nghiên cứu này, tác giả sử dụng ảnh landsat 5 và landsat 8 được chụp vào các năm 2008 và năm 2019 để phân loại sử dụng đất qua các năm từ đó đánh giá biến động sử dụng đất từ năm 2008 đến năm 2019 liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản.

2. Đối tượng và phương pháp nghiên cứu

2.1. Khu vực nghiên cứu

Khu vực nghiên cứu là huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai (hình 1) có nguồn tài nguyên khoáng sản khá phong phú (Báo cáo Tài nguyên khoáng sản tỉnh Lào Cai, 2005), các mỏ hiện nay đang khai thác có quy mô lớn như mỏ apatit, đồng Sin Quyền, Lũng Pô, sét khu vực Bản Qua, Bản Vược, Cốc Mỳ … Trong những năm gần đây, hoạt động khai thác tại khu vực Bát Xát phát triển mạnh đặc biệt là khu mỏ đồng Sin Quyền và các mỏ sét. Những hoạt động này gây ảnh hưởng không chỉ tới môi trường sống của người dân sống ở khu vực lân cận mà còn tác động không nhỏ tới hoạt động canh tác nông nghiệp, lâm nghiệp của người dân địa phương.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Bảng 1. Bảng thông tin dữ liệu ảnh viễn thám

STT	Mã ảnh	Ngày chụp	Độ phân giải (m)	Path/row
1	LC08_L1TP_128045_20191210_20191217_01_T1	17/12/2019	30	128/45
2	LC08_L1TP_128044_20191210_20191217_01_T1	17/12/2019	30	128/44
3	LT05_L1TP_128045_20081109_20161028_01_T1	09/11/2008	30	128/45
4	LT05_L1TP_128044_20081109_20161028_01_T1	09/11/2008	30	128/44

Nguồn:*https://earthexplorer.usgs.gov*

2.2. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

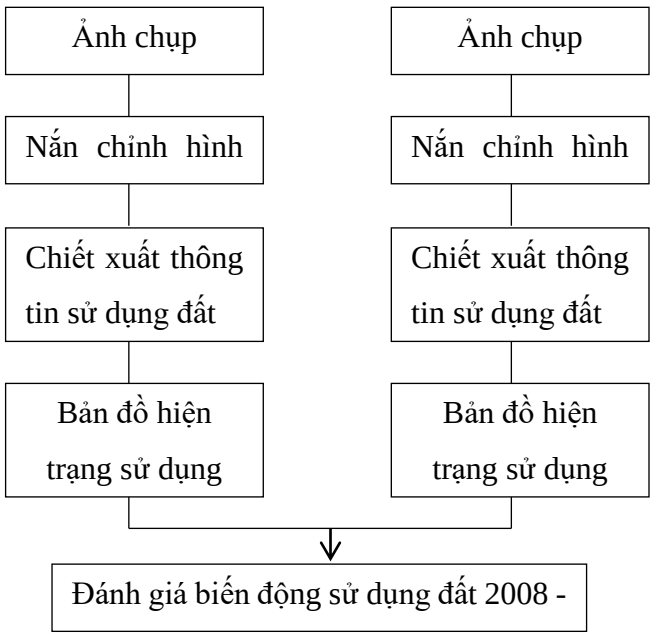
2.2.1. Cơ sở tài liệu

Để đánh giá biến động sử dụng đất khu vực Bát Xát, Lào Cai, tác giả sử dụng phần mềm Arcgis 10.3 và cơ sở dữ liệu là ảnh viễn thám Landsat 8 và Landsat 5 chụp cho tỉnh Lào Cai từ năm 2008 và năm 2019. Dữ liệu được tổng hợp ở bảng 1.

2.2.2. Phương pháp nghiên cứu

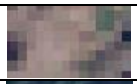
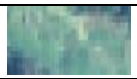
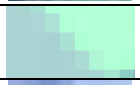
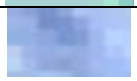
Phương pháp xử lý ảnh viễn thám: Viễn thám (Remote Sensing) được hiểu như một khoa học, nghệ thuật thu nhận thông tin về đối tượng, khu vực hay hiện tượng trên bề mặt Trái đất mà không tiếp xúc trực tiếp với chúng (Đặng Văn Đức, 2011). Phân tích tài liệu viễn thám giúp nắm bắt nhanh các thông tin về biến động của đối tượng tự nhiên, đồng thời phối hợp với các hệ thông tin địa lý, có thể cho phép xác định nhanh các khu vực khai khoáng tập trung và các loại hình sử dụng đất tại khu vực nghiên cứu. Ảnh viễn thám sau khi được hiệu chỉnh, nắn chỉnh tọa độ được tiến hành lấy mẫu phân loại dựa trên các yếu tố giải đoán trên phần mềm như Envi, Erdas, Arcgis …. Cụ thể, trong nghiên cứu này, tác giả xử lý, phân loại ảnh và đánh giá biến động sử dụng đất bằng phần mềm Arcgis 10.3. Trong đó, phân loại đối tượng sử dụng đất thành 6 loại gồm: Dân cư, Đất trống, Đất rừng, Đất trồng cây lượng thực và cây lâu năm, Sông, hồ và Đất khai thác khoáng sản (bảng 2).

Ảnh sau khi được lấy mẫu theo 6 nhóm đối tượng được tiến hành phân loại có kiểm định theo phương pháp Maximum Likehood. Để các kết quả phân loại được tập trung hơn, tác giả sử dụng phương pháp phân tích thành phần chính Majority giảm bớt các pixel đơn lẻ phục vụ tốt hơn cho công tác đánh giá biến động. Kết quả sau xử lý thu được bản đồ hiện trạng sử dụng đất của các năm 2008 và 2019. Tiến hành chồng xếp bản đồ bằng công cụ "intersect" giữa năm 2008 và 2019. Các bước xác định biến động sử dụng đất liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản khu vực Bát Xát tỉnh Lào Cai được thể hiện ở sơ đồ hình 2.



Hình 2. Sơ đồ xác định biến động sử dụng đất khu vực Bát Xát, tỉnh Lào Cai

Bảng 2. Khóa giải đoán ảnh các đối tượng sử dụng đất từ ảnh viễn thám

Ảnh mẫu	Dấu hiệu đặc trưng	Đối tượng được giải đoán	Ký hiệu loại đất
	Màu hồng, tím cấu trúc đốm, điểm	Dân cư	1
	Màu nâu đất, cấu trúc loang lổ	Đất trống	2
	Màu xanh lá cây đậm, cấu trúc mịn	Đất rừng	3
	Màu xanh lá cây, cấu trúc dạng loang lổ	Đất trồng cây lượng thực và cây lâu năm	4
	Màu xanh	Sông, hồ	5
	Màu tím, cấu trúc mịn, loang lổ	Đất khai thác KS	6

3. Kết quả và thảo luận

3.1. Kết quả phân loại hiện trạng sử dụng đất

3.1.1. Kết quả phân loại

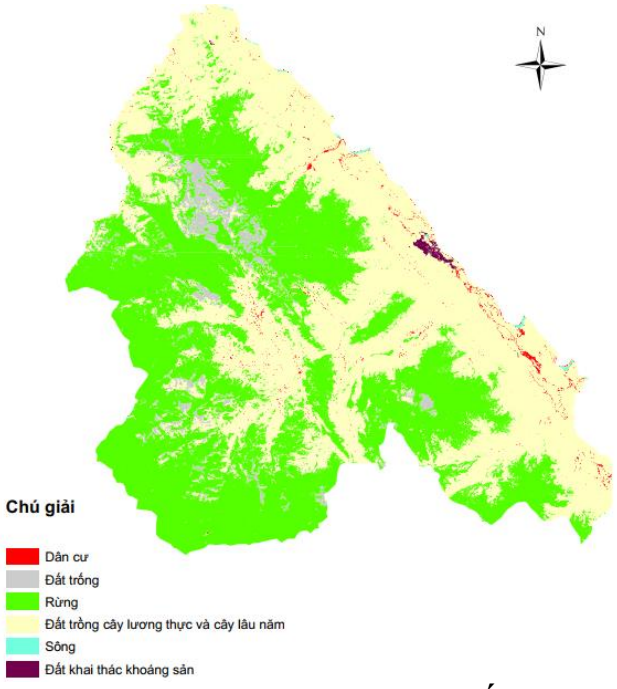
Ảnh landsat sau khi được nắn chỉnh hình học tiến hành chiết xuất thông tin sử dụng đất. Cơ sở xác định thông tin sử dụng đất thông qua thực tế và dựa vào bản đồ Google Earth. Các band ảnh được sử dụng để phân loại gồm band 1 đến band 7 đối với ảnh Landsat 5 và từ band 1 đến band 8 đối với ảnh landsat 8. Kết quả giải đoán xây dựng được bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2008 và năm 2019 (hình 3). Sử dụng công cụ tính diện tích trên Arc GIS, sau đó xuất kết quả sang phần mềm Excel để thống kê diện tích các loại đất trên bản đồ. Kết quả tính được tổng hợp ở bảng 3.

Bảng 3. Bảng tổng hợp kết quả phân loại sử dụng đất năm2008, 2019 huyện Bát Xát

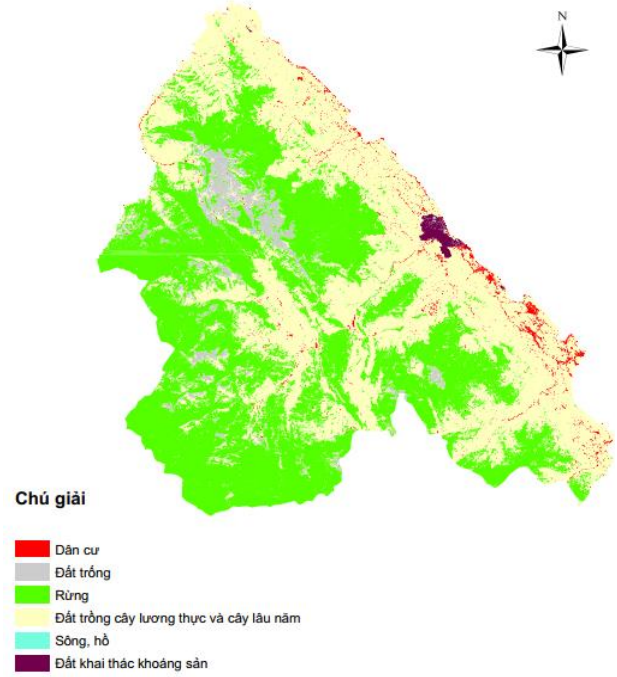
STT	Loại đất	Diện tích đất (ha)		Diện tích thay đổi (ha)	Tỷ lệ % thay đổi
		2008	2019		
1	Dân cư	1384	2193	809	58
2	Đất trống	4074	4473	399	10
3	Đất rừng	51445	52973	1528	3
4	Đất trồng cây lượng thực và cây lâu năm	48267	45181	-3086	-6
5	Sông, hồ	55	22	-33	-60
6	Đất khai thác KS	237	613	376	159

Từ hình 3 và bảng 3 cho thấy từ năm 2008 đến năm 2019 tổng diện tích đất sử dụng cho mục đích đất ở, đất rừng, đất khai thác khoáng sản có xu hướng tăng. Trong đó, đất sử dụng cho mục đích khai thác khoáng sản tăng mạnh nhất. Cụ thể, diện tích đất ở từ năm 2008 đến năm 2019 tăng 809 ha tương đương 58%; diện tích đất trống tăng 399 ha, tương đương với 10%; diện tích đất rừng tăng 1528 ha tương đương với 3%, diện tích đất dành cho khai thác và chế biến khoáng sản tăng 376 ha tương đương 159%. Diện tích đất sử

dụng cho mục đích trồng cây lương thực có xu hướng giảm, điều này phù hợp với thực tế bởi nhu cầu về đất ở, xây dựng và hoạt động khai thác khoáng sản ngày càng phát triển tại khu vực Bát Xát. Diện tích sông, hồ có xu hướng giảm là do bãi bồi ở các con sông ngày càng mở rộng, mực nước tại các sông, suối, hồ cũng giảm dẫn tới diện tích mặt nước bị thu hẹp.



Hình 3. (a) Kết quả phân tích hiện trạng sử dụng đất năm 2008 tỉnh Lào Cai



Hình 3. (b) Kết quả phân tích hiện trạng sử dụng đất năm 2019, tỉnh Lào Cai

3.1.2. Đánh giá độ tin cậy của phương pháp

Để đánh giá độ tin cậy trong phân loại sử dụng đất hiện nay chủ yếu sử dụng hệ số Kappa (K). Cụ thể để đánh giá độ chính xác phân loại. Theo Congalton,1991, độ chính xác phân loại được đánh giá bằng ma trận sai số và chỉ số thống kê Kappa (κ).

$$K = \frac{N\sum_{i=1}^{r} x_{ii} - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+}x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^{r}(x_{i+}x_{+i})}$$

Trong đó:
N: Tổng số điểm lấy mẫu
r: Số lớp đối tượng phân loại
xii: Số điểm đúng trong lớp thứ i
x_{i+}: Tổng số điểm lớp thứ i của mẫu
x_{+i}: Tổng số điểm lớp thứ i sau phân loại.

Hệ số kappa bằng 1 thì phép phân loại có độ chính tác tuyệt đối, hệ số K> 0,8 phân loại có độ chính xác cao, 0,4< K < 0,8 phân loại có độ chính xác vừa phải và K <0,4 phân loại có độ chính xác thấp. Cụ thể, để đánh giá độ chính xác phân loại ảnh tác giả đã lựa chọn 50 điểm trong mỗi lớp phân loại. Như vậy, tổng số điểm được sử dụng để đánh giá là 300 điểm. Kết quả tính toán chỉ số Kappa đối với mỗi loại đất được tổng hợp ở bảng 4.

Bảng 4. Bảng đánh giá độ chính xác phân loại ảnh năm 2008 và 2019

Lớp phân loại	**2008**		***2019***	
	User accuracy (%)	**Producer accuracy** (%)	***User accuracy (%)***	***Producer accuracy (%)***
Dân cư	75	80	***79***	***87***
Đất trống	81	87	***84***	***87***
Đất rừng	90	90	***88***	***100***
Đất trồng cây lượng thực và cây lâu năm	84	90	***93***	***83***
Sông, hồ	100	80	***100***	***93***
Đất khai thác KS	80	80	***93***	***83***
Độ chính xác phân loại	84		***89***	
Kappa	0,81		***0,87***	

Từ bảng 4 cho thấy hệ số kappa của năm 2008 và 2019 lần lượt là 0,81 và 0,87. Theo Congalton,1991 kết quả phân loại đảm bảo độ chính xác cao. Kết quả đánh giá cũng cho thấy đất rừng và diện tích nước mặt phân loại chính xác cao hơn so với đất trồng cây lương thực, đất khai thác khoáng sản, đất trống và đất dân cư do các khu vực khai thác khoáng sản về cơ bản nó là đối tượng đất trống, tuy nhiên do hoạt động khai thác nên lộ quặng, vì vậy một số điểm ảnh sẽ nhầm lẫn giữa hai đối tượng này. Ngoài ra, khu vực khai thác và chế biến khoáng sản bao gồm cả khu chế biến và khu nhà ở, do đó một số vị trí trên điểm ảnh dễ nhầm với khu vực dân cư.

3.2. Đánh giá biến động sử dụng đất liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản

Trên cơ sở bản đồ hiện trạng sử dụng đất năm 2008 và năm 2019, tác giả tiến hành thành lập ma trận chuyển đổi sử dụng đất nhằm làm rõ tác động của hoạt động khai thác khoáng sản tới mục đích sử dụng đất trong khu vực nghiên cứu. Kết quả biến động được

tổng hợp ở ma trận chuyển đổi (bảng 5).

Bảng 5. Biến động hiện trạng sử dụng đất tỉnh Lào Cai năm từ năm 2008 đến năm 2019

Xã	Diện tich đất chuyển đổi từ năm 2008 sang năm 2019 (ha)							
	16	**26**	**36**	**46**	**61**	**62**	**64**	**66**
A Mu Sung	0,51		16	7,6	3,07		3,81	
Bản Qua	0,23			6,02				
Bản Vược	8,06	1,68	30,13	150,82	7,18		6,3	99,29
Cốc Mỳ	11,72	4,8	0,14	176,09	0	2,18	0,23	112,22
Tổng	**20,52**	**6,48**	**46,27**	**340,53**	**10,25**	**2,18**	**10,34**	**211,51**

Như trên đã trình bày, từ năm 2008 đến năm 2019 đất sử dụng cho mục đích khai thác khoáng sản có xu hướng tăng (159%). Diện tích đất khai thác khoáng sản tăng là do chuyển đổi từ đất trồng cây lương thực (4), đất rừng (3), đất dân cư (1) và đất trống (2) Từ bảng 5 cho thấy đất sử dụng cho hoạt động khai thác và chế biến khoáng sản tăng 376 ha. Trong đó, đất chuyển đổi từ mục đích trồng cây lương thực và cây lâu năm là 340,53ha, chuyển đổi từ đất rừng là 46,27ha, đất chuyển đổi từ mục đích đất ở sang là 20,52ha và từ đất trống là 6,38ha. Như vậy, hoạt động khai thác khoáng sản tại khu vực Bát Xát tác động mạnh nhất tới đất sử dụng cho mục đích nông nghiệp, tiếp đến là đất rừng và đất ở. Ngoài ra, từ năm 2008 đến năm 2019, có một phần diện tích đất thuộc khu vực khai thác khoáng sản sau khi kết thúc cũng được chuyển đổi sang sử dụng làm đất ở và đất trồng cây lương thực, cây lâu năm. Tổng diện tích chuyển đổi là 22,77ha. Nhìn chung, từ năm 2008 đến năm 2019, hoạt động khai thác khoáng sản tại khu vực Bát Xát đã lấy đi phần lớn diện tích đất nông nghiệp, đất trồng rừng và đất ở. Điều này là phù hợp với thực tế bởi từ năm 2008 đến nay, hoạt động khai thác khoáng sản tại tỉnh Lào Cai nói chung và khu vực Bát Xát nói riêng không ngừng tăng quy mô và sản lượng (Báo cáo hoạt động khai thác khoáng sản định kỳ 2015, 2016, 2017, 2018, 2019). Điển hình là các khu vực khai thác apatit, đồng và vật liệu xây dựng.

4. Kết luận

Kết quả đánh giá biến động sử dụng đất liên quan đến hoạt động khai thác khoáng sản khu vực Bát Xát, tỉnh Lào Cai có thể rút ra một số kết luận sau:

- Từ năm 2008 đến năm 2019 tổng diện tích đất sử dụng cho mục đích đất ở, đất rừng, đất khai thác khoáng sản có xu hướng tăng. Trong đó, đất sử dụng cho mục đích khai thác khoáng sản tăng mạnh nhất với 376 ha tương đương 159%. Trong đó:

- Diện tích đất chuyển đổi từ mục đích trồng cây lương thực và cây lâu năm là 340,53ha. Diện tích đất huyển đổi từ đất rừng là 46,27ha, đất chuyển đổi từ mục đích đất ở là 20,52ha và từ đất trống là 6,38ha.

- Như vậy, hoạt động khai thác khoáng sản tại khu vực Bát Xát tác động mạnh nhất tới đất sử dụng cho mục đích nông nghiệp, tiếp đến là đất rừng và đất ở. Ngoài ra, từ năm 2008 đến năm 2019, có một phần diện tích đất thuộc khu vực khai thác khoáng sản sau khi kết thúc cũng được chuyển đổi sang sử dụng làm đất ở và đất trồng cây lương thực, cây lâu năm. Tổng diện tích chuyển đổi là 22,77ha.

Tài liệu tham khảo

1. Bộ Tài nguyên và Môi trường, 2005. Báo cáo tài nguyên khoáng sản tỉnh Lào Cai.
2. Vu Kim Chi , 2007. Land use change in the Suoi Muoi catchment, Vietnam: disentangling the role of natural and cultural factors, PhD Thesis, K.U.Leuven, Belgium.
3. Đặng Văn Đức, 2011. Phát triển phần mềm xử lý ảnh viễn thám trên nền phần mềm GRASS. Viện Khoa học và Công nghệ Việt Nam.
4. Nguyễn Thị Thu Hiền, Phạm Vọng Thành, Nguyễn Khắc Thời ,2014. Đánh giá biến động sử dụng đất, lớp phủ huyện Tiên Yên, tỉnh Quảng Ninh giai đoạn 2000 - 2010, Tạp chí Khoa học và Phát triển, 1 (12), tr. 43-51.
5. Sở Tài nguyên và Môi trường tỉnh Lào Cai. Báo cáo định kỳ hoạt động khai thác khoáng sản năm 2015, 2016, 2017, 2018, 2019.
6. Mai Trọng Thịnh, 2017. Sử dụng ảnh viễn thám đa thời gian trong đánh giá biến động diện tích rừng ngập mặn tại thị xã Quảng Yên, tỉnh Quảng Ninh. Tạp chí Khoa học và công nghệ Lâm nghiệp. Tr 101-112.
7. Md. Inzamul HaqueRony Basak, 2017. Land cover change detection using GIS and remote sensing techniques: Aspatio-temporal study on Tanguar Haor, Sunamganj, Bangladesh. The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences 20 (2017) 251–263.
8. Ravik.Jain, 2016. Environmental impact of mining and mineral processing. ***https://www.sciencedirect.com/book/9780128040409/environmental-impact-of-mining-and-mineral-processing***

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Đánh giá mối quan hệ giữa hiện tượng trượt lở và độ ẩm đất từ nguồn dữ liệu ảnh viễn thám tại khu vực Cẩm Phả, Quảng Ninh

Nguyễn Quốc Phi[1], Phan Thị Mai Hoa[a], Bùi Tuấn Anh[b]
[a] *Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
[b] *Trung Tâm Giám Định, Tổng Công Ty Đông Bắc*

Ngày nộp: 13/3/2020; Ngày chấp nhận: 3/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Hiện tượng trượt lở đất đá chịu ảnh hưởng tác động qua lại của nhiều yếu tố như địa hình, địa mạo, các điều kiện địa chất nền, lớp phủ thực vật hay các hoạt động nhân sinh, trong đó, độ ẩm đất là một trong những yếu tố đóng vai quan trọng gây nên trượt lở. Nghiên cứu này sử dụng nguồn tư liệu ảnh viễn thám và số liệu đo mưa vệ tinh để phân tích các điều kiện về độ ẩm đất, đồng thời so sánh mối quan hệ của độ ẩm đất với hiện trạng trượt lở tại khu vực Cẩm Phả - Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh. Các kết quả nghiên cứu cho thấy mối quan hệ tương đối chặt chẽ giữa yếu tố độ ẩm đất và hiện tượng trượt lở với hệ số Cramer's V và hệ số tương hợp C = 0,323 cho mùa mưa; và V = 0,338 và C = 0,233 đối với mùa khô. Đồng thời, kết quả phân tích cũng cho thấy độ ẩm đất có thể được ước lượng dựa trên nguồn tư liệu viễn thám, cho phép đo đạc cùng lúc trên một diện tích rộng và đưa ra các đánh giá ban đầu cho những khu vực cần nghiên cứu chi tiết. Yếu tố độ ẩm đất được coi là một trong những yếu tố đầu vào quan trọng, phục vụ cho việc phân tích nguy cơ trượt lở đất đá, làm cơ sở khoa học cho việc xây dựng các bản đồ tai biến và rủi ro tại các bước nghiên cứu tiếp theo.

Từ khóa: trượt lở, độ ẩm đất, viễn thám, Cẩm Phả

1. Giới thiệu

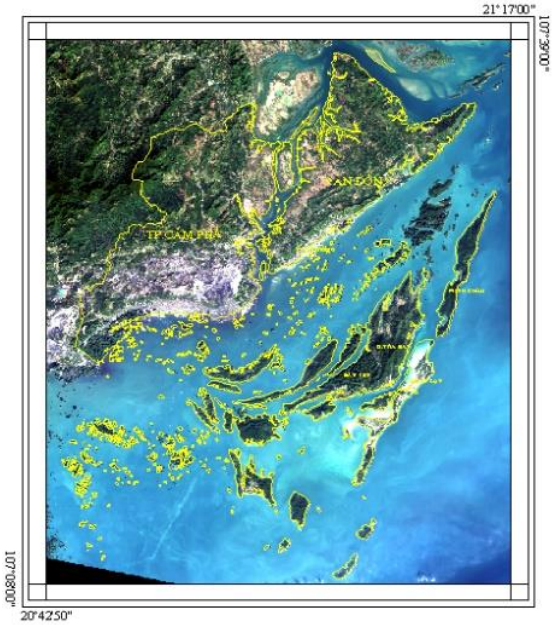
Trượt lở đất đá là dạng tai biến thiên nhiên phổ biến và hết sức nguy hiểm đối với dân cư sinh sống ở các khu vực vùng núi. Hằng năm trên thế giới, trượt lở đất đá gây ra những tổn thất vô cùng to lớn về người và tài sản. Việt Nam là một trong các quốc gia chịu ảnh hưởng sâu sắc của biến đổi khí hậu toàn cầu. Các hiện tượng thời tiết bất thường gây mưa lớn, cùng với các hoạt động nhân sinh như phá rừng, khai khoáng, xây dựng các công trình giao thông, nhà cửa…sẽ thúc đẩy quá trình tai biến địa chất, phát triển mạnh mẽ với quy mô ngày càng lớn, mức độ thiệt hại ngày càng tăng, đe dọa đến an sinh cộng đồng.

Trong những năm gần đây, hiện tượng tai biến địa chất ở nước ta đặc biệt là tại các khu vực miền núi phía Bắc xảy ra khá phổ biến. Vùng Cẩm Phả, Vân Đồn thuộc tỉnh Quảng Ninh là khu vực thường xuyên chịu ảnh hưởng nặng nề do các tai biến địa chất gây ra, trong đó chủ yếu là hiện tượng trượt lở và lũ quét. Vùng nghiên cứu là một khu vực có địa hình chủ yếu là đồi núi. Đồi núi chiếm 55,4% diện tích, cùng với đặc điểm đất đai bị phong hóa mạnh, thảm thực vật mỏng khiến quá trình bão hòa lớp đất đá trên bề mặt xảy ra rất nhanh, kết hợp với cường độ mưa dài ngày thì những khối trượt lở sẽ được kích hoạt và tình trạng trượt lở có thể sẽ xảy ra ở tất cả vùng đồi núi huyện Vân

[1]*Liên hệ tác giả:*
nguyenquocphi@gmail.com

Đồn và các khu vực dân sinh thành phố Cẩm Phả.

Độ ẩm của đất là một yếu tố quan trọng gây nên trượt lở đất. Việc sử dụng ảnh viễn thám và số liệu đo mưa vệ tinh để phân tích độ ẩm đất phục vụ cho nghiên cứu trượt lở sẽ giúp cho chúng ta có cái nhìn rõ nét, chi tiết hơn về những vùng trượt lở tại khu vực nghiên cứu. Do vậy việc phân tích sự biến động độ ẩm của đất phục vụ nghiên cứu trượt lở sử dụng nguồn tư liệu viễn thám và số liệu đo mưa vệ tinh là hết sức cần thiết, do ảnh viễn thám với ưu điểm về khả năng cung cấp thông tin một cách nhanh chóng, đồng bộ, đa dạng, phong phú, có khả năng quan sát trên một diện rộng và có tính chu kì. Các sản phẩm bản đồ độ ẩm đất là một trong những yếu tố đầu vào quan trọng để đánh giá nguy cơ trượt lở cho bất cứ khu vực nào.



Hình 1. Bản đồ khu vực nghiên cứu

2. Phương pháp nghiên cứu

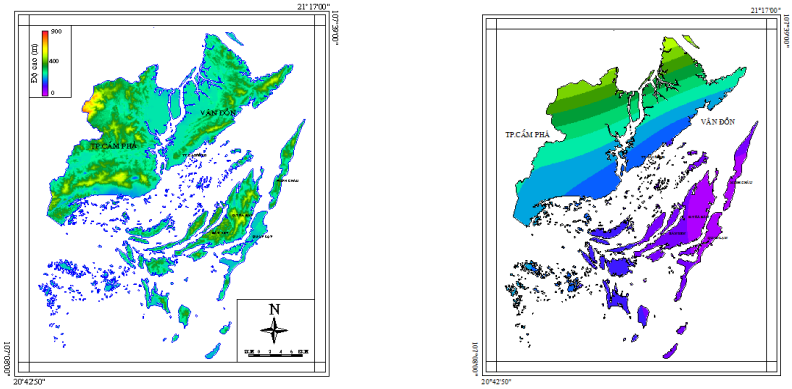
2.1. Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình trượt lở

Các yếu tố ảnh hưởng tới quá trình trượt lở có thể kể đến bao gồm:

- Các yếu tố địa chất nền: Cấu trúc địa chất được đặc trưng bởi hệ thống các đứt gãy và các thành tạo địa chất. Cấu trúc đất là một yếu tố nội sinh và bao gồm thành phần thạch học, thế nằm của đất đá, mức độ phá hủy đứt gãy kiến tạo. Tùy thuộc vào thành phần thạch học và cấu trúc của đất đá mà mỗi vùng có các phương thức, hình dạng mặt trượt, cấu tạo sườn dốc trượt khác nhau.

- Yếu tố địa hình: Ở những nơi độc cao của sườn dốc càng lớn thì càng dễ phát sinh ra dịch chuyển đất đa sườn dốc. Độ dốc và chiều cao sườn dốc càng lớn thì đất đá càng dễ mất ổn định (Châu Trường Linh và nnk., 2016).

- Các điều kiện khí tượng thủy văn: Khu vực Cẩm Phả - Vân Đồn nằm trong vùng khí hậu Đông Bắc Bắc Bộ, cũng như các vùng đồng bằng duyên hải của Vịnh Bắc Bộ, khí hậu ở đây mang tính chất nhiệt đới ven biển với hai mùa rõ rệt. Vùng nghiên cứu có lượng mưa trung bình 150mm, chủ yếu từ tháng 4 đến tháng 7. Khu vực có lượng mưa khá cao và là vùng đồi núi nên đây là nguyên nhân chính dẫn đến trượt lở tại khu vực này.



a) *b)*

Hình 2. Bản đồ địa hình (a) và bản đồ lượng mưa trung bình (b) tại vùng nghiên cứu

- Lớp phủ thực vật: Các loại cây thân bụi hoặc thân gỗ có ảnh hưởng lớn đến việc làm thay đổi cân bằng nước trong khu vực trượt lở, do một lượng lớn nước mưa được giữ trong cây. Một số nghiên cứu gần đây cho thấy, nếu mưa lớn kéo dài thì 68% lượng mưa được giữ trên lá nhọn và rừng lá rộng.

- Hoạt động nhân sinh: Vùng nghiên cứu đặc trưng bởi hoạt động khai thác rừng bừa bãi, đốt phá rừng làm nương rẫy và đặc biệt là các hoạt động khai thác khoáng sản (than), làm cho lớp phủ thực vật bị mất và những vùng đất yếu, nền đất không ổn định, dễ gia tăng trượt đất và xói mòn nơi đất rừng bị khai thác gỗ.

2.2. Các chỉ số độ ẩm phân tích từ ảnh vệ tinh

Đã có rất nhiều các công trình nghiên cứu khác nhau sử dụng ảnh viễn thám (Bảo Huy, 2010; Nguyễn Khắc Thời, 2012) để xác lập các chỉ số đánh giá độ ẩm đất, có thể kể đến một số chỉ số sau:

❖ *Chỉ số (khác biệt) độ ẩm chuẩn hoá (Normalized Difference Moisture Index, NDMI)*

Chỉ số NDMI được các tác giả Goodwin và cộng sự đưa ra vào năm 2008 (Goodwin et al., 2008) có dạng như sau:

$$\text{NDMI} = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR1}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR1}} \quad (1)$$

Trong đó: ρ_{NIR} là kênh cận hồng ngoại

ρ_{SWIR1} là kênh hồng ngoại sóng ngắn

❖ *Chỉ số độ ẩm chuẩn hóa (Normalized Moisture Index - NMI)*

Chỉ số độ ẩm chuẩn hóa NMI (Jang, 2004) là sự kết hợp giữa 2 chỉ số độ ẩm NDMI và chỉ số khác biệt thực vật NDVI. Chỉ số thực vật NDVI được sử dụng rộng rãi nhất để đánh giá mật độ thảm thực vật. Bản đồ chỉ số thực vật thể hiện mức độ che phủ thực vật trên mặt đất. Khu vực có độ phủ thực vật dày sẽ có chỉ số NDVI cao và ngược lại. Các khu vực đó có NDVI cao, quá trình địa mạo động lực như bóc mòn, rửa trôi... sẽ giảm và các khu vực NDVI thấp là những nơi có độ rủi ro cao.

Chỉ số thực vật NDVI được tính theo công thức:

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} \quad (2)$$

Trong đó ρ_{Red} là kênh màu đỏ.

Chỉ số độ ẩm chuẩn hóa NMI được thể hiện bằng công thức:

$$\text{NMI} = \text{NDMI} + \text{NDVI} = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{Red}}{\rho_{NIR} + \rho_{Red}} + \frac{\rho_{NIR} - \rho_{SWIR1}}{\rho_{NIR} + \rho_{SWIR1}} \quad (3)$$

❖ *Chỉ số độ ẩm trong phép biến đổi Tasseled Cap*

Phép biến đổi Tasseled Cap (Tasseled Cap Transformation) là công thức nhận diện biến động dựa trên 3 thành phần: độ sáng, độ xanh, độ ẩm trên ảnh viễn thám. Trong phân tích ảnh viễn thám, phép biến đổi Tasseled Cap cho phép nhận dạng các khu vực đặc trưng khác nhau:

+ Độ sáng (Brightness) đặc trưng cho cho các khu vực bị phản xạ mạnh như khu vực đô thị, nhà cửa, đất trống… sẽ cho màu sáng nhất.

+ Độ xanh (Greenness) cho phép tách lớp phủ thực vật, với mật độ càng dày sẽ cho màu càng xanh.

+ Độ ẩm (Wetness) đặc trưng cho độ ẩm của đất trên ảnh viễn thám.

Bảng 1. Bảng trọng số của phép biến đổi Tasseled Cap cho ảnh Landast 8 OLI (Baig et al., 2014)

Thành phần	ρ_{Blue}	ρ_{Green}	ρ_{Red}	ρ_{NIR}	ρ_{SWIR1}	ρ_{SWIR2}
Độ sáng (Brightness)	0.3029	0.2786	0.4733	0.5599	0.5080	0.1872
Độ xanh (Greenness)	-0.2941	-0.2430	-0.5424	0.7276	0.0713	-0.1608
Độ ẩm (Wetness)	0.1511	0.1973	0.3283	0.3407	-0.7117	-0.4559

Do vậy, để ước tính độ ẩm của đất theo phép biến đổi Tasseled Cap có thể được mô tả bằng công thức sau:

$$Wetness = \rho_{Blue}*0.1511 + \rho_{Green}*0.1973 + \rho_{Red}*0.3283 + \rho_{NIR}*0.3407 - \rho_{SWIR1}*0.7117 - \rho_{SWIR2}* 0.4559 \quad (4)$$

3. Phân tích sự biến động độ ẩm đất tại khu vực Cẩm Phả - Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh

3.1. Hiện trạng trượt lở tại khu vực nghiên cứu

Trong những năm gần đây tại khu vực Cẩm Phả - Vân Đồn, tỉnh Quảng Ninh đã xảy ra nhiều vụ trượt lở có quy mô lớn. Cụ thể, tại thành phố Cẩm Phả đợt mưa lớn vào tháng 8/2015 đã gây gập úng cục bộ Quốc lộ 18A, ngập lụt trên 2.000 hộ dân tại các phường Quang Hanh, Cẩm Bình, Cẩm Tây… Tại khu vực phường Mông Dương, bãi thải mỏ than Đông Cao Sơn bị vỡ, bùn thải tràn vào 40 hộ dân, mưa lũ đã làm thiệt hại nhiều tài sản có giá trị của nhân dân, tổng thiệt hại ước tính trên 100 tỷ đồng. Đường ống cấp nước sạch cho TP. Cẩm Phả và TP. Hạ Long của nhà máy nước Diễn Vọng bị đứt gẫy.

Tại huyện Vân Đồn, sáng ngày 29/7/2015, tại triền đồi khu vực cầu 2 Vân Đồn đã xảy ra sạt lở nghiêm trọng, gây chia cắt giao thông giữa huyện Vân Đồn với đất liền. Khu vực cầu Vân Đồn 3 sạt lở mái ta luy dài khoảng 400m, khối lượng khoảng 2.000m^3 (26/7/2015). Tại hồ Lòng Dinh đang thi công đã bị vỡ vai đập 30m, sâu 10m; trên đảo Ngọc Vừng đã sạt lở bờ kè của hồ chứa nước dài khoảng 35m, sập đổ 02 nhà dân cấp 4 (người dân đã di chuyển nên không có thiệt hại về người). Toàn bộ huyện bị ngập úng khoảng 313 ha diện tích lúa non vừa cấy, làm thiệt hại 30ha cam, khu vực nuôi trồng thủy sản sản bị chết 880 lồng bè, ước tính thiệt hại khoảng 88 tỷ đồng. Trên đảo Trà Bàn 300ha nuôi nhuyễn thể bị chết, ước tính thiệt hại khoảng 30 tỷ đồng, sạt lở 200m đường, chia cắt thôn Nà Na và thôn Bản Sen, cuốn trôi 500m kè đường thôn Nà Na thuộc xã Bản Sen.



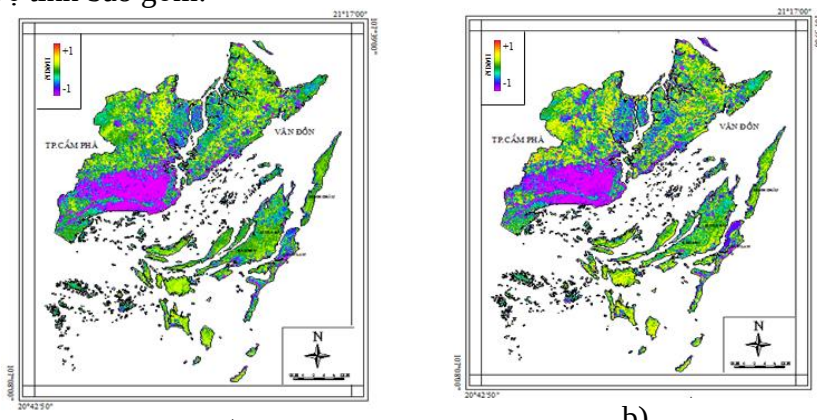
Hình 3. Thiệt hại do trượt lở và lũ bùn đá tại khu vực nghiên cứu

3.2. Kết quả tính toán các chỉ số độ ẩm đất

Nguồn tài liệu phục vụ nghiên cứu độ ẩm đất tại khu vực nghiên cứu bao gồm:

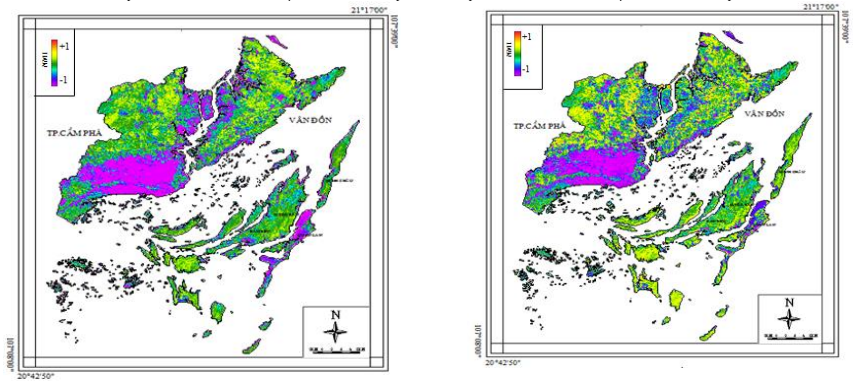
- Nguồn tư liệu ảnh vệ tinh gồm ảnh Landsat 8 (OLI) chụp vào các tháng 5 (mùa mưa) và 12 (mùa khô) năm 2019.
- Nền bản đồ địa hình tỷ lệ 1:50.000 của toàn vùng nghiên cứu.
- Các bản đồ địa chất tỷ lệ 1:50.000, 1:200.000 và bản đồ đất tỷ lệ 1:100.000.
- Số liệu khí tượng thủy văn, dữ liệu tái phân tích từ 9 trạm đo mưa vệ tinh của Climate Forecast System Reanalysis (CFSR) tại khu vực nghiên cứu.

Dựa trên nguồn tài liệu thu thập được, nhóm nghiên cứu đã tính toán các chỉ số độ ẩm trên ảnh vệ tinh bao gồm:



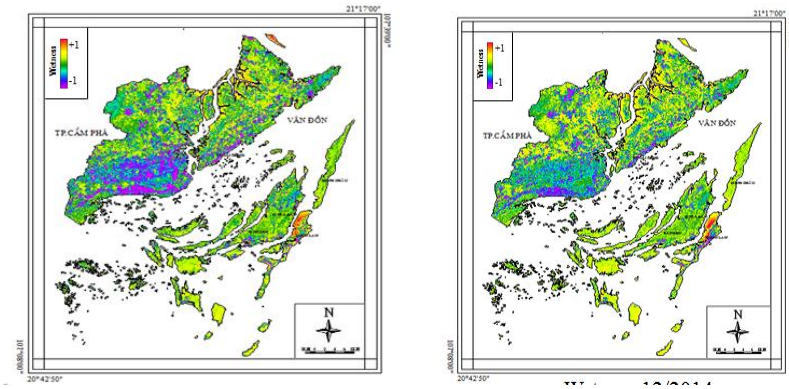
a) b)

Hình 4. Sơ đồ (khác biệt) độ ẩm chuẩn hóa (NDMI) vào: a) mùa mưa (05/2019) và b) mùa khô (12/2019)



a)

Hình 5. Sơ đồ độ ẩm chuẩn hóa NMI vào: a) mùa mưa (05/2019) và b) mùa khô (12/2019)



a) b)

Hình 6. Sơ đồ độ ẩm (wetness) trong phép biến đổi Tasseled Cap vào: a) mùa mưa (05/2019) và b) mùa khô (12/2019)

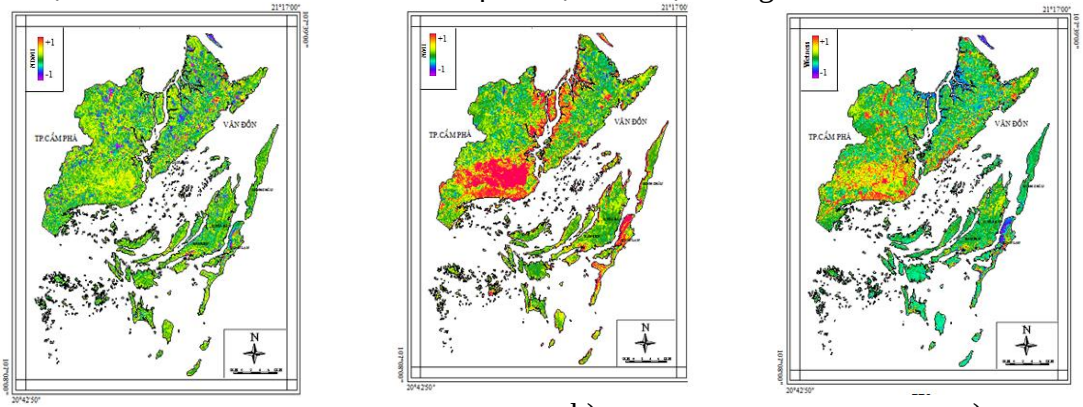
Từ các kết quả tính toán độ ẩm đất tại khu vực nghiên cứu có thể thấy:

- Tuy có sự khác biệt giữa 3 bản chỉ số độ ẩm song chúng đều có xu hướng chung khá rõ nét. Kết quả cho thấy các vùng có chỉ số độ ẩm cao tập trung ở các đảo và khu vực đồi núi phía Bắc có màu vàng đến đỏ trên bản đồ. Các vùng có độ ẩm thấp thể hiện bằng màu xanh đến tím tập trung chủ yếu tại các khu vực khai thác than, khu đô thị tập trung không hoặc ít có thực vật bao phủ.

3.3. Mối quan hệ giữa độ ẩm đất và hiện tượng trượt lở tại khu vực nghiên cứu

Để xác định mối quan hệ giữa độ ẩm đất và hiện tượng trượt lở tại vùng nghiên cứu, các chỉ số độ ẩm được phân tích tương quan với bản đồ phân bố trượt lở và đánh giá sự biến động theo các mùa khác nhau.

Sự chênh lệch độ ẩm đất theo mùa được đánh giá bằng hiệu giữa 2 bản đồ độ ẩm và được tính toán cho cả 3 chỉ số. Kết quả được thể hiện trong hình sau:

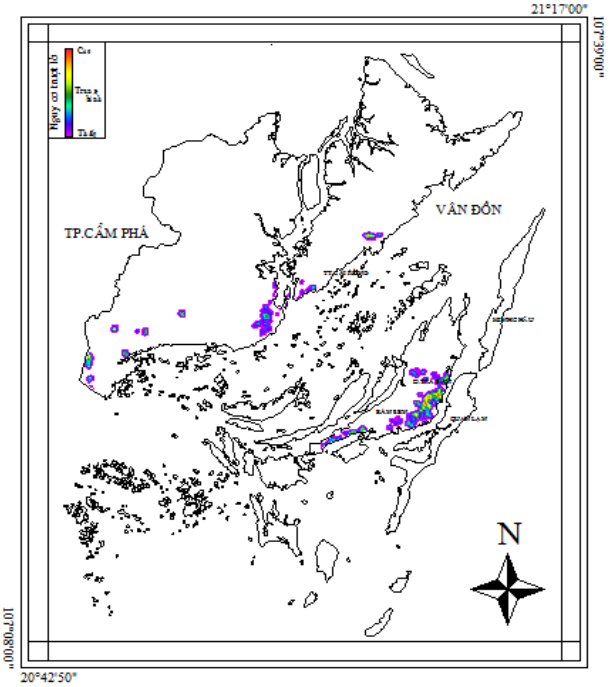


a) b) c)

Hình 7. Sơ đồ chênh lệch giữa mùa mưa và mùa khô cho các chỉ số MDMI (a), MNI (b) và Wetness (c)

Sự chênh lệch về độ ẩm giữa các mùa thể hiện rõ nhất ở các khu vực đất trống như các vùng khai thác khoáng sản hoặc khu vực đô thị, hiện tượng này có thể giải thích bằng sự bốc hơi mạnh mẽ của nước của các dạng bề mặt này. Khu vực ít có sự thay đổi về độ ẩm giữa mùa mưa và mùa khô, thể hiện rõ lượng nước được giữ lại trong đất tốt hơn là tại các khu vực rừng trồng hoặc đất nông nghiệp.

Các vị trí trượt lở tại vùng nghiên cứu được thu thập dựa trên kết quả nghiên cứu có trước và xác định trên ảnh viễn thám cho phép thành lập sơ đồ mật độ trượt lở tại vùng nghiên cứu.



Hình 8. Bản đồ trượt lở khu vực nghiên cứu

Mối quan hệ không gian giữa hiện trạng trượt lở và độ ẩm đất có thể được đánh giá dựa trên hệ số χ^2 theo công thức sau (Bonham-Carter, 1994):

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m}\frac{(O_{ij} - E_{ij})^2}{O_{ij}} \quad (5)$$

Trong đó: O_{ij} là diện tích giao nhau thực tế giữa bản đồ phân cấp hiện trạng trượt lở và bản đồ phân cấp độ ẩm đất

E_{ij} là diện tích giao nhau kỳ vọng giữa bản đồ phân cấp hiện trạng trượt lở và bản đồ phân cấp độ ẩm đất

n là số cấp của bản đồ phân cấp hiện trạng trượt lở

m là số cấp của bản đồ phân cấp độ ẩm đất

Trong nghiên cứu này, các bản đồ đều được phân thành 3 cấp ($n = m = 3$) theo các mức độ trượt lở mạnh, trung bình, yếu và độ ẩm cao, trung bình, thấp.

Giá trị χ^2 chạy từ 0 đến lớn vô cùng, trong đó $\chi^2 = 0$ trị khi 2 bản đồ hoàn toàn độc lập, không có mối tương quan với nhau. Tuy nhiên, kết quả tính toán hệ số χ^2 không có giới hạn trên và luôn thay đổi theo đơn vị đo của bản đồ, ví dụ đơn vị diện tích theo km^2 và m^2 sẽ cho kết quả chênh lệch nhau 1 triệu lần, do vậy rất khó để so sánh mức độ tương quan giữa các bản đồ với nhau. Để giảm bớt hạn chế này, có thể sử dụng các hệ số Cramers (Cramer's coefficient - V) và hệ số tương hợp (Contingency coefficient - C) cũng được tính toán dựa trên giá trị χ^2 như sau:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{T.M}} \quad (6)$$

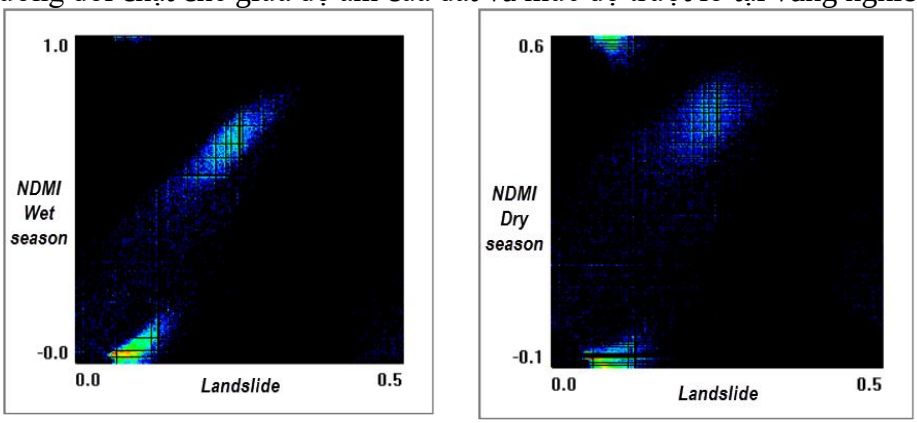
$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{T + \chi^2}} \quad (7)$$

Trong đó: T là tổng diện tích tính toán

M là giá trị nhỏ nhất của cặp ($n-1$, $m-1$)

Giá trị của các hệ số *V* và *C* nằm trong khoảng từ 0 đến 1, trong đó kết quả tính toán càng gần 1 thì mối quan hệ giữa 2 bản đồ càng chặt chẽ và ngược lại.

Kết quả tính toán thực tế giữa bản đồ hiện trạng trượt lở và độ ẩm đất vào mùa mưa cho thấy giá trị *V = 0,482* và *C = 0,323*; vào mùa khô mối tương quan này có giảm đi đối chút với *V = 0,338* và *C = 0,233*). Hiện tượng trượt lở diễn ra là kết quả ảnh hưởng của rất nhiều yếu tố về địa hình như độ dốc sườn, các điều kiện địa chất nền, điều kiện lớp phủ cũng như các hoạt động nhân sinh song kết quả tính toán này cho thấy mức độ ảnh hưởng vượt trội của yếu tố độ ẩm đất so với các yếu tố khác, thể hiện qua mối quan hệ tương đối chặt chẽ giữa độ ẩm của đất và mức độ trượt lở tại vùng nghiên cứu.



a) b)

Hình 9. Mối quan hệ giữa hiện tượng trượt lở với chỉ số độ ẩm NDMI vào mùa mưa (a) và mùa khô (b)

Từ kết quả so sánh 03 bản đồ chỉ số độ ẩm đất (*NDMI, NMI* và *Wetness*) so sánh với bản đồ phân bố trượt lở tại khu vực nghiên cứu cho phép rút ra một số nhận xét như sau:

- Những khu vực có nguy cơ trượt lở cao vừa đồng thời trùng với các khu vực có độ ẩm rất cao hoặc rất thấp.
- Có sự thay đổi đáng kể về mùa với hiện tượng trượt lở, cụ thể, vào mùa mưa thì hiện tượng trượt lở cũng tập trung mạnh hơn, vào mùa mưa, độ ẩm đất có mối quan hệ rõ nét hơn nhiều so với mùa khô.

4. Kết luận

Quá trình trượt lở không chỉ gây thiệt hại về sinh mạng, tiền của, đất đai, tài sản mà còn tác động mạnh mẽ đến môi trường sinh thái ảnh hưởng đến dân sinh- kinh tế, đe dọa đến sự phát triển bền vững tại các đảo và vùng đồi núi huyện Cẩm Phả; Vân Đồn, Tỉnh Quảng Ninh. Trong những năm gần đây dưới sự tác động thay đổi của các yếu tố ngày càng gia tăng như sự biến đổi khí hậu, các hoạt động kinh tế- xã hội của con người đã làm cho quá trình trượt lở diễn ra phức tạp cả về quy mô và cường độ.

Việc áp dụng các phương pháp xác định độ ẩm đất từ nguồn tư liệu ảnh viễn thám để đánh giá tai biến địa chất nói riêng và hiện tượng tai biến trượt lở hiện đang được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Qua kết quả nghiên cứu đã chỉ rõ ra rằng hiện tượng trượt lở phụ thuộc rất nhiều vào các yếu tố, cụ thể tại khu vực huyện đảo Vân Đồn và TP. Cẩm Phả, các yếu tố đóng vai trò quan trọng nhất gồm lượng mưa, độ dốc địa hình, độ ẩm đất và điều kiện thảm phủ thực vật...

Một trong những nguyên nhân quan trọng tác động đến quá trình trượt lở là lượng mưa, tuy nhiên, các bản đồ phân bố lượng mưa trung bình hay lượng mưa cao nhất theo ngày, tháng... đều không phản ánh rõ nét mối quan hệ này. Hiện tượng trượt lở có thể

xảy ra ngay khi có mưa lớn, kéo dài nhưng trong rất nhiều trường hợp, trượt lở xảy ra vài ngày hoặc thâm chí rất lâu sau khi mưa. Hiện tượng này xảy ra khi lớp đất bề mặt có khả năng thấm nước bị giữ lại, làm cho áp suất lỗ hổng dần tăng lên theo thời gian, đôi khi rất lâu sau khi mưa diễn ra và dẫn đến sự mất ổn định của sườn dốc, thúc đẩy sự cố trượt xảy ra.

Mối quan hệ giữa trượt lở và độ ẩm đất tại khu vực nghiên cứu tại khu vực được tổng hợp như sau:

- Những khu vực có nguy cơ trượt lở cao vừa đồng thời trùng với các khu vực có độ ẩm rất cao hoặc rất thấp. Nguyên nhân của hiện tượng này có thể do:

+ Các khu vực có độ ẩm cao chính là những khu vực có khả năng giữ nước tốt, cộng với yếu tố lớp vỏ phong hóa dày càng làm tăng nguy cơ xảy ra trượt lở. Mối quan hệ này đặc trưng cho mối quan hệ tự nhiên về sự gia tăng của hiện tượng trượt lở và lượng mưa.

+ Các khu vực có độ ẩm nhỏ trên bản đồ chính là các khu vực có các hoạt động nhân sinh mạnh mẽ như khai thác khoáng sản, dân cư tập trung… chính những hoạt động của con người như đào phá đất đá, làm đường dân sinh là nguyên nhân gây ra trượt lở. Mối quan hệ này đặc trưng cho mối quan hệ nhân sinh giữa hiện tượng trượt lở và tác động của con người.

- Có sự thay đổi đáng kể về mùa với hiện tượng trượt lở, cụ thể, vào mùa mưa thì hiện tượng trượt lở cũng tập trung mạnh hơn, vào mùa mưa, độ ẩm đất có mối quan hệ rõ nét hơn nhiều so với mùa khô.

Kết quả nghiên cứu tại khu vực Vân Đồn - Cẩm Phả cũng cho thấy độ ẩm đất cũng thay đổi rất rõ theo mùa. Cụ thể, sự chênh lệch về độ ẩm giữa các mùa thể hiện rõ nhất ở các khu vực đất trống như các vùng khai thác khoáng sản hoặc khu vực đô thị, hiện tượng này có thể giải thích bằng sự bốc hơi mạnh mẽ của nước của các dạng bề mặt này. Khu vực ít có sự thay đổi về độ ẩm giữa mùa mưa và mùa khô, thể hiện rõ lượng nước được giữ lại trong đất tốt hơn là tại các khu vực rừng trồng hoặc đất nông nghiệp. Chính vì vậy, trong nghiên cứu phân vùng nguy cơ trượt lở thì việc xây dựng bản đồ phân bố độ ẩm đất là hết sức cần thiết, đây sẽ là một đầu vào quan trọng cho việc tính toán, phân vùng nguy cơ tai biến trượt lở sau này.

Kết quả này cũng cho thấy khả năng ứng dụng hiệu quả của nguồn tư liệu viễn thám trong phân tích nguy cơ xảy ra tai biến như:

- Cho phép đưa ra các đánh giá ban đầu tại những khu vực chưa có kết quả khảo sát chi tiết.

- Có thể đánh giá cho một khu vực rộng lớn và thường xuyên với giá thành rẻ, nếu sử dụng ảnh Landsat thì nguồn tư liệu ảnh là hoàn toàn miễn phí.

- Có thể quan trắc động thái của các điều kiện môi trường theo thời gian, theo mùa, tùy thuộc vào yêu cầu của nghiên cứu cụ thể.

Các kết quả nghiên cứu có thể coi là tài liệu cơ bản, góp phần cung cấp thông tin cho việc đánh giá nguy cơ trượt lở, làm cơ sở khoa học cho việc lựa chọn các khu vực cần được tập trung chú ý nhằm lên kế hoạch phòng tránh tai biến, giúp nghiên cứu biện pháp xử lý, phục vụ thiết kế các công trình khống chế sau này.

Tài liệu tham khảo

1. Baig M. H. A., Zhang L., Shuai T and Tong Q. X., 2014. Derivation of a tasselled cap transformation based on Landsat 8 at-satellite reflectance. *Remote Sensing* Letters 5, 423-431.
2. Bonham-Carter G. F., 1994. Geographic Information Systems for Geoscientists:

Modelling with GIS. Pergamon Press, 398p.
3. Bảo Huy, 2010. *GIS và viễn thám trong quản lý tài nguyên và môi trường*. NXB Tổng hợp TP. HCM.
4. Châu Trường Linh, Trần Hoàng Sơn, Hồ Ngọc Thành Trung và Nguyễn Thanh Ninh, 2016. Nghiên cứu ảnh hưởng của độ ẩm đất đến ổn định nội bộ tường chắn đất sử dụng cốt cứng. *Tạp chí giao thông vận tải* 6, pp.5-10.
5. Goodwin N. R., Coops N. C., Wulder M. A., Gillanders S., Schroeder T. A. and Nelson T., 2008. Estimation of insect dynamics using a temporal sequence of Landsat data. *Remote Sensing of Environment* 112, 3680-3689.
6. Jang J. D., 2004. *Evaluation of thermal-water stress of forest in southern Québec from satellite images*. PhD thesis, Laval University, Quebec, Canada
7. Nguyễn Khắc Thời, 2012. *Giáo trình viễn thám*. Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu sự phát tán TSS trong nước biển do hoạt động nạo vét và nhận chìm vật chất nhận chìm tại cảng Nghi Sơn

Trần Anh Quân[a1], Nguyễn Thị Hồng Ngọc[b]
[a]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam*
[b]*Khoa Môi trường, Học viện Nông nghiệp Việt Nam*

Ngày nhận: 3/4/2020; Ngày chấp nhận: 23/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Cảng Nghi Sơn là tên gọi chung của một cụm cảng biển tại xã Nghi Sơn, Thị xã Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa có vai trò then chốt trong việc phát triển Khu kinh tế Nghi Sơn nói riêng và là cửa ngõ thông thương thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội của tỉnh nói chung. Hàng năm khu vực này thường xuyên phải chịu tác động của mưa bão nên tuyến luồng bị bồi lấp, không đảm bảo độ sâu an toàn cho tàu ra vào cảng nên tuyến luồng Nghi Sơn cần được nạo vét duy tu hàng năm để duy trì độ sâu theo thiết kế ban đầu, đảm bảo cho an toàn hàng hải. Nghiên cứu này đánh giá quá trình phát sinh và lan truyền của TSS do hoạt động nạo vét và nhận chìm vật chất nạo vét ngoài biển sử dụng dữ liệu quan trắc và mô phỏng bằng bộ phần mềm MIKE. Kết quả quan trắc thành phần hoá lý trên 12 mẫu vật chất nhận chìm cho thấy thành phần vật chất nhận chìm rất gần và tương đồng với trầm tích đại dương với thành phần chủ yếu là sét, cát mịn và cát rất mịn (chiếm trên 90%). Mô phỏng quá trình lan truyền và phát tán của TSS trong nước biển được thực hiện cho hai kịch bản lan truyền theo mùa đông và mùa hè trong suốt thời gian dự kiến thi công là 81 ngày cho cả ba tầng mặt, giữa và đáy. Kết quả lan truyền cho thấy vùng nồng độ TSS cao nhất có mức ô nhiễm cao hơn 0,5 kg/m^3 và vùng ảnh hưởng trên 50 ha.

Từ khóa: *TSS, nhận chìm, luồng hàng hải, Nghi Sơn, MIKE*

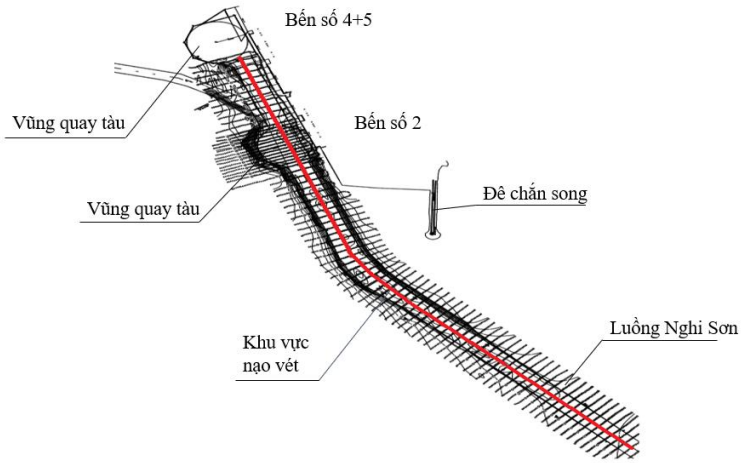
1. Giới thiệu về tuyến luồng hàng hải Nghi Sơn

Cảng Nghi Sơn là tên gọi chung của một cụm cảng biển tại xã Nghi Sơn, Thị xã Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa. Cảng có vai trò then chốt trong việc phát triển Khu kinh tế Nghi Sơn nói riêng và là cửa ngõ thông thương thúc đẩy phát triển kinh tế xã hội của tỉnh nói chung. Hiện nay, cảng có 5 bến tàu: bến 1 xây dựng từ năm 2002 - 2003 cho tàu 10.000 tấn, bến 2 xây dựng từ năm 2004 - 2007 để đón tàu 30.000 tấn; Bến 3 được xây dựng từ năm 2010, hiện nay bến số 3 có thể tiếp nhận được tàu 70.000 DWT giảm tải, bến số 4 có thể tiếp nhận tàu 30.000 DWT giảm tải, bến số 5 có thể tiếp nhận tàu 60.000 DWT giảm tải. Cảng hiện có một khu bến tổng hợp và container thuộc địa phận xã Nghi Sơn, Thị xã Nghi Sơn, tỉnh Thanh Hóa. Luồng vào bến dài 2 km, sâu: -8,5mHĐ. Khu bến này hiện có khả năng tiếp nhận tàu đến 20.000DWT. Bến có 2 cầu tàu, một cầu dài 165 m và có độ sâu 8,5mHĐ, cầu còn lại dài 225m và có độ sâu 11m (NVMSC, 2019) (Hình 1).

Hàng năm khu vực này thường xuyên phải chịu tác động của mưa bão nên tuyến luồng bị bồi lấp, không đảm bảo độ sâu an toàn cho tàu ra vào cảng Nghi Sơn. Vì vậy, để tàu hành hải vào cảng được an toàn và liên tục thì tuyến luồng Nghi Sơn cần được nạo vét duy tu hàng năm để duy trì độ sâu theo thiết kế ban đầu. Theo kế hoạch bảo trì kết cấu hạ tầng hàng hải năm 2020 được Bộ Giao thông vận tải phê duyệt thì tuyến luồng hàng

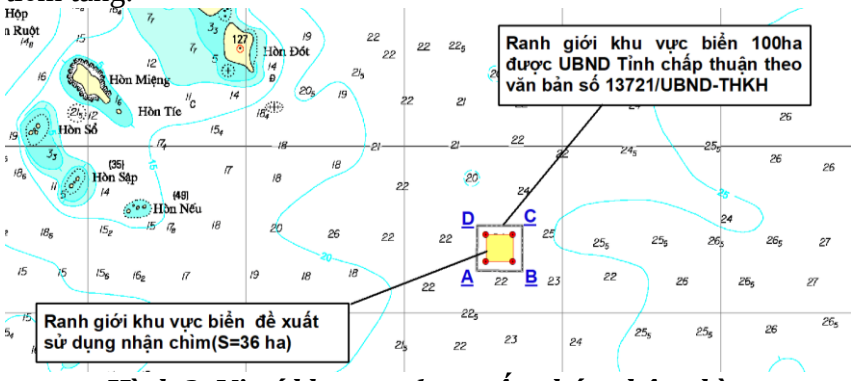
[1]*Liên hệ tác giả:*
E-mail: quantrananh.humg@gmail.com

hải Nghi Sơn tiếp tục được nạo vét duy tu đến cao độ -11m. đổ chất nạo vét với khối lượng nạo vét là 370.600m^3 trên diện tích khoảng 36 ha nằm trong khu vực 100ha đã được UBND tỉnh Thanh Hóa chấp thuận làm vị trí đổ chất nạo vét của dự án cách khu vực nạo vét khoảng 16,8km về phía Đông Bắc (Hình 2). Tuyến luồng hàng hải Nghi Sơn được lập kế hoạch thi công trong vòng 90 ngày.



Hình 1. Mặt bằng phạm vi nạo vét tuyến luồng Nghi Sơn năm 2020

Tuyến luồng hàng hải cảng Nghi Sơn đã được nạo vét thường xuyên và gần đây nhất là năm 2019. Vật chất nạo vét trước đây được sử dụng để bồi đắp bờ. Tuy nhiên việc xử lý vật chất nạo vét trên lục địa gặp rất nhiều khó khăn về kỹ thuật chống mặn cũng như hạn chế về mặt diện tích. Xu thế hiện tại vật chất nạo vét không chỉ ở cảng Nghi Sơn mà còn tại các luồng hàng hải khác sẽ được nhận chìm ngoài biển. Nhận chìm vật chất nạo vét trên vùng biển ngoài xa tuy không mới nhưng ở Việt Nam chưa có nhiều nghiên cứu về khả năng ứng dụng thực tiễn. Một trong những vấn đề lớn nhất còn nghi ngại do việc nhận chìm vật chất đó là sự phát tán TSS trong nước và gây ảnh hưởng tiêu cực tới các khu vực kinh tế xã hội và môi trường tự nhiên. Mô phỏng quá trình lan truyền TSS do hoạt động nạo vét và nhận chìm vật chất nạo vét là cần thiết để dự báo được những ảnh hưởng tiềm tàng.



Hình 2. Vị trí khu vực được cấp phép nhận chìm

2. Dữ liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Phương pháp lấy mẫu thực địa và phân tích chất lượng môi trường

Cở sở khoa học cho việc lấy mẫu và phân tích thành phần vật chất được dựa theo quy định tại TT28/2019/BTNMT về Quy định kỹ thuật đánh giá chất nạo vét và xác định

khu vực nhận chìm chất nạo vét ở vùng biển Việt Nam. Đối với quy mô luồng hài hải cảng Nghi Sơn, số lượng mẫu chất nhận chìm được thu thập là 12 mẫu. Phạm vi lấy mẫu trong từ Km1+050 đến phao PN14 trước bến số 3 và 4 – Cảng Nghi Sơn. Tổng chiều dài đoạn nạo vét khoảng 3,75km. Đoạn nạo vét gồm 83 mặt cắt, từ mặt cắt 1 đến mặt cắt 83. Trong đó vũng quay tàu trước bến số 2 gồm các mặt cắt từ 59-73. Chiều sâu lấy mẫu là -11m, mẫu được lấy 200g cho mỗi mẫu và 10kg dự phòng. Bản đồ khu vực nạo vét (biên bản đồ sử dụng là tọa độ các điểm mốc của tuyến luồng nạo vét) được phân thành các ô lưới vuông góc với 3 hàng ngang và 40 hàng dọc. Số lượng ô lưới được chia là 3 x 40 = 120 ô lưới đảm bảo lớn hơn quy định là tối thiểu gấp 5 lần số lượng vị trí lấy mẫu (5 x 12 = 60 ô lưới). Toàn bộ 12 vị trí lấy mẫu được thu thập mmột cách ngẫu nhiên trên bản đồ ô lưới, đảm bảo có thể bao quát toàn bộ tuyến luồng duy tu, đảm bảo có thể đánh giá về mức độ đồng nhất của các khu vực có khả năng có chất gây ô nhiễm. Sơ đồ vị trí lấy mẫu được thành lập trên bản đồ địa hình khu vực với tỷ lệ 1:5000 được thể hiện tại (Hình 3)

2.2. Phương pháp mô phỏng quá trình lan truyền TSS trên biển

2.2.1. Mô hình phân tán TSS

Mike21MT (DHI, 2017) là mô hình tiên tiến được sử dụng để mô phỏng các quá trình vận chuyển, xói mòn, lắng đọng, của trầm tích không kết dính trong môi trường nước biển và nước ngọt.Mô đun này có thể được liên kết động với các mô đun thủy lực, mô đun tính sóng của bộ chương trình Mike với lưới tính toán là lưới phần tử hữu hạn, hoặc lưới sai phân thẳng, có thể tính toán trong dạng 3D, 2D.Cơ sở thủy lực của mô đun này là Mike21HD FM, Mike3HD FM. Ảnh hưởng của sóng tới quá trình bồi xói có vai trò quan trọng, do đó các tham số sóng nhận được từ mô đun tính sóng dạng phổ Mike21SW. Phương trình vận chuyển bùn của Mike được trình bày như sau: (Teisson, 1991)



Hình 3. Sơ đồ vị trí lấy mẫu trầm tích

$$\frac{\partial c^i}{\partial t}+\frac{\partial uc^i}{\partial x}+\frac{\partial vc^i}{\partial y}+\frac{\partial wc^i}{\partial z}-\frac{\partial w_s c^i}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{\upsilon_{Tx}}{\delta_{Tx}^i}\frac{\partial c^i}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\frac{\upsilon_{Ty}}{\delta_{Ty}^i}\frac{\partial c^i}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\frac{\upsilon_{Tz}}{\delta_{Tz}^i}\frac{\partial c^i}{\partial z}\right)+S^i$$

Với: t là thời gian; u, v,w là các thành phần tốc độ dòng chảy; c^i là thành phần nồng độ thứ i của trầm tích; w^i_s là tốc độ lắng đọng; δ^i_{Tx} là số Schmidt; υ_{Tx} là hệ số nhớt; S^i là số hạng nguồn. Quá trình vận tải trầm tích không kết dính được giải quyết bởi thuật toán của mô đun tính toán lan truyền vật chất.

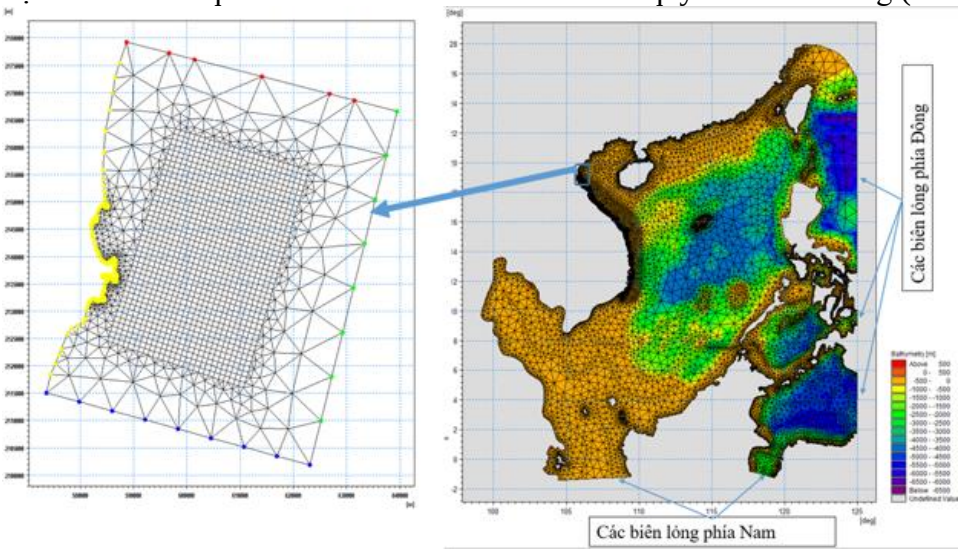
2.2.1. Thiết kế lưới tính toán

Phạm vi lưới tính được xây dựng từ khu vực xã Quảng Hùng, Thanh Hóa đến xã Quảng Đôi, Nghệ An với tổng chiều dài đường bờ biển 80km, khoảng cách từ bờ tới biên ngoài khơi là 55km tại độ sâu khoảng -30m.

Lưới tính được sử dụng bao gồm lưới tam giác và lưới trực giao, lưới trực giao được thiết lập khu vực nhận chìm và khu vực quần đảo hòn mê với bước lưới 1000m với mục đích chi tiết hóa quá trình lan truyền từ khu vực nhận chìm đến khu vực quần đảo Hòn Mê.

2.2.2. Thiết kế biên thuỷ lực mô hình

Quá trình hiệu chỉnh và kiểm định mô hình mô phỏng dòng chảy và mực nước Mike21 HD FM trên quy mô cả Biển Đông dựa trên các chuỗi số liệu mực nước thực đo tại các trạm hải văn dọc bờ biển nước ta. Từ đó, tiến hành dự báo mực nước cho các khu vực ven biển phục vụ làm giá trị biên cho bài toán khu vực ven biển Thanh Hóa. Đối với mô hình dòng chảy, biên phía Bắc, biên phía Đông và biên phía Nam là quá trình mực nước được trích từ kết quả mô hình Mike21 HD FM trên quy mô Biển Đông (Hình 4).



Hình 4. Biên thuỷ lực của mô hình tính toán

2.2.3. Kịch bản mô phỏng

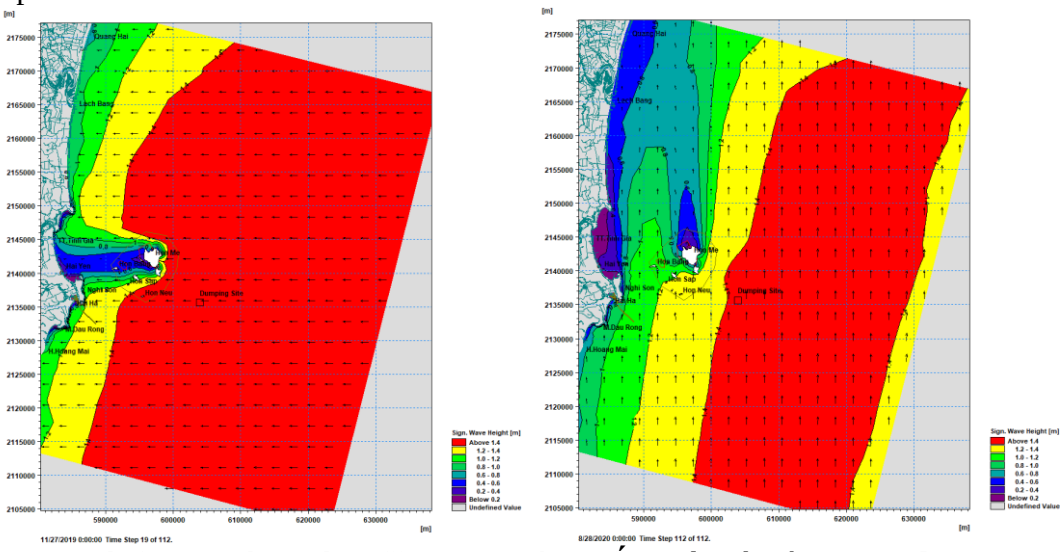
Mô phỏng được thực hiện cho 2 kịch bản phân biệt theo mùa. Kịch bản 1: Mô phỏng quá trình lan truyền TSS trong mùa gió Đông Bắc (thời gian từ 10/11/2019 – 08/02/2020). Kịch bản 2: Mô phỏng quá trình lan truyền TSS trong mùa gió Tây Nam (thời gian từ (11/05/2020 đến 09/08/2020)

2.3. Dữ liệu sử dụng

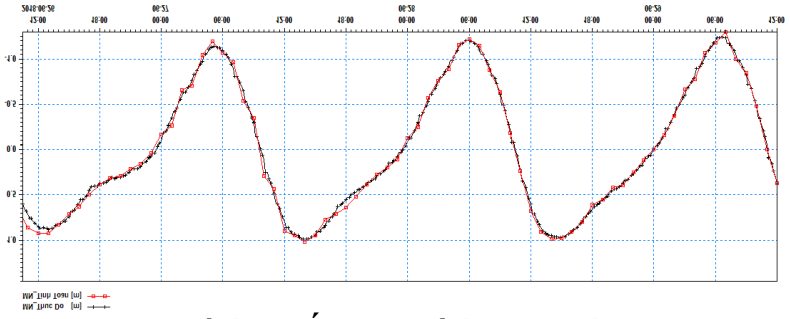
2.3.1. Dữ liệu địa hình, đường bờ

Số liệu địa hình được thu thập từ nhiều nguồn: Từ bản đồ địa hình đáy biển khu vực biển ven bờ từ Hải Phòng đến Nghệ An tỷ lệ 1:50.000 khảo sát trong khoảng thời gian từ

2002 – 2012 do Cục Bản đồ - Bộ TNMT lập, từ Hải đồ tỷ lệ 1:100.000 của Hải quân nhân dân Việt Nam, số liệu đường bờ biển được trích xuất từ các bản đồ hành chính và số hóa trên phần mềm ArcGIS.



Hình 5. Trường sóng đặc trưng Đông Bắc (trái) và Tây Nam (phải)



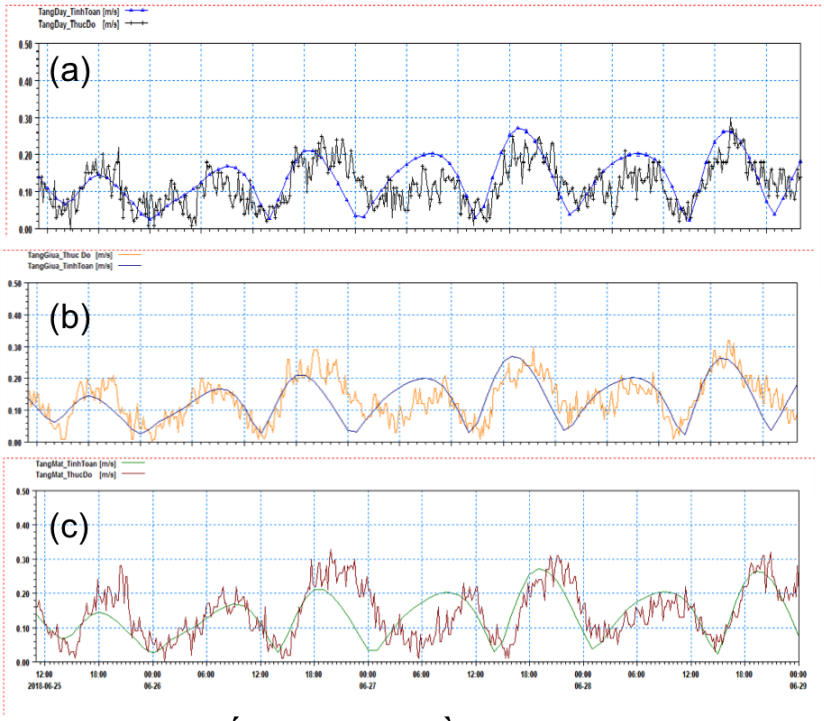
Hình 6. Kết quả so sánh mực nước

2.3.2. Số liệu khí tượng, thuỷ văn

Số liệu gió được sử dụng là số liệu gió thực đo nhiều năm do dự án thu thập cụ thể là các trạm Hòn Ngư, Sầm Sơn với Obs đo 1h, 7h, 13h và 19h. Số liệu được thu thập tại Trung tâm dữ liệu Quốc Gia (NCHMF, 2015-2019). Các dữ liệu này đã được hiệu chỉnh và chuẩn hóa, để đưa vào tính toán người dùng chỉ cần điều chỉnh lại định dạng dữ liệu cho đúng với yêu cầu của mô hình đề ra.

2.3.3. Số liệu về mực nước

Mực nước thực đo tại các trạm thủy hải văn quốc gia ven biển và trong khu vực nghiên cứu bao gồm các trạm Sầm Sơn, Ngọc Trà, Hòn Ngư từ năm 2010 đến nay. Số liệu được thu thập tại Trung tâm dữ liệu Quốc Gia. Các dữ này này cũng đã được hiệu chỉnh và chuẩn hóa, để đưa vào tính toán người dùng chỉ cần điều chỉnh lại định dạng dữ liệu cho đúng với yêu cầu của mô hình đề ra.



Hình 7. Kết quả so sánh vận tốc dòng chảy tại tầng mặt (a), giữa (b) và đáy (c) tại Trạm 01 giữa quan trắc và mô phỏng

2.3.4. Số liệu về sóng và chảy ven bờ

Sử dụng kết quả tính sóng từ mô hình WAVEWATCH-III (Umesh and Manara, 2020) được NCEP/NOAA cung cấp cho phép trích xuất dữ liệu dài hạn với tần số xuất số liệu 1h/1lần (Hình 5). Các thông số chính từ mô hình có thể sử dụng là chiều cao sóng có nghĩa (Hs), chu kỳ sóng đỉnh sóng (Tp) và hướng sóng (Dp). Qua đánh giá kiểm định thực tế, dựa trên chuỗi số liệu thực đo tại trạm Bạch Hổ từ năm 1990 đến nay nhận thấy kết quả tính toán sóng toàn cầu của mô hình WAVEWATCH-III, cho kết quả phù hợp và có thể áp dụng làm điều kiện biên trong quá trình tính toán.

3. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

3.1. Thành phần cơ học của mẫu vật chất nhận chìm

Thành phần và kết cấu của trầm tích khu vực cảng biến đổi đáng kể theo kích thước và chế độ nước của dòng nước mang trầm tích đến, địa hình và các loại khoáng vật rửa trôi đã hình thành ra nó. Hình dáng của trầm tích khu vực nạo vét do đó không có hình dáng và kích thước cố định, mang theo đặc điểm pha trộn thể hiện thành phần thổ nhưỡng nơi nó đã bị rửa trôi.

Qua kết quả phân tích 12 mẫu trầm tích (Bảng 1) mặt tại khu vực nạo vét cho thấy hàm lượng cát thô chiếm trung bình 8% (0,2 ÷ 0,2mm), thành phần cát mịn chiếm trung bình 33% (0,02 ÷ 0,2mm) và thành phần limon chiếm khoảng 29% (đường kính hạt 0,002 ÷ 0,2mm), còn lại là thành phần sét chiếm trung bình khoảng 30% (đường kính hạt <0,002mm). Như vậy, thành phần chất nạo vét chủ yếu là sét, cát min và cát rất mịn (chiếm trên 90%).

3.1. Kết quả kiểm nghiệm và hiệu chỉnh mô hình

3.1.1. Phương pháp kiểm định

Mô hình toán đã sử dụng các số liệu sóng, dòng chảy, mực nước được đo đạc đồng bộ trong đợt khảo sát của dự án phục vụ cho việc hiệu chỉnh mô hình. Ngoài ra, các hệ số hiệu chỉnh mô hình còn được tham khảo từ các khoảng giá trị do nhà sản suất đề xuất. Quá trình này được thử dần với những tham số mô hình trong phạm vi cho phép và tiếp cận gần đúng phù hợp với đặc trưng khu vực tính toán.

Để kiểm định sai số của mô hình chúng tôi đã sử dụng chỉ tiêu Nash (Nash and Sutcliffe - 1970) (Richard và cs, 2016) được xác định như sau:

$$R^2 = \frac{\sum_1^N (H_i - \overline{H})^2 - \sum_1^N (H_i - H_{ci})^2}{\sum_1^N (H_i - \overline{H})^2}$$

Trong đó: H_i: Giá trị thực đo tại thời điểm I; $\overline{H}$: Giá trị trung bình từ các giá trị thực đo; H_{ci}: Giá trị tính toán mô hình tại thời điểm I; N: Tổng số số liệu tính toán mô hình; Nếu trị số $R^2 \geq 0,75$ là kết quả tính toán đạt chất lượng tốt, có thể dùng để dự báo.

Bảng 1. Thành phần hạt trong mẫu trầm tích khu vực nạo vét (%)

STT	Ký hiệu mẫu	Thành phần cấp hạt (TCVN 8567:2010)			
		Cát thô (2-0,2 mm) (%)	*Cát mịn (0,2-0,02 mm) (%)*	*Limon (0,02-0,002 mm) (%)*	*Sét (<0,002 mm) (%)*
1.	**TT1**	13,72	57,54	12,20	16,54
2.	**TT2**	12,52	62,32	9,78	15,38
3.	**TT3**	1,00	25,96	33,54	39,50
4.	**TT4**	24,77	58,17	7,02	10,04
5.	**TT5**	0,63	20,93	36,42	42,02
6.	**TT6**	0,52	20,38	34,50	44,60
7.	**TT7**	0,46	19,94	46,20	33,40
8.	**TT8**	0,55	24,69	39,52	35,24
9.	**TT9**	0,21	18,45	43,94	37,40
10.	**TT10**	0,13	13,57	43,44	42,86
11.	**TT11**	0,20	17,58	42,34	39,88
12.	**TT12**	37,24	52,62	4,42	5,72

Áp dụng công thức trên đối với thành phần mực nước tính toán và mực nước trong bảng thuỷ triều thu được

R^2=0,88. Như vậy, việc hiệu chỉnh cho kết quả tương đối tốt có thể sử dụng bộ các tham số hiệu chỉnh này để đưa vào kiểm định mô hình.

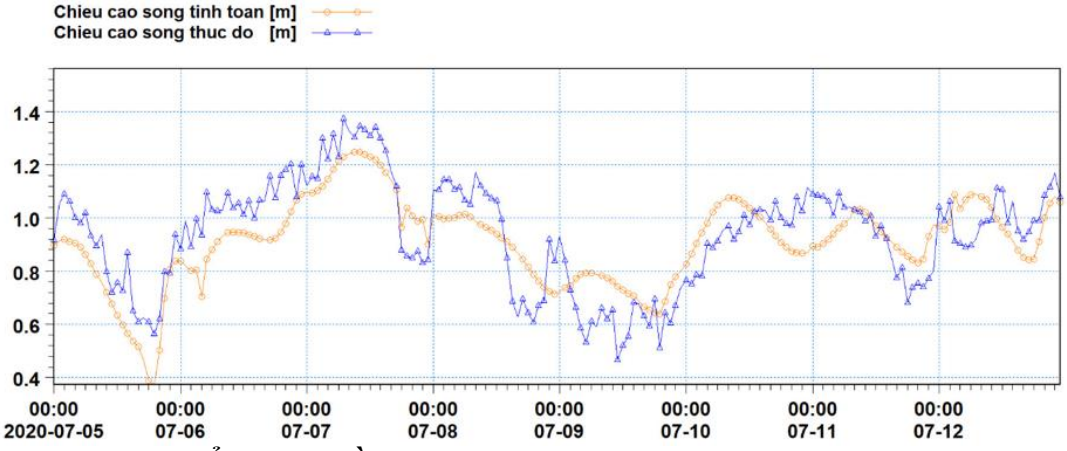
3.1.2. Kết quả hiệu chỉnh mô hình

Việc hiệu hiệu chỉnh và kiểm định mô hình nhằm tìm ra bộ các tham số mô hình phù hợp đối với điều kiện thực tế của vùng nghiên cứu. Việc hiệu chỉnh và kiểm định phải được thực hiện bằng chuỗi số liệu đủ dài và với 2 chuỗi số liệu độc lập để lựa chọn được bộ thông số đầu vào phù hợp nhất với khu vực nghiên cứu. Tuy nhiên, trong thực tế khó có thể có được những bộ số liệu đủ dài và đồng bộ bởi lẽ phải chi phí quá lớn cho việc đo đạc khảo sát và đặc biệt là ở môi trường biển. Thời gian hiệu chỉnh mô hình từ ngày 01/06/2018 đến hết ngày 30/6/2018. Kết quả hiệu chỉnh mô hình theo trường sóng

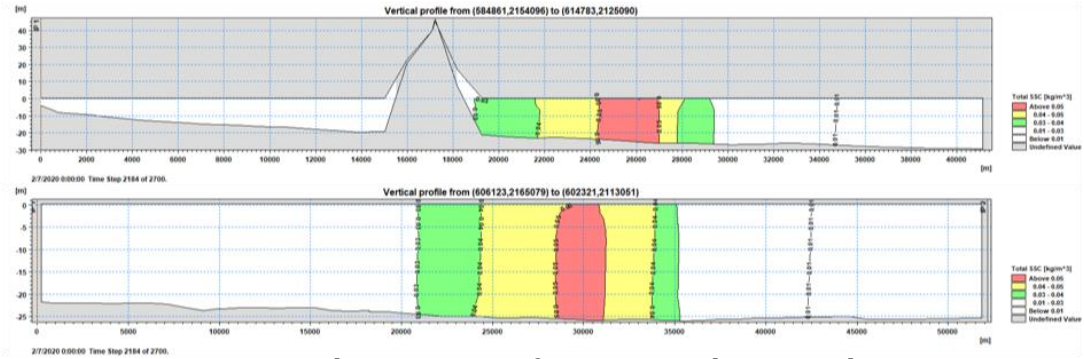
và tốc độ dòng chảy tại Trạm 01 cho thấy chất lượng mô phỏng khá tốt khi đường mô phỏng rất sát với dữ liệu thực tế (Hình 6 - 8). Chỉ số Nash tính toán cho mực nước đạt 0.86; cho chiều cao sóng được 0,75; cho vận tốc trung bình các tầng dòng chảy tầng mặt 0,71 đều ở mức cao, đảm bảo độ tin cậy của mô hình mô phỏng.

Bảng 2. Bộ tham số mô hình

TT	Tham số mô hình	Giá trị
1	Hệ số nhám đáy	36,00-48,00
2	Hệ số ma sát gió	Lấy tỷ lệ tuyến tính theo mô hình
3	Hệ số nhớt rối	0,28
4	Hệ số hội tụ	10,00
5	Hệ số sóng vỡ	0,76
6	Hệ số tỉ lệ của khuếch tán ngang	1,00
7	Góc nội ma sát của trầm tích	30^0



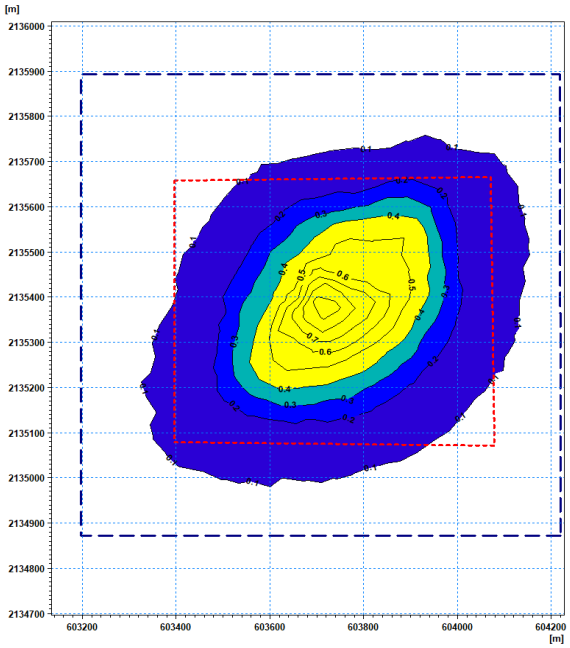
Hình 8. Kiểm định chiều cao sóng tại khu vực nhận chìm thời gian tháng 7/2020



Hình 9. Mức độ chiếm dụng đáy biển theo mặt cắt Đông Bắc – Tây Nam và Bắc Nam khu vực nhận chìm vật theo kịch bản KB1

3.1.3. Kết quả kiểm định mô hình

Theo kết quả kiểm định mô hình, chỉ số Nash cho chiều cao sóng và vận tốc trung bình các tầng dòng chảy tầng mặt đạt mức lần lượt là 0,79 và 0,72 đều ở mức cao.



Hình 10. Hình thái bãi vật liệu sau quá trình nhận chìm

3.1.4. Bộ tham số sử dụng cho mô hình toán

Với kết quả kiểm định mô hình ở mức tốt, bộ tham số mô hình sử dụng cho toàn bộ kịch bản tính toán được thể hiện chi tiết tại Bảng 2.

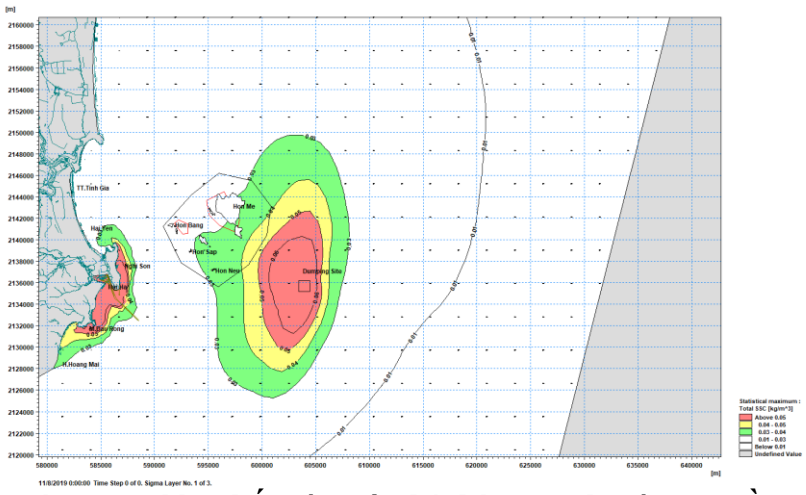
3.2. Lan truyền TSS từ hoạt động nạo vét và nhận chìm theo các kịch bản khác nhau

Đánh giá mức độ chiếm dụng khối nước biển do hoạt động nhận chìm vật chất nạo vét được tính toán dựa trên mức độ lan truyền của chất nhận chìm (chủ yếu là TSS) trong nước biển. Kết luận về mức độ chiếm dụng khối nước biển được đưa ra dựa vào thời điểm thi công có mức độ lan truyền TSS lớn nhất và thời điểm vật chất nhận chìm đã hoàn toàn lắng đọng. Với các kịch bản khác nhau thì mức độ chiếm dụng nước biển như sau:

3.2.1. Kết quả đánh giá mức độ chiếm dụng đáy biển

a. Kịch bản KB1

Kết quả mô phỏng mức độ chiếm dụng đáy biển KB1 được thể hiện tại Hình 9. Mức độ chiếm dụng khối nước biển đạt mức cao nhất tại tuần thứ 13 cũng là thời điểm kết thúc việc nhận chìm. Thời điểm này thì TSS đã lan truyền ở mức độ tối đa trên không gian vùng nhận chìm với mức nồng độ dao động từ 0,03 – 0,05 kg/m^3 nước biển, trong đó vùng tác động tiêu cực có đường kính mặt cắt ĐB-TN là khoảng 2.200m và mặt cắt B-N khoảng gần 2.500m. Vùng lan truyền ở dải thấp hơn ngưỡng cho phép (0,5 kg/m^3) có thể lan rộng tới vùng biển có đường kính 10-11km. Đến tuần thứ 16 tuần kể từ khi nhận chìm thì toàn bộ vật chất nhận chìm lơ lửng có trong nước biển sẽ hoàn toàn lắng đọng theo trọng lực xuống đáy biển và dần dần sẽ dàn đều dưới đáy biển do tác động của các quá trình động lực học sóng, thủy triều và trọng lực đại dương. Mức độ chiếm dụng đáy biển đạt mức cao độ trung bình 0,7m trong phạm vi 36 ha. Hình thái của vùng biển khi nhận chìm vật liệu thể hiện tại Hình 10.



Hình 11. Trường TSS lớn nhất trên toàn bộ thời gian thi công tại tầng mặt (KB2)

b. Kịch bản KB2

Kịch bản mô phỏng KB2 có kết quả khá tương đồng với kịch bản KB1, thời điểm chiếm dụng khối nước biển lớn nhất theo hai mặt cắt sẽ dao động trong khoảng thời gian 10-13 tuần kể từ khi thi công và vùng chiếm dụng cũng không khác biệt nhiều so với kịch bản KB1. Đường kính vùng chiếm dụng khối nước cũng sẽ đạt tối đa trong khoảng 11 – 12 km và sau 16 tuần thì vật chất nhận chìm sẽ hoàn toàn lắng đọng. KB2 cũng thể hiện mức độ chiếm dụng đáy biển trung bình 0,7 ha trên phạm vi 36 ha đáy biển.

3.2.2. Kết quả mô phỏng quá trình lan truyền TSS trong nước biển

Mô phỏng quá trình lan truyền TSS trong nước biển thể hiện mức độ chiếm dụng khối nước biển khi nhận chìm vật chất nạo vét tại vùng biển. Kết quả mô phỏng cho kịch bản KB1 được thể hiện tại Hình 11. Kết quả trưởng TSS lớn nhất trên toàn thời gian thi công đối với kịch bản KB1 dự báo nồng độ TSS cao nhất quanh điểm phát thải là trên mức 0,05 kg/m^3. Vùng nồng độ TSS cao nhất này bao phủ trên một diện tích tương đối lớn theo hình oval kéo dài theo phương Bắc – Nam trên khoảng cách khoảng 11km và theo phương Đông – Tây khoảng 6,5 km. Bên ngoài phạm vi này thì nồng độ TSS sẽ giảm dần. Tại vị trí đảo Hòn Mê, nồng độ TSS đã nằm trong mức cho phép theo quy định ở mức dưới 0,03 kg/m3. Tầng mặt, tầng giữa và tầng đáy trong trường hợp TSS lớn nhất có phạm vi thay đổi không đáng kể. Đối với kết quả mô phỏng cho hàm lượng TSS trung bình trên toàn phạm vi miền tính thì vùng có hàm lượng TSS lớn nhất ở mức 0,05 kg/m^3 chỉ bao phủ trên phạm vi khoảng 1km^2 bao quanh vùng tiếp nhận. Kết quả mô phỏng cho kịch bản KB2 cũng thể hiện điều kiện tương tự.

5. Kết luận

Nạo vét luồng hàng hải là cần thiết để duy tu và đảm bảo quá trình khai thác giao thông thuỷ thuận lợi. Với tổng khối lượng nạo vét lớn lên đến hơn 370.000 m^3, luồng duy tu luồng hàng hải Nghi Sơn sẽ mang đến những tác động không nhỏ tới môi trừng tự nhiên. Trong nghiên cứu này, mô hình MIKE được sử dụng để mô phỏng quá trình lan truyền của TSS trong quá trình nạo vét và nhận chìm bùn cát. Kết quả mô phỏng kiểm định đạt chỉ số Nash 0.86 cho chiều cao sóng được 0,75; cho vận tốc trung bình các tầng dòng chảy tầng mặt 0,71 đều đạt ở mức độ cao, cho thấy MIKE hoàn toàn có thể sử dụng cho các mô phỏng cho vùng nghiên cứu. Theo kết quả mô phỏng, mức độ chiếm dụng

đáy biển đạt mức cao độ trung bình 0,7m trong phạm vi 36 ha. Thời điểm chiếm dụng khối nước biển lớn nhất theo hai mặt cắt sẽ dao động trong khoảng thời gian 10-13 tuần và mức độ nồng độ TSS cao nhất quanh điểm phát thải là trên mức 0,05 kg/m^3.

Tài liệu tham khảo

1. DHI, 2017. MIKE 21 User Manual
2. Richard H. McCuen; Zachary Knight; and A. Gillian Cutter, 2006. Evaluation of the Nash–Sutcliffe Efficiency Index. Journal of Hydrologic Engineering/Volume 11 Issue 6
3. Tổng công an toàn Hàng hải Miền Bắc - NVMSC, 2019. Hồ sơ thiết kế kỹ thuật thiết kế duy tu và nạo vét tuyến luồng hàng hải Nghi Sơn.
4. Trung tâm khí tượng thuỷ văn môi trường quốc gia (NCHMF), 2015-2019. Số liệu quan trắc khí tượng thuỷ văn khu vực đảo Hòn Mê.
5. Umesh P.A, Manasa R.Behera, 2020. Performance evaluation of input-dissipation parameterizations in WAVEWATCH III and comparison of wave hindcast with nested WAVEWATCH III-SWAN in the Indian Seas. Ocean Engineering, Volume 202, 15 April 2020, 106959.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Phân tích an toàn sườn dốc sử dụng mô hình khối 3D và các phương pháp phân loại khối đá

Trịnh Ngọc Như Ánh[a1], TS. Nguyễn Quốc Phi[a]
[a]*Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ-Địa chất, Việt Nam.*

Ngày nộp bài: 26/3/2020; Ngày chấp nhận: 9/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020.

Tóm tắt

Trong những thập kỷ gần đây, để đáp ứng các nhu cầu phát triển kinh tế, ở nước ta xuất hiện hàng loạt các công trình xây dựng. Việc thi công chúng đã hình thành nên các sườn dốc nhân tạo, từ đó xuất hiện các tai biến, sự cố mất ổn định gây thiệt hại cả về người và của. Vì vậy, việc triển khai đề tài là một nhiệm vụ thiết yếu trong quá trình thi công xây dựng công trình. Tác giả đã khảo sát được 4 vị trí sườn dốc đá đã xảy ra hiện tượng trượt lở. Kết quả nghiên cứu cho phép đánh giá chất lượng khối đá sử dụng các chỉ số RMR và GSI; từ đó vận dụng để đánh giá mức độ an toàn sườn dốc khi sử dụng chỉ số SMR để phân tích. Phương pháp này cho phép ước lượng nguy cơ trượt lở hoặc đổ lở tại từng vị trí cụ thể và gợi ý các giải pháp gia cố phù hợp. Các vị trí sườn dốc được mô phỏng dưới dạng 3D sử dụng phần mềm Agisoft, xây dựng các mô hình sườn dốc trên máy tính một cách trực quan, phân tích dưới nhiều góc độ sinh động.

Từ khóa: *An toàn sườn dốc, phân loại khối đá, mô hình khối 3D, hệ số an toàn, Hòa Bình.*

1. Giới thiệu

Điểm mới của đề tài là áp dụng mô hình khối 3D và các phương pháp phân loại khối đá trong phân tích an toàn sườn dốc. Đề tài tạo cơ sở dữ liệu cho các luận cứ khoa học, đồng thời có tính ứng dụng vào thực tế cao.

1.1. Mục tiêu

Với 2 mục tiêu chính của đề tài:

- Tìm hiểu, nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến sự an toàn của các sườn dốc đá;
- Phân tích mức độ an toàn của các sườn dốc thông qua việc sử dụng mô hình khối 3D và các phương pháp phân loại khối đá, áp dụng trên một số sườn dốc đá trên Quốc lộ 6 thuộc địa phận tỉnh Hòa Bình.

1.2. Thực trạng và các yếu tố ảnh hưởng an toàn sườn dốc đá

1.2.1. Thực trạng tai biến ở Việt Nam

Ở Việt Nam, tình hình các dạng tai biến xảy ra nhiều ở Bắc và Bắc Trung Bộ, tiêu biểu như các hiện tượng: đổ lở, trượt lở… tập trung chủ yếu khu vực miền núi phía bắc. Trong thời gian qua ở nước ta, đã xảy ra nhiều sự cố tai nạn lao động do sự mất ổn định của khối đá trong quá trình thi công xây dựng công trình giao thông, thủy điện, khai thác mỏ.

Ví dụ, hiện tượng sập lở tại cửa hầm phía nam đường hầm Hải Vân ngày 5 tháng 9 năm 2005, đã đẩy ra một lượng đất, bùn khoảng 300m3 và đã tốn khoảng gần 1 triệu đô la để khắc phục sự cố này.

Hay như vụ sạt lở mỏ đá ĐIII thủy điện Bản Vẽ vào lúc 10h25’ ngày 15/12/2007,

[1] *Liên hệ tác giả*
Email: nhuanh.tso@gmail.com

làm chết 18 người và chôn vùi toàn bộ thiết bị khai thác...

1.2.2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự an toàn của các sườn dốc đá

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự an toàn của các sườn dốc đá:

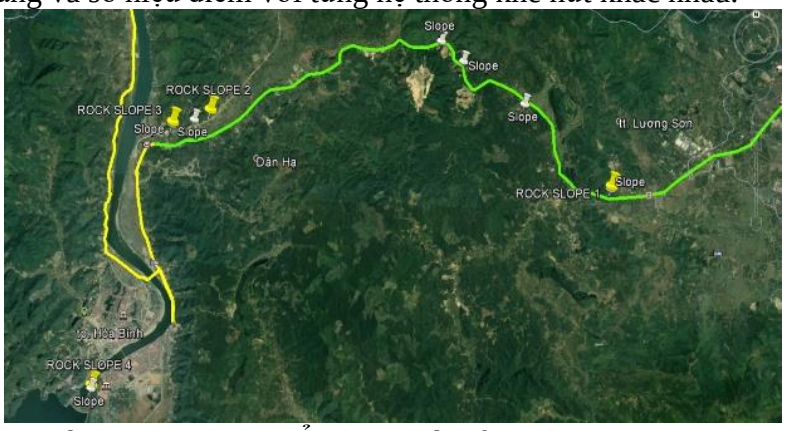
- Đặc điểm địa chất (tính nứt nẻ và đặc điểm khe nứt, mức độ phong hóa, tính chất không đồng nhất của khối đá);
- Đặc điểm địa hình và khí tượng thủy văn (đặc điểm độ dốc sườn, sự phân bố lượng mưa trong năm, ảnh hưởng của độ ẩm đất đến nguy cơ trượt lở);
- Các hoạt động nhân sinh khác.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Khảo sát thực địa và xây dựng mô hình khối 3D các sườn dốc đá

Trước quá trình khảo sát ngoài thực địa, thông qua phần mềm Google Earth, tác giả xác định các vị trí trượt lở dự kiến khảo sát để lên lịch trình cụ thể. Các vị trí đã xảy ra trượt lở được xác định trên Google Earth và lên kế hoạch lộ trình rất quan trọng, giúp tiết kiệm thời gian và công sức.

Các điểm khảo sát đều được chụp ảnh, sử dụng phần mềm gán tọa độ tự động GPS Map Camera, sau đó đối chiếu tọa độ ảnh vị trí thực địa trên Google Earth với vị trí đã vạch sẵn. Tác giả tiến hành khảo sát thực địa, đo đạc xác định các thông số khối đá trên sườn đá nghiên cứu, sau khi đo vẽ ngoài hiện trường, với mục tiêu có các bản vẽ Sketch chân thực sống động. Để xử lý thông tin dữ liệu một cách nhanh chóng, tác giả đã chuẩn bị tài liệu theo bảng và số hiệu điểm với từng hệ thống khe nứt khác nhau.



Hình 1. Vị trí các điểm khảo sát trên ảnh Google Earth

2.2. Phương pháp phân loại khối đá và đánh giá an toàn sườn dốc

2.2.1. Các phương pháp phân loại khối đá

- Chỉ số phân loại khối đá (Rock Mass Rating - RMR)

Phương pháp phân loại khối đá RMR được Bieniawski thiết lập năm 1976. So sánh đối chiếu điểm tính được từ RMR, rồi so sánh, phân loại để xác định tính chất khối đá.

- Chỉ số độ bền địa chất (Geological Strenghth Index - GSI)

Phương pháp đánh giá theo chỉ số độ bền địa chất được đề xuất bởi Hoek (1997). Đây là phương pháp ra đời sau cùng, nó là hệ thống vô cùng dễ sử dụng. Với thế mạnh: trực quan, dễ sử dụng, mô tả đánh giá nhanh được khối đá, tuy nhiên bản gốc này còn gặp hạn chế, như là chưa lượng hóa chính xác số điểm, dễ gây chủ quan cho người đánh giá.

Bản chất, GSI gốc thì còn nhiều hạn chế, do đó nhiều nhà khoa học đã cùng nghiên cứu và đưa ra bản GSI cải tiến, tiêu biểu như nghiên cứu của Sommez và Ulusay (1999), Cai và nnk. (2003), Nguyễn Quốc Phi (2006) đã chỉ ra rằng: để lượng hóa chính xác số

điểm thì không cần quá nhiều thông số ban đầu mà vẫn đánh giá được chính xác số điểm cần tính, hệ thống đưa ra dễ sử dụng và đơn giản khi đã tích hợp theo 2 trục.

- Chỉ số GSI cải tiến

Để đáp ứng nhu cầu lượng hóa chính xác điểm, phương pháp GSI cải tiến này gồm 2 trục. Trục nằm ngang có khoảng cách các khe nứt (chi tiết về hệ thống có bao nhiêu khe nứt) để thấy rõ điều kiện bề mặt tương ứng kích thước đới dập vỡ trên khối đá. Trục thẳng đứng với 3 thông số cơ bản: độ nhám, mức độ phong hóa và vật liệu lấp nhét. Sau khi sử dụng phép toán cộng tổng điểm, Tác giả xác định khoảng giao điểm một cách dễ dàng với mức độ tin cậy cao.

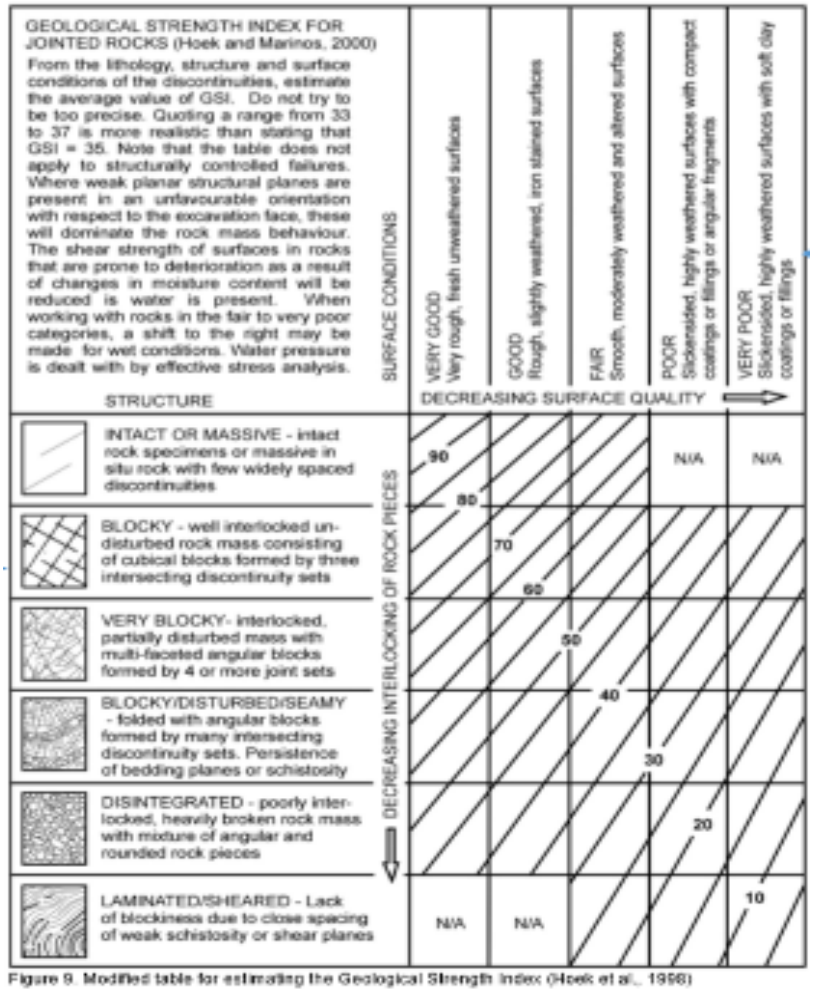


Figure 9 Modified table for estimating the Geological Strength Index (Hoek et al., 1998)

Hình 2. Bảng phân loại đá theo GSI cải tiến

2.2.2. Phương pháp đánh giá an toàn sườn dốc

RMR đã trở thành một tiêu chuẩn để sử dụng, áp dụng để mô tả đặc tính của sườn dốc bất kỳ. Hệ thống phân loại Sườn dốc Chung (Slope Mass Rating, SMR) được Romana (1985). Các yếu tố này phụ thuộc vào mối tương quan hiện hữu giữa các yếu tố gián đoạn, gây ảnh hưởng tới khối đá và sườn dốc cũng như tới phương pháp thi công. Đối chiếu điểm rồi so sánh bảng tra để biết mức độ an toàn sườn dốc.

3. Hiện trạng trượt lở dọc QL.6 tại khu vực nghiên cứu

3.1. Khảo sát thực địa

Trong những năm gần đây, trượt lở diễn ra khá phổ biến tại tuyến Quốc lộ 6 thuộc tỉnh Hòa Bình nên đã để lại những hậu quả nghiêm trọng cho người dân địa phương và người tham gia giao thông trên tuyến đường này. Do vậy, việc nghiên cứu tai biến trượt lở tại khu vực này là rất cần thiết, có vai trò quan trọng trong việc cảnh báo và dự báo các ảnh hưởng của tai biến tới người dân.

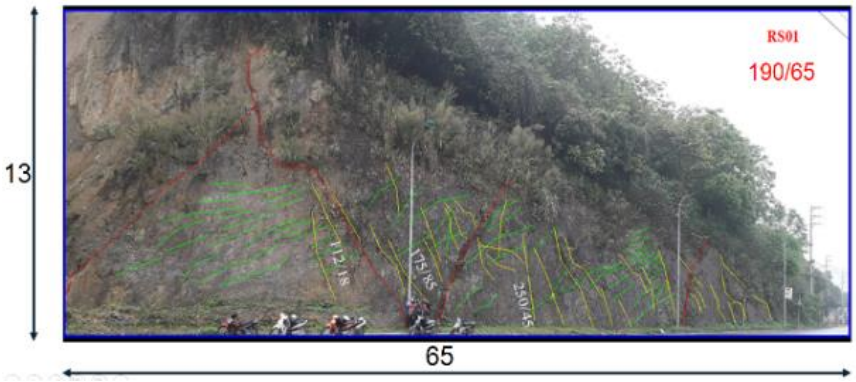
Đoạn nghiên cứu nằm trên tuyến đường chạy trong các đới kiến trúc có hoạt động kiến tạo mạnh mẽ trong tân kiến tạo và kiến tạo hiện đại, thuộc vùng có các hệ thống đứt gãy theo phương Đông Bắc - Tây Nam, nằm trong 3 hệ tầng chính: Hệ tầng Tân Lạc, Sông Bôi và Hệ tầng Viên Nam. Do vậy, các hiện tượng trượt lở diễn ra phổ biến và gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến an sinh cộng đồng nơi đây.

3.2. Kết quả khảo sát thực địa và xây dựng mô hình khối 3D các sườn dốc đá

Để minh chứng và thể hiện rõ hơn kết quả nghiên cứu, tác giả đã phân tích ảnh từng sườn dốc đá (RS-Rock Slope), khi các sườn bị phân ra nhiều khối nhỏ, sau khi tích hợp ảnh dựa trên phần mềm ICE (Image Composite Editor), đan ghép các pixel ảnh giống nhau một cách tự động, để thu được hình ảnh chân thực nhất khối đá dưới nhiều góc nhìn. Sau khi kết nối ảnh trên ICE, CAD, cùng bản vẽ tay Sketch tại hiện trường, tác giả đưa ra các hệ thống thông tin để phân tích, thu phóng ảnh gần sát thực địa, để xác định các hệ thống khe nứt, đánh dấu trên CAD.

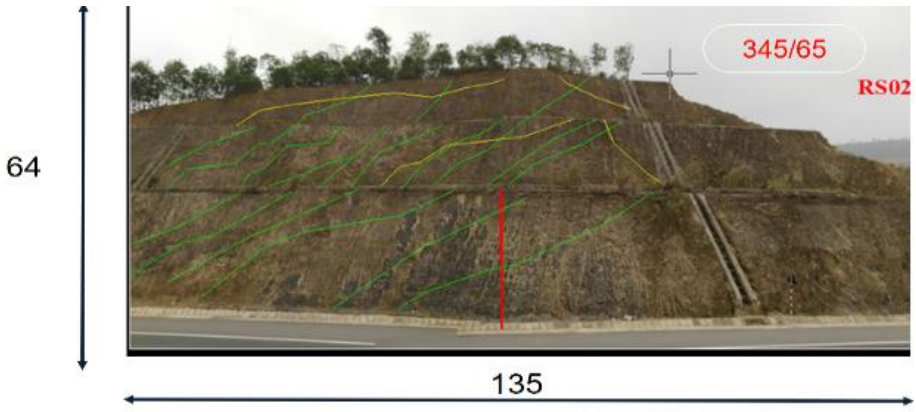
3.2.1. Kết quả khảo sát thực địa

- Với điểm số 1: RS 01 (105°30'52"; 20°52'15") tại TT. Lương Sơn, huyện Lương Sơn: (Đá vôi, sét vôi, xám, xám đen).



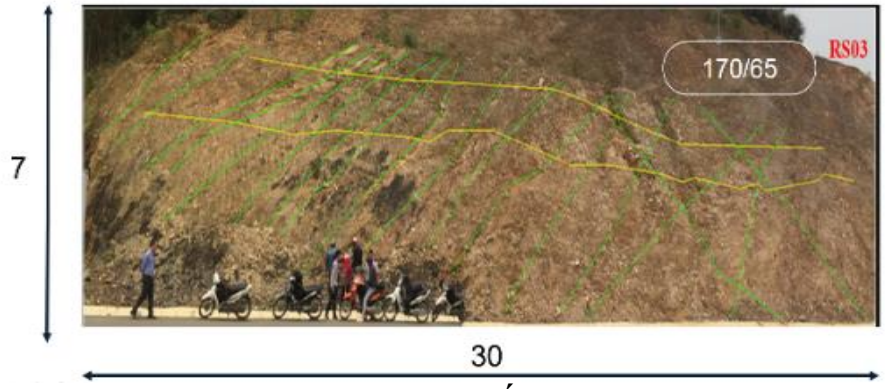
Hình 3. Hình sườn dốc đá RS 01

- Với điểm số 2: RS 02 (105°22'17"; 20°53'38") tại xã Dân Hạ, huyện Kỳ Sơn: (Đá phiến sét, Đá phiến sét than).



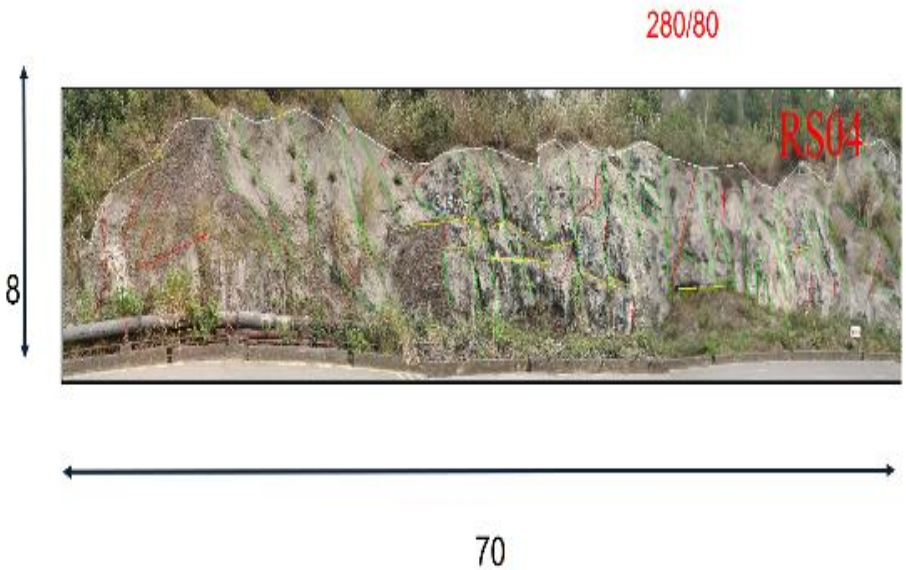
Hình 4. Hình sườn dốc đá RS 02

- Với điểm số 3: RS 03 (105°21'28"; 20°53'25"): Xã Dân Hạ, huyện Kỳ Sơn: (Đá phiến sét, Đá phiến sét than).



Hình 5. Hình sườn dốc đá RS 03

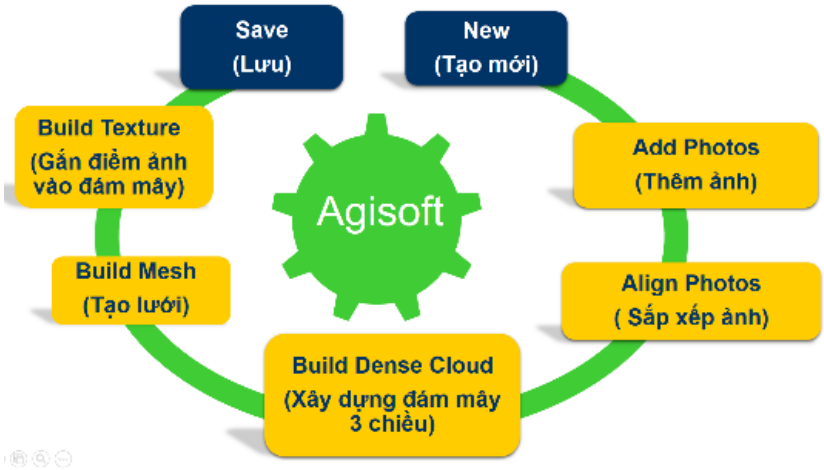
- Với điểm số 4: RS 04 (105°19’46”; 20°48’40”) tại P. Phương Lâm, Tp. Hòa Bình: (Đá Basalt cứng chắc).



Hình 6. Hình sườn dốc đá RS 04

3.2.2. Xây dựng mô hình khối 3D các sườn dốc đá

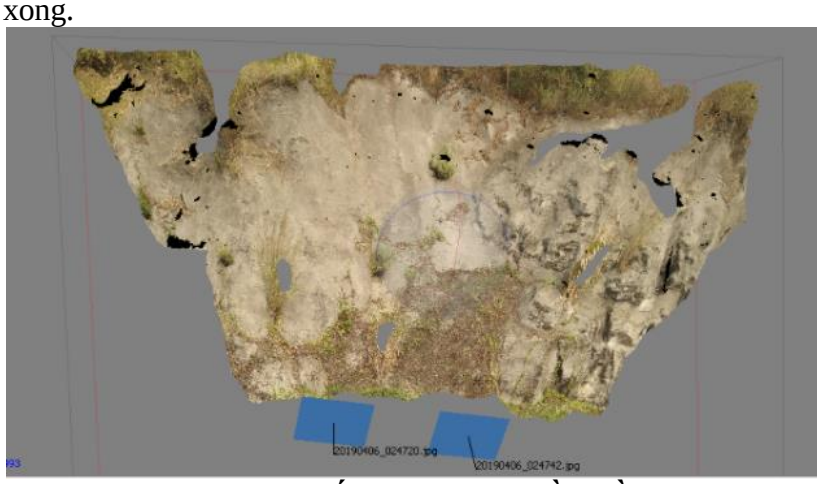
Kết quả chạy phần mềm Agisoft cho hình ảnh có độ phân giải và độ chính xác cao, tuy nhiên ở những khu vực địa vật phức tạp nhiều cây bụi thì thuật toán này chưa loại bỏ được hết các điểm không thuộc địa hình.



Hình 7. Các bước thực hiện trên phần mềm Agisoft

Với các bước thực hiện dựa trên phần mềm Agisoft:

- Bước 1: (Add Photos): Thêm ảnh từ thanh công cụ Workflow.
- Bước 2: Sắp xếp ảnh chụp (Align Photos) sắp xếp và đánh dấu các vùng trùm phủ trên từng bức ảnh.
- Bước 3: Tạo đám mây điểm 3 chiều (Build Dense Cloud): Nhận dạng điểm chung có trên 2 ảnh, xây dựng đám mây 3 chiều.
- Bước 4: Tạo mô hình 3D (Build Mesh): Tạo lưới 3 chiều, cần kiểm tra lại vùng giới hạn của sườn dốc.
- Bước 5: Gán ảnh thực tế lên đám mây điểm.
- Trong bước này, các bạn có thể xây dựng thêm dữ liệu tùy thuộc vào loại dữ liệu và mục đích sử dụng, tạm gọi là "xây dựng dữ liệu tùy chọn".
- Bước 6: Xuất dữ liệu: Agisoft cho phép xuất lưu, dữ liệu tương ứng với từng phần được xây dựng xong.



Hình 8. Hình sườn dốc RS 04 trên phần mềm Agisoft

4. Kết quả nghiên cứu và thảo luận

4.1. Kết quả nghiên cứu

Kết quả thu được theo GSI cải tiến hoàn toàn tương tự như kết quả ước lượng theo GSI gốc với hệ số tương quan rất cao (>0,9). Tuy nhiên, chỉ số GSI cải tiến đã lượng hóa được các kết quả tính toán, khắc phục các kết quả mô tả định tính của bảng phân loại GSI gốc, dễ áp dụng với các nhà nghiên cứu chưa có nhiều kinh nghiệm và hoàn toàn có thể sử dụng thay thế cho bảng GSI gốc vốn cần rất nhiều kinh nghiệm thực tế.

Các kết quả tính toán theo RMR cho phép các chuyên gia đưa ra các giải pháp xử lý sườn dốc một cách hợp lý dựa trên các kiến nghị của phương pháp. Kết quả tính toán thực tế tại khu vực nghiên cứu cho thấy mối quan hệ giữa số liệu phân loại theo RMR và GSI cải tiến cũng khá tương đồng với hệ số tương quan cao (>0,9). Trong khi đó hệ số GSI cải tiến chỉ sử dụng 4 dữ liệu đầu vào, rất ít so với RMR, giúp tiết kiệm được thời gian và công sức khảo sát ngoài thực địa. Khi có dữ liệu đầu vào là GSI, ta hoàn toàn có thể suy ra được hệ số RMR và ngược lại với độ tin cậy cao.

Hệ thống phân loại an toàn sườn dốc SMR là hệ thống được sử dụng phổ biến nhất hiện nay. Kết quả so sánh với chỉ số GSI cải tiến cũng cho mối quan hệ tương quan khá cao (>0,9), từ GSI cải tiến ta có thông số GSI thì có thể suy ra SMR để từ đó đánh giá độ an toàn sườn dốc một cách nhanh chóng. Bên cạnh đó, các thông số cần phải thu thập cho bảng GSI cải tiến cũng ít hơn rất nhiều so với SMR, do vậy giảm thiểu được thời gian thu thập số liệu so mà vẫn có kết quả tin cậy cao. Dưới đây là bảng tổng hợp kết quả các điểm sườn dốc đá mà tác giả nghiên cứu.

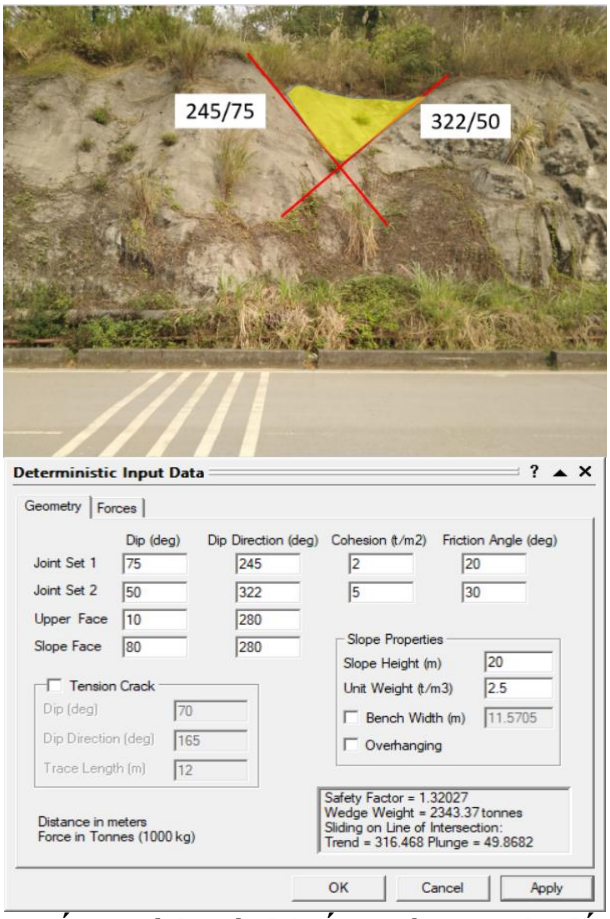
Bảng 1. Bảng tổng hợp kết quả các điểm sườn dốc đá mà tác giả

Sườn	**Kích thước**			**Loại trượt**	**Chất lượng**
	Cao (m)	Dài (m)	Góc dốc (^{0})		
SR 01	13	65	65	Đổ lở, trượt phẳng	**TB**
SR 02	64	135	65	Trượt nêm, đổ lở	**Kém**
SR 03	7	30	65	Trượt nêm	**Kém**
SR 04	8	70	80	Đổ lở, trượt phẳng, trượt nêm	**Tốt**

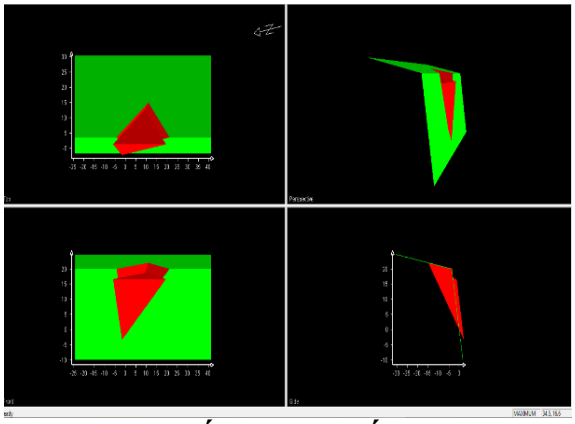
4.2. Thảo luận

Kết quả tính toán theo phần mềm SWedge, giúp ta ước lượng hình dạng, kích thước, vị trí tương đối của khối trượt trên sườn dốc. Đồng thời, có thể tính toán hệ số an toàn (Safety Factor) cho khối trượt để có các giải pháp gia cố cho phù hợp.

Với hệ thống 2 khe nứt chính và tại vị trí trượt nêm, áp dụng sườn dốc RS04:



Hình 9. Kết quả tính toán hệ số an toàn tại sườn dốc RS04



Hình 10. Hình khối 3D của khối trượt nêm trên RS 04

Kết quả sử dụng phần mềm mô hình hóa SWedge sườn 4 cho phép quan sát ảnh từ nhiều phía, biết hệ số an toàn sườn dốc với các dữ kiện đầu vào thực tế trong các điều kiện có thể thay đổi. Để từ đó đưa ra biện pháp gia cố cho công trình giúp gia tăng an toàn cho sườn dốc.

5. Kết luận

Tác giả đã khảo sát được 4 vị trí sườn dốc đá đã xảy ra hiện tượng trượt lở, ở huyện

Lương Sơn, Kỳ Sơn và Tp. Hòa Bình nằm trên quốc lộ số 6. Dựa trên việc phân tích các yếu tố chính ảnh hưởng đến sự an toàn của sườn dốc để xác định được các hệ thống khe nứt, các vị trí có cấu trúc địa tầng bất lợi cho sự an toàn của sườn dốc. Các hệ thống khe nứt thuộc các hệ tầng Tân Lạc, Sông Bôi và Viên Nam. Các sườn dốc đá mà ác giả tập trung vào 3 loại chính là đá vôi, sét vôi, màu xám, màu xám đen; đá phiến sét, đá phiến sét than và basalt với 3 hình thức đổ lở, trượt phẳng, trượt nêm đều quan sát rõ ràng trong quá trình nghiên cứu trên địa bàn khu vực để dễ dành đánh giá an toàn sườn dốc.

Kết quả nghiên cứu cho phép đánh giá chất lượng khối đá sử dụng các chỉ số RMR và GSI. Trong đó sườn dốc RS01 có chất lượng trung bình, các sườn RS02 và RS03 có chất lượng khối đá kém và sườn dốc RS04 có chất lượng khối đá tốt. Việc đánh giá an toàn khối đá cũng được phân tích sử dụng chỉ số SMR, cho phép ước lượng nguy cơ trượt lở hoặc đổ lở tại từng vị trí cụ thể và gợi ý các giải pháp gia cố phù hợp.

Nghiên cứu cũng sử dụng chỉ số GSI cải tiến với 4 thông số đầu vào cơ bản, nhằm lượng hóa các dữ liệu thu thập ngoài thực địa so với chỉ số GSI gốc. Đồng thời, các kết quả phân tích tương quan cũng cho thấy, chỉ số GSI cải tiến có thể sử dụng làm đầu vào cho các chỉ số RMR và SMR nhằm giảm thiểu thời gian và công sức khảo sát ngoài thực địa. Tác giả sử dụng các phần mềm GPS Map Camera, ICE, CAD, Agisoft PhotoScan để trong không gian 3 chiều có thể phân tích các khối có nguy cơ mất ổn định cao nhất theo quan điểm động học.

Các vị trí sườn dốc còn có thể mô phỏng dưới dạng 3D sử dụng phần mềm Agisoft, giúp việc xây dựng các mô hình sườn dốc trên máy tính một cách trực quan, phân tích dưới nhiều góc độ trong 3 chiều. Các vị trí có nguy cơ cao có thể đưa vào tính toán hệ số an toàn sử dụng phần mềm Swedge nhằm đánh giá khả năng xảy ra trượt lở. Phần mềm Swedge còn cho phép thử nghiệm với các điều kiện đầu vào khác nhau như thay đổi lượng mưa, rung chấn do nổ mìn… để tính toán lại hệ số an toàn phù hợp với thực tế và đánh giá cho những trường hợp xấu nhất, thông qua đó tác giả xin kiến nghị cho các nhà quản lý nên áp dụng biện pháp công trình và phi công trình để đảm bảo an toàn cho tính mạng cũng như sức khỏe người dân nơi đây.

Tài liệu tham khảo

1. Nghiêm Hữu Hạnh (2001). Cơ học đá, Nhà xuất bản Giáo dục, Hà Nội.
2. Nguyễn Huy Phương, Tạ Đức Thịnh (1999). Bài giảng cơ sở lý thuyết biến đổi tính chất địa chất địa chất công trình của đất đá. Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Hà Nội.
3. Phạm Văn Tỵ (1999). Đá công trình và triển vọng ở Việt Nam, Tạp chí Địa Kỹ Thuật số 1, Hà Nội.
4. Geo&Soft., 2009. ROCK3D ThreeDimensional Rock Block Analysis Based Key Block Theory: User's Guide and Windows Based Code, Geo&Soft International, 33pp.
5. Hatzor Y.H., 2003. Keyblock Stability in Seismically Active Rock Slopes Snake Path Cliff, Masada, Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering 129, 697710.
6. Hoek E. and Brown E.T (1980). Undergrown excavation in rock, London.
7. Hoek E, Kaiser P.K (1995). Support of undergrown excavation in hard rock, Van-conver, BC,Canada.
8. Li Shucai et al, 2110. Predicting geological hazards during tunnel construction, Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering. 2010, 2, p.232–242.

9. Nguyen Q.P., 2009. Analysing rock stability using block theory and 3D surveying tools, PhD thesis, Paichai University, Korea, 149pp.
10. Rocscience, 2004. SWedge3D Surface Wedge Analysis for Slopes (version 4.0), Rocscience Inc., Toronto.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Applying Sentinel-1 SAR data for land deformation monitoring in the Hanoi urban setting, Vietnam

Hong Ha Tran[a1], Quoc Cuong Tran[b], Wolfgang Busch[c], Van Thuy Ho[d]
[a]*Faculty of Environment, Hanoi University of Mining and Geology, Hanoi, Vietnam*
[b]*Institute of Geological Sciences, Vietnam Academy of Science and Technology, Hanoi, Vietnam*
[c]*Institute of Geotechnical Engineering and Mine Surveying, TU-Clausthal, Clausthal-Zellerfeld, Germany*
[d]*National Center for Water Resources Planning and Investigation, Hanoi, Vietnam.*

Received: 9/3/2020; Revised: 26/10/2020 ; Accepted: 20/12/2020

Abstract

The rapid urbanization brought along with the high demand for space for the construction of infrastructure as well as the groundwater exploitation were the triggering factors that accelerated the land subsidence in the urban area of Hanoi city, Vietnam. Due to the limited quantity of ground monitoring stations, it was nearly impossible to monitor the land deformation in the Hanoi area in the long term. The Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) and Differential Synthetic Aperture Radar (DInSAR) provide the opportunity for time series analysis of the land deformation with high precision, large spatial extent, and in long periods. In this study, land subsidence during the period from October 2017 to April 2018 in the center of Hanoi city was mapped with Sentinel-1 and DInSAR. The results helped to assess the capability of C-band SAR data in monitoring the ground displacement with a case study in Hanoi, Vietnam.

Keywords: *Sentinel-1, InSAR, DInSAR, land subsidence, Hanoi*

1. Introduction

Land subsidence is a global problem that has been observed in big cities over the world such as Bangkok (Thailand), Houston (USA), Mexico City (Mexico), Tokyo (Japan), Shanghai (China), Venice (Italy) (Holzer Thomas L. et al., 1985). In these big cities, the lowering of the water table due to groundwater extraction is the most important triggering factor of land subsidence (Richa et al., 2017).

In Hanoi, groundwater extraction to satisfy the high demand for the growth of population results in land subsidence in the urban area. In specific, the rate of surface deformation was measured in several centimeters per year at some groundwater pumping stations around Hanoi. Some regions were highly subsided such as Thanh Cong district (41-42mm/year), Ngo Sy Lien district (31,52mm/year), Phap Van district (22,16mm/year) (Q. C. Tran et al., 2016).

The Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) provides the opportunity to measure surface displacements caused by earthquakes, volcanoes, subsidence, and uplift phenomena with high resolution on a wide spatial scale (Kampes, 2006). Thus, applying radar remote sensing data and using InSAR technology to map and monitor displacement has been used successfully in Hanoi in the period from 1995 to 2014 (Dang et al., 2014; Tong Minh Dinh Ho et al., 2016; Tong Minh Dinh Ho et al., 2019; Le et al., 2016; Nguyen et al., 2019; Q. C. Tran et al., 2016; V. A. Tran et al., 2007). This study detects land

[1] *Corresponding author*
E-mail: tranhongha@humg.edu.vn

subsidence in the center of Hanoi city from October 2017 to April 2018 to continue the land subsidence monitoring in the later period.

2. Materials and methodology

2.1. Study area

Hanoi is located in the northeastern of Vietnam between $20^0$53' - $21^0$23' latitudes and $105^0$44' – $106^0$02' longitudes, covering an area of 3.358.9 km^2 (figure 1). Hanoi is one of the largest cities in Asia with high population density, the average population density reaches 2.087 per km^2.

The terrain is gradually lower from the north to the south and from the west to the east, with an average height ranging from 5 to 20 meters above the sea level. Quaternary sediments cover whole this area, in specific, there are different formations divided by origin and age in Hanoi from top to bottom as follows: Late Holocene alluvial; Early-Middle Holocene deposits, marine and bogged sediments; Late Pleistocene alluvial, lacustrine; Middle-Late Pleistocene alluvial; alluvial-proluvial deposits; and Early Pleistocene alluvial deposits (Le et al., 2016).

In this article, our study area concentrates on the urban region with a total area where is approximately 10 km × 20 km.

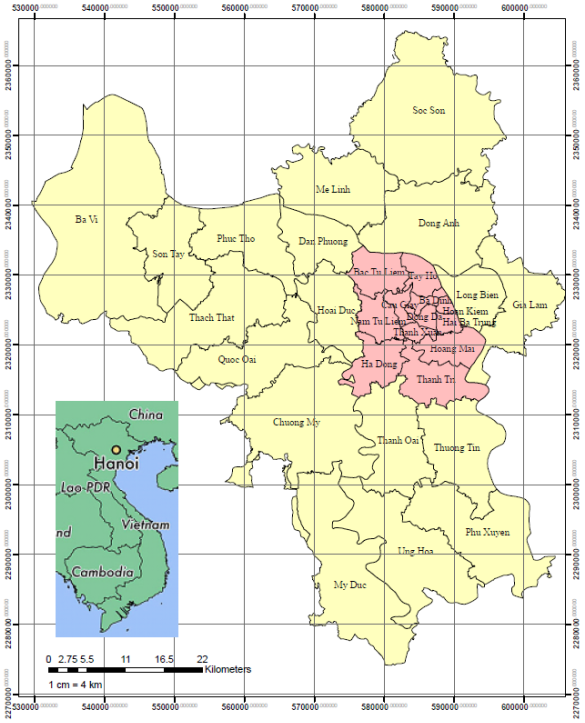


Figure 1. Location of the study area, the red area corresponds to the urban region of Hanoi

2.2. Data acquisitions

14 Sentinel-1A Single Look Complex (SLC) products (12-days repeat cycle) from October 30 2017 to April 05 2018 were used for our analysis. Sentinel-1 data are collected easily and freely accessible through the Copernicus Science Hub. The orbit pass of all images was acquired in a descending direction.

Table 1. Sentinel-1A SAR data information

ID	Acquisition date (YYYY/MM/DD)	Baseline (m)
1	2017-10-31	39.12
2	2017-11-12	-11.41
3	2017-11-24	36.0
4	2017-12-06	-55.32
5	2017-12-18	44.97
6	2017-12-30	-35.53
7	2018-01-11	0
8	2018-01-23	-9.05
9	2018-02-04	41.78
10	2018-02-16	75.27
11	2018-02-28	47.69
12	2018-03-12	-42.42
13	2018-03-24	-106.73
14	2018-04-05	-87.57

2.3. Methodology

DInSAR is a remote sensing technique useful for calculating the time series of deformation and deformation accurately for a wide coverage area. This technique utilizes the phase difference between two or more sets of SAR data obtained in the same area at different acquisition times.

The phase difference between two complex radar SAR observations of the same area can be express as follows:

$$\Delta\phi = \Delta\phi_{flat} + \Delta\phi_{elevation} + \Delta\phi_{displacement} + \Delta\phi_{atmosphere} + \Delta\phi_{noise} + \Delta\phi_{err}$$

Where $\Delta\phi_{flat}$ is the assumption of an ideally flat earth terrain, $\Delta\phi_{elevation}$ is the interferometric phase caused by terrain topography, $\Delta\phi_{displacement}$ refers to the differential deformation pattern along Line of Sight (LOS) direction, $\Delta\phi_{atmosphere}$ denotes the atmospheric effect, $\Delta\phi_{noise}$ refers to the noise contribution from the radar instrument and temporal deceleration, $\Delta\phi_{err}$ due to orbital error and topographic height information. In DInSAR analysis, identification of ground deformation accurately is interested in $\Delta\phi_{displacement}$ which requires eliminating all the other contributions (Reigber et al., 2007). In this study, the DInSAR technique was processed using SNAP and Snaphu software which are open sources.

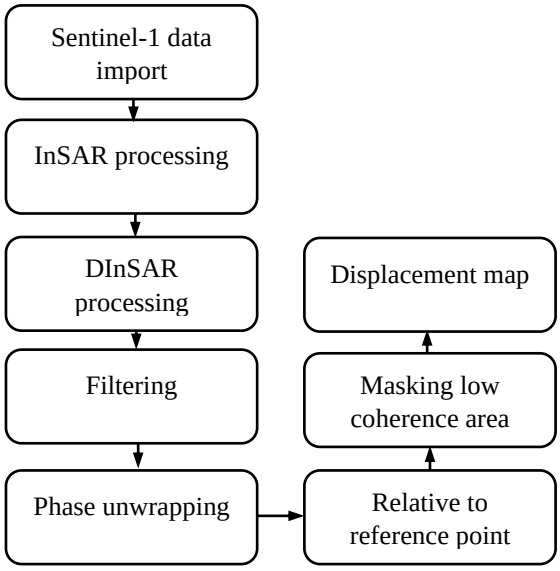


Figure 2. Diagram of the working processing chain

3. Results

The symbolic coherence image of a pair (October 30 2017 to November 12, 2017) was selected (fig. 3) where the good coherence in the pairs of images was achieved at the center of Hanoi.

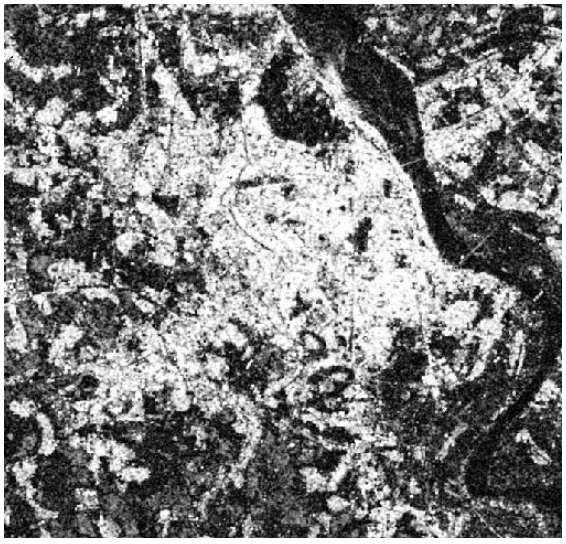


Figure 3. Coherence image at the center of Hanoi

Given that, it is a solid basis for the interferograms: A coherence value fluctuated from 0 to 1, in specific, there was no phase noise in the areas with values close to 1 (high coherence and white color), otherwise, areas with value 0 were low coherence (black color) showed noisy interferogram patterns (Richa et al., 2017).

Sentinel 1A data was processed to create 13 interferogram pairs. Surface deformation rate in Line Of Sight (LOS) is showed in Figure 4. As can be seen from figure 4 that Ha Dong, Hoang Mai, Hai Ba Trung, and Thanh Tri districts are the region which has the Line of Sight (LOS) displacement less than -30mm in the period from October 30, 2017, to April 05, 2018, with a large area. Some prior research projects in

Hanoi city (Dang et al., 2014; Tong Minh Dinh Ho et al., 2019; Nguyen et al., 2019) pointed out that Ha Dong and Hoang Mai had a high deformation over the center of Hanoi. Besides, we denote that the rate of surface deformation in this study is somewhat higher than in other studies. Therefore, potential the land subsidence in this area might be more severe than we usually think and the trend of land subsidence in these areas was continuously developed over the period from 2007 to 2018. The overall pattern of land subsidence is clearly shown in this study (fig. 4).

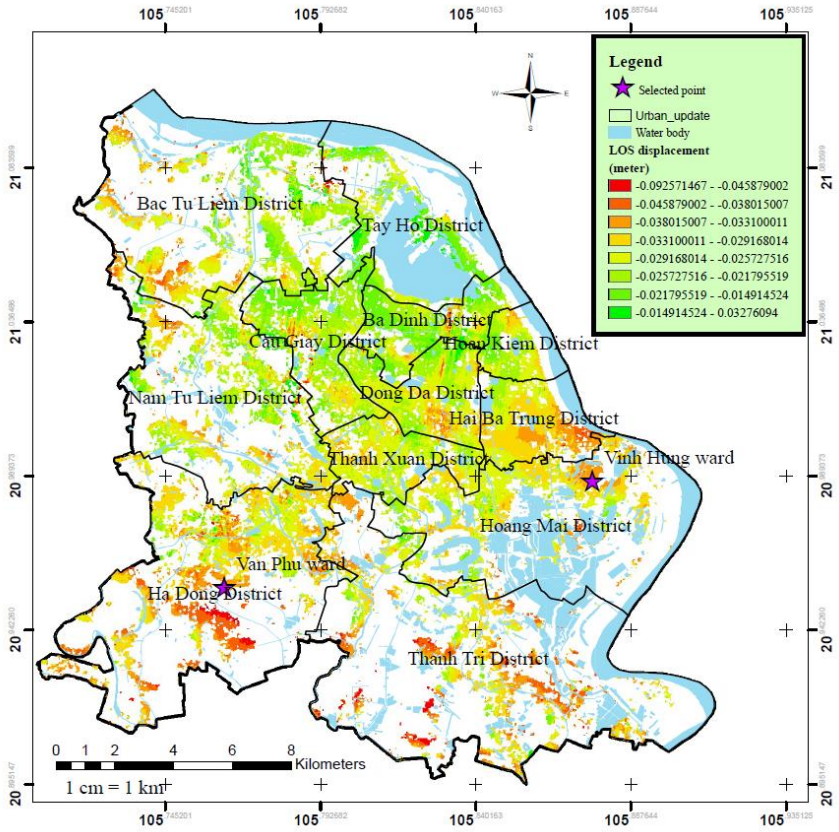


Figure 4. Displacement map for Hanoi, Vietnam in the October 30, 2017 – April 05, 2018 period

The time-series results for two selected points are displayed in figure 5. Two selected points were chosen by land subsidence events that happened in the same period in Thanh Tri ward, Hoang Mai district and Van Phu urban area, Phu La ward, Ha Dong district, Hanoi (Nguyen et al., 2019).

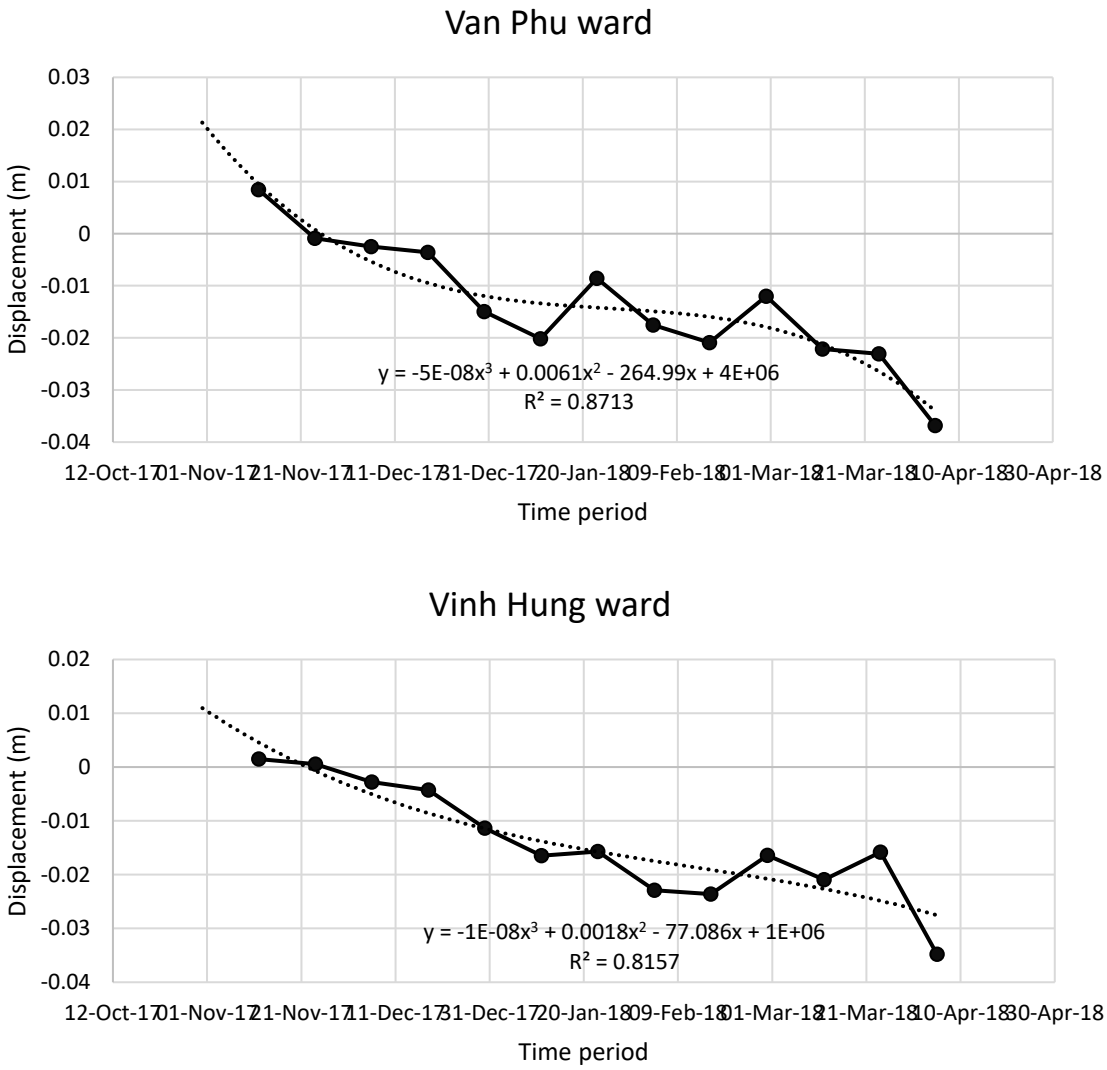


Figure 5. Time-series displacements for selected points in Ha Dong and Hoang Mai district, Hanoi, Vietnam

4. Conclusions

Land subsidence from October 30, 2017, to April 05, 2018, in the Hanoi was detected using 13 C-band Sentinel-1 images and the Differential Synthetic Aperture Radar Interferometry (DInSAR) technique.

The LOS displacement in the study fluctuated from -90 to +30mm in the 6 months. Hoang Mai and Ha Dong district were the areas of high subsidence rate showing in the time-series surface deformation in these districts. It employs Radar data in monitoring and verifying land subsidence events in Hanoi in the same period.

In fact, using free open sources, especially for developing country as Vietnam allows moving toward a more feasible in monitoring the land deformation in the long term. In particular, S1 images with enough frequency and wide area coverage satisfied the demand for exposing the hotspots of land deformation at a limited cost. The results of

this study helped to assess the capability of C-band SAR data and the free of charge tools such as SNAP and Snaphu in monitoring the ground displacement with a case study in Hanoi, Vietnam.

References

1. Dang, V. K., C., D., C., W., N., G., & F., M. (2014). Recent land subsidence caused by the rapid urban development in the Hanoi region (Vietnam) using ALOS InSAR data. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, *14*(3), 657-674. doi:10.5194/nhess-14-657-2014
2. Ho, T. M. D., Tran, Q. C., Nguyen, D. A., & Le, T. T. (2016). Measuring ground subsidence in hanoi city by radar interferometry. *Science & Technology development*, *19*(K4), 8.
3. Ho, T. M. D., Tran, Q. C., Pham, Q. N., Dang, T. T., Nguyen, D. A., Ibrahim, E.-M., & Le, T. T. (2019). Measuring Ground Subsidence in Ha Noi Through the Radar Interferometry Technique Using TerraSAR-X and Cosmos SkyMed Data. *IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing*, 1-11. doi:10.1109/jstars.2019.2937398
4. Holzer Thomas L., & Ivan, J. A. (1985). Land subsidence caused by ground water withdrawal in urban areas. *Geojournal*, *11*(3), 245-255.
5. Kampes, B. M. (2006). *Radar Interferometry - Persistent scatterer technique*. Germany: Springer.
6. Le, T., Chung-Pai, C., Nguyen, X., & Akano, Y. (2016). TerraSAR-X Data for High-Precision Land Subsidence Monitoring: A Case Study in the Historical Centre of Hanoi, Vietnam. *Remote Sensing*, *8*(4). doi:10.3390/rs8040338
7. Nguyen, D. A., Tran, Q. C., Tran, V. A., Hoang, A. T., Nguyen, T. T., & Nguyen, H. T. (2019). Application Terrasar-X data for studying land subsidence in Hanoi city. *Vietnam Journal of Earth sciences*, *41*(4), 339-357. doi:10.15625/0866-7187/41/4/14236
8. Reigber, A., Erten, E., Guillaso, S., & Hellwich, O. (2007). *I.D.I.O.T.: A free and easy-to-use software tool for DInSAR analysis.* Paper presented at the Proceedings of the Envisat Symposium 2007, Montreux, Switzerland.
9. Richa, B., Haireti, A., Aikebaier, M., & Akihiko, K. (2017). Detection of Land Subsidence in Kathmandu Valley, Nepal, Using DInSAR Technique. *Land*, *6*(2). doi:10.3390/land6020039
10. Tran, Q. C., Vu, V. H., Pham, Q. N., Ho, T. M. D., Tran, V. A., Dang, T. T., . . . Bui, T. N. T. (2016). *Research on scientific basis and proposed solution of land subsidence prediction in Hanoi by using Radar interferometry technique*. Retrieved from Hanoi:
11. Tran, V. A., Masumoto, S., Raghavan, V., & Shiono, K. (2007). Spatial distribution of subsidence in Hanoi detected by JER-1 SAR Interferometry. *Geoinformatics*, *18*(1), 3-13.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Separation method of the uranium and thorium from rare earth ore processing – case study for Namxe rare earth deposit in Laichau, Vietnam

Phan Quang Van[(a)1], Tran The Đinh[(b)], Đao Trung Thanh[(a)]

[(a)] Hanoi University of Mining and Geology, Faculty of Environment. 100000 Hanoi, Vietnam
[(b)] Vietnam Academy of Science and Technology, Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements.100000 Hanoi, Vietnam

Received: 9/3/2020; Revised: 26/10/2020 ; Accepted: 20/12/2020

Abstract: The report presents the results of roasting and leaching of Namxe rare earth ore and the separation of uranium (U), thorium (Th), iron (Fe) from acid leaching solution by neutralization method and solvent extraction method. The results show that the decomposition conditions are at the temperature of 450°C, the ratio of ore / acid is 1/1, the roasting time of 2 hours and the water leaching with solid/liquid ratio is 1/5; Slurry and washing with a solid/liquid ratio of 1/4 will get result of more than 60% of Th and more than 45% of U are in solid residue, while the efficiency of rare earth extraction is more 95%. By the method of neutralization with the magnesium oxide (MgO) agent at pH4 to pH4.5, the separation efficiency of Th, U, Fe impurities from the aqueous solution are 85.37% and 98%, respectively. By solvent extraction technique using primary amine (N1923) and tertiary amine (TOA), the separation efficiency of Th, U impurities is 95.8 and 95.3%, respectively.
Keywords: Rare earth, thorium, uranium, precipitation method, solvent extraction

1. Introduction

Namxe rare earth ore belongs to Laichau province of North-West Vietnam. There are two deposits including North and South of Namxe 1. The rare earth ore of North Namxe contents rare earth elements (REEs) in the fluorocarbon or in the bastnaesite ($REFCO_3$), quartz, barite, calcite, fluorite and a small amount of Th and U radioactive materials. The Th content from 0.026 to 0.1% and U content from 0.009 to 0.095% [2,3,4]. Extracted processing of U and Th was implemented by the decomposition method the rare earth ore with the sulfuric acid (H_2SO_4) special agent. Obtained solution was the rare earth sulfate and solid residue containing the radionuclides of U and Th. The sulfate solution contents ions of the light rare earth elements (LREEs) such as La^{3+}, Ce^{3+}, Ce^{4+}, Pr^{3+}, Nd^{3+}, Sm^{3+}, … and other impurity ions such as UO^{2+}, Th^{4+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}. Therefore, the studying to extract the U, Th radionuclides from radioactive solid residue and the heavy metals from rare earth sulfate solution is essential to environmental protection and to obtain the rare earth solution without radioactive substances.

An environmental radioactive assessment in Namxe rare earth deposit shown that there are exit two areas of natural radioactivity contamination: first one is an area of 14.33 square kilometers, covering the whole area of the Namxe rare earth deposit and the villages Mau, Mo, Pa Chai, and Bo Cha. In this area, people are advised not to move to or settle permanently; second one is the natural radioactive control area which is

[1] *Corresponding author**
phanquangvan@humg.edu.vn

covering the area of natural radioactive contamination with an additional area of 8.33 square kilometers 5.

Because of the amount of U and Th is significant in Namxe rare earth ore, the extraction of U and Th not only protects the environment but also provides fuel for nuclear power plants.

Methods for extracting U and Th from the rare earth sulfate solution are usually precipitation, solvent extraction and ion exchange 7.

Precipitation method can use solid precipitation agents such as MgO, NaOH, Na_2CO_3, $CaCO_3$, and so on 8.

Solvent extraction method can use amines to separate thorium and uranium from rare earth sulfate solution. First-class amines (N1923 amine, Primene JM-T, alamin, ...) can selectively remove thorium from sulfate solution. Tertiary amines can separate uranium from the sulfate solution 9.

The method of double sulphate precipitation uses Na_2SO_4 agent to precipitate selected rare earth metals, the remaining solution contains radioactive elements and impurities are also used to separate radionuclides 9.

Selecting individual methods or combining methods to separate radionuclides during the rare earth processing depends on many factors, including rare earth elements, composition and characteristics of rare earth ore and characteristics of the extracted solution.

2. Methods and materials

The mineral for the experimentation is rare earth ore from North Namxe deposit which includes the compounds of 0.017% U_3O_8 and 0.028% ThO_2 and 32.5% TREO.

The chemicals were used in the extraction process include H_2SO_4, HNO_3, HCl, NaOH, NH_4Cl, $CaCO_3$, Na_2CO_3, MgO, and primary amine of N1923 with the chemical formula is $C_{10}H_{22}N$ and tertiary amine of TOA with the chemical formula is $C_{24}H_{51}N$. Other chemicals were the diluent, reagent agent and analytical chemicals 11.

The equipment and tools necessary for the experimental process include shaking machine, magnetic stirrer, pH meter and separating funnels of 60 ml, 150 ml, 200 ml, 500 ml capacity.

U and Th in samples were analyzed by analyzing plasma mass spectrometry ICP-MS Agilent 7500a at the VILAS 524 (Standard of ISO/IEC 17025:2005) Laboratory of Institute for Technology of Radioactive and Rare Elements, belongs to Vietnam Atomic Energy Institute.

The decomposition calcining ore method have been carried out step by step in laboratory [11-13]. The separating solution obtained after decomposition will be extracted using the methods of precipitation and solvent extraction. The precipitation method used magnesium oxide (MgO) to precipitate U, Th and Fe at different pH values. Extraction solvent method was amines mixture of N1923 and TOA with concentrations of 0.015M and 0.01M, respectively.

3. Results and discussion

3.1. Decomposition method and selective separation of Namxe rare earth ore

3.1.1. Decomposition of Namxe rare earth ore and water leaching of the calcine

First, the decomposition experiments were conducted. For this purpose, a H_2SO_4/ore mixture was heated at a temperature of 450°C for different periods of time and the calcine was water leached.

After the decomposition, the formed slightly soluble compounds were transferred into the liquid phase by water leaching. The results are shown in Figure 1.

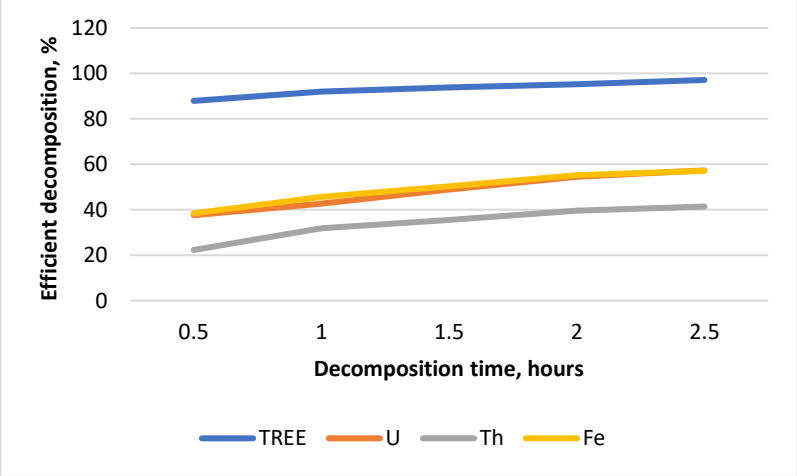


Figure 1. Effect of decomposition time on the efficient separation of rare earth and radioactive impurities from ore

As it can be seen, the roasting time had an important influence on the dissolution behavior of REEs, U, Th and Fe. As the calcination time increased, the leaching yields of REEs become higher. After 2.5 hours heating 97% of REEs were transferred into the liquid phase. However, with the increase in decomposition time the concentrations of impurities became also higher, which have to be subsequent removed from the solution. For this purpose, three different methods were tested, which are discussed below.

3.1.2. Impurity removal by selective roasting

The first investigated separation method consisted in heating of ore/H_2SO_4 mixture at temperatures ranging from 300°C to 600°C for 2 hours and water leaching of the calcine. The results are shown in Figure 2 (composition of water phase) and Figure 3 (composition of washed leaching residue). The increase in the calcination temperature positively affected the leaching yields of rare earth elements. At 600°C 95% of rare earth elements were transferred into the liquid phase. On the other hand, the rise in the calcination temperature caused a decrease in leaching yields of U, Th in the entire investigated temperature range; regarding Fe the leaching yields became lower above 450°C.

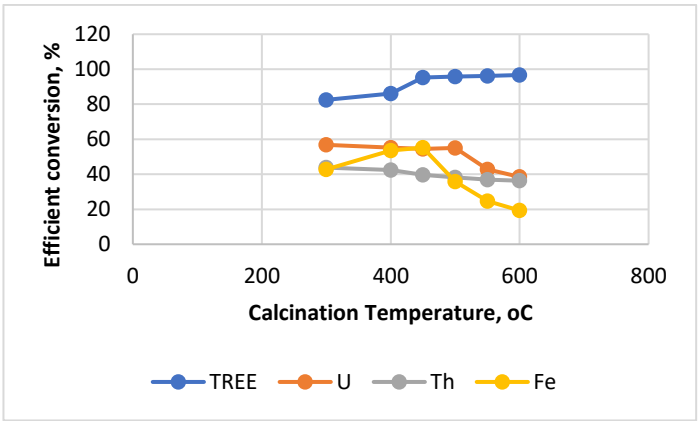


Figure 2. Effect of roasting temperature on leaching yields of REEs, U, Th and Fe.

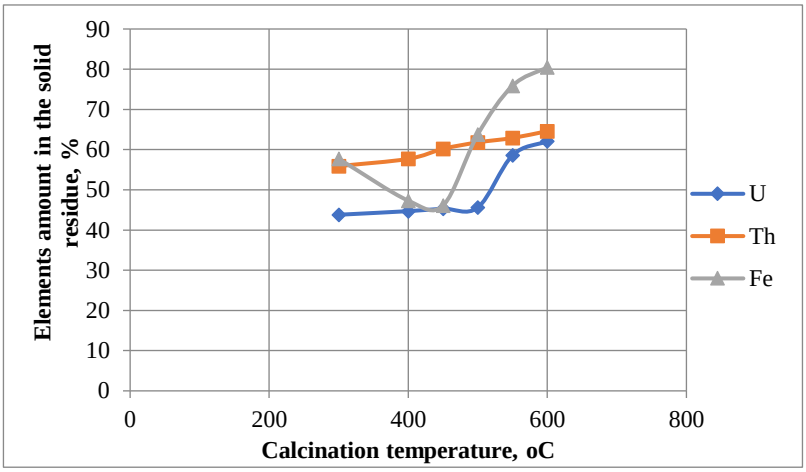


Figure 3. Effect of roasting temperature on percentage content of U, Th and Fe in the residue.

The decrease in leaching yields of U, Th and Fe can be explained by formation of different sparingly soluble compounds during heating of H_2SO_4/ore mixture. According to the literature $Fe_2(SO_4)_3$ has a limited thermal stability and decomposes into Fe_2O_3, which is insoluble in water (Equation 1) 13.

$$Fe_2(SO_4)_3 \xrightarrow{T\cong 450-700°C} Fe_2O_3 + 3SO_3 \quad (1)$$

On the other hand, the decrease in leaching yields of thorium can be explained by the formation of ThP_2O_7 [8]. During sulfuric acid decomposition of phosphate minerals present in the ore such as bastnaesite (Ce, La, Nd, Pr, ...)CO_3F or monazite (Ce, La)PO_4 phosphoric acid is released, which forms at higher temperatures pyrophosphoric acid (Equation 2, 3).

$$2REEPO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow REE_2(SO_4)_3 + 2H_2PO_4 \quad (2)$$

$$2H_3PO_4 \xrightarrow{T=200-300°C} H_4P_2O_7 + H_2O \quad (3)$$

The pyrophosphoric acid can react with $Th(SO_4)_2$ forming the sparingly soluble salt (Equation 4).

$$Th(SO_4)_2 + H_4P_2O_7 \rightarrow ThP_2O_7 + H_2PO_4 \quad (4)$$

A part of thorium remaining in solid residues during calcination decomposes progress, this can be explained as follows: North Nam Xe rare earth ore contains many minerals, in addition to bastnaesite mineral (Ce, La, Nd, Pr, ……)CO_3F, also contains monazite mineral (Ce, La)PO_4 and many other minerals 3. In the process of dissolving rare earth by decomposition method with sulfuric acid (H_2SO_4), under high temperature conditions, phosphates react with sulfuric acid to form phosphoric acid (H_3PO_4) and then hydrolyze to form pyrophosphoric acid. Firstly, the thorium oxide reacts with sulfuric acid to form thorium sulfate salt and then thorium sulfate salt reacts with pyrophosphoric acid to form thorium pyrophosphate. Thorium pyrophosphate salt does not dissolve even in concentrated acid solution. When the temperature is raised, it is only to remove the excess acid; rare earth sulfate salts and Th will be more difficult to dissolve, leading to a reduction in Th conversion efficiency because it has been converted into the form of thorium phosphate which is difficult to dissolve in water, difficult to dissolve into a soluble solution so they remain in the residue.

Summarizing it can be stated that the increase in heating temperature reduces the

concentration of co-leached impurities. However, for this purpose high energy input is needed.

3.1.3. Impurity removal by precipitation and solvent extraction

Another possibility for impurity removal consists in after-treatment of the leach solution by neutralization or by solvent extraction. Both methods were tested with a leach solution obtained at the following process parameters:

- Roasting stage: T=450°C; T=2 h; H_2SO_4/ore ratio 1/1.
- Leaching stage: solid/liquid ratio 1/5; t=1 h.

The concentrations of main elements in the solution are given in Table 1.

Table 1: The concentration of rare earths, U, Th and Fe in the leach solution used for precipitation and solvent extraction

Elements	*La*	*Ce*	*Pr*	*Nd*	*Sm*	*Th*	*U*	*Fe*
Concentration, mg/l	5520	7940	752	1925	236	6.2	15.1	1124

a. Precipitation method

In addition, the impurity removal by precipitation was investigated. For this purpose, the pH value of the leach solution was increased gradually from 1.2 to 5.0 and the concentrations of REEs, U, Th and Fe in the solution were determined. The results are depicted in Figure 4.

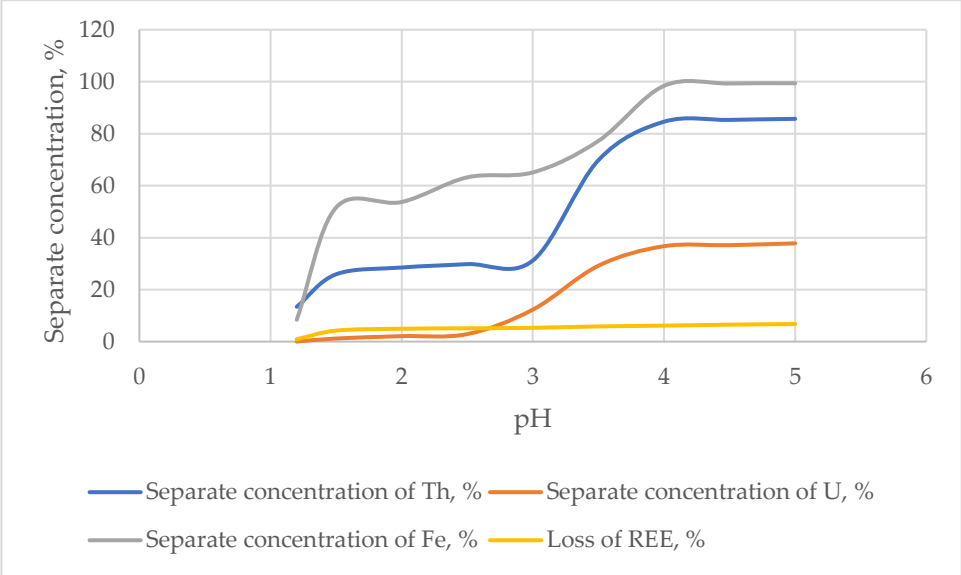


Figure 1: Separation effect of U, Th and Fe at the different pH in solution.

As it can be seen, the increase in the pH value caused a decrease in concentration of all considered compounds. The precipitation can be explained as follows: increasing the pH value, some ionic impurities such as Fe, Th, U are hydrolyzed and form sparingly soluble hydroxides. At a pH value between 4.0 and 4.5 more than 85% of Th and 37% of U were removed from the solution. On the other hand, iron could be almost completely precipitated in this pH value range. However, the increase in pH value of the solution caused losses in REEs. When the pH of the solution ranged from 4 to 4.5, the loss of rare earth elements amounted about 6.5%. Thus, the precipitation method allowed the efficient separation of Th and Fe; nevertheless, about 63% of Uremained in the solution.

b. Solvent method

Table 2 presents experimental results for the separation of Th, U and Fe with a mixture of primary amine (N1923) and tertiary amine (TOA) with concentrations of 0.015 M and 0.01 M, respectively.

Table 2: Results of solvent method with a mixture of primary amine and tertiary amine.

Component	*Solution before extraction, mg/l*	*Solution after extraction, mg/l*	*Extraction yield, %*
Th	6.2	0.26	95.8
U	15.1	0.71	95.3
Fe	1124	934.04	6.9
TREE	16373	15505.3	5.3

As it can be seen, U and Th could be efficient separated from the sulfate leach solution; the extraction yields reached 95.8 and 95.3%, respectively. However, only 6.9% of Fe could be removed from the solution. Moreover, a slight coextraction of REEs occurred; their losses amounted 5.3%.

4. Conclusion

Namxe rare earth ore contains small amounts of radioactive elements, in which thorium content ranges from 0.026 to 0.1% and uranium ranges from 0.009 to 0.095%. However, the separation of radioactive elements as well as other impurities such as iron during ore processing is necessary to protect the environment as well as to receive rare earth products without radioactive impurities.

The sample of Namxe rare earth ore concentrate has been studied and treated by decomposition method with sulfuric acid (H_2SO_4). The results showed that at 450°C, the ore/acid ratio is equal to 1/1 (by weight), calcining in 2-hour and water separation with a solid/liquid ratio is 1/5; sluge with a solid/liquid ratio is 1/3 and scrubbing with a solid/liquid ratio of 1/1, separation time of 1 hour will result in more than 60% Th and more than 45% U remained in solid residue, and the separation efficient of total rare earth is greater than 95%.

The separating method of Th, U and Fe elements from the separating solution contenning manganese oxide (MgO) agent. In the conditions of pH from 4 to 4.5, the extract efficiency of Th, U, Fe impurities is 85%, 37% and 98%, respectively.

The separation of Th, U and Fe elements from the rare earth solution was studied by solvent extraction technique with the use of a mixture of N1923 and TOA. The efficiency of separation of Th, U impurities is 95.8 and 95.3%.

Remained solid waste from decomposition process of rare earth ore should be managed according to national regulation for radioactive waste. U and Th obtained from the precipitation method and solvent extraction should be achieved and used in the manner of safety, health and environment.

Acknowledgment

We would like to thank the Ministry of Science and Technology of Vietnam (MOST) collaborated with German Ministry of Education and Research (BMBF) for financial support of the project with the title of „Cooperative research of the mineral characterization, the suggestion of the sustainable processing strategies and the orientation of reasonable mining methods and environmental protection for the Namxe

rare earth deposits in Laichau Province, Vietnam. Code NDT.02.GER/15.“ We are also grateful to the managers, colleagues of the Hanoi University of Mining and Geology, Geological Division of Radioactive and Rare Minerals, General Department of Geology and Minerals of Vietnam, Hunghai Group, the People's Committee of Laichau province, Phongtho district, Namxe commune and SinSuoiHo border station cooperated and assisted in the implementation of the study.

References

1. I.Ia Vlasov, Iu.D. Efremov, Cao Son, (1961): Report on the exploration of NamXe rare earth ore. Archirve in geological archives information center Hanoi, Vietnam.
2. Nguyen Van Hoa (2014). Report on the exploration of NamXe - South rare earth ore. Archirve in geological archives information center Hanoi, Vietnam.
3. Heinig, T, Burisch M, Möckel R, Phan Q V, Ebert D, Gutzmer (in prep.): Mineralogy, petrography and genesis of REE bearing carbonatite dykes, NamXE deposit, Vietnam.
4. Nguyen T. T. (2014): Report on the detailed exploration of North NamXe rare earth ore. Archive in geological archives information center Hanoi, Vietnam.
5. Quang Van Phan, Trung Thanh Dao, Phuong Nguyen, Dinh Huan Trinh and Thomas Heinig: *An Assessment of Natural Radioactivity in the Namxe Rare Earth Deposit, Laichau Province, Vietnam*. Minerals 2019, 9, 602; doi:10.3390/min9100602
6. N. A. Nguyen, P. K. Nguyen: Report on the preliminary exploration of radioactivity-rare earth North Namxe deposit. Archive in geological archives information center Hanoi, Vietnam, 1983.
7. N. Hoang (2014): *Finanl report of protocol project "Technological development of REEs recovery from Dongpao rare earth ore."* Vietnam Ministry of Science and Technology.
8. J.Amaral, C.A.Mortais (2010): Thorium and uranium extraction from rare earth elements in monazite sulfuric acid liquid through solvent extraction. Minaral Engineering 23, Pg. 498-503.
9. M. Kul, Y. Topkaya (2008): *Rare earth double sulfate from pre-concentrated bastnaesite. Hydrometallurgy*, 93(3-4), Pg. 129-135.
10. D. J. Crouse, K. B. Brown (1959): Recovery of thorium, uranium and rare earths from monazite sulfate liquors by the amine extraction (amex) process. OAK ridge national laboratory operated by Union carbide corporation for the U.S. Atomic Energy Commission.
11. R.J. Callow (1967): The Industrial Chemistry of the Lanthanons, Yttrium, Thorium and Uranium. Pergamon Press.
12. C. Y. Cheng (2015): Separation of uranium and thorium from rare earths for rare earth production - A review. Minerals Engineering 77. DOI: 10.1016/j.mineng.2015.03.012
13. H.H. Willard, R.D. Fowler (1932): Quantitative Separations by THE Thermal Decomposition of Anhydrous Mixtures of Metal Sulfates. Journal of the American Chemical Society, 54(2), 496-516.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu lựa chọn phương pháp hạch toán tài nguyên thiên nhiên, áp dụng cho tỉnh Lào Cai

Nguyễn Phương[(a)1], Vũ Thị Lan Anh[(a)], Nguyễn Thị Thu Hằng[(b)], Nguyễn Phương Đông[(a)]
[a] *Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất, Việt Nam*
[b] *Liên đoàn địa chất Xạ - Hiếm*

Ngày nộp bài: 9/3/2020; Ngày chấp nhận: 26/10/2020 ; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Tài nguyên thiên nhiên là nguồn lực quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội đối với mỗi quốc gia; đặc biệt các nước đang phát triển. Mặt khác, để đánh giá mức độ phát triển kinh tế đối với mỗi quốc gia nếu chỉ dựa vào chỉ tiêu GNP hoặc GDP là chưa đủ, bởi lẽ các chỉ tiêu này chỉ thể hiện mức độ phát triển kinh tế, phản ảnh được mức độ phát triển bền vững của quốc gia. Vì vậy, việc hạch toán tài nguyên thiên nhiên là cần thiết. Hạch toán tài nguyên thiên nhiên là nhằm vận dụng các quy luật phát triển kinh tế vào việc sử dụng tiết kiệm và hiệu quả tài nguyên thiên nhiên, bảo vệ môi trường khỏi sự suy thoái, giúp các quốc gia, địa phương đưa ra phương án bảo tồn, sử dụng và đầu tư vào tài nguyên thiên nhiên hợp lý.

Nội dung bài báo giới thiệu một số phương pháp hạch toán tài nguyên thiên nhiên ở Việt Nam và trên thế giới. Từ đó, lựa chọn phương pháp sử dụng phù hợp với điều kiện nước ta trong bối cảnh nền kinh tế thị trường có định hướng xã hội chủ nghĩa và áp dụng thử nghiệm cho tỉnh Lào Cai. Kết quả tính toán bước đầu cho thấy sự phát triển kinh tế của tỉnh Lào Cai tại thời điểm đánh giá (2018) còn phụ thuộc nhiều vào tài nguyên thiên nhiên (TNTN): giá trị TNTN chiếm trên 30% tổng tài nguyên của tỉnh. Trong khi đó tài nguyên con người và cơ sở vật chất còn chưa được đầu tư và khai thác đúng mức so với tiềm năng hiện có.

Từ khóa: Hạch toán, tài nguyên thiên nhiên, Lào Cai

1. Mở đầu

Hạch toán tài nguyên (HTTN) là đưa các giá trị tài nguyên vào trong phân tích kinh tế, nhằm xác định diễn biến tài nguyên hàng năm của quốc gia; cũng có thể hiểu hạch toán tài nguyên và môi trường là vận dụng các quy luật phát triển kinh tế vào việc sử dụng tiết kiệm và hiệu quả tài nguyên, bảo vệ môi trường khỏi sự suy thoái.

Mục đích của hạch toán TNTN là:

- Đưa thiệt hại môi trường vào phân tích kinh tế: hạch toán tài nguyên thiên nhiên và môi trường có thể hiểu một cách rộng rãi là quá trình đưa những cân nhắc, tính toán giá trị tài nguyên và môi trường vào trong phân tích kinh tế để đáp ứng nhu cầu thống kê và giám sát tài nguyên quốc gia.

- Tìm cách hiệu chỉnh GDP theo thay đổi về giá trị tài nguyên môi trường. Những thay đổi về tài nguyên môi trường đó được lượng giá bằng tiền từ giá trị GDP hiệu chỉnh.

Việc hạch toán tài nguyên đã sớm được thực hiện ở các nước có nền kinh tế phát triển. Trong nghiên cứu "*Của cải của quốc gia nằm ở đâu? - Where is the wealth of nations?*" của Ngân hàng Thế giới xuất bản năm 2006 có thể coi là báo cáo hoàn chỉnh về việc tính toán các nguồn vốn ở hơn 100 quốc gia [1].

[1] *Liên hệ tác giả:*
phuong_mdc@yahoo.com

Một khái niệm khác trong HTTN là khái niệm thu nhập bền vững. Thu nhập bền vững là khoản thu nhập lớn nhất trong một khoảng thời gian nhất định mà nó không làm giảm đi khả năng thu nhập có thể trong tương lai. Khái niệm này không những bao gồm lượng thu nhập hiện tại mà có cả sự biến đổi tài nguyên. Trong nghiên cứu về tài nguyên môi trường nói chung, cũng như hạch toán tài nguyên thiên nhiên nói riêng, khái niệm thu nhập bền vững có một vai trò quan trọng để đưa các yếu tố môi trường vào phân tích kinh tế.

Mặc dù đã có khái niệm thu nhập bền vững, nhưng cho đến nay ở nước ta vẫn chưa được đưa vào hệ thống hạch toán quốc gia. Vì vậy, việc hạch toán tài nguyên thiên nhiên, nhằm giúp các địa phương đưa ra phương án bảo tồn, sử dụng và đầu tư vào tài nguyên thiên nhiên hợp lý là rất cần thiết.

2. Lựa chọn phương pháp hạch toán tài nguyên thiên nhiên (HTTNTN)

Thực tế một số sản phẩm và dịch vụ môi trường tùy theo mục đích sử dụng tài nguyên thiên nhiên (TNTN), người ta có thể thương mại hóa chúng thành những thứ mua bán bằng tiền trên thị trường. Tuy nhiên, cũng có những loại tài nguyên không thể thương mại hóa trực tiếp được như: đa dạng sinh học, cảnh quan môi trường,… Vì vậy, trong phương pháp HTTNTN có thể chia tài nguyên thành các dạng khác nhau; trong đó có loại có giá trị trên thị trường và loại chưa có giá trị trên thị trường. Trên cơ sở nghiên cứu, phân tích ưu nhược điểm của các phương pháp HTTN hiện sử dụng trên thế giới và kết quả áp dụng ở tỉnh Lào Cai; tác giả lựa chọn một số phương pháp có thể sử dụng để HTTNTN của nước ta bảo đảm tính khoa học, phù hợp điều kiện thực tế và hội nhập quốc tế.

2.1. Phương pháp đánh giá tài nguyên có và chưa có giá trị trên thị trường

Trong HTTNTN, người ta thường phân chia thành các dạng khác nhau:

- Tài nguyên thiên nhiên đã có mua bán bằng tiền trên thị trường;
- Tài nguyên chưa có giá trị trên thị trường.

Việc lượng giá tài nguyên chưa có giá trị trên thị trường có thể được thực hiện theo các cách sau:

Phương pháp thay thế trực tiếp: sử dụng cho trường hợp sản phẩm chưa có giá trị trên thị trường; khi đó, chúng được thay thế bằng sản phẩm có giá trên thị trường bởi dịch vụ khác.

Phương pháp trao đổi: là phương pháp dựa vào nhu cầu trao đổi hàng hóa trên thị trường, hoặc thói quen, để người ta có thể đổi một hàng hóa chưa có giá trị trên thị trường bởi một hàng hóa đã có giá trên thị trường.

Phương pháp thay thế gián tiếp: phương pháp thay đổi thông qua một lần nữa so sánh với giá trị sử dụng sản phẩm trung gian khác đã có giá trên thị trường.

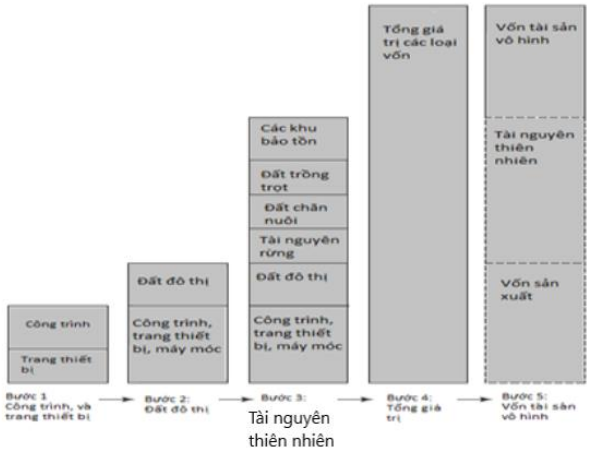
- Phương pháp phân tích chi phí – lợi ích mở rộng: Trong phương pháp phân tích chi phí – lợi ích kinh tế dự án, các chi phí – lợi ích như chi phí đầu tư ban đầu, vốn cố định, vốn lưu động, chi phí sản xuất, doanh thu do bán sản phẩm… được tính toán thành tiền cho từng năm trong suốt tuổi thọ dự án. Trong tính toán chi phí - lợi ích, người ta tính tới chiết khấu đồng tiền, nghĩa là đồng tiền thu được trong tương lai sẽ chịu mức chiết khấu so với thời điểm hiện tại. Thời điểm hiện tại ở đây cũng mang tính tương đối, thường được chọn là thời gian dự án bắt đầu xây dựng hay thời gian bắt đầu hoạt động.

2.2. Phương pháp phân chia tài nguyên thành từng phần

Trong phương pháp này, tài nguyên thiên nhiên được chia thành tài sản vô hình; vốn sản xuất (gồm: vốn thiết bị, máy móc, công trình và đất đô thị); vốn tự nhiên (gồm: các nguồn năng lượng, khoáng sản; tài nguyên rừng: gỗ, phi gỗ; đất trồng trọt; đất chăn nuôi; các khu bảo tồn). Trên hình 1, là mô hình phân chia các dạng tài nguyên thiên nhiên và trình tự các bước tính toán; trong đó:

- Vốn sản xuất bao gồm: Giá trị từ đất đô thị, các công trình, máy móc, thiết bị:

+ Vốn từ đất đô thị: theo Kunte (1998), đất đô thị chiếm một tỷ lệ khá xác định trong vốn sản xuất.



Hình 1: Các bước tính toán giá trị tài nguyên

Trong trường hợp lý tưởng, tỷ lệ này được xác định riêng cho từng quốc gia. Tuy nhiên, trên thực tế do sự thiếu cơ sở dữ liệu, nên trong bài báo sử dụng ước lượng của Kunte, lấy tỷ lệ cố định là 24%. Do đó, công thức tính vốn từ đất đô thị áp dụng công thức:

$$U_t = 0{,}24 * K_t \qquad (1)$$

+ Vốn từ máy móc, thiết bị, công trình: trong bài báo, tác giả sử dụng mô hình PIM (Perpetual Inventory Method) để tính toán cho vốn sản xuất. Đây là phương pháp phổ biến hiện nay để tính toán vốn sản xuất do mức độ đòi hỏi về số liệu không quá cao. Công thức tính vốn sản xuất (không kể đất đô thị) trong một thời gian *t* như sau:

$$K_t = \sum_{i=0}^{19} I_{t-i}(1-\alpha)^i \qquad (2)$$

Với: *K_t: tổng vốn đầu tư vào máy móc, thiết bị, công trình; I: tổng mức đầu tư trong năm t; α: chiết khấu, với giá trị là 5 %. Thời gian mặc định là 20 năm*. Khoảng thời gian được chọn là 20 năm cho cả công trình, máy móc và thiết bị, mặc dù công trình thường có thời gian tồn tại lâu hơn, trong khi đó với máy móc và thiết bị là một thời gian ngắn. Tuy nhiên, qua nghiên cứu áp dụng cho 62 nước, Larson và cộng sự (năm 2000) đã đưa ra kết luận sử dụng khoảng thời gian 20 năm để tính chung cho toàn bộ vốn đầu tư.

- Vốn TNTN: Để ước lượng giá trị một nguồn lực cụ thể trong giai đoạn *t*, tác giả sử dụng mô hình theo đề xuất của Ngân hàng Thế giới (2006) theo công thức:

$$V_t = \sum_{i=t}^{t-T-1} \pi_i q_i/(1+r)^{(i-t)} \qquad (3)$$

Với: *π_i là nguồn lợi đơn vị* đối với tài nguyên tại thời điểm *i* và q_i là sản lượng nguồn lực được tạo ra, do đó $\pi_i q_i$ là lợi nhuận kinh tế hay tổng mức nguồn lợi tạo ra tại thời điểm *i*; *r là tỷ lệ chiết khấu xã hội; T là thời gian khai thác hết tài nguyên.* Phương

trình trên được đơn giản hóa để ngầm hiểu là nguồn lợi tương lai được tính dựa theo nguồn lợi hiện tại. Giả định là nguồn lợi đơn vị π tăng với tốc độ g, thì:

$$\frac{\dot{\pi}}{\pi} = g = \frac{r}{1+(\varepsilon-1)(1+r)^T} \qquad (4)$$

Trong phương trình (4): ε là độ cong của hàm chi phí, các ký hiệu khác đã nêu ở công thức (3). Giả định đường cong chi phí là đường đẳng đàn hồi (isoelastic), thì hệ số chiết khấu hiệu lực r^* tính theo công thức:

$$r^* = \frac{r-g}{1+g} \qquad (5)$$

Và giá trị nguồn tài nguyên có thể tính theo phương trình:

$$V_t = \pi_t q_t \left(1+\frac{1}{r^*}\right)\left(1-\frac{1}{(1+r^*)^T}\right) \qquad (6)$$

Giả định nguồn lợi tăng theo một mức tỷ lệ cố định; ví dụ như phương trình (6) được dùng để định lượng giá trị các tài nguyên khoáng sản (TNKS) trong lòng đất. Tuy nhiên, các giả định liên quan đến nguồn lợi tương lai có thể thay đổi theo hướng nới lỏng hay thắt chặt tùy thuộc vào loại tài nguyên được phân tích.

- Phương pháp xác định tổng giá trị tài nguyên: ó nhiều phương pháp, công thức tính tổng giá trị tài nguyên cho vùng lãnh thổ hoặc quốc gia.

Trong bài báo, tác giả sử dụng công thức do Ngân hàng Thế giới đề xuất (2006), tổng giá trị tài nguyên (hay của cải) được tính theo công thức:

$$W_t = \int_t^{\infty} C_{(s)}\, e^{-r(s-t)}\, ds \qquad (7)$$

Trong đó: *W_t: tổng giá trị tài nguyên, tức là vốn trong thời gian t; C(s): tiêu dùng trong năm s; r: hệ số sinh lời xã hội từ các khoản đầu tư; t: khoảng thời gian khai thác hết tài nguyên.*

3. Hạch toán tài nguyên thiên nhiên tỉnh Lào Cai

3.1 . Tổng quan về tỉnh Lào Cai

Lào Cai là tỉnh vùng cao biên giới, nằm ở giữa vùng Đông Bắc và vùng Tây Bắc của Việt Nam; cách Hà Nội 296km theo đường sắt và 245km theo đường bộ cao tốc Hà Nội - Lào Cai. Phía bắc giáp tỉnh Vân Nam của Trung Quốc với 182,086 km đường biên giới; phía nam giáp tỉnh Yên Bái; phía đông giáp tỉnh Hà Giang; phía tây giáp với tỉnh Lai Châu. Tỉnh có diện tích tự nhiên 636.403,17 ha (chiếm 1,93% diện tích cả nước); các đơn vị hành chính của tỉnh gồm có 09 đơn vị cấp huyện với tổng số 164 đơn vị hành chính cấp xã.

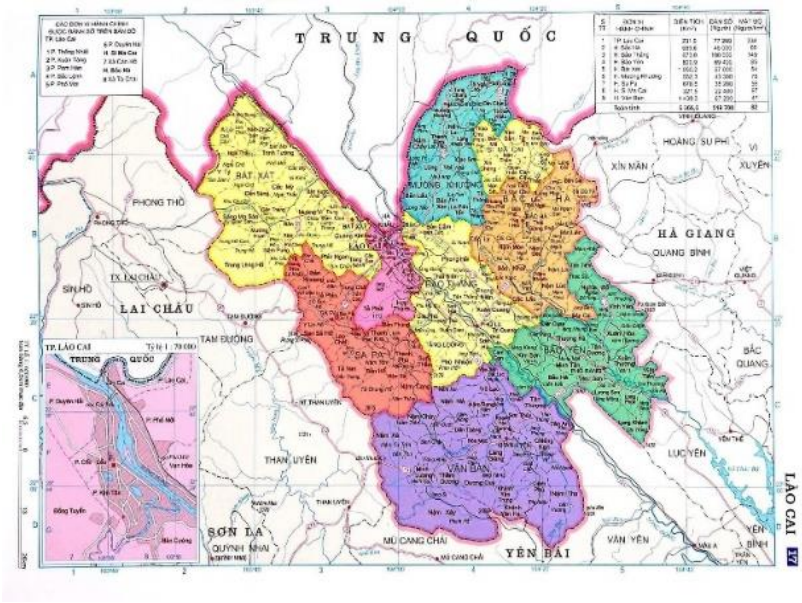
Địa hình Lào Cai rất phức tạp, địa hình phân cắt mạnh. Hai dãy núi chính là dãy Hoàng Liên Sơn và dãy Con Voi cùng có phươngTây Bắc - Đông Nam nằm về phía đông và phía tây tạo ra các vùng đất thấp, trung bình giữa hai dãy núi này và một vùng về phía tây dãy Hoàng Liên Sơn. Ngoài ra còn rất nhiều núi nhỏ hơn phân bố đa dạng, chia cắt tạo ra những tiểu vùng khí hậu khác nhau.

Lào Cai có khí hậu nhiệt đới gió mùa, song do nằm sâu trong lục địa lại bị chi phối bởi yếu tố địa hình phức tạp nên diễn biến thời tiết có phần thay đổi, khác biệt theo thời gian và không gian.

Dân số của tỉnh là 730.420 người (số liệu năm 2019). Mật độ dân số bình quân: 115 người/km^2. Toàn tỉnh có 25 nhóm ngành dân tộc cùng chung sống, trong đó dân tộc thiểu số chiếm 64,09% dân số toàn tỉnh. Dân tộc Kinh chiếm 35,9%, dân tộc Mông chiếm 22,21%, Tày 15,84%, Dao 14,05%, Giáy 4,7%, Nùng 4,4%, còn lại là các dân tộc

đặc biệt ít người Phù Lá, Sán Chay, Hà Nhì, La Chí,... Giá trị TNTN của tỉnh Lào Cai được ước lượng dựa theo nguồn lợi từ các TNKS dưới lòng đất, tài nguyên rừng (gỗ, lâm sản phi gỗ và khu bảo tồn) và tài nguyên đất (đất trồng trọt và đất chăn nuôi, thủy sản). Số liệu thống kê các tài nguyên này chủ yếu được lấy theo Số liệu thống kê Lào Cai 2018 và báo cáo của tỉnh năm 2019.

Với hầu hết các TNTN sử dụng giá thu mua theo số liệu của FAOSTAT. Một số dạng tài nguyên tác giả lấy giá trung bình của địa phương hoặc giá trung bình chung của cả nước. Số liệu về chi phí sản xuất của tài nguyên được lấy là số liệu trong nước. Trong trường hợp không có số liệu chi phí sản xuất trong nước đối với một tài nguyên cụ thể nào đó, thì sử dụng số liệu chi phí sản xuất tham chiếu lấy từ các nghiên cứu khác của một nước có điều kiện tương tự.



Hình 2: Vị trí hành chính tỉnh Lào Cai

3.2. Kết quả hạch toán tài nguyên thiên nhiên của tỉnh Lào Cai

3.2.1. Tổng giá trị tài nguyên

Tổng giá trị tài nguyên được tính toán dựa vào các giá trị tham chiếu trong niên giám thống kê năm 2018 và các báo cáo của địa phương và áp dụng công thức (7). Kết quả đánh giá giá trị tài nguyên của tỉnh Lào Cai tổng hợp ở bảng 1.

Bảng 1: Tổng giá trị tài nguyên tỉnh Lào Cai

Tiêu dùng trong năm 2018	(39.121.346 USD)
Giá trị tài nguyên của Lào Cai	11.406 (USD/người)

3.2.2. Giá trị vốn sản xuất

Giá trị vốn sản xuất bao gồm giá trị từ đất đô thị, các công trình, máy móc và thiết bị. Áp dụng công thức (1) và (2) cho kết quả tổng vốn sản xuất của tỉnh thể hiện trong bảng 2.

Bảng 2: Tổng vốn sản xuất (Đơn vị: USD/người

Vốn đầu tư máy móc, thiết bị, công trình	4.416
Vốn giá trị từ đất đô thị	1059
Tổng vốn sản xuất	5.476

3.2.3.Giá trị vốn từ tài nguyên thiên nhiên

Giá trị TNTN được tính bằng tổng giá trị tài nguyên khoáng sản, tài nguyên đất và tài nguyên rừng.

a. Giá trị tài nguyên khoáng sản

Do những hạn chế về số liệu, nên trong tính toán, giả thiết thời gian khai thác khoáng sản là 25 năm, chiết khấu xã hội là 5%, các kịch bản trình bày trong bảng 3. Theo công thức tính giá trị TNTN tính được giá trị TNKS và tổng hợp trong bảng 3.

Bảng 3: Giá trị tài nguyên khoáng sản

Tổng giá trị sản xuất trung bình (USD)	89.023.810
Tỷ trọng giá thuê (%)	50%
Mức tăng hàng năm (%)	10%
Giá trị tài nguyên khoáng sản (USD/người)	1.172

b. Giá trị tài nguyên đất

Bao gồm giá trị tài nguyên đất nông nghiệp, giá trị tài nguyên đất từ chăn nuôi, thủy sản và giá trị thu nhận được từ tài nguyên rừng. Đối với cây trồng, số liệu về diện tích canh tác, sản lượng và chi phí sản xuất được lấy từ số liệu thống kê của tỉnh Lào Cai năm 2018 – 2019 và tổng hợp từ một số tài liệu liên quan đến nông nghiệp của tỉnh. Diện tích canh tác và tổng sản lượng trồng trọt được tính bình quân cho giai đoạn 2015 - 2020. Số liệu về giá xuất khẩu bình quân giai đoạn 2015 – 2019 được lấy từ cơ sở dữ liệu của FAOSTAT, sử dụng để ước lượng giá trị sản lượng cây trồng. Từ đó thu được doanh thu trung bình từ đất và các giá trị thể hiện trong bảng 4:

Bảng 4: Doanh thu trung bình từ đất trồng trọt

Cây trồng	Doanh thu trung bình từ đất (USD/ha)
Lúa gạo	651
Ngô	714
Sắn	3.283
Đậu tương	320
Khoai lang	2.002
Bông	96
Chè	364
Lạc	77
Vừng	296
Mía	194
Cây lấy sợi	220
Tổng số	8.219
Nguồn lợi bình quân/ha đất	**532**

Bảng 5: Giá trị tài nguyên đất trồng trọt

Diện tích canh tác (ha)	Nguồn lợi bình quân mỗi ha (USD)	Giá trị tài nguyên trồng trọt (USD/người)
95.712	632	1195

Từ bảng 4, cho thấy nguồn lợi bình quân từ mỗi ha đất năm 2018 - 2019 là 632 USD. Dựa vào mức tăng trưởng hàng năm của các phương án phát triển ngành trồng trọt với tốc độ tăng trưởng trung bình là 7% và diện tích canh tác là 95.712 ha, dân số 730.420 người, tính được giá trị tài nguyên đất trồng trọt và tổng hợp ở bảng 5.

c. Giá trị vốn từ đất chăn nuôi và thủy sản

Giá trị đất chăn nuôi được ước lượng theo cách tương tự đất trồng trọt. Trong bài báo này, tác giả đánh giá khả năng sinh lời của đất dành cho chăn nuôi gia súc, gia cầm như: bò, gà, lợn, trâu và các loại thủy sản như: cá, tôm... Một thực tế là rất khó có được số liệu về chi phí chăn nuôi ở tỉnh, nên trong tính toán dùng chi phí chăn nuôi do Ngân hàng Thế giới tính toán, ước chiếm khoảng 55% doanh thu, hàm ý là tỷ trọng nguồn lợi là 45%. Tốc độ tăng trưởng của ngành chăn nuôi và thủy sản qua từng giai đoạn được sử dụng theo "*Báo cáo Quy hoạch tổng thể phát triển nông nghiệp tỉnh Lào Cai đến năm 2020 và định hướng đến năm 2030*". Áp dụng công thức tính (4) với giá trị hiện tại của nguồn lợi đất chăn nuôi và thủy sản trong giai đoạn 25 năm được chiết khấu theo tỷ lệ chiết khấu xã hội 4%, giá trị sản xuất của ngành chăn nuôi và thủy sản tăng trưởng gia đoạn 2018 – 2018 tổng hợp ở bảng 6.

Bảng 6: Giá trị tài nguyên đất chăn nuôi và thủy sản

Chiết khấu xã hội	Giá trị tài nguyên đất chăn nuôi và thủy sản (USD/người)
4%	738

d. Giá trị tài nguyên rừng

** Tài nguyên gỗ rừng*

Để có thể ước lượng được giá trị tài nguyên gỗ, trước hết phải có được số liệu về lượng cung gỗ từ các loại rừng. Lượng cung gỗ được xác định thông qua diện tích rừng có thể khai thác và lượng cây gỗ có trong khu vực đó. Theo tài liệu "*Đánh giá tài nguyên lâm nghiệp toàn cầu"* (FAO, 2005) ước tính rừng của Việt Nam có sản lượng bình quân khoảng 66 m^3/ha. Theo đó, lượng cung gỗ được tính bằng diện tích rừng có thể khai thác (ha) nhân với sản lượng rừng bình quân trên một ha. Dĩ nhiên là lượng cung gỗ có thể tăng lên khi diện tích rừng gia tăng. Hiện nay, năng suất rừng ở Việt Nam thuộc loại thấp, trung bình chỉ 4m^3/ha/năm. Rừng trồng thương mại có thể đạt năng suất trên 15m^3/ha/năm (Mc. Namara, 2006).

Giá trị tài nguyên gỗ được ước lượng theo giá trị hiện tại ròng nguồn lợi thu được từ sản lượng gỗ được khai thác. Trong điều kiện lý tưởng thì nguồn lợi này được tính dựa trên giá quyền khai thác gỗ, tức là giá trả cho chủ sở hữu rừng đã tính cả chi phí trồng và chăm sóc cây để mua quyền khai thác gỗ. Tuy nhiên, hiếm khi có được số liệu về giá quyền khai thác gỗ. Do vậy, người ta phải sử dụng giá thị trường và ước lượng chi phí khai thác để tính ra tỷ trọng nguồn lợi theo công thức:

Tỷ trọng nguồn lợi = (giá thị trường – chi phí khai thác)/giá thị trường

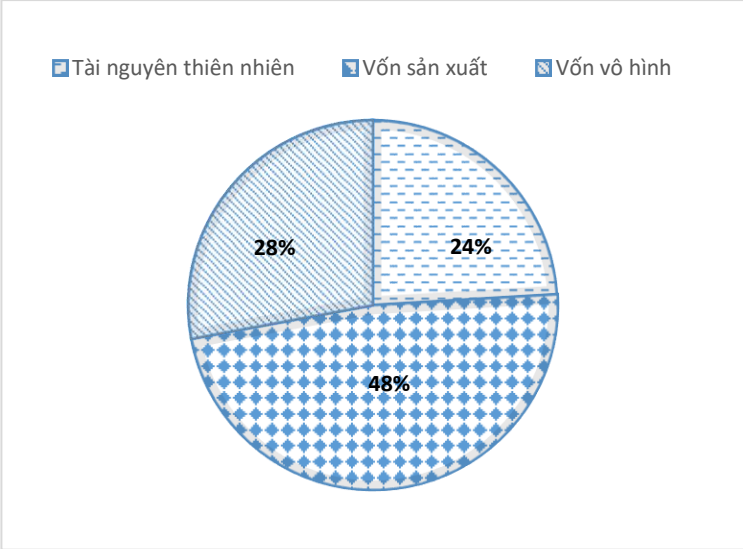
Do không có số liệu chi phí khai thác gỗ, nên sử dụng số liệu tỷ trọng nguồn lợi gỗ tham chiếu theo nghiên cứu của Ngân hàng Thế giới, ước khoảng 50% đối với khu vực Đông Nam Á. Tỷ trọng nguồn lợi này được nhân với giá gỗ tròn và gỗ nhiên liệu (lấy trọng số theo tỷ trọng khai thác). Giá gỗ tròn công nghiệp và gỗ nhiên liệu lấy từ nguồn của FAO. Giả định là mức độ khai thác hiện tại được duy trì, dự tính độ dài khoảng thời gian để khai thác cạn kiệt nguồn tài nguyên rừng hiện tại là 20 năm.

Giả sử: Giá trị của nguồn lợi tài nguyên gỗ trong giai đoạn 2015 -2020 với tỷ lệ chiết khấu xã hội 4% và mức tăng bình quân của rừng là 4,9%/năm. Áp dụng công thức (3) thu được giá trị của tài nguyên gỗ là 83,33 USD/người.

** Tài nguyên rừng phi gỗ*

Theo số liệu của tổng cục thống kê, thì nguồn lợi từ việc khai thác lâm sản tính trung bình cho Lào Cai khoảng 9,4 USD/năm.người, trong đó chỉ có 3 USD từ khai thác gỗ, còn lại 6,4 USD là lâm sản phi gỗ. Có thể nói lâm sản phi gỗ ở đây khá dồi dào, phong phú và cho hiệu quả kinh tế cao.

Áp dụng công thức tính giá trị tài nguyên (3) với khoảng thời gian khai thác cạn kiệt là 20 năm, chiết khấu xã hội 4%, mức tăng bình quân của rừng là 4,9%/năm, tỷ trọng giá thuê là 50%, từ đó tính được giá trị tài nguyên từ lâm sản phi gỗ là 177,77 USD/người.



Hình 3: Tỉ lệ % giá trị của các nguồn tài nguyên năm 2018

** Giá trị các khu bảo tồn*

Giá trị các khu bảo tồn thường được đo lường bằng sự sẵn sàng chi trả cho những lợi ích bảo tồn. Tuy nhiên, trong nghiên cứu "Hạch toán giá trị tài nguyên của Việt Nam: vai trò của tài nguyên thiên nhiên" giá trị các khu bảo tồn được ước lượng theo cách tiếp cận "*chi phí tựa cơ hội*", đo lường bằng lợi nhuận có thể thu được từ các mục đích sử dụng khác của rừng ngoài mục đích bảo tồn. Điều cần lưu ý là cách tiếp cận này phản ánh chi phí cơ hội của việc bảo tồn theo hướng là chỉ tính đến những giá trị tối thiểu các khu bảo tồn mang lại. Cách tiếp cận này được chọn bởi việc ước lượng toàn bộ các giá trị của khu bảo tồn vốn dĩ bao hàm nhiều lợi ích, giá trị gián tiếp rất khó thực hiện.

Theo đó, ước tính giá trị tài nguyên các khu bảo tồn ở Việt Nam vào khoảng 196 USD/người. Các khu bảo tồn được coi là tài sản cho tương lai phát triển xét theo phương diện là các khu bảo tồn này sẽ hỗ trợ các ngành công nghiệp đang trên đà phát triển như du lịch sinh thái, bảo tồn và phát triển đa dạng sinh học và hấp thụ giảm thiểu khí cacbon đưa vào môi trường. Với diện tích các khu bảo tồn của cả nước là 2,5 triệu ha, dân số 96.880.645 người (Nguồn: https://danso.org/viet-nam/) thì ước tính giá trị tài nguyên của các khu bảo tồn ở Việt Nam vào khoảng 6.759 USD/ha.

Theo số liệu thống kê các khu bảo tồn của tỉnh Lào Cai là 56.060,82 ha, với dân số là 730.420 người, thì ước tính giá trị tài nguyên các khu bảo tồn của tỉnh đạt khoảng 117 USD/người.

Với số liệu nêu trên, thì tổng giá trị tài nguyên rừng của tỉnh đạt khoảng 378,1 USD/người.

e. Nhận xét chung về giá trị tài nguyên tỉnh Lào Cai

Kết quả tính toán trình bày trên cho thấy, sự đóng góp của các nguồn vốn vào sự phát triển chung của nền kinh tế tỉnh Lào Cai như sau:

- Tổng giá trị tài nguyên của tỉnh là 11406 USD/người, trong đó:

+ Tổng giá trị vốn tài nguyên thiên nhiên là 2745,1 USD/người, chiếm 24%;

+ Tổng giá trị vốn sản xuất là 5476 USD/người, chiếm 48%;

+ Tổng giá trị vốn vô hình là 3184,9 USD/người chiếm 28%.

Tỷ lệ % giá trị của các nguồn tài nguyên tỉnh Lào Cai tính theo số liệu các năm 2018 - 2019 thể hiện trên hình 3.

Từ kết quả trình bày trên cho thấy: vốn tài nguyên thiên nhiên chiếm tỷ trọng khoảng 24% trong cơ cấu giá trị tài nguyên của tỉnh Lào Cai.

4. Kết luận và kiến nghị

1. Hạch toán TNTN là nhằm đưa giá trị tài nguyên vào trong phân tích kinh tế, xác định diễn biến tài nguyên hàng năm của quốc gia nói chung, ở từng địa phương nói riêng. Qua đó cho biết số lượng, chất lượng và giá trị của tài nguyên tại thời điểm bắt đầu sử dụng cũng như sự biến cố về số lượng, chất lượng, giá trị của tài nguyên tại các thời điểm khác nhau.

2. Kết quả hạch toán TNTN của tỉnh Lào Cai cho thấy sự phát triển kinh tế của tỉnh tại thời điểm đánh giá (2018 – 2019) phụ thuộc gần 1/4 tổng TNTN của tỉnh.

3. Trong thời gian tới cần tăng cường đầu tư hơn nữa vào cơ sở vật chất và kỹ thuật để nâng cao giá trị TNTN của tỉnh, đảm bảo quá trình phát triển kinh tế bền vững. Bên cạnh đó cũng cần chú ý đến việc bảo vệ và phát triển các nguồn lâm sản phi gỗ và các khu bảo tồn thiên nhiên, khai thác hiệu quả và hợp lý các nguồn TNKS, tài nguyên rừng và bảo tồn đa dạng sinh học.

4. Việc hạch toán giá trị TNTN tỉnh Lào Cai nói riêng và ở nước ta nói chung hiện tại còn gặp nhiều khó khăn và bất cập. Khó khăn trước hết là việc thu thập cơ sở dữ liệu thống kê. Mặt khác, đây là vấn đề mới không chỉ đối với các nhà quản lý mà cả đối với các nhà chuyên môn; vì vậy, cần được quan tâm nghiên cứu trong thời gian tới.

Nội dung bài báo là một phần kết quả nghiên cứu bước 1 (năm 2019) của đề tài cấp bộ "Nghiên cứu cơ sở khoa học và thực tiễn hoạch toán giá trị tài nguyên khoáng sản phục vụ quy hoạch phát triển bền vững. Áp dụng thử nghiệm tại tỉnh Lào Cai", mã số: TNMT.2018.03.17 do Liên đoàn Địa vật lý Địa chất chủ trì.

Tài liệu tham khảo

1. Niên giám thống kê năm 2018, 2019 tỉnh Lào Cai (2018, 2019), Nxb Thống kê Hà Nội.

2. Nhóm Nghiên cứu Kinh tế Phát triển (DERG) (2008). Đại học Copenhagen và Viện Nghiên cứu QLKT Trung ương (CIEM), Bộ Kế hoạch và Đầu tư, Hà Nội, Việt Nam, Dự thảo "*Hạch toán giá trị tài nguyên của Việt Nam: vai trò của tài nguyên thiên nhiên*".

3. Wentworth Group of Concerned Scientists (2008). Accounting for Nature - A Model for Building the National Environmental Accounts of Australia.
4. World bank (2006). Where is the wealth of nations?.
5. Nguyen Phuong (2016). Accounting the value of national resources to sustainable development. Applied for Thanh Hoa Province. Proceedings of the 2016 international conferences on earth sciences and sustainable geo – resources deverlopment (ESASGD 2016).

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Nghiên cứu sự phát tán khí radon trong các đối tượng địa chất khu vực huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai

Nguyễn Văn Dũng[a1], Vũ Thị Lan Anh[a,b], Đào Đình Thuần[a], Lê Xuân Hoàn[c],
[a] *Khoa Môi trường, Trường Đại học Mỏ - Địa chất*
[b] *Khoa Môi trường, Trường Đại học KHTN, Đại học Quốc gia Hà Nội*
[c] *Liên đoàn Địa chất Xạ Hiếm*

Ngày nộp bài: 9/3/2020; Ngày chấp nhận: 26/10/2020 ; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Radon và các đồng vị của nó ở dạng khí, có thể thoát khỏi bề mặt khoáng vật quặng, phát tán trong đất và hòa tan trong nước ngầm, nó có thể di chuyển rất xa khỏi điểm hình thành. Mặc dù tất cả các đồng vị phóng xạ của radon cũng phát ra bức xạ alpha, nhưng đồng vị ^{222}Rn là quan trọng nhất, vì nó có thời gian phân rã lớn, là yếu tố chính gây nên liều chiếu trong qua đường hô hấp gây nguy hiểm đối với môi trường. Bài báo nghiên cứu sự phát tán nồng độ khí radon theo độ sâu trong các đối tượng địa chất thuộc khu vực huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai. Kết quả cho thấy, phân bố nồng độ radon theo độ sâu tuân theo quy luật hàm mũ. Sự phát tán radon trong đất cát cao hơn so với đất sét và đất chứa nhiều đá sỏi, kết quả nghiên cứu cũng cho thấy mật độ, độ ẩm của đất tỷ lệ nghịch với quãng đường di chuyển của radon trong đất.

Từ khóa: radon trong đất, RAD-7, sự phát tán, nồng độ radon, Lào Cai.

1. Mở đầu

Các dãy phóng xạ tự nhiên uranium, thorium và các đồng vị con cháu phân bố rộng rãi trên bề mặt trái đất và tồn tại trong tất cả các loại đất, đá, khoáng vật với hàm lượng khác nhau. Con người sống trên trái đất luôn chịu ảnh hưởng bởi bức xạ ion hóa từ các đồng vị phóng xạ này. Khi phát tán vào môi trường, các đồng vị phóng xạ có thể thâm nhập vào cơ thể người qua thức ăn, nước uống và không khí. Đặc biệt, radon tồn tại ở dạng khí nên khả năng phân tán vào các môi trường khác nhau rất cao. Có thể nói, radon là một trong các tác nhân gây ung thư hàng đầu trong các chất gây ung thư phổi. Khoảng 59% liều bức xạ con người nhận được trong đời sống hằng ngày có nguồn gốc từ radon. Trong đó, ít nhất 70% lượng radon trong không khí được phát tán từ đất [4].

Radon được hình thành từ phân rã của dãy phóng xạ uranium tự nhiên và khuếch tán vào đất. Trong đất, radon có thể phát tán lên trên bề mặt đất theo nhiều cơ chế khác nhau, trong đó, phổ biến nhất là khuếch tán. Khi đến bề mặt đất, radon sẽ thoát ra ngoài không khí [6]. Sự phát tán của radon trong đất là một quá trình phức tạp, khó kiểm soát. Quá trình này phụ thuộc vào nhiều yếu tố vật lí, hóa học, địa chất, khí hậu và hàm lượng uranium [7].

Quá trình phát tán radon từ đất vào không khí có thể sử dụng để đánh giá rủi ro phơi nhiễm radon cho các công trình xây dựng như nhà ở, trường học, nơi làm việc… tại khu vực khảo sát. Sự phân bố nồng độ radon trong đất có thể giúp dự đoán được các hiện tượng động học của đất như động đất, hang karst, đứt gãy địa chất, phun trào [7,8].

Nội dung bài báo nghiên cứu sự phát tán nồng độ khí radon trong các đối tượng địa

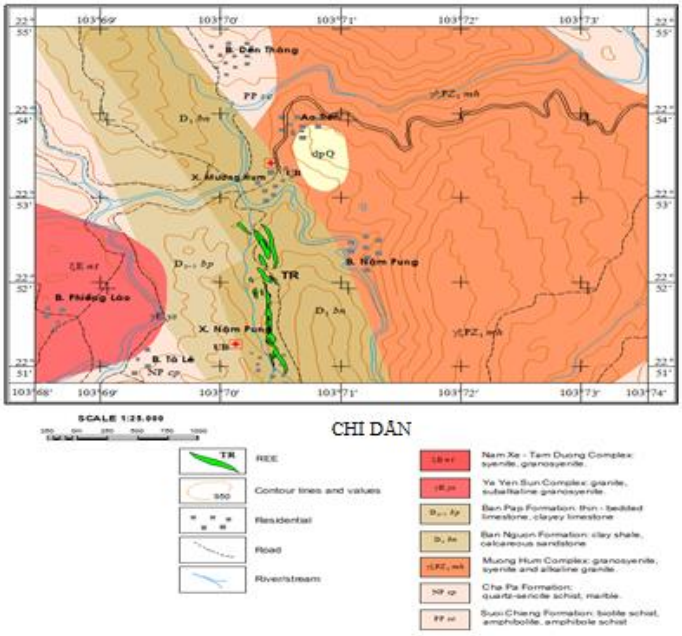
[1] *Liên hệ tác giả:*
nguyenvandung@humg.edu.vn

chất ra môi trường khu vực huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai.

2. Đặc điểm địa chất khu vực nghiên cứu

Theo kết quả điều tra của Liên Đoàn địa chất Xạ Hiếm [1,3], đặc điểm địa chất khu vực nghiên cứu bao gồm các hệ tầng sau: Hệ tầng Suối Chiềng (PPsc_1). Thành phần chủ yếu gồm đá phiến hai mica - granat, đá phiến thạch anh - felspat - mica và các lớp mỏng quarzit; Hệ tầng Sin Quyền (PP-MP$_{sq}$): các thành tạo trầm tích biến chất thuộc hệ tầng Sin Quyền. Thành phần chủ yếu là đá phiến biotit, đá phiến mica, amphibolit, quarzit; Hệ tầng Cha Pả (NPcp): Hệ tầng Cha Pả có diện phân bố nhỏ ở góc đông nam khu vực nghiên cứu. Thành phần chủ yếu là đá phiến thạch anh - sericit, đá hoa; Hệ tầng Bản Nguồn (D_1bn): Thành phần thạch học chủ yếu là đá phiến sét, sericit, đá phiến chứa cacbonat, quarzit, cát kết chứa vôi, đôi khi gặp đá sừng scapolit, cordierit, đá sừng biotit. Hệ tầng Bản Páp ($D_{1\text{-}2}$bp): Thành phần thạch học gồm: đá vôi phân lớp mỏng, đá vôi sét, đá vôi màu xám đen, hạt mịn đến vừa, đá có cấu tạo khối hoặc phân lớp mỏng, đá vôi silic, đá phiến silic, đôi nơi xen các lớp đá phiến thạch anh - sericit - clorit; Hệ Đệ Tứ (Q): Thành phần chủ yếu là cát, cuội sỏi, sét [1;3].

Tại khu vực nghiên cứu có các khoáng sản đồng, đất hiếm… chứa chất phóng xạ urani, thori với hàm lượng cao, đã gây ra các thành phần môi trường phóng xạ cao trong khu vực trong đó có nồng độ khí phóng xạ radon trong không khí cao [1]. Để nghiên cứu sự khuếch tán nồng độ radon trong đất, tác giả đã lựa chọn các đối tượng địa chất khác nhau để tiến hành khảo sát. Vị trí khảo sát được nêu ra trong bảng 1.



Hình 1. Đặc điểm địa chất khu vực nghiên cứu

Bảng 1. Vị trí khảo sát sự khuếch tán nồng độ radon trong đất

STT	Đối tượng địa chất	Vị trí	Ghi chú
1	Hệ tầng Suối Chiềng (PPsc_1)	Mường Hum	SC.1
2		Mường Hum	SC.2
3	Hệ tầng Sin Quyền (PP-MP$_{sq}$)	Nậm Pung	SQ.1
4		Nậm Pung	SQ.2
5	Hệ tầng Bản Nguồn (D_1bn)	Dền Sáng	BN.1

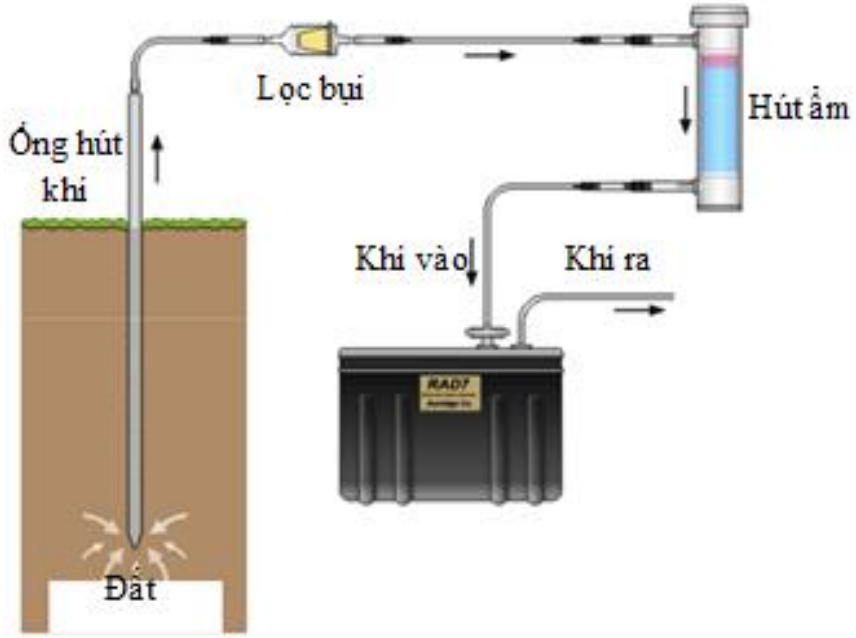
STT	Đối tượng địa chất	Vị trí	Ghi chú
6		Dền Sáng	BN.2
7	Hệ Đệ Tứ (Q):	Sàng Ma Sáo	DT.1
8		Sàng Ma Sáo	DT.2

Nồng độ radon theo độ sâu được nghiên cứu tại 08 vị trí khác nhau thuộc khu vực huyện Bát Xát, tỉnh Lào Cai.

3. Phương pháp nghiên cứu

3.1. Xác định phân bố nồng độ radon trong đất

Tại mỗi vị trí, nồng độ radon được xác định lần lượt tại các độ sâu từ 30 đến 120cm. Thời gian thực hiện mỗi phép đo là 30 phút. Các phép đo được thực hiện tại hiện trường bằng hệ đo radon chuyên dụng RAD-7. Hệ đo gồm bơm khí và được kết nối với thanh thu khí có các lỗ rỗng cho phép lấy khí từ dưới lòng đất. Khi bắt đầu quá trình đo, bơm khí lấy khí có chứa radon tại vị trí được cắm thanh thu khí vào buồng đo RAD-7 [2,9].



Hình 2. Khảo sát tại hiện trường

3.2. Xác định sự di chuyển của radon trong đất

Theo lí thuyết, ứng với một lớp đất, trong điều kiện bình thường, sự phân bố nồng độ radon theo độ sâu tuân theo quy luật hàm mũ [4].

$$C(z) = C_\infty + Be^{-\frac{z}{L}} \quad (1)$$

Trong đó:

- C(z) là nồng độ radon ứng với độ sâu z;
- C_∞(Bq/m^3) là nồng độ radon lớn nhất của mỗi lớp đất;
- L là quãng đường di chuyển của radon trong đất (chiều dài khuếch tán);
- B là hệ số tỉ lệ.

Ở mỗi vị trí khảo sát, nồng độ radon trong đất được xác định ở độ sâu khác nhau. Nồng độ radon theo độ sâu được tính theo công thức (1).

3.3. Xác định một số đặc trưng của đất

Mẫu đất lấy tại hiện trường được mang về phòng thí nghiệm để xác định một số đặc trưng của đất như mật độ, độ ẩm trong đất và kích thước hạt đất.

Mẫu được cân xác định khối lượng, sau đó sấy khô trong 6 giờ ở nhiệt độ 300°C. Độ ẩm của đất và mật độ của đất được xác định theo các công thức (2) và (3).

$$w = \frac{m_w - m_d}{m_d}(\%) \quad (2)$$

$$\rho = \frac{m_d}{V}(g/cm^3) \quad (3)$$

Trong đó:

- w (%) là độ ẩm trong đất, m_w (g) là khối lượng mẫu đất khi vừa lấy xong;
- m_d(g) là khối lượng mẫu đất sau khi sấy khô;
- V(cm^3) là thể tích dụng cụ lấy mẫu đất.

Kích thước hạt đất có ảnh hưởng trực tiếp đến sự phát radon và phân bố nồng độ radon trong đất [7]. Nếu hàm lượng uranium phân bố đồng đều trong hạt đất, thì kích thước hạt càng nhỏ, sự phát radon càng cao và ngược lại [7]. Kích thước hạt của đất, độ ẩm và mật độ của đất được xác định tại phòng thí nghiệm của Viện Thổ nhưỡng Nông Hóa.

4. Kết quả và thảo luận

Kết quả nghiên cứu phân bố nồng độ radon theo độ sâu trong đất được đưa ra trong các hình 3 và hình 4. Phương trình khuếch tán, chiều sâu và các đặc trưng của đất được đưa ra trong bảng 2.

Chiều sâu (độ sâu) khuếch tán radon trong đất ở các vị trí khảo sát dao động từ 44 đến 105 cm, trung bình 72,4 cm. Từ kết quả cho thấy chiều dài khuếch tán radon trong đất tại khu vực nghiên cứu có giá trị trung bình so với các nghiên cứu tại Nhật Bản và Iran [10,11].

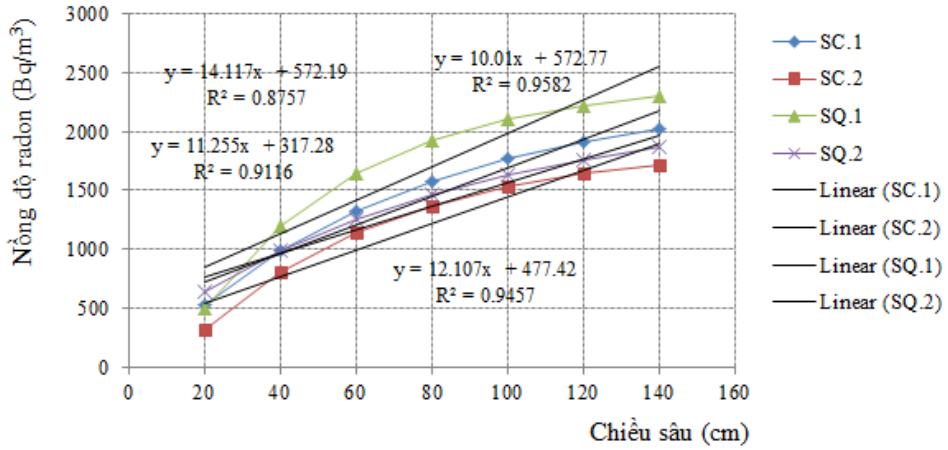
Chiều dài khuếch tán radon trong đất cho thấy lượng radon khuếch tán vào không khí gây ảnh hưởng đến con người chủ yếu ở độ sâu nhỏ hơn 120 cm. Nồng độ radon ở độ sâu 100 cm dao động từ 591 đến 3219 Bq/m^3. Theo khuyến cáo của cơ quan nguyên tử quốc tế (IAEA) [12], nồng độ radon trong đất ở độ sâu gây ảnh hưởng đến sức khỏe con người được xem là rủi ro cao khi vượt giá trị 30.000 Bq/m^3 [12]. Kết quả cho thấy các vị trí khảo sát đều nằm trong giới hạn cho phép.

Bảng 2. Các đặc trưng của đất

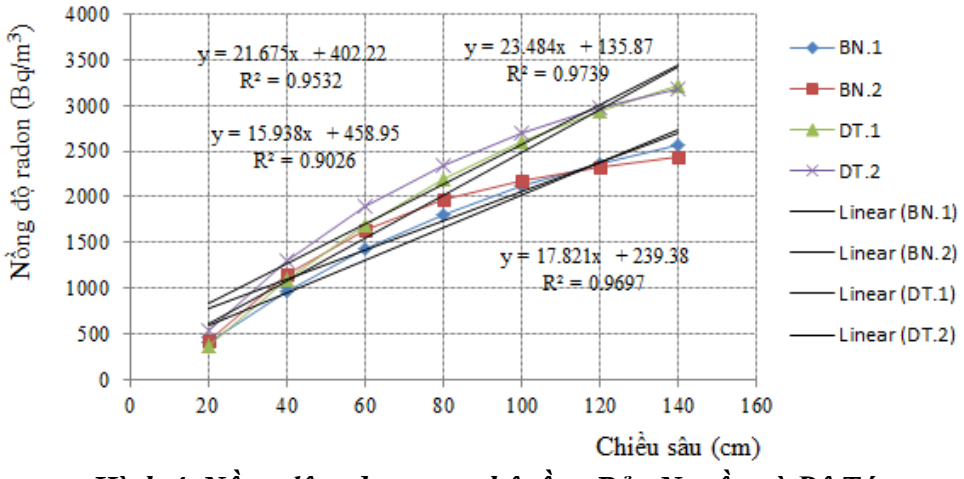
STT	Đối tượng địa chất	Phương trình khuếch tán	Chiều dài L (cm)	Mật độ ρ (g/cm^3)	Độ ẩm w (%)
1	Hệ tầng Suối Chiềng ($PPsc_1$)	$C(z) = 2161 - 2521e^{-z/71}$	71	2,64	15,9
2		$C(z) = 1892 - 2287e^{-z/54}$	54	2,66	15,1
3	Hệ tầng Sin Quyền ($PP\text{-}MP_{sq}$)	$C(z) = 2423 - 3132e^{-z/44}$	44	2,54	17,8
4		$C(z) = 2134 - 2032e^{-z/82}$	82	2,61	16,9
5	Hệ tầng Bản Nguồn (D_1bn)	$C(z) = 3454 - 3754e^{-z/97}$	97	2,08	10,1
6		$C(z) = 2546 - 3376e^{-z/51}$	51	2,11	12,5
7	Hệ Đệ Tứ (Q)	$C(z) = 4554 - 5065e^{-z/98}$	105	1,49	11,7
8		$C(z) = 3897 - 4364e^{-z/77}$	77	1,54	10,1

Bảng 3. Nồng độ radon trong đất theo chiều sâu khác nhau

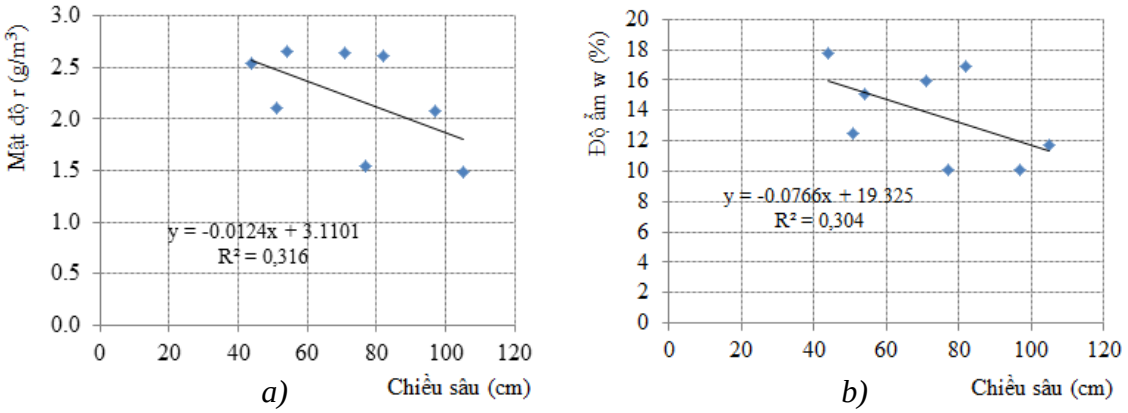
Chiều sâu (cm)	Nồng độ radon trong đất (Bq/m^3)							
	Hệ tầng Suối Chiềng		Hệ tầng Sin Quyền		Hệ tầng Bản Nguồn		Hệ Đệ Tứ	
	SC.1	SC.2	SQ.1	SQ.2	BN.1	BN.2	DT.1	DT.2
20	259	313	498	641	399	433	367	531
40	726	802	1201	986	969	1151	1094	1301
60	1078	1139	1648	1256	1432	1636	1694	1895
80	1344	1372	1931	1468	1808	1964	2190	2353
100	1545	1533	2111	1634	2115	2185	2600	2706
120	1696	1644	2225	1764	2365	2334	2939	2979
140	1810	1721	2297	1865	2568	2436	3219	3189



Hình 3. Nồng độ radon trong hệ tầng Suối Chiềng và Sin Quyền



Hình 4. Nồng độ radon trong hệ tầng Bản Nguồn và Đệ Tứ



Hình 5. Sự phụ thuộc chiều dài khuếch tán radon vào mật độ (a) và độ ẩm (b) của đất đá

Từ đồ thị cho thấy, nồng độ radon theo độ sâu ở các vị trí khảo sát có sự đột biến không lớn. Điều đó cho thấy các vị trí khảo sát không có dấu hiệu của sự đứt gãy địa hình và phân tầng địa chất ở các độ sâu khảo sát. Phân bố nồng độ theo độ sâu tuân theo quy luật hàm mũ, giá trị tương quan R^2 dao động từ 0,87 đến 0,97. Sự sai lệch giữa số liệu thực nghiệm và tính toán lý thuyết là do gần như các vị trí khảo sát đã chịu tác động của con người, không còn là đất nguyên thủy. Các mẫu đất thuộc hệ tầng Bản Nguồn và Đệ Tứ có nồng độ radon cao hơn trong các mẫu đất thuộc hệ tầng Suối Chiềng và Sin Quyền. Nguyên nhân là do đất bị phong hóa từ các loại đá có hàm lượng phóng xạ cao. Kết quả cũng cho thấy các mẫu đất có chiều dài khuếch tán nhỏ, tức khả năng khuếch tán của radon ra ngoài không khí thấp hơn so với các mẫu đất có chiều dài khuếch tán lớn. Đây cũng là nguyên nhân làm cho nồng độ radon trong đất khá cao. Ngoài ra, phân bố nồng độ radon trong đất còn phụ thuộc nhiều vào sự phân bố hàm lượng uranium trong các hạt đất [7].

Sự phụ thuộc của chiều dài khuếch tán vào mật độ đất và lượng nước trong đất được thể hiện trong bảng 2. Từ bảng 2 cho thấy, các mẫu đất có mật độ và độ ẩm lớn sẽ có chiều dài khuếch tán nhỏ hơn và ngược lại (hình 5), do mật độ và lượng nước trong đất cao sẽ cản trở bớt sự khuếch tán của các phân tử khí. Tuy nhiên, sự khuếch tán radon trong đất còn phụ thuộc đồng thời vào một số yếu tố khác như thành phần đất, nhiệt độ, thời tiết… Vì vậy, sự phụ thuộc của chiều dài khuếch tán radon vào mật độ đất và lượng nước trong đất chưa được thể hiện theo một quy luật rõ ràng.

5. Kết luận

Sự phân bố nồng độ radon theo độ sâu trong các mẫu đất khảo sát tuân theo quy luật hàm mũ. Điều đó cho thấy các vị trí khảo sát không có nguy cơ về sự biến động địa chất. Nồng độ radon trong các mẫu đất khảo sát đều có giá trị nằm trong giới hạn an toàn theo tiêu chuẩn của IAEA [12]. Chiều dài khuếch tán của radon trong các mẫu đất ở khu vực nghiên cứu nhỏ hơn so với một số khu vực trên thế giới. Chiều dài khuếch tán radon lớn hơn đối với các mẫu đất có mật độ và độ ẩm thấp. Các mẫu đất khác nhau có sự chênh lệch về nồng độ radon và chiều dài khuếch tán radon. Điều này còn phụ thuộc nhiều vào nguồn gốc hình thành, thành phần, cấu trúc của đất, nhiệt độ, thời tiết…

Tài liệu tham khảo

1. Trần Bình Trọng, Trịnh Đình Huấn, Nguyễn Phương (2007). "*Điều tra hiện trạng môi trường phóng xạ trên các tụ khoáng Đông Pao, Thèn Sin-Tam Đường (Lai Châu), Mường Hum (Lào Cai), Yên Phú (Yên Bái), Thanh Sơn (Phú Thọ), An Điềm, Ngọc Kinh-Sườn Giữa (Quảng Nam)*", Tạp chí Địa chất, Loạt A (298), tr.41-47, Hà Nội.
2. Tiêu chuẩn Việt Nam: TCVN 9416:2012. *Điều tra, đánh giá địa chất môi trường phương pháp khí phóng xạ.*
3. Lê Khánh Phồn (2001), Báo cáo kết quả thực hiện dự án *"Nghiên cứu xác định hàm lượng xạ, mức độ ô nhiễm của chúng đối với môi trường, sức khỏe cộng đồng, đề xuất các giải pháp phòng tránh giảm nhẹ thiệt hại ở một số khu vực dân cư và khai thác mỏ trên địa bàn tỉnh Lào Cai*". Sở KH&CN Lào Cai.
4. M. Antonopoulos-Domis, S. Xanthos, A. Clouvas, D. Alifrangis, "Experimental and theoretical study of radon distribution in soil," *Health physics*, vol. 97, pp. 322-331, 2009.
5. G. Akerblom, P. Andersson, B. Clevensjo (1984), "Soil Gas Radon - A Source for Indoor Radon Daughters," *Radiation Protection Dosimetry*, vol. 7, pp. 49-54, 1984.
6. G. Imme, R. Catalano, G. Mangano, D. Morelli, "Radon exhalation measurements for environmental and geophysics study," *Radiation Physics and Chemistry*, vol. 95, pp. 349– 351, 2012.
7. A. Ishimori, K. Lange, P. Martin, Y.S. Mayya, M. Phaneuf. (2013). Measurement and Calculation of Radon Releases from NORM Residues. *Technical Reports Series.* [Online] *No. 474.* Available: https://rowman.com/ISBN/9789201426109/Measurement-And-Calculation-Of-Radon-Releases-From-Norm-Residues-Technical-Report-Series-No.-474
8. Carmen Andreea Roba, Dan Nita, Constantin Cosma, Vlad Codrea, Stefan Olah, "Correlations between radium and radon occurrence and hydrogeochemical features for various geothermal aquifers in Northwestern Romania," *Geothermics*, vol. 42, pp. 32 - 46, 2012.
9. DURRIDGE Company, *RAD-7 radon detector*, Mỹ, 2009.
10. F. Jamadi, A. Hosseini Ranjbar, H. Abbaslou, "Radon gas diffusion coefficient in moisturized soil samples," *International Journal on Technical and Physical Problems of Engineering*, vol. 7, pp. 15 - 20, 2015.
11. Ganesh Prasad, Tetsuo Ishikawa, Masahiro Hosoda, Atsuyuki Sorimachi, Miroslaw Janik, Sarata Kumar Sahoo, Shinji Tokonami, Shigeo Uchida, "Estimation of radon diffusion coefficients in soil using an updated experimental system," *Scientific Instruments*, vol. 83, pp. 93 - 100, 2012.
12. UNSCEAR, 2000 (Scientific A nnex B).

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

A BNR-MBR system for nutrient removal from brewery wastewater

Van Nu Thai Thien[a1], Dang Viet Hung[b], Nguyen Thi Thanh Hoa[c], Dinh Quang Trieu[b] and Nguyen Hoang Duy[b]

[a]*Institute for Environment and Resources, Vietnam National University – HCM City*
[b]*University of Technology, Vietnam National University – Ho Chi Minh City*
[c]*Ho Chi Minh City University of Natural Resources and Environment*

Received: 22/3/2020; Revised: 12/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

Membrane filtration was integrated into Anaerobic/Anoxic/Oxic system to form a Biological Nutrient Removal – Membrane Bioreactor (BNR-MBR) system for improving the system performance in terms of organic degradation and nutrient removal from brewery wastewater. The model of BNR-MBR system made from polyacrylic with the capacity of 42 liters was operated with hydraulic retention times decreased from 24 to 12 hours corresponding to organic loading rates increased from 0.5 to 1.0 kgCOD/m^3.day. The results showed that it was capable of achieving effluents with very low chemical oxygen demand (COD), NH_4^+-N and total nitrogen (TN) concentrations within the limits of Vietnam National Technical Regulation on Industrial Wastewater (QCVN 40:2011/BTNMT), column A. For loading rate of 0.75 kgCOD/m^3.day, treatment efficiencies of COD, NH_4^+-N, TN and total phosphorus (TP) of the model were the highest as 96.3, 98.5, 89.6 and 55.9 %, respectively. In this system, phosphorus removal would be probably influenced when taking nitrogen removal into the first consideration. If the efficiencies of N removal were high, those of P would reach the average value.

Key Words: *BNR-MBR system, nitrogen removal, phosphorus removal.*

1. Introduction

According to Vietnam Beer Alchohol Beverage Association, beer production in Vietnam grew by an average of seven percent annually between 2011 and 2015. Currently, there are approximately 129 brewery production facilities across the country with the installed capacity of 4.8 billion litres. Along with this growth, serious problems with environmental pollution may be caused by a huge amount of brewery wastewater. This amount of wastewater must be treated before discharge into environment. To brewery wastewater, a combination anaerobic-aerobic treatment system is used and traditional aerobic biological treatment processes such as activated sludge (suspended growth) or biological filter (attached growth) are often implemented (Geoffey S. Simate et al., 2011; G.S. Simate, 2015). However, these processes have not yet treated thoroughly nitrogen and phosphorus from brewery wastewater to meet QCVN 40:2011/BTNMT, column A (B.F. Bakare et al., 2017; Shu-Guang Wang et al., 2007).

Membrane Bioreactor (MBR) is an attractive process that has been increasingly used for advanced wastewater treatment. MBR generally has several advantages over conventional activated sludge process, including small reactor size, good effluent quality and low sludge production. By effective biomass-effluent separation with membrane modules, an MBR can achieve complete sludge retention for attaining high-sludge con-

[1] *Corresponding author:*
E-mail: vannuthaithien@gmail.com

centration and long solids retention time (SRT) (Simon Judd and Clair Judd, 2006; Arévalo et al., 2012; Calos M. Barreto et al., 2017; Fangang Meng et al., 2017). However, a MBR without anaerobic and anoxic variations cannot be simply used for nutrient removal in wastewater treatment. Nitrogen removal is accomplished by aerobic nitrification using autotrophic nitrifying bacteria (nitrifiers) and anoxic denitrification using heterotrophic denitrifying bacteria (denitrifiers). In this way, two separate reactors are required to provide different environments for the two kinds of bacteria in nitrogen removal process. Phosphorus removal is carried out by an Enhanced Biological Phosphorus Removal (EBPR) process with the application of an anaerobic-aerobic sequence enabling the growth of Polyphosphate Accumulative Organisms (PAOs), which store large amounts of phosphorus as polyphosphates (Guoqiang Liu et al., 2017; Haiyan Guo et al., 2013). Thus, there is a need to develop combined MBR systems that incorporate membrane separation into biological process for organic degradation together with nitrogen and phosphorus removal.

Anaerobic/Anoxic/Oxic (A2O) system is a well-known biological nutrient removal system with its own inherent advantages such as short hydraulic retention time, less sludge bulking, low processing costs and excess sludge with high phosphorus concentration. The system consists of three anaerobic, anoxic, oxic reactors and one settling tank linked in-series with nitrate circulating flow from the oxic reactor to the anoxic reactor and sludge circulating flow from the settling tank to the anaerobic reactor. In this system, nitrification by nitrifiers occurs in the oxic reactor; denitrification by denitrifiers in the anoxic reactor; absorption of β-polyhydroxybutyrate (PHB) for phosphate release by Phosphorus Accumulating Organisms (PAOs) in the anaerobic reactor and then oxidation of PHB for phosphorus accumulation in the oxic reactor; and discharge of excess sludge in the settling tank (Yong Ma et al., 2009; Shijian Ge et al., 2012). Although nutrient removal can be achieved, it is apparent that A2O system is also one of the most common nutrient removal activated sludge processes. More recently, an efficient combined system that incorporates membrane filtration into A2O system, so-called BNR-MBR system, was introduced. In the system, MBR is used to replace the oxic reactor and the settling tank will become unnecessary. In addition, it seems that this incorporation could improve the system performance in terms of organic degradation and nutrient removal (Yisong Hu et al., 2013; Hadi Falahti-Marvast and Ayoub Karimi-Jashni, 2015).

In this study, a BNR-MBR system was used to evaluate the effects of loading rate on the combined system's simultaneous nitrogen and phosphorus removal performance via continuous flow by treating real brewery wastewater. The role of membrane separation in the combined system and its contribution to COD, nitrogen and phosphorus removal were also investigated.

2. Materials and methods

2.1. Raw wastewater, Seed sludge

Real brewery wastewater came from the outlet of the UASB reactor of Wastewater Treatment Plant at Nguyen Chi Thanh – Saigon Beer Manufactoring Factory, Ho Chi Minh City, Vietnam. Compositions and properties of influent wastewater of the model were represented as pH: 6.2 – 7.6; COD: 498 ± 52 mg/L; SS: 118 ± 74 mg/L; NH_4^+-N: 44,7 ± 8,2 mg/L; TN: 47,5 ± 10,3 mg/L; TP: 9,7 ± 4,3 mg/L. Seed sludge for the BNR-MBR system was taken from one of the two SBRs of this wastewater treatment

plant. Seed sludge was light brown, well-settled with SVI < 96 and MLVSS/MLSS ratio of 0.73.

2.2. Experimental system

A polyacrylic model of BNR-MBR system was developed and operated for the experimental study. The schematic representation of the experimental system is shown in Figure 1. The model had an approximate dimension of 700 mm L x 100 mm W x 700 mm H with the corresponding working volume of 42.0 liters which was divided into baffles to create three reactors (anaerobic reactor, anoxic reactor and MBR) in the ratio of 9:9:24 (Li-Mei Yuan et al., 2008). In the MBR, a polyethylene hollow-fiber membrane module (0.4 µm pore size, 0.32 m^2 effective area, Mitsubishi Rayon Co., Ltd, Japan) was immersed. Effluent was withdrawn through the membrane module by a suction pump which was set off for 2 min every 10 min for membrane relaxation. To mitigate membrane fouling, backflushing was carried out every 24 hours for 15 min. Aeration was provided through fine air diffusers from the bottom in the MBR while sludge in the anaerobic and anoxic reactors were suspended by paddle mixers at 50 rpm. DO concentrations of the MBR were determined by DO meter and controlled from 2 to 4 mg/L. Nitrate recirculation ratio from the MBR to the anoxic reactor was 200% and sludge recirculation ratio from the MBR to the anaerobic reactor was 100% (J.C. Leyva-Diáz et al., 2016).

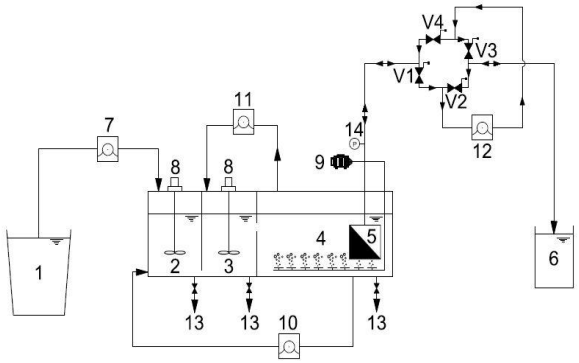


Figure 1: Schematic representation of the experimental system

1/Influent tank: 120 liters (PE, Vietnam); 2 – 4/Three reactors of the model: 42.0 liters (Polyacrylic, Vietnam); 5/Membrane module: (Mitsubishi Rayon Co., Ltd, Japan); 6/Effluent tank: 60 liters (PE, Vietnam); 7/Influent pump: 11 liters/hour (Blue & White, United State); 8/Paddle mixers: 50 rpm (IWAKI, Japan); 9/Blower: 38 liters/min (RESUN, Ap 001, China); 10/Sludge recirculation pump: 11 liters/hour (Blue & White, United State); 11/Nitrate recirculation pump: 30 liters/hour (Blue & White, United State); 12/Effluent pump: 11 liters/hour (Blue & White, United State); 13/Sludge valves: ∅13 (Copper, Vietnam).

2.3. Experimental set-up

The wastewater treatment experiment was conducted in four phases. In the short first phase, seed sludge was given to 50 % volume of the model with MLSS concentration about 5000 mg/L. Raw wastewater with average COD concentration of 500 mg/L diluted with tap water was pumped into the model. Organic loading rate was increased little by little from 0.1 to 0.3 kgCOD/m^3.day correspond to hydraulic retention time decreased from 60 to 20 hours and wastewater flow rate increased from 16.8 to 50.4 liters/day. The

first phase ended when COD removal efficiency remained stable at above 80%. There was no sludge discharged except sampling to maintain large amounts of biomass. These operating parameters based on the previous studies.

In the next three phases for different loading rates, denoted as 2, 3 and 4, respectively, raw wastewater was pumped continuously with wastewater flow rates increased from 42 to 84 liters/day corresponding to hydraulic retention times decreased from 24 to 12 hours and organic, nitrogen, phosphorus loading rates increased from 0.5 to 1.0 kgCOD/m^3.day, 0.061 to 0.122 kgTN/m^3.day, 0.009 to 0.018 kgTP/m^3.day, respectively as in Table 1. Excess sludge was manually discharged to keep SRT of 21 days.

Trans-membrane pressure (TMP) was used as an indicator of membrane fouling and monitored continously by a data logging manometer. When TMP reached 40 kPa, membrane washing was performed physically and chemically following the guidelines of the manufacturer. In the phases 1, 2, 3 and 4, the membrane module was physically washed on a daily basis for 15 min. During the entire period of experiment, the TMP was maintained below 40 kPa. Therefore, the membrane module was not cleaned chemically.

Table 1: Operating parameters at different organic loading rates

Phase	**Flowrate** (liter/day)	**Organic loading** (kgCOD/m^3.day)	**Nitrogen loading** (kgTN/m^3.day)	**Phosphorus loading** (kgTP/m^3.day)	**Hydraulic retention time** (hour)	**Solids retention time** (days)
2	42	0.50	0.061	0.009	24	21
3	63	0.75	0.092	0.014	18	21
4	84	1.00	0.122	0.018	12	21

2.4. Analytical methods

The samples were collected at the input and output positions of the experimental system. They were also collected in the three reactors of the model. The parameters of wastewater such as pH, COD, SS, TKN, NH_4^+-N, NO_2^--N, NO_3^--N, TN, TP were analyzed according to Vietnam National Standards (QCVN) together with Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA and WEF, 1998) at Research Institute for Aquaculture No.2 in Ho Chi Minh City. For each loading rate, the model was operated for 45 days to achieve a steady-state condition and the samples were collected over a 3-day period during these days. The results below were based on average value and standard deviation by using Microsoft Office Excel software.

3. Results and discussion

3.1. Organic removal efficiency

In this wastewater treament system, according to the previous studies, the suitable loading rate was used from 0.5 to 1.0 kgCOD/m^3.day. Figure 2 shows COD concentrations at different positions of the experimental system for the three phases. COD concentration decreased significantly in the anaerobic and anoxic reactors. The decline could be attributed mainly by the dilution of the return flow from the MBR to the anaerobic and anoxic reactors. Furthermore, 30 % of influent COD was utilized in the anoxic reactor by denitrifiers (4.2 gCOD/gN) (V. Mateju et al., 1992). Major part of influent COD was consumed in the MBR and anoxic reactor, with an average removal efficiency of around

85%. Additional organic removal was attributable to the step of membrane filtration. It could be seen that the overall COD removal is mainly due to biological degradation in the BNR-MBR system rather than membrane separation in the MBR, while membrane filtration is very beneficial to keep a higher COD removal efficiency (Fei-yun Sun et al., 2013; Hanmin Zhang et al., 2009). Figure 3 indicates variation of COD removal efficiencies during the whole period of operation. The removal efficiency of COD was over 90% even that loading rate up to 1.00 kgCOD/m^3.day. For the phases of 2, 3, 4; average COD removal efficiencies of the model were 93.9, 96.3, 93.7%, respectively. COD removal efficiency reached the highest value at the proper loading rate of 0.75 kgCOD/m^3.day. Although loading rate varied from 0.50 to 1.00 kgCOD/m^3.day, a stable low output value of COD belows 31 mg/L was obtained within the limit of QCVN 40:2011/BTNMT, column A. The finding of this study is consistent with many previous reports that the full retention of biomass concentration has made the membrane-based system less sensitive to the changes in operational conditions (Fei-yun Sun et al., 2013; Kyung-Guen et al., 2010).

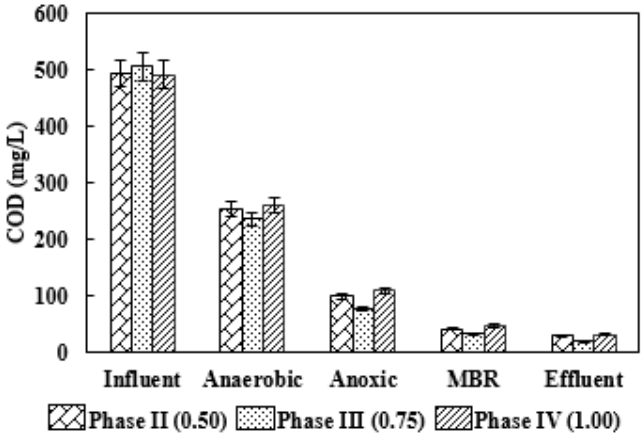


Figure 2: Change of COD concentration at various loading rates

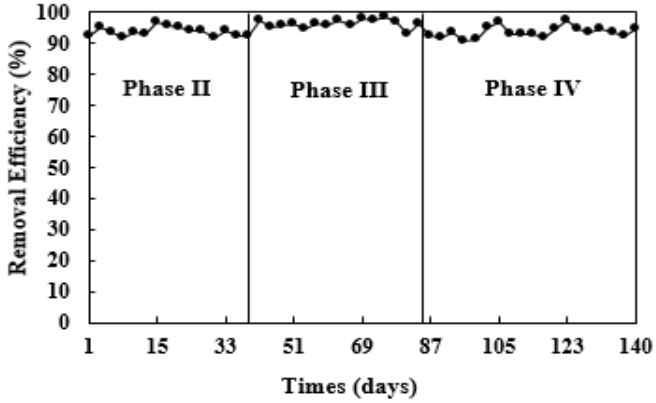


Figure 3: COD removal efficiencie at various loading rates

3.2. Nitrogen removal efficiency

Nitrogen concentrations at different positions in the experimental system were

revealed in Figures 4, 5 and 6 for the three phases. NH_4^+-N and TN concentrations decreased significantly in the anaerobic and anoxic reactors. The decline could be also attributed mainly by the dilution of the recirculation flow from the MBR to the anaerobic and anoxic reactors. TN at the anoxic reactor was mostly NH_4^+-N and TN at the MBR was mostly NO_3^--N. Nitrification hardly occured in the MBR and a large amount of NH_4^+-N was completely transformed. Long SRT applied in the MBR prevent nitrifying bacteria from being washed out from this bioreactor, hence improving the nitrification capability of the activated sludge (Simon Judd and Clair Judd, 2006). Very low NO_3^--N concentration in the anoxic reactor indicated that denitrification happened as much as possible in the anoxic reactor (Yongzhi Chen et al., 2011). The MBR and anoxic reactor played their roles very well to remove nitrogen. Moreover, a small amount of NH_4^+-N was metabolized for the growth of microorganisms in the model. It was fully reasonable with the change of COD stated above. Removal efficiencies of nitrogen at various loading rates of the model were represented in Figure 7. For the loading rates of 0.50, 0.75, 1.00 kgCOD/m^3.day, average NH_4^+-N and TN removal efficiencies of the model were 98.1 and 87.1, 98.5 and 89.6, 97.5 and 82.7%, respectively. Nitrogen removal efficiency also reached the highest values at the proper loading rate of 0.75 kgCOD/m^3.day. For all three phases, the output values of NH_4^+-N and TN were within the limits of QCVN 40:2011/BTNMT, column A. Organic removal as well as nitrogen removal decreased when loading rate increased.

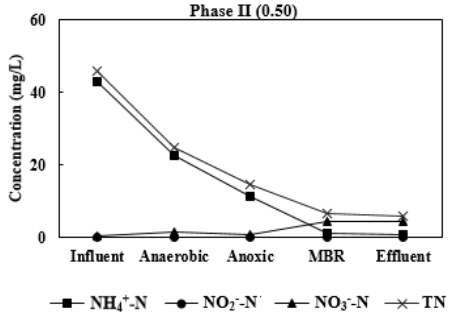


Figure 4: Conversion of nitrogen concetrtion for a loading rate of 0.50 kgCOD/m^3.day

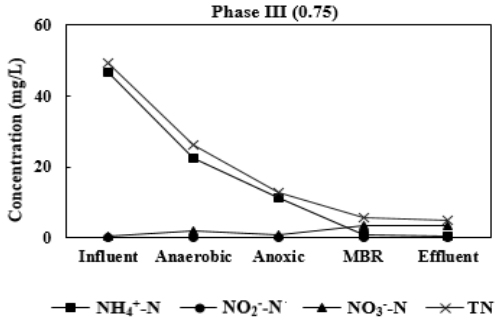


Figure 5: Conversion of nitrogen concentration for a loading rate of 0.75 kgCOD/m^3.day

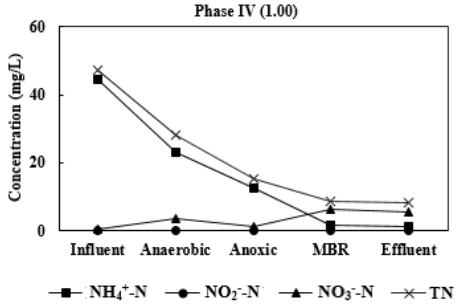


Figure 6: Conversion of nitrogen concentration for a loading rate of 1.00 kgCOD/m^3.day

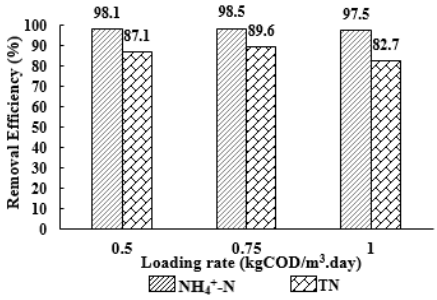


Figure 7: Nitrogen removal efficiencies at various loading rates

3.3. Phosphorus removal efficiency

Figure 8 depicts TP concentrations at different positions in the experimental system for the three phases and low TP removal efficiency is consequently observed in Figure 9. TP concentration gradually decreased in the following steps of the treatment process. TP removal efficiency was no more than 60% during the running period of each loading rate, which also suggested that TP removal via assimilation was below 60%. TP concentration in the anaerobic reactor was not significantly higher than that in the MBR. This implies that the PAOs community was not well developed in the BNR-MBR system. Conditions that favor PAOs growth and anaerobic phosphorus release could not be provided. By the presence of a significant amount of dissolved oxygen and nitrate in the anaerobic reactor due to the return flow from the MBR, the volatile fatty acids (VFAs) were depleted before they could be taken up by the PAOs and treatment performance was hindered due to less growth of PAOs [16]. A further explanation of this can be due to SRT of 21 days. Long SRT can reduce the effectiveness of phosphorus removal. The BNR-MBR system is a single sludge system so there has been limitation to satisfy an proper SRT for both nitrifiers and PAOs in the MBR of the model (Weitang Zhang et al., 2011). For the phases of 2, 3, 4; average TP removal efficiencies of the model were 50.5, 55.9, 45.8%, respectively. Phosphorus removal efficiency also reached the highest value at the proper loading rate of 0.75 kgCOD/m^3.day. For all three loading rates, the output values of TP were within the limit of QCVN 40:2011/BTNMT, column B. Increasing in loading rate affected phosphorus removal negligibly.

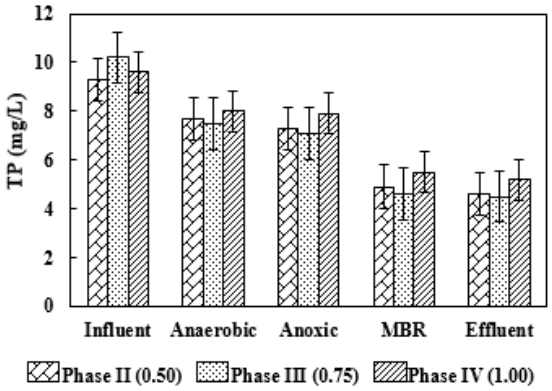


Figure 8: Conversion of TP concentration at various loading rates

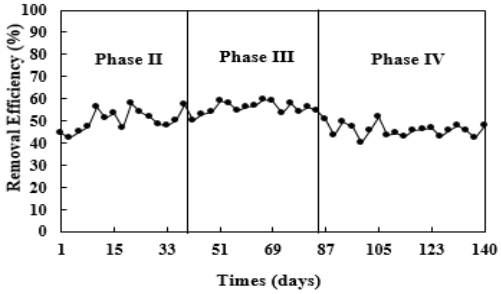


Figure 9: TP removal efficiencies at various loading rates

3.4. Membrane fouling

Membrane fouling in MBR was inevitable. The TMP in the MBR of the model was monitored continuously to evaluate the membrane fouling during the entire running period. The TMP was in the range of 10 – 36 kPa and the flux was from 5.4 to 10.8 L/m^2.h (LMH). The membrane fouling rate in the MBR correlates well with the MLSS concentration (Fangang Meng et al., 2009). Figures 10 and 11 show the variations of TMP and MLSS concentration during 140 days of operation. The MLSS concentration initially increased from around 4700 mg/L to nearly 6200 mg/L on day 47 and was maintained for the remaining days of running. When the flux was 5.4 LMH in the phase 2, the TMP was in the range of 10 – 16 kPa for 43 days. During the phase 3, the flux was kept at 8.1 LMH.

The TMP increased gradually with time to 24 kPa on day 89. After the phase 3, the flux increased again to 10.8 LMH in the phase 4. The TMP increased almost linearly and reached about 36 kPa on day 136. As mentioned above, the membrane fouling could be alleviated to a certain degree by the intermittent operation of the membrane (2 min rest in every 10 min operation), air bubbling and backflushing.

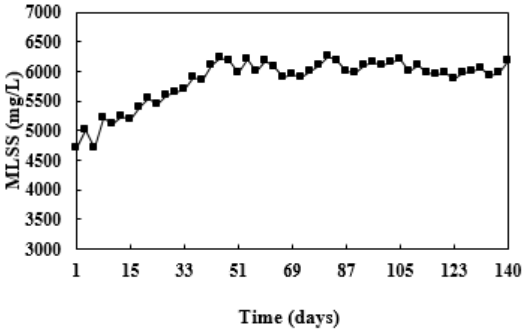


Figure 10: Variation of MLSS concentration during the operational period

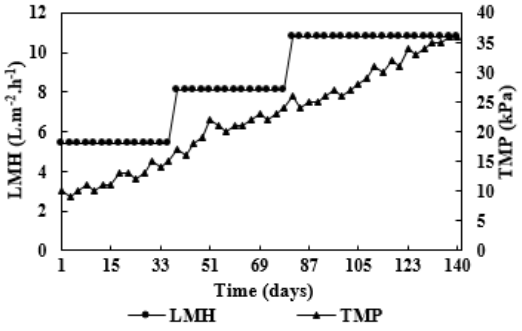


Figure 11: Variation of TMP during the operational period

4. Conclusions

In this study, the model of BNR-MBR system was operated with various loading rates. Treatment efficiencies of COD, NH_4^+-N and TN were very high during the whole experiment period. For all three phases, the output values of COD, NH_4^+-N and TN were within the limits of QCVN 40:2011/BTNMT, column A. The optimal loading rate was 0.75 kgCOD/m^3.day. Under that condition, average treatment efficiencies of COD, NH_4^+-N, TN and TP of the model reached the highest values at 96.3, 98.5, 89.6 and 55.9%, respectively. Phosphorus removal efficiency was relatively low due to the lack of appropriate system configuration and operational conditions for PAOs' growth and activity. In this system, phosphorus removal would be probably influenced when taking nitrogen removal into the first consideration.

References

1. APHA, AWWA, and WEF – Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 1998.

2. B.F. Bakare, K. Shabangu, M. Chetty – Brewery wastewater treatment using laboratory scale aerobic sequencing batch reactor, South African Journal of Chemical Engineering, Volume **24** (2017) 128–134.
3. Carlos M. Barreto, Hector A. Garcia, Christine M. Hooijmans, Aridai Herrera, Damir Brdjanovic – Assessing the performance of an MBR operated at high biomass concentrations, Journal of International Biodeterioration & Biodegradation, Volume **119** (2017) 528–537.
4. Fangang Meng, So-Ryong Chae, Anja Drews, Matthias Kraume, Hang-Sik Shin, Fenglin Yang – Recent advances in membrane bioreactors (MBRs): Membrane

fouling and membrane material, Journal of Water Research, Volume **43**, Issue **6** (2009) 1489–1512.

5. Fangang Meng, Shaoqing Zhang, Yoontaek Oh, Zhongbo Zhou, Hang-Sik Shin, So-Ryong Chae – Fouling in membrane bioreactors: An updated review, Journal of Water Research, Volume **114** (2017) 151–180.
6. Fei-yun Sun, Xiao-mao Wang, Xiao-yan Li – An innovative membrane bioreactor (MBR) system for simultaneous nitrogen and phosphorus removal, Journal of Process Biochemistry, Volume **48** (2013) 1749–1756.
7. Geoffrey S. Simate, John Cluett, Sunny E. Iyuke, Evans T. Musapatika, Sehliselo Ndlovu, Lubinda F. Walubita, Allex E. Alvarez – The treatment of brewery wastewater for reuse: State of the art, Journal of Desalination, Volume **273**, Issue **2–3** (2011) 235–247.
8. G.S. Simate – Water treatment and reuse in breweries, Brewing Microbiology: Managing Microbes, Ensuring Quality and Valorising Waste (2015) 425–456.
9. Guoqiang Liu, Jianmin Wang – Enhanced removal of total nitrogen and total phosphorus by applying intermittent aeration to the Modified Ludzack-Ettinger (MLE) process, Journal of Cleaner Production, Volume **166** (2017) 163–171.
10. Hadi Falahti-Marvast, Ayoub Karimi-Jashni – Performance of simultaneous organic and nutrient removal in a pilot scale anaerobic-anoxic-oxic membrane bioreactor system treating municipal wastewater with a high nutrient mass ratio, Journal of International Biodeterioration and Biodegradation, Volume **104** (2015) 363–370.
11. Haiyan Guo, Jiandong Chen, Yun Li, Tengteng Feng, Shoutong Zhang – Nitrogen and phosphorus removal in an airlift intermittent circulation membrane bioreactor, Journal of Environmental Sciences, Volume **25** (2013) S146–S150.
12. Hanmin Zhang, Xiaolin Wang, Jingni Xiao, Fenglin Yang, Jie Zhang – Enhanced biological nutrient removal using MUCT–MBR system, Journal of Bioresource Technology, Volume **100** (2009) 1048–1054.
13. J. Arévalo, L.M. Ruiz, J.A. Parada-Albarracín, D.M. González-Pérez, J. Pérez B Moreno, M.A. Gómez – Wastewater reuse after treatment by MBR. Microfiltration or ultrafiltration?, Journal of Desalination, Volume **299** (2012) 22–27.
14. J.C. Leyva-Díaz, M.M. Munío, J. González-López, J.M. Poyatos – Anaerobic/anoxic/oxic configuration in hybrid moving bed biofilm reactor-membrane bioreactor for nutrient removal from municipal wastewater, Journal of Ecological Engineering, Volume **91** (2016) 449–458.
15. Kyung-Guen Song, Jinwoo Cho, Kang-Woo Cho, Sang-Don Kim, Kyu-Hong Ahn – Characteristics of simultaneous nitrogen and phosphorus removal in a pilot-scale sequencing anoxic/anaerobic membrane bioreactor at various conditions, Journal of Desalination, Volume **250** (2010) 801–804.
16. Li-Mei Yuan, Chuan-Yi Zhang, Yan-Qiu Zhang, Yi Ding, Dan-Li Xi – Biological nutrient removal using an alternating of anoxic and anaerobic membrane bioreactor (AAAM) process, Journal of Desalination, Volume **221** (2008) 566–575.
17. Shijian Ge, Yunpeng Zhu, Congcong Lu, Shuying Wang, Yongzhen Peng – Full-scale demonstration of step feed concept for improving an anaerobic/anoxic/aerobic nutrient removal process, Journal of Bioresource Technology, Volume **120** (2012) 305–313.

18. Shu-Guang Wang, Xian-Wei Liu, Wen-Xin Gong, Bao-Yu Gao, Dong-Hua Zhang, Han-Qing Yu – Aerobic granulation with brewery wastewater in a sequencing batch reactor, Journal of Bioresource Technology, Volume **98**, Issue **11** (2007) 2142–2147.
19. Simon Judd, Claire Judd – The MBR Book: principles and applications of membrane bioreactors in water and wastewater treatment, Elsevier (2006).
20. V. Mateju, S. Cizinska, J. Krejci, T. Janoch – Biological water denitrification — A review, Journal of Enzyme and Microbial Technology, Volume **14**, Issue **3** (1992) 170–183.
21. Weitang Zhang, Yongzhen Peng, Nanqi Ren, Qingsong Liu, Yongzhi Chen – Improvement of nutrient removal by optimizing the volume ratio of anoxic to aerobic zone in AAO-BAF system, Journal of Chemosphere, Volume **93**, Issue **11** (2013) 2859–2863.
22. Yisong Hu, Xiaochang C. Wang, Yongmei Zhang, Yuyou Li, Hua Chen, Pengkang Jin – Characteristics of an A^2O-MBR system for reclaimed water production under constant flux at low TMP, Journal of Membrane Science, Volume **431** (2013) 156–162.
23. Yong Ma, Yongzhen Peng, Xiaolian Wang – Improving nutrient removal of the AAO process by an influent bypass flow by denitrifying phosphorus removal, Journal of Desalination, Volume **246**, Issue **1–3** (2009) 534–544.
24. Yongzhi Chen, Chengyao Peng, Jianhua Wang, Liu Ye, Liangchang Zhang, Yongzhen Peng – Effects of nitrate recycling ratio on simultaneous biological nutrient removal in a novel anaerobic/anoxic/oxic (A^2/O) – Biological Aerated Filter (BAF) system, Journal of Bioresource Technology, Volume **102** (2011) 5722–5727.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Mapping Surface Water Bodies based Water Indices Extracted from Sentinel 2 Images, case study in coastal areas of Ninh Thuan Province

Thi Ngoc Tran[a1]; Thi Hoa Tran[b]; Thanh Ha Tran[c]; Thi Hong Nguyen[a]
[a]*FoE, Hanoi University of mining and geology*
[b]*IT Faculty, Hanoi University of mining and geology, Virginia Tech. (USA)*
[c]*FoGLA, Hanoi University of mining and geology*

Received: 25/3/2020; Revised: 24/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

Remote sensing technology has taken many advantages in water and hydrological systems management, such as: accurately determining water bodies; or providing up-to-date spatiotemporal changes of stream flows, water quantity, and water quality. Theoretically, based on the significant spectral signature of water in the visible to shortwave infrared wavelengths, it is feasible to distinguish water bodies from other phenomena on satellite images like vegetation, bare soils, clouds, or even shadows. However, due to restrictions of spatial resolutions and capabilities of satellite sensors, establishing threshold values to separate water bodies from the background may be challenging. To minimized the effects of environmental background noises, there are some indices investigated in extracting information about water resources such as the Normalized Difference Water Index (NDWI), the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), the Land Surface Water Index (LSWI), the Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI), etc. This study examines performances of some widely used water indices derived from a freely remotely sensed data – the Sentinel 2 for mapping water bodies. Results are expected to support a process of automatic extraction water bodies from imagery scenes by comparing and recommending possible threshold values and indices in a particular case study.

Key Words: *hydrological systems management, remote sensing, mapping, Sentinel 2.*

1. Introduction

Surface water is one source of liquid state of water, which is stored in rivers, stream, creeks, lakes, and any reservoirs. Although, only 2.5% of available water resources in the Earth is surface water or fresh water compared to 75% of which is frozen in glaciers and ice caps in two poles, this water resource is very important for household, agricultural, industrial, recreational, and environmental activities. Remote sensing is taking advanced benefits in measuring and monitoring land surface water resources within from spatio-temporal to real time data comparing to *in situ* measurement or surveying. Based of distinction of its spectral signature, it is more applicable and feasible to extract and access information of surface waters (such as occurrence, levels, or temperature) from other features (vegetation, urban, or soil) on remotely sensed images. There are different methods to extract water bodies such as single band delineation, classification, or spectral indices. In this paper, we use spectral indices such as Normalized Difference Water Index (NDWI), the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), the Land Surface Water Index (LSWI), the

[1] *Corresponding author:*
Email:ngoctran201188@gmail.com

Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI). Those indices are taking advantages of water spectral signatures to subset water pixels for further analysis.

The target of Sentinel-2 is to obtain high-resolution, multifaceted optical observations of land surface at high revisit frequency of 5 days by using a bi-saltellite system, thus Sentinel-2 is an important system for dynalic land cover mapping and updating. Multi spectal instrument is carried by Sentinel-2 with 13 spectal bands spanning from visible spectrum and near-infraRed (NIR) to short-wavelength infraRed bands (SWIR) at different spatial resolutions ranging from 10m to 60m. Sentinel 2 Multi spectral Images inlcudes SWIR bands at 20m and green and NIR bands at 10m, thereby making water mapping based on water indices.

2. Methodology and Study area and Dataset

2.1. Study site

The study site is located in the coastal areas of Ninh Thuan province – Dam Nai, solar salterns, and shrimp fields. The lagoon area of about 1.200ha is inhabitation of a wide variety of aquatic biomes (including organisms grown around the lagoon). As one of the 12 largest coastal lagoons in Vietnam, Dam Nai has great value in attracting domestic and foreign tourism with its typical tropical ecosystem. In addition, Dam Nai also connects to the system of canals, rivers and fresh water lakes in the mainland for water coordination and drainage, thus it plays an important role not only in terms of economics or biology, but also of the water resource quality in Ninh Thuan. Figure 1 shows the location of the study area.

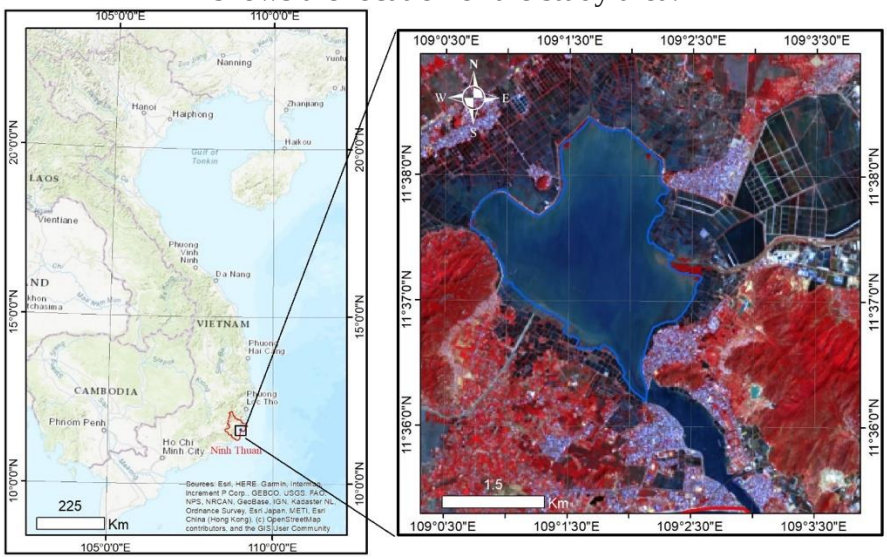


Figure 1: Location of the study area Dam Nai.
The right photo shows Dam Nai lagoon on Sentinel 2 image with false color combination: the water bodies and wetlands are dark blue, the vegetation is red anf the residential area isbright white.

2.2. Sentinel-2 Dataset

Time series Sentinel 2 Multi spectral Images (MSI) are involved in detecting water bodies and water levels during February 2019 including in total 4 images captured in Jan 28, Feb 07, Feb 17, and Feb 27 scene). Figure 1 shows the location of case study, and the January scene in true color combination and singe band green (band 3).



Figure 2: True color combination (RGB) and band Green of the Jan scene showing the study site. Water bodies occur in blue on the RGB image on the right while solar salterns and shrimp fields are in green.

Table 1.3 spectral bands of Sentinel 2 images

Sentinel-2 bands	Name	Band index	Wavelength (nm)	Resolution (m)
B1	Aerosols	0	443	60
B2	Blue	1	490	10
B3	Green	2	560	10
B4	Red	3	665	10
B5	Red Edge 1	4	705	20
B6	Red Edge 2	5	740	20
B7	Red Edge 3	6	783	20
B8	NIR	7	842	10
B8A	Red Edge 4	8	865	20
B9	Water vapor	9	945	60
B10	Cirrus	10	1375	60
B11	SWIR 1	11	1610	20
B12	SWIR 2	12	2190	20

2.3. Methodology

Images are processed for atmospheric correction, pan sharpening, and subsetting then calculating band math for spectral indices. Water bodies will be delineated from those indices based on experimental and referenced data ranges. Formulas for calculating spectral indices are shown below.

a. Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)

Original formula for NDVI calculating: $\mathrm{NDVI} = \frac{\rho\mathrm{NIR} - \rho\mathrm{Red}}{\rho\mathrm{NIR} + \rho\mathrm{Red}}$

Adjusting formula for NDVI calculating on Sentinel 2 band number:

$$\mathrm{NDVI} = \frac{\rho 8 - \rho 4}{\rho 8 + \rho 4}$$

b. Normalized Difference Water Index (NDWI)

Original formula for NDWI calculating: $\mathrm{NDWI} = \frac{\rho\mathrm{Green} - \rho\mathrm{NIR}}{\rho\mathrm{Green} + \rho\mathrm{NIR}}$

Adjusting formula for NDWI calculating on Sentinel 2 band number:

$$\mathrm{NDWI} = \frac{\rho 3 - \rho 8}{\rho 3 + \rho 8}$$

c. Modified Normalized Difference Water Index (MNDWI)

Original formula for MNDWI calculating: $\mathrm{MNDWI} = \frac{\rho\mathrm{Green} - \rho\mathrm{SWIR}}{\rho\mathrm{Green} + \rho\mathrm{SWIR}}$

Adjusting formula for MNDWI calculating on Sentinel 2 band number:

$$\mathrm{MNDWI} = \frac{\rho 3 - \rho 11}{\rho 3 + \rho 11}$$

d. Land Surface Water Index (LSWI)

Original formula for LSWI calculating: $\mathrm{LSWI} = \frac{\rho\mathrm{NIR} - \rho\mathrm{SWIR}}{\rho\mathrm{NIR} + \rho\mathrm{SWIR}}$

Adjusting formula for LSWI calculating on Sentinel 2 band number:

$$\mathrm{LSWI} = \frac{\rho 8\mathrm{A} - \rho 11}{\rho 8\mathrm{A} + \rho 11}$$

e. Normalized Difference Turbidity Index (NDTI)

Original formula for NDTI calculating: $\mathrm{NDTI} = \frac{\rho\mathrm{Red} - \rho\mathrm{Green}}{\rho\mathrm{Red} + \rho\mathrm{Green}}$

Adjusting formula for NDTI calculating on Sentinel 2 band number:

$$\mathrm{NDTI} = \frac{\rho 4 - \rho 3}{\rho 4 + \rho 3}$$

f. Normalized Difference Pond Index (NDPI)

Original formula for NDPI calculating: $\mathrm{NDTI} = \frac{\rho\mathrm{SWRI} - \rho\mathrm{Green}}{\rho\mathrm{SWRI} + \rho\mathrm{Green}}$

Adjusting formula for NDPI calculating on Sentinel 2 band number:

$$\mathrm{NDTI} = \frac{\rho 11 - \rho 3}{\rho 11 + \rho 3}$$

3. Results and discussion

Using different indices are expected for examining effectiveness of those index candidates in detecting water bodies and salt water (solar salterns and shrimp farms) in coastal areas. Figure 2 and 3 illustrate band math results of 4 indices: NDVI, NDWI, LSWI, and NDTI. Water bodies occur in different shades of greyness, such as in NDVI scene, water bodies are in dark pixels due to the low value of Near Infrared reflectance while in NDWI, water bodies are brighter as the reflected values of band 3 (Green) are much higher than band 8 (Near Infrared). The NDTI allows to access sediment contamination or concentration in water which is very useful to quickly extract seasonal water quality based differences between band Red and Green reflectance.

MNDWI and LSWI are very sensitive regarding extinction of the spatial resolution difference between band 3, band 8A, and band 11 which are 10m and 20m respectively. Thus, it is necessary to use the Pan scene to improve the resolution of band 8A and band 11. This process also influences the final results due to the pan sharpening and resampling process. Selecting applicable methods at this step is very important.



Figure 3: NDVI (left) and NDWI (right) image of the Jan scene

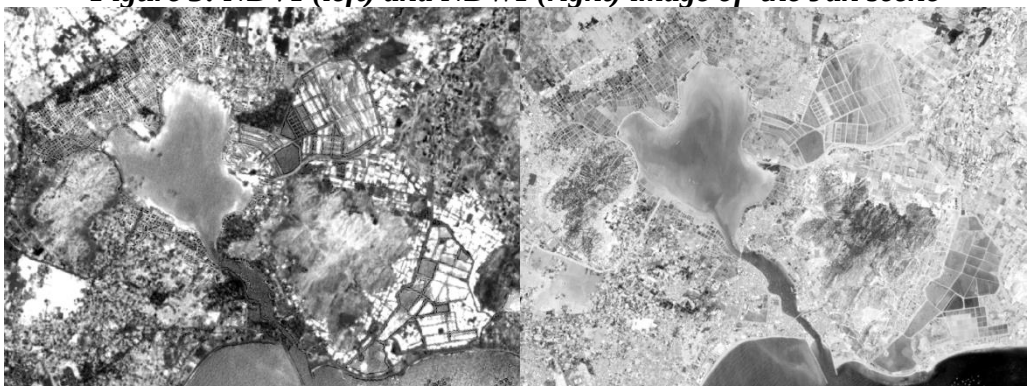


Figure 4: LSWI (left) and NDTI (right) of the Jan scene

4. Conclusion

The Sentinel 2 satellite has been providing moderate-resolution remote sensing imagery and also improving data quality with free download service, thus expanding the application of the traditional moderate-resolution remote sensing imagery.

Results show effectiveness of each index in defining water bodies. In this research, we have explored those effetivenesses and an optimal choice of pan-like high-resolution to sharphen SWIR bands therfore obtain enhanced water index images. In additional, the surface detection can be enhanced by segmetation with elevation which can be extended to other characteristics that can segment a scene. For adequate performance and shadow removal, a smaller interval with sufficient validation samples is recommended to use.

References

1. Alparslan, E., C. Aydoner, V. Tufekci & H. Tufekci (2007) Water quality assessment at Omerli Dam using remote sensing techniques. Environmental Monitoring and Assessment, 135**,** 391-398.
2. Alway, F. J. & G. R. McDole (1917) The importance of the water contained in the deeper portions of the subsoil. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 3**,** 257-260.
3. Ammenberg, P., P. Flink, T. Lindell, D. Pierson & N. Strombeck (2002) Bio-optical modelling combined with remote sensing to assess water quality. International Journal of Remote Sensing, 23**,** 1621-1638.
4. El Din, E. S., Y. Zhang & A. Suliman (2017) Mapping concentrations of surface water quality parameters using a novel remote sensing and artificial intelligence framework. International Journal of Remote Sensing, 38**,** 1023-1042.
5. Engels, W. (1904) The importance of tissue as a water repository. Archiv Fur Experimentelle Pathologie Und Pharmakologie, 51**,** 346-360.
6. Gitelson, A., G. Garbuzov, F. Szilagyi, K. H. Mittenzwey, A. Karnieli & A. Kaiser (1993) Quantitative Remote-Sensing Methods for Real-Time Monitoring of Inland Waters Quality. International Journal of Remote Sensing, 14**,** 1269-1295.
7. Hansen, C. H., G. P. Williams, Z. Adjei, A. Barlow, E. J. Nelson & A. W. Miller (2015) Reservoir water quality monitoring using remote sensing with seasonal models: case study of five central-Utah reservoirs. Lake and Reservoir Management, 31**,** 225-240.
8. Hinton, J. C. (1991) Application of Eigenvector Analysis to Remote-Sensing of Coastal Water-Quality. International Journal of Remote Sensing, 12**,** 1441-1460.
9. Jupp, D. L. B., J. T. O. Kirk & G. P. Harris (1994) Detection, Identification and Mapping of Cyanobacteria - Using Remote-Sensing to Measure the Optical-Quality of Turbid Inland Waters. Australian Journal of Marine and Freshwater Research, 45**,** 801-828.
10. Kawsar, R. 2015. Water resource managment and Remote Sensing, a prospective issue that requires considerable attention.
11. Lepisto, A., T. Huttula, S. Koponen, K. Kallio, A. Lindfors, M. Tarvainen & J. Sarvala (2010) Monitoring of spatial water quality in lakes by remote sensing and transect measurements. Aquatic Ecosystem Health & Management, 13**,** 176-184.
12. Machado, M. T. D. & G. M. D. Baptista (2016) Remote sensing as a tool for monitoring Paranoa Lake's water quality (Brasilia, Brazil). Engenharia Sanitaria E Ambiental, 21**,** 357-365.
13. Meaden, G. J. & J. M. Kapetsky. 1991. Remote Sensing as Data Source. In Geographical information systems and remote sensing in inland fisheries and aquaculture. FAO.
14. Oron, G. & A. Gitelson (1996) Real-time quality monitoring by remote sensing of contaminated water-bodies: Waste stabilization pond effluent. Water Research, 30**,** 3106-3114.
15. Oxfam-UNDP/GEF. 2015. Scaling up Adaptation in Zimbabwe, with a Focus on Rural Livelihood Project.

16. Populus, J., W. Hastuti, J. L. M. Martin, O. Guelorget, B. Sumartono & A. Wibowo (1995) Remote sensing as a tool for diagnosis of water quality in Indonesian seas. Ocean & Coastal Management, 27**,** 197-215.
17. Zhang, Y. Z., J. Pulliainen, S. Koponen & M. Hallikainen (2002) Water quality studies of combined optical, thermal infrared, and microwave remote sensing. Microwave and Optical Technology Letters, 34**,** 281-285.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Application of GIS into establishing database on tourism resources in Quang Tri for tourism promotion and development

Phan Tuấn Anh [a1] , Phan Thị Hoa Lợi [b]
[a] *Quang Tri Department of Science and Technology*
[b] *Department of Education and Training*

Received: 13/3/2020; Revised: 20/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract:

Quang Tri has 530 cultural, historical and sightseeing sites that form a potential resource for tourism development. With valuable natural and humanistic resources such as Cua Tung beach, Dakrong Nature Reserve, North Huong Hoa Nature Reserve, Con Co Island Nature Reserve, Tra Loc Eco-park, Ru Linh Ecological Zone, etc. and clusters of special national historical relics such as Hien Luong Riverbanks, Quang Tri Citadel and memorial sites for the battle of 81 days of 1972, Vinh Moc Tunnels, the system of Truong Son - Ho Chi Minh roads going through Quang Tri, etc., there is a promising chance for development of tourism in the near future, which contributes to promote and develop Quang Tri tourism. In order to bring Quang Tri tourism resources to the users, the authors use GIS and other support tools such as GPS, 3Dscan, UAV to establish the database system for Quang Tri tourism resources. This database system is integrated into website disanquangtri.com. Along with other developed applications, it will become a tool for management and development of community based tourism, convenient and accessible anywhere and anytime so that tourists can be updated with sufficient information and feel easy to select and search for suitable tourist sites.

***Key words*:** GIS, Tourism, Database, Map, Natural resource, Quang Tri

1. Introduction

Quang Tri is the land that has witnessed many historical changes of Vietnam, starting with the time when Ly Dynasty expanded the land to the South until Tran Dynasty opened diplomatic relations with Champa Kingdom with the latter giving O - Ri province as the betrothal gift for Princess Huyen Tran's hand. At the historical time in 1558 when Lord Nguyen Hoang took the charge for Thuan Hoa Land with the capital located in Dinh Cat, after so many changes, the land has been marked with various historical events. Quang Tri has two revolutionary bases (Tan So Citadel and Provisional Revolutionary Government of the Republic of South Vietnam). It is the demarcation point for a war of 20 years with Hien Luong Bridge and Ben Hai River, along with the infamous battle of 81 days of Quang Tri Citadel that marked the historical time of the revolutionary war against the United States with the signing of Paris Accord. In this land, there are more than 500 national cultural and historical relics, including 4 special clusters of national relics, 20 national historical relics, and hundreds of provincial historical relics [8].

In order to effectively exploit them for promotion and development of Quang Tri tourism, it is necessary to build a synchronic database for tourism resources that shows

[1] *Corresponding author:*
gis.pta@gmail.com

the current development and helps to support tourists in the era of information technology.

1.1. Scope

Quang Tri has 530 culture-historical and sightseeing sites. This is a relatively dense system (density of km^2/1 site) used for establishing database system for tourism resources promoting and facilitating tourists to visit Quang Tri.

However, the study only focuses on evaluating the potential of current main tourist sites, including 4 special clusters of historical relics (with 30 relics), 20 national relics, 8 cultural events, and 15 nature attractions.

1.2. Subject

a. Natural tourism resources: include natural conditions (geology, topography, climate, hydrograph, biology) that can affect the development of Quang Tri tourism. Apart from that, it includes natural sites such as beaches, islands and caves, etc.

- Island: Cua Tung beach, Cua Viet beach, My Thuy beach, Con Co Island Nature Reserve
- Unique structures on mountain peaks: Voi Mep cave
- Karstic landscape on the surface and inside Karst caves: karstic landscape at Ta Rung (Apolyhong), karstic landscape left in Dakrong - Cam Lo (Doi cave - Len cave), Brai karstic landscape, etc.
- Tropical forest ecosystem: Dakrong Nature Reserve, North Huong Hoa Nature Reserve, Ru Linh primitive forest, Tra Loc ecopark.
- System of rivers and lakes: potential ecotourism of system of rivers and lakes.
- Hot springs and mineral springs: Tan Lam, Dakrong and Ruou village (village of wine)

b. Humanistic tourism resources: include socio-economic conditions and human resources that affect the exploitation and development of tourism, culture-historical relics, archeology sites, traditional festivals, daily life at handicraft villages, etc.

Quang Tri possesses a dense system of historical relics, which is its unique "property" available for developing battlefield tourism such as Hien Luong riverbanks, Quang Tri Citadel, Quang Tri Citadel and memorial sites for the battle of 81 days of 1972, Vinh Moc Tunnels and the system of underground villages in Vinh Linh, the system of Truong Son - Ho Chi Minh roads going through Quang Tri, the Demilitarized Zone (DMZ) with Con Tien base, Doc Mieu base, Khe Sanh combat base, the office of Provisional Revolutionary Government of the Republic of South Vietnam. Quang Tri also the only province that have 72 cemeteries for martyr soldiers (CMS) with two National Cemeteries of Truong Son and Route 9 being the pilgrimage sites for people around the country. All of these relics are intertwined with a series of natural attractions.

2. Data and research methodology

2.1. Source of data

a. Aerial data: The system of base maps and thematic maps from Quang Tri maps that were digitalized and used by the author and others in their previous studies. These maps are adjusted according to national frame of reference and axes VN2000. The geographical axes of coordinates of the objects are collected via handheld GPS devices.

b. Data attribute: includes characteristics of natural conditions and tourism resources, socio-economic conditions and humanistic tourism resources from the

studied areas that are synthesized from different published materials, statistical data, information from offices of culture, sports and tourism in all districts and towns, Monuments Conservation Center, management board of relics, onsite materials (coordinates, images, videos, 3D), and survey data during the implementation of this study.

2.3. Establishment of database

2.3.1 Procedure for database establishment

The goal is to facilitate managers in utilizing database on tourism resources in Quang Tri province and tourists to exploit and search for tourist information when they arrive in Quang Tri. The authors propose the model of database that are used for establishing the technical infrastructure for tourism, contributing to the management, promotion and investment into sufficiently exploiting both natural resources and humanistic resources.

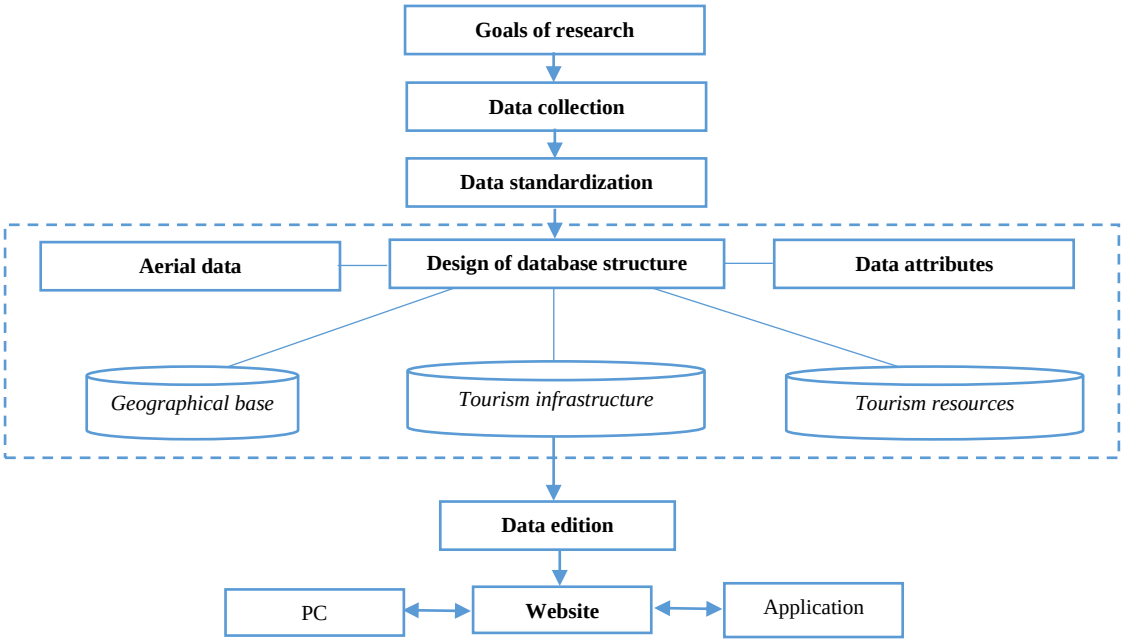


Figure 1. Chart of GIS database setup

2.3.2 Post-processed database structure

Groups: geographical base; infrastructure; tourism resources include the following objects

Table 1. Layers of objects

	Layer of map data	Type of data
1	**Data on tourism potential**	
1.1.	Ecotourism zone	
	Eastern ecotourism sub-zone	Polygon
	Western ecotourism sub-zone	Polygon
1.2.	Ecotourism cluster	
	Cua Tung - Vinh Moc - Con Co	Polygon
	Dong Ha - Cua Viet - Truong Son CMS - Cam Lo	Polygon

	Quảng Trị My Thuy - Tra Loc - Quang Tri Citadel	Polygon
	Rao Quan - Voi Mep - Khe Sanh	Polygon
	Dakrong - Ho Chi Minh road	Polygon
1.3.	Ecotourism area	
	Cua Tung - Vinh Moc - Cua Viet	Polygon
	Con Co Island Marine Reserve	Polygon
	Rao Quan - Voi Mep cave	Polygon
	Dakrong Nature Reserve - Ho Chi Minh trail	Polygon
	My Thuy - Tra Loc ecopark	Polygon
	Mot Mountain - Tan Lam mineral spring	Polygon
1.4.	Tourist route	
	North - South tourist route	Polyline
	East - West corridor	Polyline
	Ho Chi Minh road	Polyline
	Coastal road	Polyline
	Domestic tourist routes	Polyline
1.5.	Nature tourist site	
	Mountainous unique landscape	Point
	Tropical forest ecosystem	Point
	Topography and caves	Point
	Beach	Point
	Hot spring, mineral spring	Point
	Ecological village	Point
1.6.	Humanistic tourism site	
	Revolutionary history sites	Point
	Cultural relics	Point
	Archeology sites	Point
II	**Base data**	Point
	Boundary for province/district/commune	Polygon
	Transportation	Polyline
	River	Polyline
	People's Committees at different levels	Point
III	**Data on technical infrastructure**	
	Hotel	Point
	Service (healthcare, bank, shopping,…)	Point

2.4. Research methodology

- Synthesis and analysis of system: collection, systemization, processing, analysis, and evaluation of all available materials and data in accordance with research orientation.

Survey and onsite investigation: onsite verification and additional study according to standard methods popularly used today in different disciplines.

- Mapping and GIS
- Statistics and analysis of statistical data

- Inheritance method for evaluation of tourist sites and identification of tourism routes, tourism competition, and planning of tourist routes.
- Expert method

2.5 Techniques

The author uses GPS, 3Dscan, UAV to construct the data attribute:
- 3D model
- Video
- Panorama

3. Findings and Discussion

3.1 Findings

3.1.1 Database system about Quang Tri tourism resources

a. System of maps *on tourism resources*
- Maps on humanistic tourism resources
- Maps on natural tourism resources
- Technical maps

-...



Figure 2. Quang Tri tourism map [9].

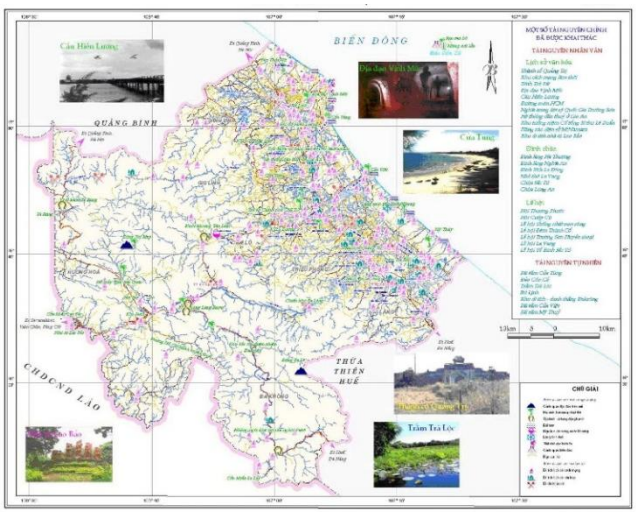


Figure 3. Tourism resources map [9].

- Maps on planning for ecotourism development for Quang Tri

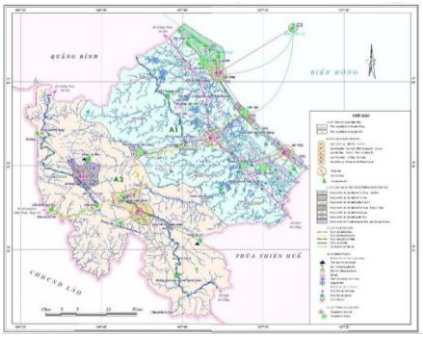


Figure 4. Map on planning for Quang Tri's ecotourism development orientation [5].

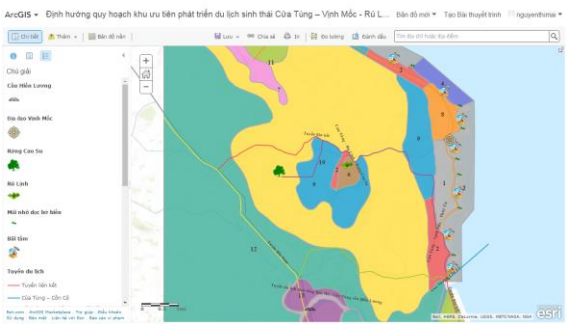


Figure 5. Map on Planning for Ecotourism Zone of Cua Tung - Vinh Moc - Ru Linh [8].

c. *Map on historical sites and natural attractions of Quang Tri*: including 4 special clusters of historical relics (with 30 relics), 20 national relics, 9 national historical relics, and 8 cultural events

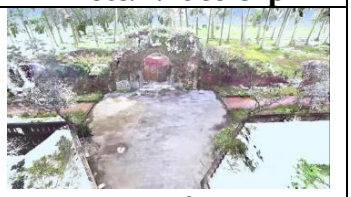


Figure 6. Map on culture-historical relics and natural attractions [5]



Figure 7. Map on Relic cluster of Quang Tri Citadel and the battle of 81 days [5].

Table 2. Information on relics

Name	Address	X/Y	Description	Photo/ Video clip
Quang Tri Citadel - Special National Relic	Quarter 4, Ward 2; 2km to the East from National Road 1A, belonging to the villages of Thach Han and Co Vuu	107.1895/ 16.75392	This is a Vauban-style defense works, also functioning as an administrative headquarter of Nguyen Dynasty in Quang Tri from 1809 to 1945.	 *3D image of northern gate of Quang Tri Citadel*
Long Hung village temple - Cultural relic	The temple belongs to Long Hung village at Hai Phu commune, Hai Lang district; 1m from National Road 1A to the Southeast	107.194747/ 16.735809	Functioning as a worshipping place for village founders. Other gods are placed in different temples and moved back to the temple only in certain important events. In the temple, there are no physical ancestral tablets on the altars.	 *Long Hung village temple*

System of water irrigation in Gio An - National cultural relic	Scattered around in the North and South of Road 75 in the villages of An Nha, An Huong, Hao Son, Long Son, Tan Van, in Gio An commune, Gio Linh district	106.9859/ 16.93194	This is a system of ancient irrigation works with roughly 30 wells having multiple functions serving people's life through different generations.	 *System of water irrigation in Gio An*

3.1.2 Applications (Apps)

a. Introduction: supports tourists in searching for information for visiting historical relics in Quang Tri via Apps.

b. Installation: helps to download and install the apps through Store/CH Play/iCloud on tablets and smartphones using relevant operating systems (OS) such as Windows, Android or iOS.

The installation is performed in the same way that utility software is installed on tablets or smartphones, or apps can be downloaded directly with file .xap/.apk on compatible OS from website http://disanquangtri.com/ to the computer for installation. Some Applications such as Quang Tri historical relics, Dong Ha city historical relics, Relic cluster of Quang Tri Citadel and the battle of 81 days in 1972, etc that are designed to run on compatible OS are also established and supported in order to help users accessing easily the application.

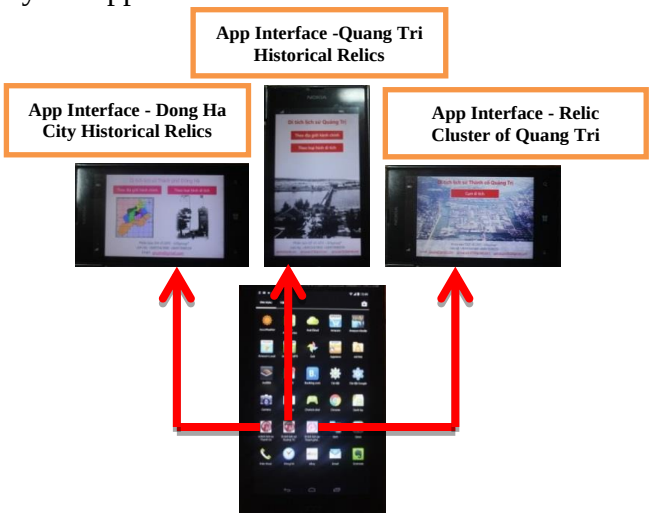
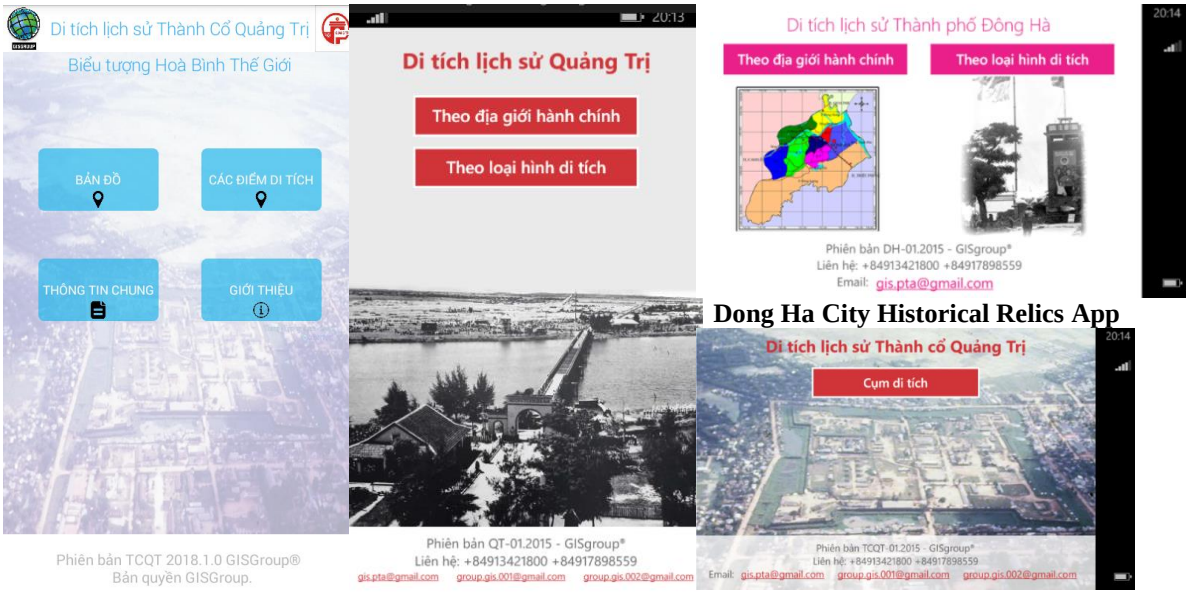


Figure 8. Interfaces of Apps on mobile devices on accession



Icons for Apps in Database of Quang Tri Citadel

Quang Tri historical relics App

Dong Ha City Historical Relics App

App of Cluster relics of Quang Tri Citadel

Figure 9. Applications to support users using database of Quang Tri tourism resources

3.1.3. 3D Technology, UAV, establishment of database attributes

In order to diversify presentation of database attributes when the information is distributed to users, database attributes are architected using 3Dscan to create video clips and panorama to make the user interface more attractive and real.

The authors have worked with experts from Anthi Company to produce many 3D images at Vinh Moc Tunnels, Quang Tri Citadel, Gio An Ancient Wells, village temples and halls around Quang Tri, martyr soldier cemetery and so on in attributive data attached to relics in Quang Tri.

3.2. Discussion

3.2.1 Evaluation of capacity

a. Potential tourism development opportunity: Through general evaluation and in reference to other studies[4], the capacity is based on several criteria such as distance between the relic and Dong Ha city, visit accessibility, linkage among tourist sites (general objects), sustainability, time of operation, infrastructure, arts and historical value, originality of the relic (specific objects).

Table 3. General evaluation spectrum for tourist sites [3, 4].

STT	Convenience of a tourist site to add in the design	Spectrum	Range
1	Very convenient	64-53	I
2	Convenient	52-51	II
3	Relatively Convenient	40-29	III
4	Least convenient	28-16	IV

Initially, the outcome shows that:

- For natural tourism resources, most of the relics are categorized at Range III (Relatively convenient) and IV (Least convenient).
- For humanistic tourism resources, most of the relics are categorized at Range III.

As a result:

- Despite of good quantity, the number of relics and relic clusters that can be put into use are not much there are only 21 out of 34 relics can be exploited in terms of convenience [1], there should be 30 out of 41 relics that are potential. However, the infrastructure has not met the accessibility such as Con Co Island Marine Reserve, Brai cave, Apolyhong cave, North Huong Hoa Nature Reserve, Dakrong Nature Reserve, Gio An water irrigation system, etc.
- Originality of relics: Due to the non-originality of the relics, even with national ones such as Dong Ha marine base, Ho Chi Minh trail through Quang Tri, Tra Bat Lord's Palace and other relics of Lord Nguyen Hoang, Tan So Citadel, etc.

b. SWOT Matrix (strength- weakness - opportunity - threat)

- Strengths:
- There are many historical relics (529), of which many are at national level while others spread out from moutaionous areas to lowland, coastal land and islands with many landscapes such as Con Co Island, caves, nature reserves, ecological forests, and ecoparks with rare animals.
- With many international tourists, one of the reasons for them to visit Vietnam is the past history of fierce yet grandous wars that left various famous sites in Quang Tri. This is also the strongest potential and opportunity for Quang Tri in using its values for educating the new generations with revolutionary traditions and for tourism development. This is also the advantage for establishing the symbol of human peace, a "focal place" and "center" for pilgrimage trip of Peace for all people with conscience around the world.
- Weaknesses)
- There is a lack of breakthrough in tourism activities and of synchronic orientation, and insufficient in infrastructure (transportation, accommodation, other services)
- Tourism products are not typical and are quite tedious. Human resources for tourism are insufficient and lack of good trainings due to lack of budget.
- Opportunities:
- Demand of tourists visiting Quang Tri is getting higher, especially war veterans from both sides
- For the first time, Quang Tri organized tourism and investment promotion workshop (1/2016) which received support from Prime Minister and international organizations. Projects for ecotourism-based biodiversity received concerns from different organizations such as Viet Nature and WWF.
- With religious center such as La Vang Cathedral, there is a high opportunity for bringing cultural and religious tourism to a higher level, helping to shape a unique religious type of tourism for the area.
- There is a special and unique tourism resource with a system of culture-historical relics famous around the country and the world[5]. This would be a huge opportunity for

investing into developing tourist services attached to historical and spiritual tourism that connects with tourist routes and tours from other localities.

- Threats:

- Development of tourism is not synchronic. Tourist sites are not well exploited. Some relics are damaged in terms of landscape such as erosion in Cua Tung beach or contamination along the coast of Quang Tri, or lack of finance for maintenance (In Trieu Phong, there are over one third of the relics not maintained and repaired).

- Tourism information is inadequate and not processed and updated regularly. Information is not distributed to tourists visiting Quang Tri. Especially, there is a lack of investment into tourism promotion towards businesses that want to invest into tourism industry.

3.2.2 Orientation for tourism development

a. Types of tourism [6, 7].

- Adventurous tourism and sightseeing: kayaking and cave exploration on Dakrong and inside the Nature Reserves and scuba-diving at Con Co Island;

- Ecotourism (Nature Reserves, Marine reserve at Con Co Island)

Sea (Swimming, fishing, scuba-diving)

Mountains (Cave exploration)

Forests (Picnicking, kayaking, observation of wild animals)

- Tour to festivals and handicrafts (Festival of Fisherman, boat racing):

- Memorial tours to former battlefields: DMZ, Quang Tri Citadel, Hien Luong Riverbanks and Ben Hai river, Vinh Moc Tunnels, Truong Son National Cemetery, and Route 9 National Cemetery.

- Religious tourism: Sac Tu Pagoda, La Vang Holyland, and especially La Vang with sufficient conditions to become a potential global tourist center.

b. Tourism products [6, 7].

- It is necessary to create unique tourist products that are culturally attached with local customs, traditions and religions.

- It is recommended that thematic tourism products such as commemoration, spirituality, cultural and historical research, relaxation and sea sports, ecological relaxation, adventurous sports with cave exploration, and traditional festivals of the ethnic minority communities.

- It is recommended that tourism products should be diversified and quality-improved to meet the demand of domestic and ASEAN tour connection, creating capacity for selling local tourist products.

c. Tourism space [9].

c1.Tourism zone:

- Western tourism zone: ecological resorts eco resorts of Dakrong - North Huong Hoa and Rao Quan Lake

- Eastern tourism zone: beaches and island, and other eco-zones such as Ru Linh and Tra Loc.

c2. Tourism clusters

- Northern tourism cluster: Quang Tri town - Trieu Phong - Hai Lang with sightseeing, cultural villages, religion and the sites of Quang Tri Citadel, Thach Han Riverbanks, La Vang Holy land.

- Tourism cluster for metropolitan area and vicinity: Dong Ha and nearby localities such as Cua Viet and Gio Linh with ecological and relaxation tourism
Western tourism cluster and Khe Sanh - Lao Bao tourism center:

- Northern tourism cluster and coastal route of Cua Viet - Cua Tung - Con Co island with relics located on two districts of Gio Linh and Vinh Linh. Types of tourism include historical-cultural relics and landscapes, traditional festivals.

c3. Tourist routes and tours

- Tourist routes to domestic tourism clusters include:
  - Dong Ha - Doc Mieu, Truong Son National Cemetery, Cham cultural and historical relics, Gio An water irrigation system, Cua Viet beach.
  - Dong Ha - Hien Luong Riverbanks, Vinh Moc Tunnels, Ru Linh forest, Cua Tung beach and Con Co Island.
  - Dong Ha - Ai Tu - Quang Tri Citadel, Secretary Le Duan Memorial House, La Van Cathedral, Tra Loc Ecopark, and My Thuy beach and Trieu Lang beach.
- Outbound routes to other provinces;
- International road routes.

c4.Important tourist sites

- Tourist sites about historical and cultural relics;
- Natural attractions.

3.2.3 Some recommendations to improve promotion and marketing [6].

Firstly, it is necessary to identify clearly the approach based on domestic advantage and value chain connection in order to bring Quang Tri tourism to “global tourism” level. In order to do so, there should be the “differentiation” of Quang Tri by “sacredization” of this land to create the holiness of mankind.

Secondly, it is necessary to consider this “sacredization” as a national strategy for development, not simply as a responsibility of Quang Tri and only for the benefit of Quang Tri. A state-level tourism development with focal point in Quang Tri, with the participation of international community, should be designed and started. The feasibility of this approach is not low. This is the best way for the country to pay tribute to this sacrificing land.

Thirdly, there is a need for upgrading and change of structure for relics such as Quang Tri Citadel, National Cemeteries, Lang Vay Museum, Vinh Moc Tunnels in a way that “sacred-ize”, mythologize and “artistic-ize” them significantly.

Fourthly, construction of La Vang are into a tourism complex of pilgrimage, culture and spiritualism with deep values of culture and religions so that it will become a unique relic.

Fifthly, upgrading and repair of coastal tourist sites such as nice beaches and Con Co Island is necessary

Sixthly, it is necessary to modernize Dong Ha city into an urban tourist area with exciting and safe night life.

Seventhly, agricultural development should be developed to support high-end tourism industry. It should produce specialties, clean, high quality and safe food based on advanced technology. The agriculture should go along with tourism to ensure the sustainability of both, while still bringing higher value for the majority of Quang Tri population.

Eighthly, priority should be given to design and implementation of high quality human resources, first for tourism industry and agriculture. Convenient conditions should be created for businesses to invest into agriculture.

Finally, it is necessary to create a new strategy on attracting investment into tourism in the province, aiming at strategic investors instead of general investors. Meanwhile, incentives should be created to encourage local small and average enterprises.

4. Conclusion

Quang Tri province owns a dense system of 529 relics with a density of 0.1km per relic. The number of relic clusters, national relics and higher are quite high. The potentiality of ecotourism is high with Con Co Island, nature reserves, caves, cultural traditional festivals and a treasure of intangible culture (festivals, handicraft villages, cuisine) that reach the number of nearly 900 relics (both tangible and intangible).

The research of Application of GIS in repeated Application of GIS into establishing database on tourism resources in Quang Tri for tourism promotion and development contributes to: *(i). Build up the database for Quang Tri tourism resources as a tool for managing bodies to manage and orient the development of local tourism; (ii). Facilitate individuals and organizations in using this database for introducing and marketing the potentiality of local tourism and attracting tourists; (iii). Enable tourists in searching for guidance information anywhere and at any time in this era of information technology with access to devices such as smartphones, tablets or PCs at tourist sites*.

- Function as a foundation for constructing the database on ***Quang Tri cultural heritage*** (tangible and intangible relics), including full tourism resources with 529 sites around the province and more than 350 points of data on intangible relics [2], which eventually helps to build the database for Quang Tri cultural heritage which include *nearly 900 tangible and intangible relics*. This would also help to build **tools** and **applications** for marketing and development of tourism, creating advantage for Quang Tri to conduct its tourism promotion and tourism development planning for the period of 2020-2030;

- Establishing and completing ***Quang Tri heritage map*** to help updating information and creating thematic maps on internet for everyone to use and print out when they need;

- Unifying the activities on marketing, promotion, distribution of tourism information for sustainable development.

- Producing typical tourism products for Quang Tri such as books, cards, brochures, films to update information with advanced display modes such as 3D, photos and video clips about tourist sites according to relevant themes to support smart travel in the 4.0 industrial revolution.

References:

[1]. Bùi Thị Thu (2012*), Xây dựng cơ sở khoa học phục vụ cho việc xác định các tuyến du lịch ở Quảng Trị [Creating scientific foundation for identifying tourist routes in Quang Tri]*. Research on science and technology at ministry level. College of Science, Hue University

[2]. Cái Thị Vượng (2016). Di sản văn hóa phi vật thể tỉnh Quảng Trị [*Intangible cultural heritage in Quang Tri*]. Individual research at province level.
[3]. Phạm Trung Lương (2000), *Tài nguyên và môi trường du lịch [Tourism resources and environment]*, Education Publishing House, Ha Noi
[4]. Phạm Trung Lương et al. (1996), Cơ sở khoa học cho việc xây dựng các tuyến, điểm du lịch [Scientific foundation for establishing tourist routes and sites]
[5]. Phan Tuấn Anh et al. (2007). *Xây dựng cơ sở dữ liệu hỗ trợ điều tra và đánh giá tiềm năng lãnh thổ phục vụ quy hoạch phát triển du lịch sinh thái tỉnh Quảng Trị [Establishment of database to support survey and evaluation of land potentiality for planning and development of ecotourism in Quang Tri]*. GISNet 2007 Workshop HCMC
[6]. Quang Tri's Department of Culture, Sports and Tourism (2016), *Quy hoạch phát triển du lịch tỉnh Quảng Trị [Tourism development planning for Quang Tri]*
[7]. Department of Culture and Information (2004). *Di tích lịch sử văn hóa và danh lam thắng cảnh tỉnh Quảng Trị [Historical and cultural relics and natural attractions in Quang Tri]*.
[8]. Quang Tri's Department of Science and Technology (2010), *Xây dựng cơ sở dữ liệu các điều kiện tự nhiên và tài nguyên thiên nhiên phục vụ phát triển kinh tế-xã hội tỉnh Quảng Trị 2010 [Establishment of database on natural conditions and resources for socio-economic development of Quang Tri]*.
[9]. Trương Quang Hải *et al.* (2006), *Điều tra và đánh giá tiềm năng lãnh thổ và quy hoạch và phát triển du lịch sinh thái Quảng Trị [Survey and evaluation land potentiality for planning and development of ecotourism in Quang Tri]*. Research on science and technology at province level. Ha Noi National University.

Available online at: http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Ứng dụng phân tích thống kê đa biến trong đánh giá chất lượng nước mặt tại một số khu vực khai thác và chế biến khoáng sản điển hình thuộc tỉnh Lào Cai

Nguyễn Thị Cúc[a*], Phan Thị Mai Hoa[a]
[a] *Khoa Môi trường, Trường đại học Mỏ - Địa chất*

Ngày nộp: 26/3/2020; Ngày chấp nhận: 20/10/2020; Ngày đăng bài: 20/12/2020

Tóm tắt

Phương pháp phân tích thống kê đa biến (MSA) cụ thể là phân tích thành phần chính (PCA), phân tích cụm (CA) được sử dụng để đánh giá chất lượng nước mặt tại các suối chảy qua khu vực khai thác và chế biến quặng như chữ O, Khe Chom, suối Cóc, suối Trát, Ngòi Đường … thuộc khu vực khai thác và chế biến quặng đồng, apatit, vàng, đá vôi tỉnh Lào Cai. Kết quả phân tích cụm (CA) cho thấy chất lượng nước mặt trong khu vực nghiên cứu được chia làm 3 nhóm gồm nhóm ô nhiễm (nhóm I) có giá trị WQI từ 20 đến 35, nhóm ô nhiễm vừa (nhóm II) có giá trị WQI từ 62 đến 74 và nhóm không bị ô nhiễm (nhóm III) có giá trị WQI trên 80. Trong đó, chất lượng nước suối tại khu vực nghiên cứu chủ yếu thuộc nhóm II và nhóm III. Các sông, suối gần tại khu vực khai thác và chế biến quặng apatit, khu vực Tằng Loỏng chủ yếu thuộc nhóm I và nhóm II cho thấy sông suối tại các khu vực này bị tác động mạnh hơn so với các khu vực còn lại. Các thông số được áp dụng để phân tích thành phần chính (PCA) bao gồm BOD_5, Cu, COD, pH, Fe, NO_2^-, NO_3^-, DO, Coliform, TSS, NH_4^+. Kết quả phân tích cho phép xác định được 3 thành phần chính đồng thời giải được nguồn gốc gây ô nhiễm cho nước mặt chủ yếu là do các hợp chất hữu cơ (BOD_5, COD) và nhóm chất dinh dưỡng (NH_4+, NO_3^-, NO_2^-) có trong nước thải sinh hoạt của các khu vực khai thác và chế biến quặng. Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp phân tích thống kê có ý nghĩa quan trọng trong việc phân tích dữ liệu và luận giải nguồn gây ô nhiễm môi trường.

Từ khóa: *MSA, CA, CPA, WQI, Thành phố Lào Cai*

1. Đặt vấn đề

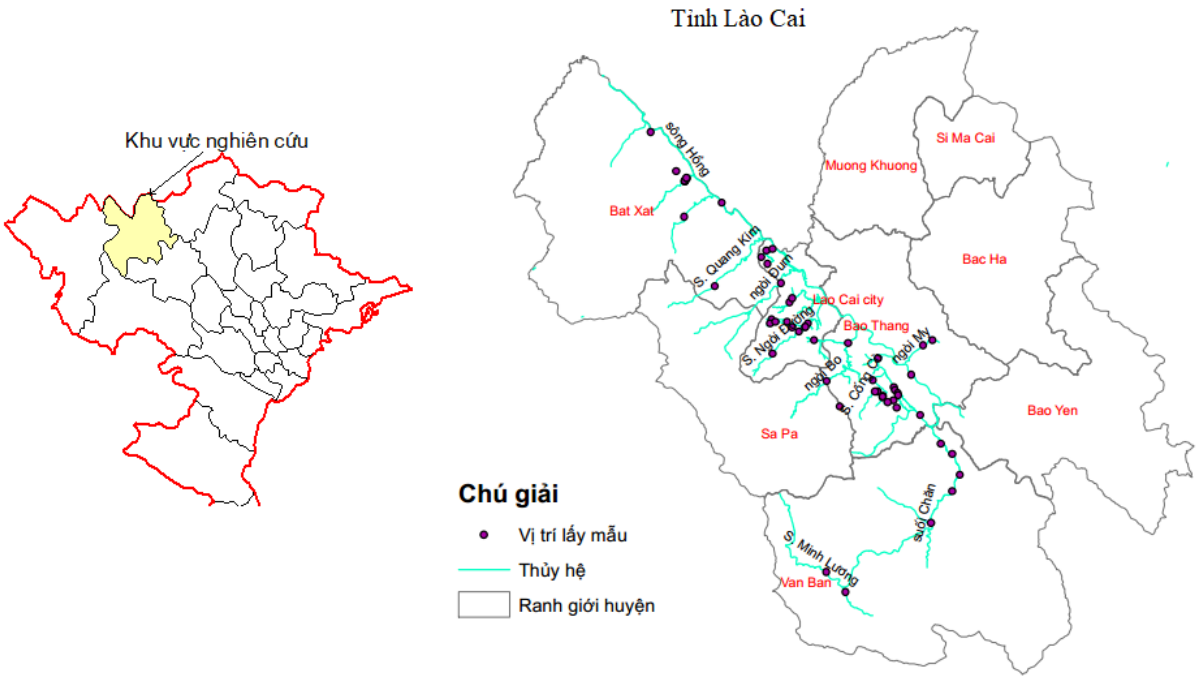
Khai thác và chế biến khoáng sản là ngành công nghiệp mũi nhọn của tỉnh Lào Cai. Bên cạnh hiệu quả về mặt kinh tế, ngành công nghiệp khai khoáng cũng đặt ra những thách thức không nhỏ tới môi trường khu vực, đặc biệt là hệ thống nước mặt. Kết quả quan trắc định kỳ tại một số sông, suối ở gần hoặc chảy qua khu vực khai thác và chế biến quặng như suối chữ O, Khe Chom, suối Cóc, suối Trát, Ngòi Đường … có các thông số TSS, COD, BOD_5, NO_3^- … vượt quy chuẩn nhiều lần [1]. Vì vậy, việc đánh giá chất lượng nước tại khu vực nghiên cứu là cần thiết nhằm khoanh vùng nguy cơ gây ô nhiễm và đưa ra giải pháp kiểm soát, giảm thiểu phù hợp. Trên cơ sở kết quả quan trắc năm 2018 tại các khu mỏ như mỏ đá Bắc Ngầm, mỏ đồng Sin Quyền, mỏ đồng Tả Phời, apatit, mỏ vàng Minh Lương, khu chế biến quặng Tằng Loỏng … tác giả sử dụng phương pháp phân tích đa biến cụ thể là phân tích thành phần chính (PCA), phân tích cụm (CA) đánh giá chất lượng nước mặt và luận giải mối quan hệ của chúng với nguồn gây ô nhiễm làm cơ sở để các cơ quan quản lý và đơn vị khai thác chế biến quặng có những điều chỉnh phù hợp nhằm kiểm soát các thành phần gây ô nhiễm chính.

*Liên hệ tác giả
Email: nguyencuc.humg@gmail.com

2. Cơ sở tài liệu và phương pháp nghiên cứu

2.1. Vị trí khu vực nghiên cứu và cơ sở tài liệu

Khu vực nghiên cứu bao gồm các suối chảy qua hoặc gần khu vực khai thác và chế biến quặng điển hình của Lào Cai. Cụ thể gồm 14 suối được tổng hợp ở bảng 1 và hình 1.



Hình 1. Vị trí khu vực nghiên cứu

Nghiên cứu này được thực hiện trên cơ sở xử lý dữ liệu quan trắc môi trường định kỳ vào năm 2018 tại các khu mỏ như mỏ đá Bắc Ngầm, mỏ đồng Sin Quyền, mỏ đồng Tả Phời, apatit, khu vực Tằng Loỏng và mỏ vàng Minh Lương.

Bảng 1. Bảng thống kê sông, suối chảy qua hoặc gần khu vực khai thác và chế biến khoáng sản thuộc đối tượng đánh giá của đề tài

Khu vực khai thác, chế biến quặng	Đối tượng đánh giá
Mỏ đá Bắc Ngầm	Suối Ngòi My
Mỏ đồng Sin Quyền	Suối Ngòi Phát, sông Hồng
Mỏ đồng Tả Phời	Suối Tả Phời, Suối Cóc
Mo apatit	Suối Ngòi Đum, suối Đông Hồ, suối Ngòi Đường, suối chữ O, suối Cóc
Tang Loỏng	Suối Phú Nhuận, suối Khe Chom, suối Trát, suối Mã Ngan, suối Cống Cù
Vàng Minh Luong	Suối Nậm Xây, suối Chăn, suối Minh Lương

2.2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp phân tích thành phần chính (PCA)

Phương pháp phân tích thành phần chính trong đề tài được sử dụng để xác định

các thông số chính có giá trị thông tin cao trong số các thông số được phân tích làm thay đổi chất lượng nước mặt tại khu vực nghiên cứu.

Các bước thực hiện phân tích thành phần chính như sau:

Bước 1: Thu thập dữ liệu

Bước 2: Chuẩn hóa dữ liệu: Xây dựng ma trận chuẩn hóa bằng cách mang tất cả các giá trị đo được của mỗi cột (mỗi thông số) trừ đi giá trị trung bình từng cột.

Bước 3: Xây dựng ma trận hiệp phương sai hoặc ma trận tương quan theo công thức

- Ma trận hiệp phương sai

$$\operatorname{cov}\varphi_{ij} = \frac{1}{n}\sum_{i,j=1}^{n}(\varphi_{ik} - \bar{\varphi}_{ik})(\varphi_{jk} - \bar{\varphi}_{jk})$$

Trong đó:

$Cov\varphi_{ij}$: Hiệp phương sai giữa tính chất i và tính chất j

- Ma trận tương quan

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$$

Trong đó:

$R_{x,y}$: là hệ số tương quan giữa hai tính chất x và y.

Bước 4: Xác định trị riêng (λ), vectơ riêng (K) của một trong 2 ma trận

Bước 5: Chọn K vector riêng ứng với λ trị riêng lớn nhất để xây dựng ma trận U_k, với các vectors này được gọi là các thành phần chính, tạo thành một không gian con *gần* với phân bố của dữ liệu ban đầu đã chuẩn hoá.

Phương pháp phân tích cụm CA

Phương pháp phân tích CA được lựa chọn là phương pháp phân tích cụm tích tụ dựa vào phương sai còn gọi là thủ tục "Ward". Theo thủ tục Ward thì ta sẽ tính giá trị trung bình tất cả các biến cho từng cụm một. Sau đó tính khoảng cách Euclid bình phương (Squared Euclidean distance) giữa các phần tử trong cụm với giá trị trung bình của cụm, rồi lấy tổng tất cả các khoảng cách bình phương này. Ở mỗi giai đoạn tích tụ thì hai cụm có tổng các khoảng cách bình phương trong nội bộ cụm nhỏ nhất sẽ được kết hợp.

Để thực hiện phép phân tích thành phần chính PCA, CA, tác giả sử dụng phần mềm thống kê SPSS.

2. Kết quả và thảo luận

Phân tích cụm CA

Trên cơ sở kết quả phân tích mẫu nước vào năm 2018 tại sông, suối thuộc khu vực nghiên cứu, bài báo sử dụng phần mềm SPSS phân tích cụm kết hợp với chỉ số chất lượng môi trường nước WQI để phân loại chất lượng nước sông, suối. Kết quả phân tích được tổng hợp ở bảng 2 và hình 2

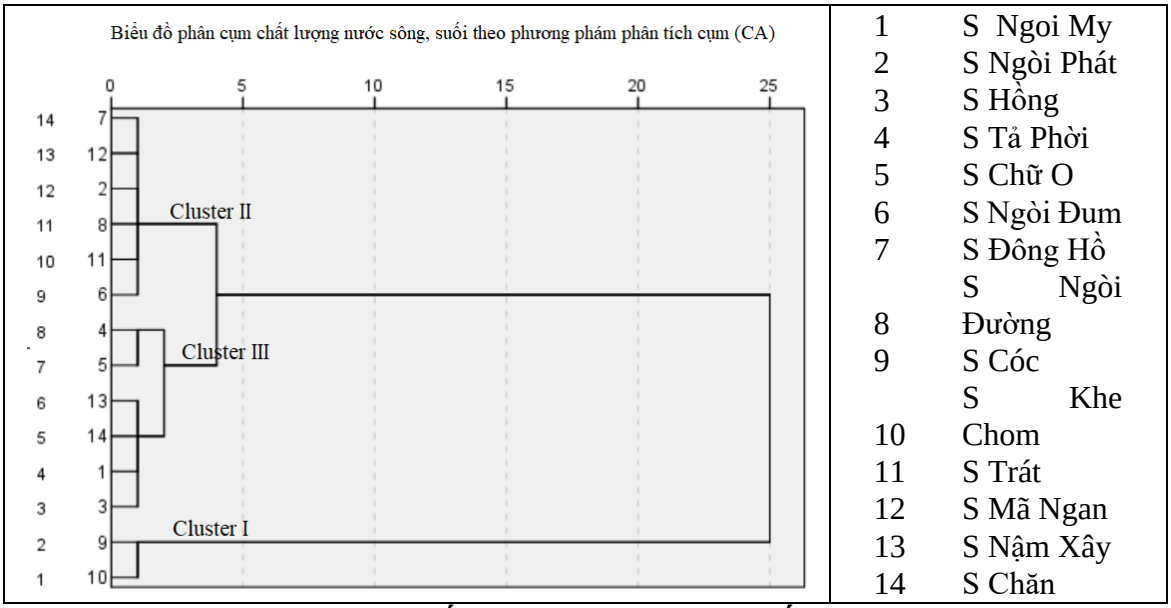
Từ bảng 2 cho thấy giá trị WQI tại khu vực nghiên cứu biến động mạnh, dao động từ 20 (suối Khe Chom) đến 94 (suối chữ O). Nhìn chung đa số nước tại sông, suối khu vực nghiên cứu có chất lượng khá tốt phù hợp với mục đích tưới tiêu, một số nước suối chữ O,

Tả Phời, Nậm Xây, suối Chăn có khả năng sử dụng cấp nước sinh hoạt nếu có phương pháp xử lý phù hợp. Riêng suối Cóc và Khe Chom thuộc khu vực khai thác và chế biến quặng apatit và khu vực Tằng Loỏng có chất lượng thấp chủ yếu do một số thành phần như COD, BOD_5, NH_4^+, NO_3^- cao hơn so với quy chuẩn về chất lượng nước mặt.

Dựa trên cơ sở bảng đánh giá chất lượng nước nước theo giá trị WQI và kết quả phân tích cụm CA (hình 2) cho thấy về cơ bản các chất lượng nước suối tại khu vực khai thác và chế biến quặng khu vực Lào Cai được phân làm 3 nhóm: ô nhiễm (nhóm I), ô nhiễm nhẹ (nhóm II) và không ô nhiễm (nhóm III).

Bảng 2. Giá trị WQI tại các sông, suối thuộc một số khu vực khai thác và chế biến quặng điển hình tỉnh Lào Cai

STT	Tên sông, suối	Giá trị WQI	STT	Tên sông, suối	Giá trị WQI
1	S Ngoi My	78	8	S Ngòi Đường	72
2	S Ngòi Phát	72	9	S Cóc	35
3	S Hồng	79	10	S Khe Chom	20
4	S Tả Phời	90	11	S Trát	73
5	S Chữ O	94	12	S Mã Ngan	74
6	S Ngòi Đum	62	13	S Nậm Xây	83
7	S Đông Hồ	74	14	S Chăn	82



Hình 2. Kết quả phân cụm sông, suối năm 2018

+ Nhóm I: nhóm nước sông, suối bị ô nhiễm gồm suối Cóc và suối Khe Chom, có chỉ số WQI dao động từ 20 đến 35 tương đương mục đích sử dụng cho giao thông đường thủy và các mục đích tương tự khác. Đây là hai suối thuộc khu vực khai thác và chế biến quặng apatit.

+ Nhóm II: nhóm nước sông, suối bị ô nhiễm vừa gồm suối Ngòi Phát, Ngòi Đum, Đông Hồ, suối Trát, suối Mã Ngan phân bố ở khu vực khai thác và chế biến quặng apatit

và khu chế biến quặng Tằng Loỏng. Giá trị WQI từ 62 (Suối Ngòi Đum) đến 74 (Suối Đông Hồ). Với chất lượng nước thuộc nhóm này phù hợp sử dụng cho mục đích tưới tiêu hoặc các mục đích tương tự khác.

+ Nhóm III gồm suối Ngòi My, sông Hồng, suối chữ O, suối Nậm Xây, suối Chăn, suối Tả Phời … có giá trị WQI dao động từ 80 đến 92 là nhóm có chất lượng nước tương đối tốt có thể sử dụng cho cấp nước sinh hoạt nếu có biện pháp xử lý phù hợp. Các sông, suối nói trên chủ yếu phân bố ở khu vực khai thác đá vôi, đồng, vàng.

Từ kết quả phân tích trên cho thấy khu vực nước mặt bị ô nhiễm chủ yếu thuộc khu vực khai thác và chế biến apatit và khu vực Tằng Loỏng. Chất lượng sông, suối thuộc các khu vực còn lại như mỏ đá vôi, đồng, vàng … gần như chưa bị ảnh hưởng nhiều.

Phân tích thành phần chính PCA

PCA được sử dụng phân tích 11 thông số chất lượng nước gồm BOD_5, Cu, COD, pH, Fe, NO_2, NO_3, DO, Coliform, TSS, NH_4 bằng phần mềm thống kê SPSS. Vòng xoay nhân tố chính được thực hiện theo phương pháp xoay nguyên góc các nhân tố (Varimax with Kaiser Normalization) để tối thiểu hóa số lượng biến có hệ số lớn tại cùng một nhân tố nhằm tăng cường khả năng giải thích các nhân tố. Trong quá trình phân tích, tất cả các thông số có hệ số tương quan với thành phần chính lớn hơn 0,5 được giữ lại góp phần xác định thông số chất lượng nước đặc trưng và luận giải nguồn gốc gây ô nhiễm tại khu vực nghiên cứu. Kết quả đánh giá được tổng hợp ở bảng 3 và 4.

Từ bảng 3 và 4 cho thấy có 3 thành phần chính được rút trích giải thích được 84.451% tổng phương sai. Trong đó, thành phần 1 có tổng giá trị phương sai là 46.733% gồm các thông số NH_4^+, NO_3^-, NO_2^- và pH. Các thông số của thành phần 1 cho thấy nước mặt tại khu vực khai thác và chế biến quặng ảnh hưởng nhiều bởi chất dinh dưỡng chủ yếu là hợp chất của nitơ. Nguồn dinh dưỡng này có thể giải thích nguồn gốc ô nhiễm là do nguồn nước thải sinh hoạt phát sinh từ các công trường, khu vực chế biến quặng. Theo kết quả khảo sát, gần như không có hoạt động nông nghiệp xung quanh khu vực nghiên cứu. Vì vậy, ảnh hưởng chất dinh dưỡng do hoạt động nông nghiệp là rất nhỏ.

Thành phần chính thứ 2 gồm Fe, DO, TSS, Cu có tổng giá trị phương sai là 20.785%. Các thông số Cu, Fe trong thành phần chính PC2 được giải thích do nước mặt trong khu vực chịu ảnh hưởng bởi đặc điểm thành phần đất xung quanh, nơi các kim loại này có thể phát tán từ các hợp phần sét có trong tầng đất nơi dòng chảy qua. Các thành phần Fe hay Cu ít được giải thích liên quan đến hoạt động khai thác và chế biến quặng là do các loại quặng đồng, vàng chủ yếu phân bố trong đá biến chất trao đổi có cấu trúc rắn chắc gần như không bị phong hóa, rửa trôi vì vậy ít tác động tới môi trường nước mặt. Mặt khác, trong quá trình chế biến quặng, nước thải sản xuất được tái tuần hoàn sản xuất trở lại nên nước thải sản xuất không ảnh hưởng tới nước mặt tại khu vực nghiên cứu. Thông số TSS cho thấy nước mặt trong vùng chịu ảnh hưởng bởi bụi phát sinh từ hoạt động khai thác, vận chuyển quặng, phát tán và hòa tan vào hệ thống nước mặt. Ngoài ra cũng thành phần TSS có thể giải thích do quá trình xói mòn, rửa trôi đất nơi dòng chảy qua.

Thành phần chính thứ 3 gồm COD, BOD_5 và coliform với tổng giá trị phương sai là 16.932%. Thành phần chính thứ 3 cho thấy, nước mặt tại các khu vực khai thác và chế biến quặng chịu ảnh hưởng các hợp chất hữu cơ thể hiện thông qua nhu cầu oxy hóa hóa học và oxy cho các vi sinh vật oxy hóa các hợp chất hữu cơ cao. Thành phần chính thứ 3 được giải thích liên quan tới lượng nước thải mà chủ yếu là nước thải sinh hoạt với hàm

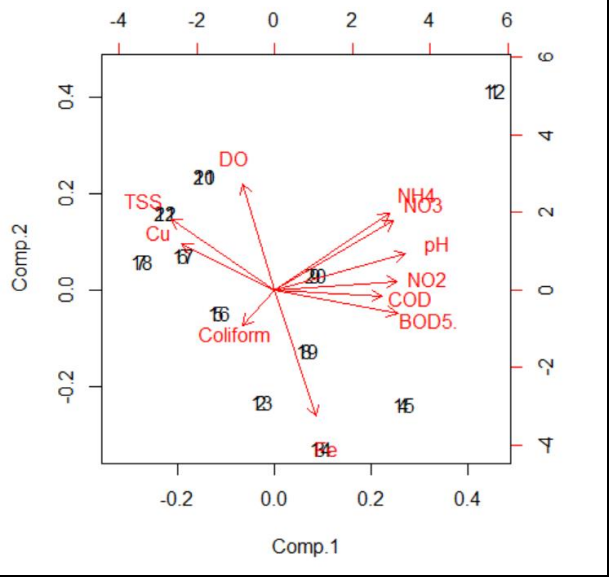
lượng COD và BOD_5 phát sinh từ các cơ sở khai thác và chế biến quặng.

Bảng 3. Bảng ma trận thông tin thành phần chính

Nhân tố	Eigenvalues khởi tạo			Tổng bình phương của hệ số tải nhân tố được trích			Tổng bình phương của hệ số tải nhân tố xoay		
	Tổng	% của phương sai	Tỷ lệ % tích lũy	Tổng	% của phương sai	Tỷ lệ % tích lũy	Tổng	% của phương sai	Tỷ lệ % tích lũy
1	5.141	46.733	46.733	5.141	46.733	46.733	4.056	36.868	36.868
2	2.286	20.785	67.519	2.286	20.785	67.519	2.655	24.140	61.008
3	1.863	16.932	84.451	1.863	16.932	84.451	2.579	23.443	84.451
4	.674	6.128	90.579						
5	.471	4.284	94.863						
6	.314	2.856	97.719						
7	.179	1.626	99.345						
8	.058	.529	99.874						
9	.013	.119	99.993						
10	.001	.007	100.000						
11	1.229 E-016	1.118E-015	100.000						

Bảng 4. Bảng ma trận xoay rút trích thành phần chính 6/2018

Ma trận xoay thành phần chính			
Thông số	Thành phần chính		
	1	2	3
NO_3^-	.960		
NH_4^+	.957		
pH	.919		
NO_2^-	.839		
Fe		-.880	
DO		.814	
TSS		.678	
Cu		.593	
COD			.900
Coliform			-.829
BOD5			.825



3. Kết luận

Kết quả phân tích cụm (CA) cho thấy chất lượng nước mặt trong khu vực nghiên cứu được chia làm 3 nhóm gồm nhóm ô nhiễm (nhóm I) có giá trị WQI từ 20 đến 35,

nhóm ô nhiễm vừa (nhóm II) có giá trị WQI từ 62 đến 74 và nhóm không bị ô nhiễm (nhóm III) có giá trị WQI trên 80. Trong đó, chất lượng nước suối tại khu vực nghiên cứu chủ yếu thuộc nhóm II và nhóm III. Các sông, suối gần tại khu vực khai thác và chế biến quặng apatit, khu vực Tằng Loỏng chủ yếu thuộc nhóm I và nhóm II cho thấy sông suối tại các khu vực này bị tác động mạnh hơn so với các khu vực còn lại. Kết quả phân tích cho phép xác định được 3 thành phần chính đồng thời giải được nguồn gốc gây ô nhiễm cho nước mặt chủ yếu là do các hợp chất hữu cơ (COD, BOD_5) và nhóm chất dinh dưỡng có trong nước thải sinh hoạt của các khu vực khai thác và chế biến quặng. Kết quả nghiên cứu cho thấy phương pháp phân tích thống kê có ý nghĩa quan trọng trong việc phân tích dữ liệu và luận giải nguồn gây ô nhiễm môi trường.

Tài liệu tham khảo

1. Sở Tài nguyên và môi trường. Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ 2018 mỏ apatit, tỉnh Lào Cai.
2. Sở Tài nguyên và môi trường. Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ 2018 mỏ đồng Sin Quyền, 2018, tỉnh Lào Cai.
3. Sở Tài nguyên và môi trường. Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ 2018 mỏ đồng Tả Phời, tỉnh Lào Cai.
4. Sở Tài nguyên và môi trường. Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ 2018 mỏ đá vôi Bắc Ngầm, tỉnh Lào Cai.
5. Sở Tài nguyên và môi trường. Báo cáo quan trắc môi trường định kỳ 2018 mỏ vàng Minh Lương, tỉnh Lào Cai.
6. Hoàng Trọng, Chu Nguyễn Mộng Ngọc, 2018. Phân tích dữ liệu nghiên cứu với SPSS. Nhà xuất bản Hồng Đức.
7. Tổng Cục Môi trường. Quyết định 879/QĐ-TCMT Về việc ban hành sổ tay hướng dẫn tính toán chỉ số chất lượng nước (WQI)

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

Application GIS to assess status and proposed water management of sat river in Hai Duong province

Chu Duy Bac[a1], Pham Thi Kim Oanh[b], Nguyen Khanh Huyen [c], Nguyen Thi Thu Phuong [d]

[a] *North Center of Environmental Monitoring (NCEM), VietNam Environment Adminstration (VEA)*

[b] *Center for Training and International Cooperation (CTIC)*
Vietnam Academy for Water Resources (VAWR)
[c]*Texhong Dyeing And Printing Vietnam*
dThai Nguyen University of Technology, Thai Nguyen University

Received: 12/3/2020; Revised: 23/10/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

The objective of this study is to apply water quality index (WQI) and GIS to assess the surface water quality of Sat river flowing through Hai Duong province from 2016 to 2018 and propose management solutions to improve surface water quality in accordance with socio-economic development of Hai Duong. In 2016, almost all parameters in the upstream area reached column B1 (QCVN 08-MT:2015/BTNMT). However, NH^{4+}-N (7.46 mg/l) is many times higher than A1 and B1 standards, namely 25 and 8 times, respectively; in 2018 NH^{4+}-N (4.13 mg/l) is also higher than A1 and B1 standards, namely 14 and 4 times, respectively. Ammonium concentration tends to decrease over the years. Besides, at Cat bridge (Hai Duong city), Phosphate concentration was highest in 2017 (0.72 mg/l), this value is 7 times higher than standard A1 and more than 2 times of B1 standard. The balance of water river management and protection and socio-economic development is an important task, so It is necessary to establish an integrated management area between the water used for economic development and the protected water area, identify the factors affecting the water source and assess the current state of pollution. Then, proposing measures to protect the environment to ensure appropriate water quality for socio-economic development in Hai Duong province.

Key Words: *GIS, Hai Duong, Sat river, surface water quality*

1. Introduction

Hai Duong is a province in the Red River Delta region of Vietnam and Hai Duong is located on the key economic region of North Vietnam. Water resource management is essential to ensure sustainable development not only in Hai Duong, but also in the Red River Delta, Vietnam. Sat River is a river in Bac Hung Hai irrigation system, taking Red River water from Gia Lam in Bat Trang area (Hanoi), then through Hung Yen and Hai Duong province. In Hai Duong, Sat flows from the West to the East. The river is about 19 km from West Ke Sat (Binh Giang) to Au Thuyen (Hai Duong city), which lies of three districts (Binh Giang, Cam Giang, Gia Loc) and Hai Duong city. It receives the water of the Cam Giang River in the Ghe Bridge (Cam Giang) and connects with the Dinh Dao River through the Ba Thuy Dam (Binh Giang district) (Hai Duong Statistical Office, 2017).

[1] **Corresponding author*
E-mail: chuduybac@gmail.com

The width of this river is from 50 to 60m, even some sections are more than 100m, and the bottom level is from 0 to 2.19m. The average water flow of Sat River measured by the Center of Monitoring and Analysis Environmental (Department of Natural Resources and Environment of Hai Duong) varies from year to year, at 15-19m ^{3}/s .

Sat River is an important river in Bac Hung Hai river system, with the function of irrigation, the flow of the river is regulated by man. In addition to supplying water for agricultural, industrial and aquaculture purposes, Sat river water also provides clean water to a part of residentials of Hai Duong city in Ha Hai area (southeastern Nam Cuong) and part of Gia Loc, Binh Giang and Cam Giang districts from clean water supply plants in Vinh Tuy commune (Binh Giang district), Trung Khanh, Thong Nhat communes (Gia Loc district) and Cam Dien commune (Cam Giang district) (Hai Duong Statistical Office, 2017; Center for Environmental Monitoring and Analysis of Hai Duong Province, 2018).

Besides, domestic and industrial wastewater on both sides of the river basin, is an important waterway transport branch for some medium-sized vessels moving in the region, Sat River also participates in the natural water cycle, maintains the water ecosystem and creates an environmental landscape for both sides of the river basin (Hai Duong Statistical Office, 2017; Center for Environmental Monitoring and Analysis of Hai Duong Province, 2018). Therefore, protecting the environment on the branch of Sat River is necessary. implications for the lives of the people in the region, especially those related to this tributary.

2. Methodology

2.1. The data processing method using the technique of calculating water quality index (WQI)

Water quality index (WQI) is an indicator that allows assessment of zoning of water quality for environmental management. WQI uses a scale from 0 to 100 to rate the quality of the water, with 100 being the highest possible score. In this study, WQI was identified to assess the status of water quality and assess the ability to use water at five monitoring points in the Sat river basin (in Hai Duong province) (Center for Environmental Monitoring and Analysis of Hai Duong Province, 2018;Vietnam Environment Administration, 2011).

Step 1: Collecting data from the monitoring points with nine parameters (DO, BOD_5, COD, $N\text{-}NH_4$, $P\text{-}PO_4$, TSS, turbidity, Total Coliform and pH).

Step 2: Calculating WQI according to the formula

After calculating the WQI for each of the parameters, the WQI calculation is applied according to the following formula:

Where:

WQIa: Calculated WQI value for 05 parameters: DO, BOD_5, COD, $N\text{-}NH_4$, $P\text{-}PO_4$:

$$WQI = \frac{WQI_{pH}}{100}\left[\frac{1}{5}\sum_{a=1}^{5} WQI_a \times \frac{1}{2}\sum_{b=1}^{2} WQI_b \times WQI_c\right]^{\frac{1}{3}}$$

WQIb: Calculated WQI value for 02 parameters: TSS, turbidity

WQIc: Calculated WQI value for the Total Coliform

WQIpH: Calculated WQI value for pH.

Step 3: Comparing WQI with WQI Quality Scale

Once the overall WQI score is known, it can be compared against the scale to determine how healthy the water is on a given day (Vietnam Environment Administration, 2011).

2.2. Method of applying geographic information system (GIS)

The data used was calculated from the Department of Natural Resources and Environment of Hai Duong province (Hai Duong Statistical Office, 2017; Vietnam Environment Administration, 2011).

Parameters in the photo manipulation process follow the guidance of the Ministry of Natural Resources and Environment using Vietnam national coordinate reference system (VN-2000) and WGS84 (World Geodetic System 1984) with UTM projection (horizontal cylindrical projection) (for large and medium scale maps). The maps are built by ArcGIS10.3 software:

a, Administrative map

- Based on the administrative data of the Vietnam Publishing House, delineating the boundaries of provinces, cities and study areas.
- Developing maps of Sat river basin

b, Map of the monitoring points, industrial zones *and pumping stations*

Based on the coordinates of monitoring points, there are 5 monitoring points, 5 industrial zones and 5 pumping stations on Sat river basin to serve the water quality interpolation problem.

Based on the coordinates of the 5 monitoring points according to the annual monitoring points of Center for environmental monitoring and analysis of Hai Duong, and used the points of industrial zones with discharge activities to Sat River; pumping stations affecting the Sat River can affect the math of interpolation of water quality.

c, IDW interpolation method

Spatial interpolation is the process of using points with known values to estimate values at other unknown points. This method determines the values of unknown points by averaging the distance of the values of the known points in the vicinity of each pixel. The farther points are from the points to be calculated, the less they will affect the calculated value.

The interpolation formula of this method:

$$Z = \frac{\sum W_i \times Z_i}{\sum W_i} \text{ With: } W = \frac{1}{d^k}$$

Where:

- i: Data points with known values
- n: Number of known points
- Zi: The i^{th} point value
- d: Distance to point i
- k: DWI constant

- Using IDW to partition water pollution according to the results of WQI:

ArcToolbox Window -> Spatial Analyst Tools -> Interpolation -> IDW.

d, Water quality zoning map according to WQI

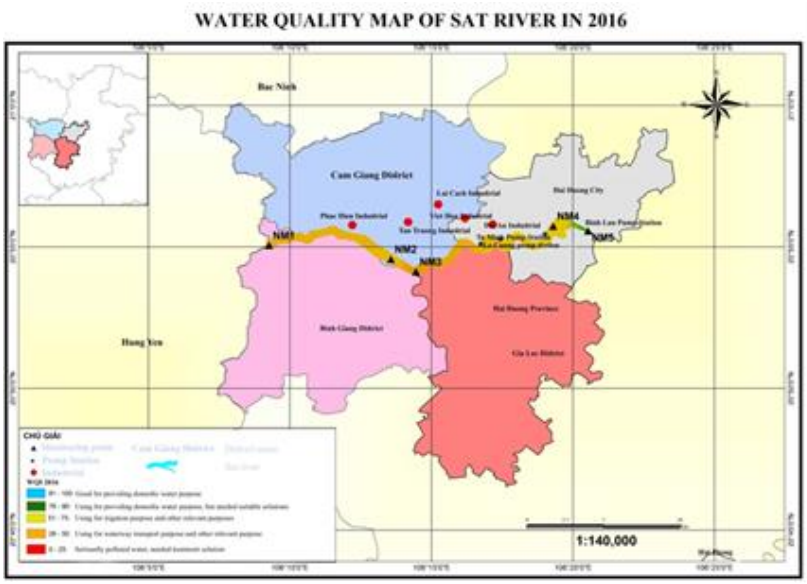
Conducting editing of zoning map of water quality in Sat river (the section in Hai Duong province) (Vietnam Environment Administration, 2011).

3. Results and discussions

3.1. Assessing Sat river water quality

a. Results of Sat river water quality in 2016, 2017 and 2018

Based on the spatial interpolation method using WQI from 2016 to 2017 of 5 monitoring points, the water quality maps of Sat river for 2016, 2017 and 2018 are shown in Figures 1, 2 and 3, respectively.



Figuge 1: The water quality map of Sat river in 2016

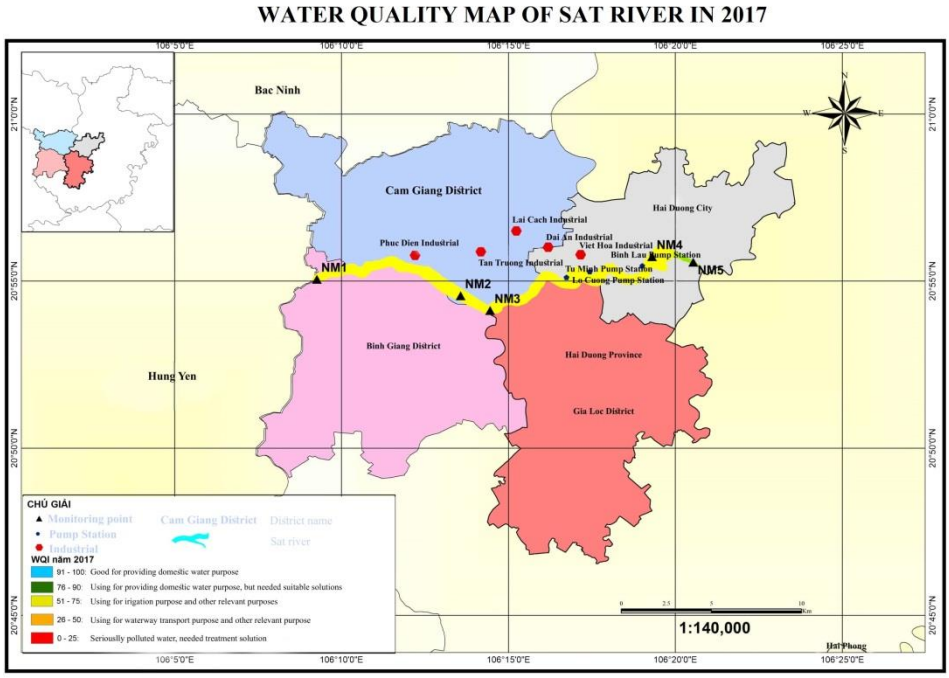
• *At the Sat bridge, Sat town, Binh Giang district*

The river water at this point is polluted by other provinces, WQI is low, greatly affecting the water quality of next sections.

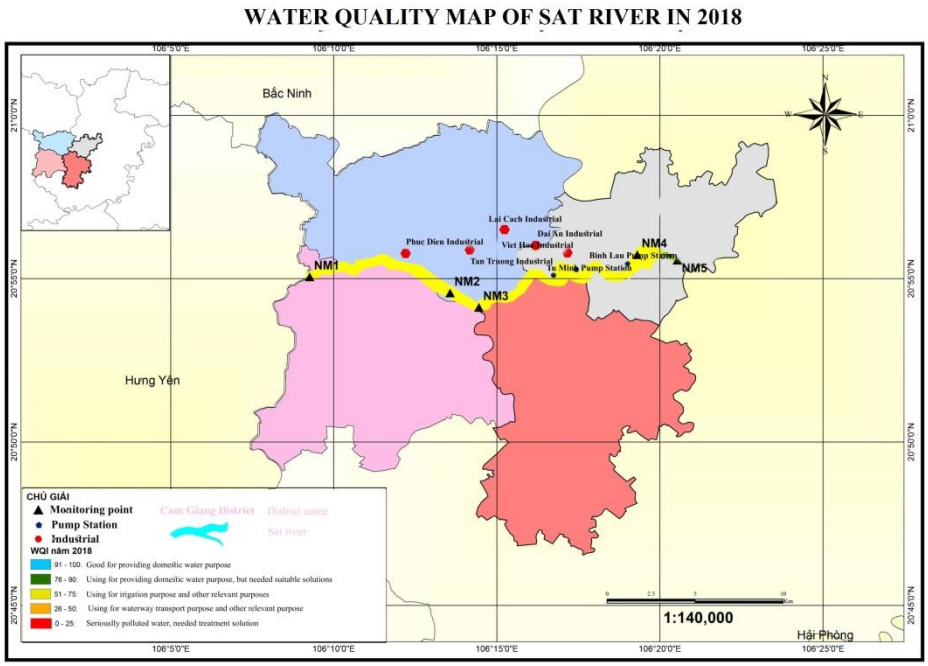
According to the assessment in 2016, 2017, the water quality according to WQI is suitable for irrigation purposes and other similar purposes. However, since 2017, 2018, industrial wastewater has been treated and controlled, the quality of this river water is better than the previous year. Therefore, in 2018, surface water at this location may be for domestic purposes but appropriate treatment is needed (Vietnam Environment Administration, 2011; Ministry of Natural Resources and Enviroment, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2015).

• *At Cau Cay points, Long Xuyen commune, Binh Giang district:* At this location, the impact of industrial wastewater from industrial zones such as Phuc Dien and Tan Truong industrial zones is quite polluted. Here is the point of connection between Cam Giang river flowing into Sat river, so the amount of pollution has been dissolved quite a lot. In 2017 and 2018, there was no change in river water quality compared to the previous year. It can be seen that industrial and domestic wastewater affects quite seriously on river water quality.

Evaluation of water quality according to WQI in 2016, 2018 shows that surface water quality at this location can be used for irrigation and other similar purposes. On the other hand, if pollution control is better, the surface water of this section can also be used for domestic purpose but appropriate treatment is needed. In 2017, the WQI water quality assessment showed that surface water quality at this site could be used for irrigation and other similar purposes (Vietnam Environment Administration, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2015).



Figuge 2: The water quality map of Sat river in 2017



Figuge 3: The water quality map of Sat river in 2018

• *At Luong Ngoc village, Thuc Khang commune, Binh Giang district*

Like Cau Cay, this is an area directly affected by wastewater from industrial zones such as Dai An, Viet Hoa and Lai Cach. The water quality at this location has a low WQI value, which indicates that the river water is polluted, requiring future remedies. Surface water in this area was assessed for navigation and other similar purposes in 2016. In 2017

and 2018, due to the severe pollution of the river in the previous year, there were many remedies as well as re-planning the discharge system into the Sat River at this location. Also, because of the management of waste sources, the quality of river water improved significantly. While in 2017, surface water in this area was assessed for irrigation and other similar purposes, in 2018, the WQI has increased significantly, if the pollution control is better, the surface water of this river can be used for domestic purposes when the water is treated (Vietnam Environment Administration, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2015).

• *At Can bridge, Hai Duong city*

Sat River at this location receives many sources of domestic wastewater from residential areas, industrial zones and others industrial companies in the Hai Duong city.

In 2016-2018, the WQI shows that surface water quality at this site can be used for irrigation and other similar purposes. In 2017, if water pollution was treated, the surface water of this section can also be used for domestic purposes. In 2018, it was built pumping stations to treat domestic wastewater before discharging into rivers such as Tu Minh and Lo Cuong pumping stations. However, with the densely population and the influence on industrial waste sources from facilities near this site, the quality of water is not improved. Therefore, this river section needs to be better managed and renovated in the future (Vietnam Environment Administration, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2015).

• *At the discharging wastewater of Hai Duong City 500m upstream*

Sat River at this location mainly receives many sources of domestic wastewater, but it is flowing through the Thai Binh River, so the pollutant neutralization is quite significant.

In 2016 and 2017, good water quality was assessed for the domestic water supply but appropriate treatment is needed. In 2018, Binh Lau pumping station was also installed to treat domestic wastewater before discharging into Sat river. Recently, the pumping stations are overloaded, so it is not possible to treat well domestic wastewater. As a result, water quality gradually becomes more polluted and water can be used for irrigation and other similar purposes. On the other hand, if pollution control is better, the surface water of this river section can also be used for domestic purposes but appropriate treatment is needed (Vietnam Environment Administration, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2011; Ministry of Natural Resources and Environment, 2015).

Based on the purpose of using river water, it can be divided into three regions as follows:

Region 1: The Southern Hai Duong economic region (Binh Giang district, Gia Loc)

This is an upstream area, the water quality in 2018 is quite good, suitable for the main water uses here are aquaculture, agriculture and waterway transportation.

Region 2: The Northern Hai Duong economic region (Cam Giang district)

There are many industrial zones in this area, so the amount of wastewater here is large, with high levels of pollutants, so the water quality in this area is becoming the most polluted section in Sat river. In addition to the purpose of using water for navigation, this area also gathers construction materials. Therefore, water quality in this area needs to be managed and properly planned.

Region 3: Central economic region (Hai Duong city)

Because this is the most densely populated area in the river basin, the amount of domestic wastewater is large, suitable only for navigation. and gathering construction materials.

3.2. Proposing water resource management by regions

Proposing water resource management to use Sat River water in the direction of socio-economic development with 03 areas: Conservation area - Upstream region (Region 1); Renovation region from Luong Ngoc village, Thuc Khang commune, Binh Giang district to Cau Cay, Long Xuyen commune, Binh Giang district (Region 2);

Active environmental management region - Downstream region (Region 3) (National Assembly XIII, 2012;National Assembly XIII, 2016; Vietnam Environment Administration, 2012;Vietnam Environment Administration, 2016; Nghiem Thi Thu, 2017; Cai Anh Tu, 2013; Hai Duong People's Committee, 2011, Hai Duong People's Committee, 2015; Hai Duong People's Committee, 2017). Besides, it is proposed to build a wastewater treatment plant in region 3 because The Central Economic Region (Hai Duong City) has a large amount of domestic wastewater, affecting the overall water quality of Hai Duong province based on WQI over the years (National Assembly XIII, 2012;National Assembly XIII, 2016; Vietnam Environment Administration, 2012;Vietnam Environment Administration, 2016; Nghiem Thi Thu, 2017; Cai Anh Tu, 2013.

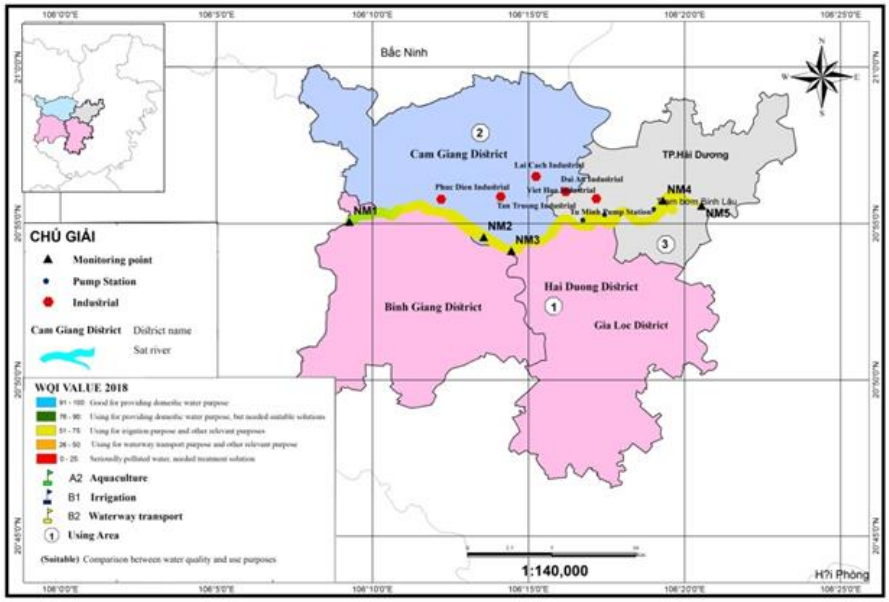


Figure 4: Orientation map for river water management zoning to 2025

From the Sat River water quality zoning map in 2016 shows that along the river from the upstream location to the downstream Sat river, WQI has low values suitable for irrigation purposes and other purposes. WQI value is lowest at Luong Ngoc village, (Binh Giang district) and at Cau Dat (Hai Duong city) because this is the location where many industrial zones are concentrated along these two river sections.Currently, on Sat river basin, there are 6 industrial zones located along the route 5A to Hanoi - Hai Phong, running parallel to Sat river branch, located to the north of the river, including industrial zones such as Dai An Industrial Park, Tan Truong Industrial Park, Phuc Dien Industrial

Park, Lai Cach Industrial Park, Viet Hoa - Kenmark Industrial Park discharge wastewater directly or indirectly into the Sat River.

At the location 500m upstream from Hai Duong city wastewater discharge point, the highest WQI index along the river, this river section mainly receives domestic wastewater from residential areas as well as domestic wastewater from industry zones.

4. Conclusions

The study assessed Sat River water quality for the period 2016-2018 in Hai Duong province through the aplication of GIS based on the WQI index. River water quality changes over time and by regions, since then, the study has proposed to divide into three regions to manage water resources in by the socio-economic development orientation of Hai Duong province, and to propose location for constructing a wastewater treatment plant in accordance with the water quality of Hai Duong province.

References

1. Cai Anh Tu, 2013. Proposal of scientific basis and quality zoning processriver water for use purposes, Vietnam Environment Administration Magazine.
2. Center for Environmental Monitoring and Analysis of Hai Duong Province, 2018. Periodic environmental monitoring reports.
3. Hai Duong People's Committee, 2011. Decision No. 3155 / QD-UBND approve the Planning of Hai Duong province up to 2020 with a vision to 2030.
4. Hai Duong People's Committee, 2015. Decision No. 3132 / QD-UBND Socio-economic development master plan of Hai Duong province in 2020, orientation to 2030.
5. Hai Duong Statistical Office, 2017. Statistical Yearbook.
6. Ministry of Natural Resources and Environment, 2011. QCVN 40/2011/BTNMT - National Technical Regulation on Indus trial Wastewater
7. Ministry of Natural Resources and Environment, 2015. QCVN 08/2015/BTNMT - National technical regulation on surface water quality.
8. National Assembly XIII, 2012. Law on Water Resources No. 17/2012 / QH13.
9. National Assembly XIII, 2014. Law on Environmental Protection No. 55/2014 / QH13.
10. Nghiem Thi Thu, 2017. Study on functional zoning according to the purpose of using surface water resources of Mong Duong river, Cam Pha city, Quang Ninh province.
11. People's Committee of Hai Duong Province, 2017. Decision No. 3962 / QD-UBND- The environmental protection planning of Hai Duong province up to 2020 is oriented to 2030.
12. Vietnam Environment Administration, 2011. Decision No.879/QD - TCMT Promulgating Instruction manual for calculating water quality index.
13. Vietnam Environment Administration, 2012. Zoning of Cau River basin according to use water purposes.
14. Vietnam Environment Administration, 2016. Report the results of zoning according to use water purposes in Nhue-Day river basin.

Available online at http://env.edu.vn/EMNR2020

EMNR 2020

Environmental Management and Natural Resources Development

The application of biochar to plant carbage (*Brassica oleracea*) on loamy sand soil in Thach Lien commune, Thach Ha district, Ha Tinh province

Phan Thi Thanh Nhan[a1], Mai Linh Dinh[a], Dang Thi Thu Hien[a]
[a]*Ha Tinh University, Vietnam*

Received: 5/3/2020; Revised: 16/12/2020; Accepted: 20/12/2020

Abstract

This paper presents the application results of biochar on loamy sand soil to plant cabbage in Ha Tinh province. Experimental design includes three formulas (F): CT1 is control sample (NPK fertilizer + composting manure); CT2 sample (NPK fertilizer + composting manure + biochar) and CT3 sample (75% NPK fertilizer + composting manure + biochar). The results showed that some physical and chemical properties of CT2 and CT3 samples (the soil sample were added biochar) were improved such as increasing pH_{KCl} from 0.35 to 0.55, increasing bio-available phosphorus content from 0.15 to 0.55 mg P_2O_5/100 g of soil; increasing bio-available postassium content from 0.5 to 1.5 mg K_2O/100 g of soil compared to CT1 control sample. Cabbage productivity in CT2 and CT3 samples were gained 2.59 tons/ha and 2.26 tons/ha, respectively. The exprimental results showed that the biochar application derived from by-products agricultural is a potential material to improve the types of infertile soils such as loamy sand soil, etc... with high economically and environmentally effective

Key Words: *loamy sand soil, Ha Tinh, carbage, fertilizer, biochar*

1. Introduction

According to Lehman J. and Joseph S. (2009), biochar is meant as a carbon-rich material (C) obtained from organic matter in a low oxygen condition [2]. The number of agricultural waste is considerable diversity because they were fired or released into the environment with the large annual number. This is a potential resource for producing biochar. The fact that the study of biochar has been only developed in recently years. In Japan, the putting biochar into the soil have been significantly concerned during 1980-1885 [2]. The application of biochar has drawn a variety scientist's attention for improving the soil quality around the world [3], including: to strengthen water, moisture holding capacity and decreasing soil tightness [1]; increasing crop soil saturation in the highlands [3]; to rise organic carbon (OC), pH, cation-exchange capacity in soil (CEC) [1]. In Vietnam, Vu Duy Hoang et al (2013) had studied the activation of biochar and fertilizer on the growth and productive of tomato in which planted on sandy soil in greenhouse cultivation. The study results showed that biochar affects greatly on rising the plant height, the number of branches each one; while the fertilizer impacts less on these indicators [4]. Thus, application of biochar is very suitable for areas where is located in the severe weather such as drought. Therefore, we have chosen to study the effect of

[1] *Corresponding author:*
nhan.phanthithanh@htu.edu.vn

biochar on the growth of cabbages in Thach Lien commune, Thach Ha district, Ha Tinh province; to explore the effects of biochar on crop productivity and growth as well as the ability to improve the quality of loamy sand soil in fields in Ha Tinh province.

2. Material and methods

2.1. Research subject

- Biochar material derived from agricultural sub--products like straw, rice husk, rice husk, corn cob. Natural burning process in the absence of oxygen from 2 ÷ 8 hours, to raise the temperature from 250 ÷ 800˚C.

- Loamy sand soi in Thach Lien commune, Thach Ha district, Ha Tinh province.

- Vegetable variety: Utilization of *Brassica oleracea* comes from Tan Nong Phat Trading Production Ltd. for planting.

2.2. Experimental design

Setup experiments for growing cabbage in the field is shown in the Table 1. The experimental steps as follow:

Table 1: Cabbage experimental design

F	Formula(Repeat 3 times)	Bed area (m^2)	Biochar (kg/m^2)	Manure (kg/m^2)	NPK (16: 16: 8 ratio) (kg / m^2)		
					N	P	K
CT1	Manure+NPK	69,9	0,0	1,0	0,028	0,060	0,016
CT2	Manure + biochar + NPK	69,9	0,1	1,0	0,028	0,060	0,016
CT3	Manure + biochar + 75% NPK	69,9	0,1	1,0	0,021	0,045	0,012

Each experimental bed in the CT1 sample (without biochar) was supplemented with 0.1 kg/m^2 biochar (equivalent to 1 ton/ha); 1 kg/m^2 (equivalent to 10 tons/ha) of manure during the fertilizing period. The size of the experimental bed of each household is (58.25 m x 1.2 m x 0.25 m), with an area of 69.9 m^2/bed and volume of 17.5 m^3/bed. The experiments were conducted by 3 formulas in 3 beds with the similar soil conditions. This was repeated 3 replications at 3 households. The growing season is late winter from mid-November to mid-December (lunar calendar). The temperature of the study area is about 15-20^{o}C.

2.3. Methods

2.3.1. Sampling and preservation methods

- Taking soil samples: Loamy sand in the field at the farmland (0-20 cm) according to zigzag points, put it into the plastic bags, transported to the laboratory and dried naturally. Procedures for sampling and preserving soil samples comply by Vietnamese standards (TCVN 4046: 1985, TCVN 7538-2: 2005, TCVN 2683: 2012 and TCVN 6647: 2000).

- Vegetable sampling: collecting vegetable samples according to Vietnamese standards (TCVN 9016: 2011).

2.3.2. Measurement of Plant growth

- The group of plant growth indicators such as: the number of leaves tree, leaf length, canopy diameter (cm) were tested by tape measure (Professional, Chinese, 1-5,000 mm). The growth indicators were periodically monitored at days D7, D14, D21, D28, D35 and D42. The canopy diameter (cm) was monitered to cyclically at D21, D28, D35 and D42. Bore diameter (cm)was monitered to cyclically at D49, D56, D63, D77 and

D82.

- Tight roll was estimated according to the formula: $P = \frac{G}{h_1 x h_2 x h_3 x 0,52}$ (1)

in which: P: tightness of roll (the closer to reach 1, the more tight the roll); G (g): average weight of cabbage; h1, h2, h3 (cm) 3-dimensional diameter; 0.52: adjustment factor.

2.3.3. Analytical methods

The analytical methods were used in this study including:

Soil pH (TCVN 5979: 2007); according to the Walkley Black (TCVN 8726:2012); total phosphorus (TP) of soil-phosphate total (% P_2O_5) by colorimetric method (TCVN 4052: 1985; TCVN 8940: 2011); easily digested phosphorus (P_2O_5 / 100 g soil) according to Bray II method (TCVN 8942: 2011); total nitrogen (TN) - nitrogen total (% N) by Kjeldahl method (TCVN 6498: 1999); total potassium (% K_2O) by flame photometer method (TCVN 8660: 2011); easily digested potassium (mg K_2O / 100 g soil) by flame photometer method (TCVN 8662: 2011); humidity (W%) and K dryness coefficient (TCVN 4196: 2012); Cation exchange - CEC (meq / 100g) by ammonium acetate method (TCVN 8568: 2010).

2.3.4. Statistical method and data processing

All experiments were done in triplicate, and the data were calculated as mean ± SD (standard deviation) and drawn by the software Mircosoft Excel 2013. Statistical significance was accepted at a level of $p < 0.05$.

3. Results and discussion

3.1. Characteristics of biochar and loamy sand soil

Table 2. Physical and chemical properties of biochar material

NO	Indicator	Unit	Result	Evaluate
1	pH_{KCl}		9,07	Alkaline
2	Organic Carbon (OC)	%	47,33	High
3	Total Nitrogen (N)	%	0,23	Medium
4	Total Photphorus (P_2O_5)	%	0,21	Medium
5	Total Potassium (K_2O)	%	1,47	Rather
6	Total Calcium (CaO)	%	0,67	Medium
7	Total magnesium (MgO)	%	0,27	Medium
8	Cation exchange (CEC)	%	13,37	Rather

The results showed that some characteristics of biochar materials derived from agricultural sub-products (including straw, rice husk, rice husk, corn cob) and shown in the table 2.

Acording to table 2, biochar materials include the high contents of nutrients. Especially, Organic carbon content is very high, occupied 47,33%.

Based on Table 3 the content of nutrients in the soil is quite low when compared to alluvial soil of Red river and Mekong river.

The soil was very sour (pH_{KCl} = 4.0), much lower than the average level of alluvial soil in the Red River Delta. According to TCVN 7377: 2004, pH_{KCl} of experimental soil is very sour. Organic carbon content (% OC) in soil is low comparison with alluvial soil (1.65%). The OC content of experimental soil is low. Total nitrogen (% N) in the

experimental soil is more poor than alluvial soil (0.1%). The nitrogen content of experimental soil is poor. The nitrogen content of the average surface layer (1.10%). Table 3 shows that the experiment time in a crop season has no significant changes in soil properties of the experimental area. However, in some indicators, there has been a tendency to change; in which pH_{KCl} has increased considerablely in the soil formulas supplemented with biochar. Thus, the addition of biochar to the soil initially has the positive effects on improving acidic soil properties in a better direction.

Table 3. Physicochemical properties of loamy sand soil studied

Indicator	**Before the experiment**	**After the experiment**		
		CT1	**CT2**	**CT3**
pH_{KCl}	4,00	4,05	4,40	4,60
Organic Carbon (%OC)	1,65	1,63	1,74	1,71
Total Nitrogen (% N)	0,10	0,11	0,12	0,11
Total Photphorus (% P_2O_5)	0,03	0,03	0,03	0,03
Eupeptic Photphorus (mg/ 100 g soil)	6,20	6,35	6,90	6,50
Total Potassium (% K_2O)	0,09	0,10	0,11	0,10
Eupeptic Potassium (mg/ 100 g soil)	8,20	9,00	10,50	9,50

3.2. Evaluate the effect of the combined biochar and fertilizer on yield of cabbage

3.2.1. Effect of formulas on the growth time of cabbage

In the climate condition of winter-spring crop in 2017, the experimental formula had the growth time from sowing to harvesting from 118 to 121 days, in which the period from planting to harvesting varies from 82-90 days (table 4).

Table 4: The growth time of cabbage vegetables

Formula	**Seeding day**	**Planting date**	**Spreading leaves (days**	**Rolling leaves (days)**	**Harvest (days)**
CT1	5/10/2017	10/11/2017	28 - 31	42 - 46	86 - 90
CT2	5/10/2017	10/11/2017	26 - 29	40 - 43	82 - 86
CT3	5/10/2017	10/11/2017	26 - 29	40 - 43	84 - 86

The formulas containing biochar have a positive impact on accelerating the growth of cabbage vegetables, shortening the growth time from 1 to 4 days compared to the formulas not supplemented with biochar.

3.2.2. Evaluate the effect of biochar on vegetable growth on loamy sand soil

Table 5: The number of cabbage leaves

F	**Number of leaves in the post-planting stages (leaves) (Value = Xtb ± S, n = 3)**						**Compared CT1 ratio (%)**
	7 D	14 D	21 D	28 D	35 D	42 D	
CT1	4,8 ± 1,2	6,7 ± 1,3	8,6 ± 1,1	11,5 ± 1,3	14,1 ± 1,4	18,8 ± 1,5	100,0
CT2	4,7 ± 1,3	6,9 ± 1,4	9,1± 1,0	12,3 ± 1,5	15,3 ± 1,1	21,5 ± 1,0	114,4
CT3	4,7 ± 1,3	6,8 ± 1,5	9,0 ± 1,0	12,0 ± 1,3	15,1 ± 1,0	21,2 ± 1,2	112,8

Table 5 shows that, the average *number of leaves* produced *per plant* in the formulas with biochar and fertilizer supplementation was higher than that of the control sample (CT1). In the first stage, the number of leaves produced *per plant* in the formula did not differ much. In later times, this was significantly different, particularly in CT2 and CT3, the number of leaves after 42 days, growing compared with CT1 was 2.4- 2.7 leaves, equivalent to an unconjugated increase in biochar applied in CT1 from 12.8% to

14.4%.

At the time of growth of cabbage leaves, the leaf length supplemented biochar formulas was more than the formula without biochar;

Table 6. Leaf length of cabbage

F	Leaf length (cm) (Value = Xtb ± S, n = 3)						Compared CT1 ratio (%)
	7 D	14 D	21 D	28 D	35 D	42 D	
CT1	7,4 ± 1,1	9,9 ± 1,0	13,1 ± 1,4	18,2 ± 1,8	23,9 ± 1,7	31,0 ± 2,5	100,0
CT2	7,3 ± 1,1	10,4 ± 1,1	15,1 ± 1,5	22,4 ± 1,9	28,5 ± 1,9	36,1 ± 1,8	116,5
CT3	7,4 ± 1,2	10,3 ± 1,2	14,9 ± 1,7	21,2 ± 1,8	27,3 ± 2,1	35,2 ± 2,0	113,5

Specifically, after 42 days of planting, the formula containing biochar in CT2 and CT3, length of cabbage leaves increased 5.1 cm and 4.2 cm respectively, compared with the formula without biochar (CT1), corresponding to leaf length up to 13.5% and 16.4% compared to CT1 (Table 6).

The area of cabbage canopy was increased constantly and increased strongly in the period of 42 days after planting; this is also the time when cabbage begins rolling. In the period of 35 to 42 days after planting, only in 7 days, the leaf canopy diameter in the experimental treatments increased from 9 to 12cm.

The formulas containing biochar, all had a positive impact on the rapid increase in the width of cabbage foliage from 9.1 cm and 10 cm compared to CT1. The ratio of the leaves of cabbage in CT2 (NPK + manure + biochar) increased to 16.9%, in CT3 (75% of NPK + manure + biochar) increased by 15.3%. (Table 7).

Table 7. Cabbage foliage width

F	Canopy width (cm) (Value = Xtb ± S, n = 3)				Compared CT1 ratio (%)
	21D	28 D	35 D	42D	
CT1	34,7 ± 2,0	41,3 ± 1,8	50,3 ± 1,5	59,3 ± 1,8	100,0
CT2	35,3 ± 2,1	46,0 ± 1,7	57,3 ± 1,4	69,3 ± 1,9	116,5
CT3	35,0 ± 2,1	45,2 ± 1,8	56,5 ± 1,7	68,4 ± 1,9	113,5

The combination of bio-fertilizer will increase the diameter of cabbage compared with the formula that does not combine biochar (Table 8).

Table 8. Cabbage diameter

F	Diameter (cm) (Value= X_{tb} ± S, n= 3)						Compared CT1 ratio (%)
	49D	56 D	63 D	70 D	77 D	84 D	
CT1	4,3 ± 1,3	5,8 ± 1,6	8,0 ± 1,4	12,6 ± 1,5	16,3 ± 1,8	19,0 ± 1,8	100,0
CT2	5,7 ± 1,5	6,9 ± 1,8	9,2 ± 1,7	14,1 ± 1,7	18,3 ± 1,8	21,1 ± 1,6	111,1
CT3	5,2 ± 1,7	6,6 ± 1,6	8,9 ± 1,9	13,5 ± 1,8	17,4 ± 1,5	20,7 ± 1,6	108,9

Specifically, after 84 days of planting, the cabbage diameter of CT1 is 19cm; For CT2 and CT3, the cabbage diameter increased by 21.1 ± 1.6 cm and 20.7 ± 1.6 cm respectively, to 1.7 cm and 2.1 cm compared to CT1. After 42 days of growing, cabbages in the formulas developed rapidly in the diameter of foliage and leaves starting rolling in.

3.2.3. Effect of formulas on criteria of quality and yield of cabbage

The tightness of cabbage in experimental treatments ranged from 0.55 to 0.58 g / cm^3, in which CT2 with an average density of 0.58 g / cm3 achieved the highest density in the experimental formulas experience. The formulas supplemented with biochar is higher density than the non-biochar formula were 0.05 and 0.02 g / cm3. Experimental formulas have an average commercial weight per tree from 0.92 kg / tree to 1.03 kg / tree. tons / ha). With the results of mathematical statistics processing, the coefficient of variation of the formula is CV = 3.46%; (Table 9).

Table 9. Density, volume and yield of cabbage

F	Tightness (g/cm^3)	Yield (kg/tree)	Actual yield (ton/ha)
CT1	0,53	0,92 ± 0,06	23,2 ± 0,7
CT2	0,58	1,03 ± 0,04	25,8 ± 1,3
CT3	0,55	1,01 ± 0,03	25,4 ± 0,8
CV%		3,44	3,46
$LSD_{0,05}$		0,08	1,94

3.3. Evaluating the economic efficiency of growing cabbage in Thach Lien commune

The use of biochar in combination with manure to grow cabbage has contributed significantly to improve efficiency and economic value for households (Table 10). Due to the reduction of input costs, net profit was the highest among the three experimental treatments (88,548,000 VND / ha).

Table 10. Economic efficiency of cabbage cultivation

F	Total expenditure (VND / ha	Total revenue (VND / ha)	Net earnings (VND / ha)	Rate coefficients
CT1	91.200.000	162.120.000	70.920.000	1,78
CT2	93.200.000	180.250.000	87.050.000	1,93
CT3	89.392.000	177.940.000	88.548.000	1,99

Note: Cabbage variety: VND 10,000,000 / ha. Pesticides: 2,000,000 VND / ha. Selling price of cabbage: 7,000 VND / kg.

4. Conclusion

Studied Biochar samples feature high pH and carbon, this improved the quality of acidic soil and increased yield of cabbage in Thach Liencommunes and Ha Tinh. The formulas supplemented biochar affected actively on soil pH, nutrient and carbon. The formulas with the both biochar and fertilizer (CT2 and CT3) increased the number of leaves, leaf length, canopy width and cabbage diameter compared to the control sample (CT1). The formula including the both biochar and inorganic fertilizers (CT2) gave the highest actual yield (25.8 ± 1.3 tons / ha). In CT3, when inorganic fertilizer reduction (75% NPK), net profit is the highest among the three formulas (reaching 88,548,000 VND / ha) and the highest interest rate (1.97). Thus, the formula name CT3 supplemented biochar and reduced NPK to 75% brings the highest economic efficiency between the formulas. Therefore, the formula contains biochar and fertilizers that help increase the nutrient absorption capacity in plant roots and leaf stems. Thus, the soil added biochar contributes to soil quality improvement and crop productivity.

5. References

1. Chan K. Y., Van Zwieten L., Meszaros I., Downie A., and Joseph S. (2007), Agronomic values of greenwaste biochar as a soil amendment, Australian Journal of Soil Research, **45**, 629–634.
2. Lehmann J., Joseph S. (2009), Biochar for environmental management: An introduction. In "Biochar for environmental management: Science and Technology", 1st edition, Lehmann J., Joseph S. (eds.), Earthscan publisher, International Biochar Initiative:Westerville, OH, USA, pp. 1-12.
3. Masulili A., Utomo W. H., Syechfani M.S. (2010), Rice husk biochar for rice based

cropping system in acid soil 1. The characterics tics of rice husk biochar and its influence on the properities of acid sulfate soils and rice growth in West Kalimantan, Indonesia, Journal of Agricultural Science, 2, No. 1, pp. 39-47.

4. Vu Duy Hoang, Nguyen Tat Canh, Nguyen Van Bien, Nhu Thi Hong Linh (2013), Effect of biochar and foliar fertilizers on the growth and yield of tomatoes grown on sandy soil, Journal of Science and Development, Ha Noi, 11, No. 5, p. 603-613.

5. Van Zwieten L., Kimber S.A., Downie A., Morris S.A., Petty S., , Rust J., and Chan K.Y. (2010), A glasshouse study on the interaction of low mineral ash biochar with nitrogen in a sandy soil, Australian Journal of Soil Research, 48, 569–576.