

TÁC ĐỘNG CỦA KHAI THÁC THAN ĐẾN CẢNH QUAN, MÔI TRƯỜNG VÀ SỬ DỤNG ĐẤT TẠI THÀNH PHỐ HẠ LONG, TỈNH QUẢNG NINH

Vũ Thắng Phương^{1,3*}, Đỗ Nguyên Hải¹, Võ Tử Can²

¹Khoa Quản lý Đất đai, Học viện Nông nghiệp Việt Nam

²Hội Khoa học đất Việt Nam; ³Vụ Khoa học và Công nghệ, Bộ Tài nguyên và Môi trường

*Email: vtphuong8@monre.gov.vn

Ngày gửi bài: 26.06.2018

Ngày chấp nhận: 02.08.2018

TÓM TẮT

Nghiên cứu này được thực hiện nhằm mục đích đánh giá tác động của hoạt động khai thác than đến cảnh quan, môi trường và sử dụng đất tại thành phố Hạ Long. Các phương pháp sử dụng gồm: thu thập số liệu, tài liệu thứ cấp; khảo sát thực địa; phỏng vấn 100 người dân bằng phiếu điều tra; biên tập bản đồ và thống kê số liệu, lấy mẫu và phân tích đất, nước. Kết quả nghiên cứu đã chỉ ra hoạt động khai thác than đã và đang ảnh hưởng đến sử dụng đất. Trong giai đoạn 2010 - 2017, diện tích khai thác than đã tăng 740,13 ha, diện tích rừng giảm 520,44 ha và độ che phủ rừng trong vùng than giảm 15,12%. Chất lượng đất cũng chịu tác động lớn từ hoạt động khai thác than, cụ thể: hàm lượng các kim loại nặng trong đất như: As, Pb, Cu, Zn và Cd tại khu vực bãi thải đã phục hồi và bãi thải đang đổ thải cao hơn nhiều so với QCVN 03-MT:2015/BTNMT (riêng As vượt so với QCVN từ 5,4 - 9,45 lần); hàm lượng Fe và Mn, chất rắn lơ lửng, COD trong nước tăng; pH nước mặt và nước ngầm giảm. Ngoài ra, hoạt động khai thác than cũng làm tăng nguy cơ sạt lở đất, bồi lấp sông, suối; biến đổi mạnh địa hình và ảnh hưởng đến cảnh quan chung của thành phố du lịch với di sản thiên nhiên thế giới Vịnh Hạ Long.

Từ khóa: Cảnh quan, khai thác than, môi trường, sử dụng đất, thành phố Hạ Long.

Impact of Coal Mining on Landscape, Environment and Land Use in Ha Long City, Quang Ninh Province

ABSTRACT

This study was conducted to assess the impact of coal mining on landscape, environment and land use in Ha Long City. The methods used for collecting data collection were secondary materials, field survey, household interview, map editing and data statistics, and soil and water sampling and analysis. The results showed that coal mining seriously affected land use. In the 2010 - 2017 period, the area of coal mining has increased 740.13 hectares while forest area decreased 520.44 hectares and land cover decreased 15.12%. Soil quality also degraded by coal mining. The content of heavy metals (As, Pb, Cu, Zn, and Cd) of coal waste dump sites was much higher than that of agricultural cultivated sites according to QCVN 03-MT:2015/MONRE standards. Particularly As was 5.4 to 9.45 times higher than QCVN 03-MT:2015/MONRE standard. Coal mining increased contents of Fe, Mn, TSS (total suspended solids) and COD and decreased pH in both surface water and in ground water systems. Moreover, coal mining activities resulted in increased landslides, landfill, and landform change, which accelerate natural disaster risks and landscape degradation in tourist areas in Ha Long city and in Ha Long Bay UNESCO's World Heritage.

Keywords: Coal mining, environment, landscape, land use, Ha Long city.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Đất đai và nguồn tài nguyên khoáng sản trong lòng đất là tiềm năng, nguồn lực quan

trọng trong sự nghiệp phát triển kinh tế - xã hội của các nước trên thế giới. Khai thác than là một trong những hoạt động phát triển kinh tế hàng đầu của thành phố Hạ Long nói riêng và

toàn tỉnh Quảng Ninh nói chung. Theo Bộ Công thương (năm 2016), trữ lượng than tại thành phố Hạ Long có tiềm năng khai thác rất lớn lên đến trên 530 triệu tấn. Tuy nhiên, chất lượng môi trường có xu hướng biến đổi mạnh theo chiều hướng đi xuống, khả năng xử lý nước thải và rác thải chỉ đạt 40% tổng lượng chất thải xả ra mỗi ngày tại thành phố Hạ Long. Tai biến thiên nhiên ngày càng tác động mạnh tới đời sống của dân cư thành phố Hạ Long nói chung và khu vực khai thác than nói riêng (UBND Hạ Long, 2015b). Đánh giá tác động của hoạt động khai thác than đến cảnh quan, môi trường, sử dụng đất của thành phố Hạ Long là rất cần thiết nhằm góp phần nâng cao hiệu quả cải tạo, phục hồi môi trường vùng than sau khai thác phục vụ phát triển bền vững thành phố du lịch Hạ Long và bảo vệ môi trường vùng di sản thiên nhiên thế giới - Vịnh Hạ Long.

2. ĐẶC ĐIỂM ĐỊA BÀN VÀ PHƯƠNG PHÁP

2.1. Đặc điểm địa bàn nghiên cứu

Vùng than tại thành phố Hạ Long nằm ở phía Bắc của thành phố với tổng diện tích là 3.441,31 ha (Bộ Công thương, 2016). Đây là khu vực thuộc ranh giới hành chính của 5 phường: Hà Lâm, Hà Tu, Hà Trung, Hà Phong và Hà Khánh.

Vùng than thành phố Hạ Long có 9 mỏ đang hoạt động thuộc sự quản lý của 6 doanh nghiệp Nhà nước. Trong đó, có 5 doanh nghiệp trực thuộc Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) và doanh nghiệp còn lại thuộc Tổng Công ty Đông Bắc (Bộ Quốc Phòng). Vùng than có 3 mỏ lớn khai thác lộ thiên, 3 mỏ vừa khai thác lộ thiên vừa khai thác

hầm lò và 3 mỏ khai thác hầm lò. Các công trình phụ trợ cho khai thác than trong thành phố Hạ Long gồm một nhà máy chế biến than, các kho than và cảng than.

2.2. Thu thập số liệu thứ cấp

Thu thập các số liệu có sẵn liên quan đến hoạt động khai thác than, cảnh quan môi trường và sử dụng đất tại Tập đoàn Công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam; phòng Tài nguyên và Môi trường (TN & MT), phòng Nông nghiệp thành phố Hạ Long; sở TN & MT tỉnh Quảng Ninh.

2.3. Điều tra, khảo sát thực địa

Điều tra, khảo sát thực địa về hoạt động khai thác than, cảnh quan, môi trường và hiện trạng sử dụng đất tại khu vực trong vùng than và các vùng lân cận chịu ảnh hưởng từ hoạt động khai thác than của thành phố Hạ Long trong giai đoạn từ năm 2012 đến năm 2017.

2.4. Điều tra người dân

Sử dụng mẫu phiếu điều tra có sẵn, tiến hành thu thập ý kiến của 100 người dân địa phương sinh sống tại vùng than và các vùng lân cận chịu tác động của hoạt động khai thác than. Tổng hợp số liệu địa điểm và số phiếu điều tra được nêu tại bảng 1.

2.5. Biên tập bản đồ và thống kê số liệu

Sử dụng bộ phần mềm Microstation và Mapping Office chuẩn hóa bản đồ hiện trạng sử dụng đất thành phố Hạ Long các năm 2010, 2015, 2017, sau đó biên tập 3 bản đồ hiện trạng sử dụng đất vùng than các năm 2010, 2015, 2017 tương ứng theo ranh giới quy hoạch vùng

Bảng 1. Khu vực điều tra và số lượng phiếu

STT	Khu vực điều tra theo mục đích	Địa bàn phường	Số lượng phiếu
1	Khu vực sản xuất nông nghiệp	Hà Phong	20
2	Khu vực dân cư gần mỏ khai thác hầm lò	Hà Lâm	40
3	Khu vực nước thải mỏ chảy ra suối, biển	Hà Phong, Hà Tu	20
4	Khu vực có sử dụng nước ngầm	Hà Phong, Hà Tu, Hà Lâm, Hà Khanh, Hà Trung	20
Tổng số phiếu			100

khai thác than. Từ kết quả bản đồ hiện trạng trên có thể thống kê diện tích các loại hình sử dụng đất trong vùng than, từ đó tính biến động đất đai vùng than giai đoạn từ năm 2010 - 2017.

2.6. Lấy mẫu, phân tích đất, nước

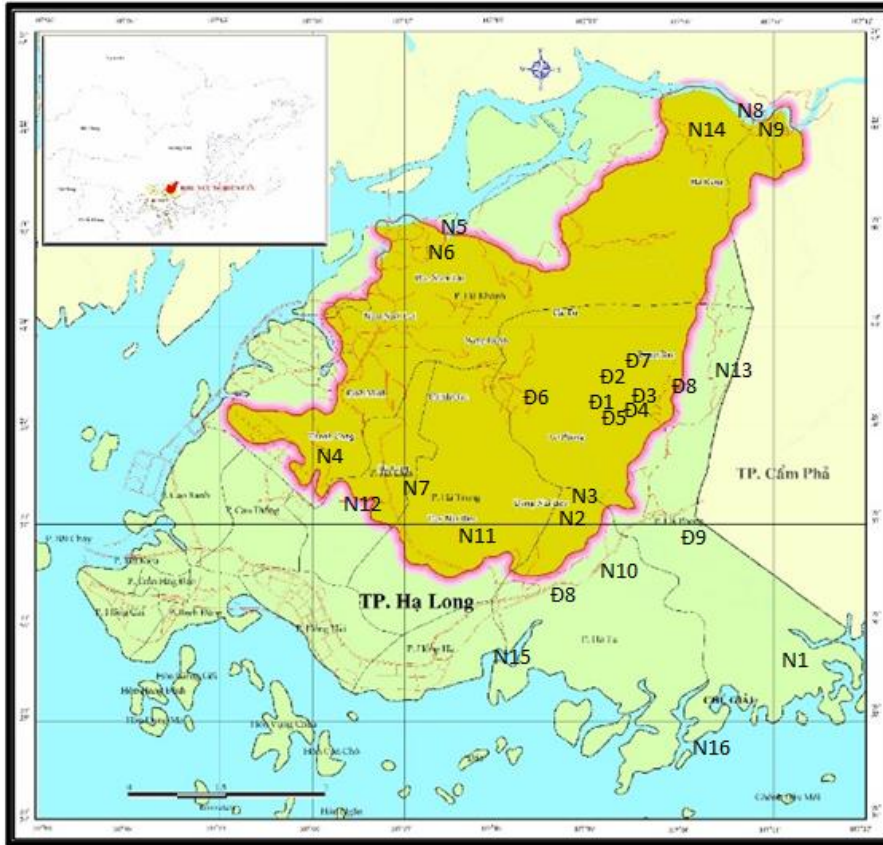
Mẫu nước được lấy tại vùng nghiên cứu vào tháng 2 và tháng 8 năm 2016 (đặc trưng cho mùa khô và giữa mùa mưa), mẫu đất được lấy vào tháng 8 năm 2016. Tiêu chí chọn điểm lấy mẫu với các điểm có tính đặc trưng, tiêu biểu cho từng khu vực trong thành phố, khu vực lựa chọn là nơi có khả năng chịu tác động mạnh và có nguy cơ ô nhiễm cao do hoạt động khai thác than

theo khả năng lan truyền từ nơi phát tán ô nhiễm với nguyên tắc từ gần đến xa: ô nhiễm đất từ các bãi thải đến khu vực lân cận cho đến khu vực sản xuất nông nghiệp; ô nhiễm nước từ khu vực nguồn xả nước thải mở đến nước mặt như suối, sông, nước ngầm như nước giếng đào, nước biển ven bờ như tại các điểm tiếp nhận các suối chảy ra biển, cảng rớt than.... Tổng số mẫu đất (ký hiệu là Đ) là 9 mẫu, tổng số mẫu nước (ký hiệu là N, lấy vào mùa mưa và mùa khô) là 16 mẫu (9 mẫu nước mặt, 5 mẫu nước ngầm, 2 mẫu nước biển ven bờ).

Các điểm lấy mẫu được mô tả cụ thể tại bảng 2 và hình 1.

Bảng 2. Vị trí lấy mẫu đất và nước tại vùng nghiên cứu

Ký hiệu mẫu	Đặc điểm khu vực lấy mẫu	Tọa độ	
		Kinh độ	Vĩ độ
Đ1	Đất vùng đình bãi thải Nam Lộ Phong, trên lớp phủ đã có cây trồng	20°58'43"N	107°09'15"E
Đ2	Đất sườn dốc thải khu vực phía bắc bãi thải Nam Lộ Phong	20°58'50"N	107°09' 42"E
Đ3	Đất chân sườn khu vực đổ thải có lớp phủ là cây bụi	20°58'42"N	107°09'39"E
Đ4	Đất khu vực có lớp rừng trồng che phủ, bề mặt tương đối bằng phẳng của bãi thải	20°58'28"N	107°09'02"E
Đ5	Đất khu vực rừng được trồng phục hồi nhưng thành phần loài còn nghèo và độ dốc trung bình của bãi thải	20°58'52"N	107°09'09"E
Đ6	Đất ven suối khu khai thác than phường Hà Phong	20°58'15"N	107°09'16"E
Đ7	Đất vườn nhà hộ dân sát khu khai thác than mỏ Hà Tu, phường Hà Phong	20°58'15"N	107°09'06"E
Đ8	Đất vườn nhà hộ dân sát khu khai thác than mỏ Núi Béo, phường Hà Tu	20°58'39"N	107°08'51"E
Đ9	Đất trồng hoa màu khu vực phường Hà Phong	20°58'33"N	107°09'12"E
N1	Nước mặt Hồ Khe Cá	20°58'07"N	107°09'13"E
N2	Nước mặt Suối Hà Tu	20°56'35"N	107°08'11"E
N3	Nước mặt Suối Lộ Phong (ngay chân cầu Lộ Phong)	20°57'49"N	107°09'53"E
N4	Nước mặt suối khu ngã 3 suối đoạn qua mặt bằng +48 Cao Thắng	21°00'32"N	107°07'52"E
N5	Nước mặt Cảng Làng Khánh	20°56'55"N	107°08'20"E
N6	Nước mặt Suối Giáp Khẩu	20°55'53"N	107°08'11"E
N7	Nước mặt Cầu nước Mặn (sau hệ thống xử lý nước thải mỏ Hà Lâm)	20°57'58"N	107°06'59"E
N8	Nước mặt Cảng Hà Ráng (Sông Diễn Vọng)	21°01'53"N	107°09'51"E
N9	Nước mặt Suối Hà Ráng (gần cổng Công ty than Hà Ráng)	21°01'02"N	107°10'43"E
N10	Nước ngầm tại giếng khơi thuộc phường Hà Tu	20°57'35"N	107°09'16"E
N11	Nước ngầm tại giếng khơi thuộc phường Hà Trung	20°57'20"N	107°07'36"E
N12	Nước ngầm tại giếng khơi thuộc phường Hà Lâm	20°58'03"N	107°06' 33"E
N13	Nước ngầm tại giếng khơi thuộc phường Hà Phong	20°58'16 "N	107°09'33"E
N14	Nước ngầm tại giếng khơi thuộc phường Hà Khánh	21°00'11 "N	107°06'54"E
N15	Nước biển ven bờ khu vực Cảng rớt than nhà máy tuyển than Nam Cầu Trắng	20°56' 42"N	107°08'08"E
N16	Nước biển ven bờ khu vực tiếp nhận nước suối Lộ Phong	20°56'50"N	107°11'16"E



Hình 1. Sơ đồ các vị trí lấy mẫu tại thành phố Hạ Long

Các quy chuẩn kỹ thuật quốc gia dùng để so sánh gồm: QCVN 03-MT:2015/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng đất), QCVN 08-MT:2015/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt), QCVN 09-MT:2015/BTNMT (Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước ngầm) và QCVN 10-

MT:2015/BTNMT (quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển).

Các mẫu được phân tích tại phòng thí nghiệm (số hiệu VILAS 396) của Trung tâm Quan trắc TN & MT, Sở TN & MT tỉnh Quảng Ninh. Các phương pháp lấy mẫu và phân tích các chỉ số trong đất và nước được trình bày tại bảng 3 và 4.

Bảng 3. Phương pháp lấy mẫu và phân tích đất

Thông số	Phương pháp phân tích, số hiệu tiêu chuẩn
Lấy mẫu	- TCVN 5297:1995 - Chất lượng đất - Lấy mẫu - Yêu cầu chung; - TCVN 7538-2:2005 (ISO 10381-2:2002) - Chất lượng đất - Lấy mẫu Phần 2: Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu; - TCVN 6647:2007 (ISO 11464:2006) Chất lượng đất - Xử lý sơ bộ mẫu để phân tích hoá - lý.
pH _{KCl}	TCVN 6862:2000
As	TCVN 8467:2010 (ISO 20280:2007)
Cd, Pb, Cu và Zn tổng số	TCVN 6496:2009 - Chất lượng đất - Xác định crom, cadimi, coban, đồng, chì, mangan, niken, kẽm trong dịch chiết đất bằng cường thủy. TCVN 6496:2009 (ISO 11047: 1998) Sử dụng phương pháp quang phổ hấp thụ nguyên tử ngọn lửa
Fe di động	TCVN4618:1988

Bảng 4. Phương pháp lấy mẫu và phân nước

Thông số	Phương pháp phân tích, số hiệu tiêu chuẩn
Lấy mẫu	- TCVN 6663-1:2011 (ISO 5667-2:2006) - Chất lượng nước - Lấy mẫu - Phần 1: Hướng dẫn kỹ thuật lấy mẫu - TCVN 6663-3:2008 (ISO 5667-3:2003) - Chất lượng nước - Lấy mẫu. Hướng dẫn bảo quản và xử lý mẫu - Phương pháp lấy mẫu nước sông suối - TCVN 6663-6:2008 (ISO 5667-6:2005) - Chất lượng nước - Lấy mẫu - Phần 6: hướng dẫn lấy mẫu ở sông và suối - Phương pháp lấy mẫu nước ngầm: TCVN 6000:1995 (ISO 5667-11: 1992) - Chất lượng nước - Lấy mẫu. Hướng dẫn lấy mẫu nước ngầm - Phương pháp lấy mẫu nước biển: TCVN 5998:1995 (ISO 5667 -9: 1987) - Chất lượng nước - Lấy mẫu. Hướng dẫn lấy mẫu nước biển
pH	TCVN 6492:2011 (ISO 10523:2008) - Chất lượng nước - Xác định pH
Độ đục (NTU)	TCVN 6184 - 1996 (ISO 7027 - 1990) hoặc SMEWW 2130 B
Độ cứng	- SMEWW 2340.B:2012
Ôxy hòa tan (DO)	- TCVN 7325:2004 (ISO 5814:1990) - Chất lượng nước - Xác định ôxy hòa tan - Phương pháp đầu đo điện hóa.
Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	- TCVN 6625:2000 (ISO 11923:1997), Chất lượng nước - Xác định chất rắn lơ lửng bằng cách lọc qua cái lọc sợi thủy tinh.
COD	- SMEWW 5220.B:2012;
Asen (As)	- TCVN 6626:2000 (ISO 11969:1996), Chất lượng nước - Xác định asen. Phương pháp đo hấp thụ nguyên tử (kỹ thuật hydrua).
Cadimi (Cd)	- TCVN 6197:2008 - Chất lượng nước. Xác định cadimi bằng phương pháp đo phổ hấp thụ nguyên tử
Chì (Pb), Cu, Zn	- TCVN 6193:1996 (ISO 8288:1986) - Chất lượng nước - Xác định coban, niken, đồng, kẽm, cadimi và chì. Phương pháp trắc phổ hấp thụ nguyên tử ngọn lửa
Sắt (Fe)	- TCVN 6177:1996 (ISO 6332:1988) - Chất lượng nước - Xác định sắt bằng phương pháp trắc phổ dùng thuốc thử 1,10 - phenantrolin.
Thủy ngân (Hg)	- TCVN 7877:2008 (ISO 5666:1999) - Chất lượng nước - Xác định thủy ngân
Mangan (Mn)	- TCVN 6002:1995 (ISO 6333:1986) - Chất lượng nước - Xác định mangan - Phương pháp trắc quang dùng fomaldoxim
SO ₄ ²⁻	- SMEWW 4500-Sulfate-E
Tổng dầu, mỡ	- SMEWW 5520.B:2012

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

3.1. Tác động của hoạt động khai thác than đến tài nguyên đất và sử dụng đất

3.1.1. Biến động sử dụng đất

Hoạt động khai thác than là nguyên nhân gây biến động sử dụng đất của thành phố Hạ Long nói chung và vùng than nói riêng (Đặng Thị Hải Yến, 2014). Tại vùng than, đất cho khai thác than luôn biến động theo từng giai đoạn, trong giai đoạn 2010 - 2017. Trong giai đoạn này, tổng diện tích khai thác than đã tăng 740,13 ha. Nguyên nhân của sự gia tăng đất khai trường, đất bãi thải là do sản lượng khai thác than hàng năm tăng. Phần diện tích tăng lên của đất khai thác than được chuyển đổi từ đất đồi núi chưa sử dụng (340,13 ha), đất rừng

phòng hộ và rừng sản xuất (400 ha). Diện tích các bãi thải tại vùng than thành phố Hạ Long không ngừng tăng nhanh do hiện nay các mỏ lộ thiên đều cơ bản sử dụng hệ thống bãi thải ngoài với công nghệ đổ thải ô tô - xe gạt. Số liệu thống kê theo bản đồ hiện trạng sử dụng đất vùng than năm 2010, 2015 và 2017 cho thấy vùng than nghiên cứu có 9 loại hình sử dụng đất với diện tích và biến động được nêu chi tiết tại bảng 5.

Như vậy trong giai đoạn từ năm 2010 đến năm 2017 diện tích đất rừng sản xuất có sự biến động lớn nhất, giảm 505,5 ha (76,97%), đất cho hoạt động khai thác than tăng 740,13 ha (35,34%). Diện tích đất bãi thải cũng tăng mạnh với 421,24 ha (44,28%). Nguyên nhân chủ yếu là do việc khai thác lộ thiên cần san gạt lớp

Bảng 5. Biến động sử dụng đất tại vùng than thành phố Hạ Long giai đoạn 2010 - 2017 (ha)

STT	Loại đất	2010	2015	2017	Biến động diện tích giai đoạn 2010 - 2017	Tỷ lệ biến động 2017/2010 (%)
1	Đất khai thác than (SKS)	1354,14	1831,83	2094,27	+740,13	+35,34
	- Trong đó đất bãi thải	536,89	717,29	958,13	+421,24	+44,28
2	Đất rừng phòng hộ (RPH)	351,03	303,25	336,12	-14,91	-4,44
3	Đất rừng sản xuất (RSX)	1162,21	939,55	656,71	-505,5	-76,97
	- Độ che phủ rừng, %	43,97	36,11	28,85		-15,12
4	Đất ở đô thị (ODT)	161,33	177,59	158,73	-2,6	-1,64
5	Đất sản xuất kinh doanh (SKC)	78,65	85,65	89,92	+11,27	+12,53
6	Đất quốc phòng (QPH)	15,12	25,85	26,94	+11,82	+43,88
7	Đất nghĩa trang (NTD)	21,12	22,17	22,38	+1,26	+5,63
8	Mặt nước (MNC)	38,11	55,42	56,24	+18,13	+32,24
9	Đất chưa sử dụng (CSD)	259,6	0	0	-259,6	-100,00
Tổng số		3441,31	3441,31	3441,31		

đất, đá bề mặt để khai thác lớp than ở dưới nên lượng đất đá đổ thải lớn làm tăng cao diện tích bãi thải mỏ.

3.1.2. Suy giảm độ che phủ rừng

Việc khai thác than ở thành phố Hạ Long trong thời gian qua đã làm suy kiệt tài nguyên rừng, mạnh nhất là rừng tự nhiên tại các khu vực có khai thác than lộ thiên. Theo UBND thành phố Hạ Long (2015a) trong giai đoạn 1993 - 2015 tại khu vực Hà Ráng diện tích rừng giảm gần 80%. Hiện nay, ở thành phố Hạ Long, đất có rừng chỉ còn chiếm khoảng 15%. Ở khu vực nghiên cứu, diện tích đất rừng giảm dần theo thời gian tỷ lệ thuận với việc tăng diện tích khai thác than. Từ số liệu thống kê tại bảng 5 có thể tính tỷ lệ che phủ rừng trong vùng than (bằng tổng diện tích rừng trên tổng diện tích vùng than) trong 8 năm đã giảm từ 43,97% năm 2010 xuống còn 28,85% năm 2017. Qua điều tra, khảo sát thực tế cho thấy, phần lớn diện tích rừng giảm là do mở rộng khai trường, bãi thải mỏ, bãi sàng tuyển than, cảng, đường giao thông và lấy gỗ phục vụ chống lũ. Theo kế hoạch khai thác của TKV, đến năm 2020, sản lượng than khai thác hầm lò đạt khoảng 11 triệu tấn và tiếp tục tăng đến 17 triệu tấn vào năm 2030, do

đó nếu chỉ sử dụng gỗ chống lũ sẽ cần lượng gỗ trung bình khoảng 500.000 - 800.000 m³/năm (Đặng Thị Hải Yến, 2014). Như vậy, việc chuyển diện tích rừng sang diện tích khai trường, khai thác quá mức gỗ là những nguyên nhân chủ yếu dẫn tới suy giảm rừng tại thành phố Hạ Long.

3.1.3. Suy giảm chất lượng đất nông nghiệp

Để xác định ảnh hưởng của khai thác than tới chất lượng đất, nhóm tác giả đã phân tích pH và KLN trong 9 mẫu đất tại khu vực bãi thải, rừng phục hồi trên bãi thải và đất nông nghiệp gần khu vực khai thác than. Số liệu phân tích tại bảng 6 cho thấy hàm lượng của các KLN như As, Cd, Pb, Cu, Zn cơ bản đều ở mức cao hơn so với quy định tại QCVN 03-MT:2015/BTNMT. Theo kết quả phân tích mẫu cho thấy hàm lượng Pb cao, vượt quá giới hạn cho phép từ 1,67 - 1,80 lần. Hàm lượng As trong đất bãi thải vượt giá trị giới hạn cho phép từ 5,4 - 9,45 lần. Đất nông nghiệp của thành phố Hạ Long chủ yếu để trồng hoa và rau màu, tập trung tại khu vực phường Hà Phong (cách chân bãi thải Nam Lộ Phong nơi gần nhất là 712 m) nên nguy cơ đất bị ô nhiễm KLN khá cao, kết quả phân tích cho thấy chỉ số Cd, Pb²⁺ đều vượt cao hơn so với quy định cho phép.

Bảng 6. Kết quả phân tích mẫu đất thành phố Hạ Long

STT	Ký hiệu	pH	As ²⁺	Cd	Pb ²⁺	Cu	Zn	Fe
			mg/kg					
1	Đ1	5,9	115,53	0,95	90,44	167,35	228,51	54.408,28
2	Đ2	5,3	189,56	2,56	99,13	103,98	638,94	90.359,03
3	Đ3	5,1	198,88	2,28	93,45	100,07	619,60	88.274,65
4	Đ4	5,2	108,74	1,21	84,62	105,24	484,02	59.627,47
5	Đ5	5,3	188,71	1,95	89,38	69,97	320,35	64.980,81
6	Đ6	5,62	8,52	1,95	86,21	35,83	94,93	88.274,65
7	Đ7	5,65	10,11	0,86	18,43	16,29	64,74	46.623,77
8	Đ8	5,34	9,3	0,93	15,01	16,52	63,54	40.692,70
9	Đ9	5,32	7,43	1,62	88,2	27,34	85,67	
QCVN 03-MT:2015/BTNMT (Đất nông nghiệp)		-	15	1,5	70	100	200	-
(Đất lâm nghiệp)		-	20	3	100	150	200	-



Hình 2. Khu vực sản xuất nông nghiệp và dân cư phường Hà Phong

Ghi chú: Tác giả chụp từ đỉnh bãi thải Nam Lộ Phong ngày 20/12/2013.

Theo báo cáo hiện trạng môi trường thành phố Hạ Long năm 2013 (Sở TN & MT tỉnh Quảng Ninh, 2014), nồng độ các nguyên tố phóng xạ U, Th, K, Rn trong hầm lò, moong khai thác, nước trong các vũng lạch trên bãi thải cao hơn những nơi khác. Sự gia tăng hàm lượng nguyên tố phóng xạ trong đất tại khu vực

khai thác than cũng làm giảm giá trị sinh thái, đặc biệt tại các phường chịu tác động trực tiếp từ khai thác than như các phường Hà Lâm, Hà Tu, Hà Khánh, Hà Trung và Hà Phong.

Theo Hồ Sỹ Giao (2010), hoạt động khai thác than gây nhiều tác động tiêu cực đối với đất sản xuất nông nghiệp. Chất thải trong khai

thác và chế biến than làm phát sinh một số chất gây hại cho môi trường như Fe, H₂SO₄ và một số kim loại nặng (KLN) làm suy thoái chất lượng đất canh tác khu vực và các vùng lân cận.

Như vậy, qua nghiên cứu của tác giả cũng như nhiều nhà nghiên cứu khác có thể khẳng định việc khai thác than đã và đang tác động lớn đến chất lượng đất nông nghiệp làm ảnh hưởng đến khả năng sản xuất nông nghiệp của địa phương.

3.1.4. Sạt lở, xói mòn đất đá

Xói mòn, rửa trôi và sạt lở đất là ba quá trình bề mặt đặc trưng của vùng khai thác than. Hiện tượng xói mòn, rãnh xói và trượt lở xảy ra rất phổ biến trên các khai trường khai thác than. Các khối trượt có thể có thể tích từ 500 - 2000 m³ đất đá và thường hay xuất hiện ở những bãi thải lớn như Chính Bắc, Nam Lộ Phong (Hồ Sỹ Giao, 2010). Theo UBND thành phố Hạ Long (2015b), các hoạt động khai thác than đá đã làm cải biến bề mặt địa hình, mất lớp phủ thực vật, tạo nên các tầng đất vụn rời rạc, đặc biệt là trên các bề mặt bãi thải làm tăng mạnh quá trình xói mòn.

Hoạt động xói mòn theo các khe rãnh trong các đợt mưa lũ lớn kết hợp với hiện tượng trượt lở đất, lũ bùn đá trong các khu vực bãi thải khai thác than là nguyên nhân sinh chủ yếu gây bồi lắng lưu vực vịnh Cửa Lục và phân rìa vịnh Hạ Long.

3.2. Tác động của hoạt động khai thác than đến môi trường nước

3.2.1. Tác động đến nước sông, suối

Kết quả lấy mẫu, phân tích các mẫu nước mặt cho thấy hàm lượng sắt tại suối Hà Tu vượt giới hạn cho phép từ 3 - 4 lần; hàm lượng Mn trong tất cả các mẫu đều cao hơn quy định tại quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước mặt trong đó cao nhất là khu vực hồ Khe cá, nơi chứa nước thải mở từ các khu vực khai trường đổ xuống vào suối Lộ Phong; nồng độ các chất rắn lơ lửng và giá trị COD trong nước rất cao gây ô nhiễm nước. Tại điểm quan trắc, suối Lộ Phong có hàm lượng chất rắn lơ lửng (TSS) cao, độ pH thấp, TSS cao vượt giới hạn cho phép của quy chuẩn từ 1,43 - 49,2 lần (Bảng 7).



Hình 3. Bãi thải bị xói mòn làm tăng nguy cơ sạt lở vào mùa mưa

Ghi chú: tác giả chụp từ khu đổ thải mỏ Núi Béo lúc 09h04' ngày 09/12/2016

Bảng 7. Kết quả phân tích mẫu nước mặt thành phố Hạ Long

STT	Ký hiệu	Mùa	Các chỉ tiêu phân tích									
			pH	TSS (mg/l)	COD (mg/l)	As (mg/l)	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Fe (mg/l)	Hg (mg/l)	Dầu mỡ (mg/l)	Mn ²⁺ (mg/l)
1	N1	Khô	6,78	73	33,1	0,0021	0,0018	0,0009	1,12	KPH	<0,01	7,4
		Mưa	6,12	48	21,0	<0,001	<0,0005	<0,005	0,74	<0,0001	KPH	5,1
2	N2	Khô	7,13	342	158,9	0,0173	0,0088	0,0107	6,77	0,0001	0,076	3,2
		Mưa	5,59	161	60,2	0,0068	0,0011	0,008	5,51	<0,0001	0,133	4,0
3	N3	Khô	6,23	94	33,1	0,0199	0,0009	0,0012	0,59	KPH	0,074	2,4
		Mưa	6,31	73	93,3	0,0076	0,0008	<0,005	4,46	<0,0001	0,208	6,4
4	N4	Khô	7,58	134	16,6	0,0155	0,0013	0,0224	1,62	0,0001	0,071	2,7
		Mưa	5,98	41	66,7	0,0048	0,0008	<0,005	5,48	<0,0001	0,2	6,3
5	N5	Khô	6,14	127	66,2	0,0102	0,0002	0,0105	3,8	0,0001	0,066	0,70
		Mưa	6,28	38	120,2	0,0028	0,0011	<0,005	0,99	<0,0001	0,044	1,0
6	N6	Khô	7,68	98	29,8	KPH	0,0001	0,0002	2,89	KPH	0,088	0,9
		Mưa	6,52	122	73,3	<0,001	<0,0005	<0,005	6,64	<0,0001	0,13	3,1
7	N7	Khô	7,75	167	36,4	KPH	0,0002	0,0004	3,92	KPH	0,103	4,3
		Mưa	6,21	52	53,5	<0,001	<0,0005	<0,005	1,07	<0,0001	0,065	0,7
8	N8	Khô	6,91	11	45,3	0,0008	0,0012	0,0005	0,6	KPH	0,04	0,3
		Mưa	6,94	37	26,6	<0,001	<0,0005	<0,005	1,5	<0,0001	0,12	0,5
9	N9	Khô	7,32	59	36,5	0,0011	0,0009	KPH	3,6	0,0006	0,21	3,9
		Mưa	6,81	45	38,6	<0,001	<0,0005	<0,005	1,1	<0,0001	0,03	1,5
QCVN 08-MT:2015/BTNMT (Gh B1)			5,5-9	50	30	0,05	0,01	0,05	1,5	0,001	1	0,5

3.2.2. Tác động đến nước ngầm

Nước ngầm là nguồn nước chủ yếu phục vụ cho sinh hoạt và tưới rau, hoa màu của người dân thành phố Hạ Long. Do vậy, nước ngầm bị ô nhiễm sẽ ảnh hưởng trực tiếp tới đời sống và sức

khỏe của người dân địa phương. Kết quả phân tích 5 mẫu nước giếng tại các phường có hoạt động khai thác than đã cho thấy một số chỉ tiêu chất lượng nước đã bị ảnh hưởng do hoạt động khai thác than (Bảng 8).

Bảng 8. Kết quả phân tích mẫu nước ngầm tại thành phố Hạ Long

STT	Ký hiệu	Mùa	pH	Độ đục (NTU)	Độ cứng tổng số (mg/l)	SO ₄ ²⁻ (mg/l)	Mn ²⁺ (mg/l)	Fe _p (mg/l)
1	N10	Khô	6,02	1,19	0,4	109	0,6	0,38
		Mưa	6,55	2,37	202,31	12	0,7	0,31
2	N11	Khô	6,23	0,64	0,5	75	0,8	0,48
		Mưa	6,37	2,63	101,16	40	0,6	0,23
3	N12	Khô	5,91	0,98	0,8	106	0,9	0,21
		Mưa	6,51	1,82	217,25	14	0,8	0,16
4	N13	Khô	6,34	0,21	356,3	237	0,2	3,51
		Mưa	6,37	0,21	213,6	124	0,3	0,36
5	N14	Khô	6,71	0,16	407,1	245	0,6	9,19
		Mưa	6,12	0,26	298,5	137	0,6	0,45
QCVN 09-MT:2015/BTNMT			5,5 - 8,5	-	500	400	0,5	5

Số liệu bảng 8 cho thấy trừ khu vực phường Hà Phong (mẫu N13) các khu vực khác đều có hiện tượng ô nhiễm Mn. Nước ngầm khu vực phường Hà Phong, Hà Khánh bị ô nhiễm sắt nặng. Các chỉ tiêu pH độ cứng và SO₄ đều đạt so với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước dưới đất tuy vẫn có sự gia tăng hàm lượng ở các khu vực khai thác than mạnh (phường Hà Phong và Hà Khánh).

3.2.3. Tác động đến nước biển ven bờ

Đục hoá, bùn hoá đáy và nông hoá đáy vịnh do lắng đọng bụi than và đất đá đã và đang là tác động chính do hoạt động khai thác và vận chuyển than gây nên. Kết quả phân tích nước biển ven bờ tại 2 điểm N15 (khu vực Nam Cầu Trắng) và N16 (khu vực cửa suối Lộ Phong chảy ra biển) vào mùa khô cho thấy hàm lượng pH chỉ đạt mức 6,45 và 6,03 (thấp hơn so với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biển ven bờ); nồng độ Mangan (Mn) và Sắt (Fe) trong nước được cũng cao hơn nhiều so với quy chuẩn. Nhìn chung, vào mùa mưa chất lượng nước có khá hơn do được nguồn nước ngọt dồi dào pha loãng.

Kết quả phân tích này phù hợp với một số kết quả quan trắc chất lượng nước biển ven bờ của Sở TN & MT tỉnh Quảng Ninh (2014, 2015). Theo đó, hàm lượng bùn lơ lửng trung bình 45 mg/l ở lớp nước mặt và 50 mg/l lớp nước đáy vịnh; tốc độ lắng đọng bùn khoảng 170 - 315 mg/cm²/ngày; bùn hoá đáy vịnh kèm theo sự gia tăng hàm lượng bột than trong trầm tích, phổ biến 0,1 - 0,3%, thậm chí tới 10% tại Cửa Lục.

3.3. Tác động của hoạt động khai thác than đến cảnh quan

3.3.1. Tác động đến địa hình âm và địa hình dương

Sự thay đổi địa hình có xu hướng tăng cao (địa hình dương) do việc đổ dồn đất đá thải hàng năm của các mỏ đặc biệt là khai thác than lộ thiên. Địa hình này phát triển về diện tích và chiều cao tuyến tính với khối lượng đất đá thải hàng năm. Địa hình âm hình thành do quá trình gạt bỏ lớp đất mặt để khai thác tầng than ở dưới độ sâu rất lớn tạo các moong khai thác. Theo thống kê của Sở TN & MT tỉnh Quảng Ninh (2017), hoạt động khai thác than lộ thiên đã tạo ra khoảng 3 tỷ m³ đất đá mỗi năm. Mỏ Hà Tu ở độ cao 110 m (phía Nam) đến 306 m (phía Bắc) có moong khai thác hình tròn ở độ cao 166 m, đường kính 1.000 m. Độ dốc thành moong dài 40 - 700 m, đáy moong ở độ sâu -66 m và hoạt động khai thác than hiện đang ở độ sâu khoảng -60 m. Mỏ Núi Béo khi kết thúc khai thác vào 11 và 14 vào năm 2017 đã tạo ra địa hình âm tại khai trường hiện nay tại vỉa 11 dài 1000 m, rộng 300 m và sâu -132 m; địa hình âm ở vỉa 14 sẽ dài 530 m, rộng 450 m, sâu -48 m; Phân tích từ mô hình số độ cao năm 2015 cho thấy bãi thải Nam Lộ Phong có độ cao 180 m, bãi thải Chính Bắc có độ cao 250 m, khu vực đổ thải mỏ Núi Béo cao 240 m so với mực nước biển, chi tiết tại bảng 10.

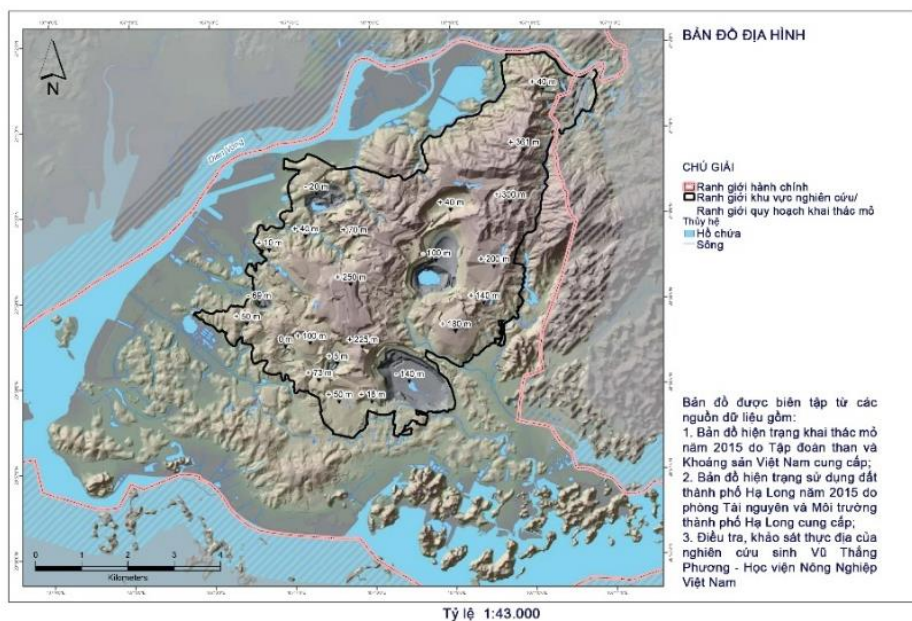
Theo Nguyễn Thị Thu Thủy (2010), những biến đổi địa hình và cảnh quan mạnh nhất diễn ra chủ yếu ở những khu vực có khai thác than lộ thiên. Sự thay đổi mạnh địa hình ngoài việc làm biến dạng cảnh quan đô thị còn tiềm ẩn nhiều nguy cơ sạt lở, lũ bùn vào mùa mưa, bão gây ảnh hưởng đến đời sống người dân tại khu vực

Bảng 9. Kết quả phân tích mẫu nước biển ven bờ thành phố Hạ Long

STT	Ký hiệu	Mùa	Các chỉ tiêu phân tích						
			pH	TSS (mg/l)	DO (mg/l)	Pb (mg/l)	Mn ²⁺ (mg/l)	Fe tổng (mg/l)	Dầu mỡ (mg/l)
1	N15	Khô	6,45	132	3,7	0,0460	0,8	1,55	0,065
		Mưa	7,38	83	4,7	<0,005	0,3	0,92	0,052
2	N16	Khô	6,11	141	3,7	0,0061	0,8	1,06	0,051
		Mưa	6,28	85	4,1	<0,005	0,5	1,36	0,036
QCVN 10-MT:2015/BTNMT			6,5-8,5	50,0	≥ 5	0,1	0,1	0,3	-

Bảng 10. Chênh lệch địa hình và độ dốc một số khu vực trong vùng than

Mỏ than/ Bãi thải	Độ cao trên bề mặt (+)	Độ sâu (-)	Độ dốc bãi thải
Bãi thải Nam Lộ Phong	+ 180	0	> 30°
Bãi thải Chính Bắc	+ 250	0	>30°
Khu đổ thải mỏ than Núi Béo	+ 240	-132	> 30°



Hình 4. Bản đồ địa hình vùng nghiên cứu

tiếp giáp khu vực khai thác than và các vùng lân cận tại thành phố Hạ Long. Theo Trần Phương (2015), thông báo thiệt hại mới nhất của TKV ngày 2 tháng 8 năm 2015 cho biết tại các mỏ khai thác than lộ thiên mưa lớn gây sạt lở mạnh do mưa lũ ước tính chỉ ở các công ty Hà Tu, Núi Béo... có cỡ 1 triệu m³ bùn đất chảy vào khu vực khai thác hoặc đường nội bộ.

3.3.2. Tác động làm thay đổi đường bờ

Hoạt động đổ đất đá thải ra biển và sự lắng đọng bùn đất cùng các chất thải rắn khác từ 2 bãi thải lớn của vùng than và các mỏ theo các sông ngòi, mương thoát nước đã làm thay đổi đối bờ và gây ô nhiễm biển ven bờ vịnh Hạ Long. Theo UBND thành phố Hạ Long (2015b), trên cơ sở phân tích các ảnh vệ tinh qua các thời kỳ và kiểm chứng thực tế cho thấy, tại khu vực nam Cầu Trắng do trôi lấp đất từ bãi thải, đường bờ lấn ra biển với chiều rộng có nơi đến 455 m, tại

bờ biển nơi cửa mương thoát nước của mỏ Hà Tu đường bờ thay đổi mở rộng có nơi đến 600 m. Điều này cũng phù hợp với kết quả nghiên cứu của Vũ Thị Hằng (2016) cho rằng, kết quả phân tích diễn biến đường bờ bằng công nghệ viễn thám cho thấy quá trình biến đổi đường bờ biển khu vực Hạ Long - Cẩm Phả thuộc diện cao nhất trong khu vực ven biển Bắc Bộ.

Ngoài ra, theo Trung Nguyễn (2017), việc lấy đất đá từ bãi thải khai thác than để san gạt mặt bằng các dự án lấn biển cũng là nguyên nhân gây ra biến động đường bờ. Để có được nguồn đất đá phục vụ các dự án hạ tầng trọng điểm, không gây ảnh hưởng đến môi trường, cảnh quan, địa phương đã nghiên cứu phương án lấy đất, đá từ các bãi thải mỏ đang hoạt động và xỉ thải của các nhà máy nhiệt điện. Tuy nhiên, việc làm này có thể gây ra hiểm họa rất lớn về ô nhiễm môi trường Vịnh Hạ Long.

3.4. Đánh giá của người dân về tác động của hoạt động khai thác than

Kết quả điều tra ý kiến của người dân năm 2016 về các tác động của khai thác than tại thành phố Hạ Long được tổng hợp tại bảng 11. Theo đó, khi điều tra 20 người dân sản xuất nông nghiệp tại phường Hà Phong thì 100% ý kiến cho rằng việc khai thác than làm suy giảm chất lượng đất, làm giảm năng suất cây trồng; 31/40 người dân được phỏng vấn quanh khu vực khai thác than tại phường Hà Lâm cho rằng việc khai thác than gây sạt lở, sụt lún nhà cửa, các công trình phụ trợ của họ; 20/20 người dân sống quanh các khu vực suối, các khu vực thoát nước của khai trường cho rằng việc khai thác than tạo ra các “dòng suối than” màu đen chảy qua hệ thống thoát

nước ra cửa biển vịnh Hạ Long, điều này tác động không nhỏ đến cảnh quan và môi trường di sản thiên nhiên thế giới vịnh Hạ Long, đặc biệt là khu vực ven bờ; 15/ 20 người dân có giếng đào ở các khu vực đều cho thấy việc khai thác than làm ô nhiễm nguồn nước giếng của gia đình, gây khó khăn cho sinh hoạt cũng như sản xuất nông nghiệp.

Kết quả điều tra phản ánh khá đầy đủ bức tranh toàn cảnh sự tác động của khai thác than đối với thành phố Hạ Long. Ngoài ra, khi áp dụng trình phân tích thứ bậc AHP và đánh giá phiếu điều tra người dân địa phương về sự tác động của hoạt động khai thác than tại thành phố Hạ Long thì các tác động được xếp thứ tự từ cao đến thấp là sử dụng đất, tài nguyên nước, cảnh quan (Vũ Thắng Phương, 2017).

Bảng 11. Kết quả điều tra người dân về tác động của khai thác than tại thành phố Hạ Long (phiếu)

Tiêu chí đánh giá	Tổng số phiếu điều tra	Mức đánh giá theo mẫu phiếu				
		Rất ảnh hưởng	Ảnh hưởng	Ít ảnh hưởng	Hoàn toàn không ảnh hưởng	Không có ý kiến
Ảnh hưởng của việc khai thác than đến chất lượng đất nông nghiệp	20	12	8	0	0	0
Ảnh hưởng của việc khai thác than đến hiện tượng sạt lở, sụt lún nhà cửa, các công trình phụ trợ	40	15	15	1	9	0
Ảnh hưởng của việc khai thác than đến vấn đề ô nhiễm nước mặt	20	16	4	0	0	0
Ảnh hưởng của việc khai thác than đến vấn đề ô nhiễm nước ngầm	20	11	8	1	0	0



Hình 5. Điều tra, phỏng vấn bà Phạm Thị Hạnh, số nhà 13, tổ 3, khu 2, phường Hà Lâm (sống gần khu vực khai thác hầm lò của mỏ Hà Lâm)



Hình 6. Điều tra, phỏng vấn ông Nguyễn Văn Hiến, tổ 6, khu 4B, phường Hà Phong (sống liền kề suối Lộ Phong)

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Hoạt động khai thác than đã và đang ảnh hưởng nghiêm trọng tới sử dụng đất tại thành phố Hạ Long. Trong giai đoạn 2010 - 2017, diện tích khai thác than đã tăng 740,13 ha (trong đó đất bãi thải tăng 421,24 ha), diện tích rừng giảm 520,44 ha và độ che phủ giảm 15,12%. Chất lượng đất cũng chịu tác động lớn từ hoạt động khai thác than, hàm lượng các KLN trong đất như As, Pb Cu, Zn và Cd tại khu vực bãi thải đã phục hồi và bãi thải đang đổ thải cao hơn nhiều so với quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng đất (riêng As cao hơn từ 5,4 - 9,45 lần). Khai thác than đã làm ảnh hưởng đến chất lượng nước mặt, nước ngầm và nước biển ven bờ chủ yếu là làm tăng hàm lượng Fe từ 3 - 4 lần và Mn đều cao hơn quy chuẩn kỹ thuật quốc gia, nồng độ chất rắn lơ lửng, COD tăng trong nước rất cao và giảm nồng độ pH nước mặt và nước ngầm. Hoạt động khai thác than tác động làm gia tăng sạt lở đất, bồi lấp sông suối và gây biến đổi mạnh địa hình tạo nguy cơ tiềm ẩn gây các tai biến thiên nhiên; gây ảnh hưởng tiêu cực tới cảnh quan chung của thành phố du lịch Hạ Long và di sản thiên nhiên thế giới Vịnh Hạ Long.

Kiến nghị, cần có thêm nhiều nghiên cứu về đánh giá tác động tại các vùng than khác của Quảng Ninh để kết nối liên vùng theo dải địa chất, môi trường bể than Quảng Ninh, phục vụ cải tạo phục hồi môi trường sau khai thác than trên toàn tỉnh Quảng Ninh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Công thương (2016). Quy hoạch phát triển ngành than Việt Nam đến năm 2020, có xét triển vọng

đến năm 2030.

- Đặng Thị Hải Yến (2014). Nghiên cứu các giải pháp quản lý - kỹ thuật tổng thể nhằm phục vụ công tác cải tạo và phục hồi môi trường cho các mỏ khai thác than lộ thiên vùng Hòn Gai - Cẩm Phả. Luận án Tiến sỹ kỹ thuật ngành Khai thác mỏ, Đại học Mỏ - Địa chất.
- Hồ Sỹ Giao (Chủ biên) (2010). Bảo vệ môi trường trong khai thác mỏ lộ thiên. Nhà xuất bản Từ điển Bách khoa, Hà Nội (Sách chuyên khảo).
- Nguyễn Thị Thu Thủy (2010). Bảo vệ môi trường trong hoạt động khai thác than tại Quảng Ninh, <http://vea.gov.vn/vn/truyenthong/tapchimt/cccs/Pages/BaovemotruongtronghoatdongkhaihacthanataiQuangNinh.aspx>.
- Sở TN & MT tỉnh Quảng Ninh (2014). Báo cáo hiện trạng môi trường thành phố Hạ Long năm 2013.
- Vu T.P., N.H. Do, T.C. Vo (2017). Application of Analytical Hierarchy Process (AHP) Technique to Evaluate the Combined Impact of Coal Mining on Land Use and Environment. A Case Study in the Ha Long City, Quang Ninh province, Vietnam. International Journal of Environmental Problems, 3(1): 54-58.
- Trần Phương (2015). Than trôi đe dọa Quảng Ninh, <https://tuoitre.vn/than-troi-de-doa-quang-ninh-787467.htm>
- Trung Nguyễn (2017). Quảng Ninh: Lấy đất đá từ bãi thải khai thác than để san gạt mặt bằng các dự án, <https://baotintuc.vn/xa-hoi/quang-ninh-lay-dat-da-tu-bai-thai-khai-thac-than-de-san-gat-mat-bang-cac-du-an-20170630155625370.htm>
- UBND thành phố Hạ Long (2015a). Quy hoạch tổng thể phát triển kinh tế - xã hội thành phố Hạ Long đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030.
- UBND thành phố Hạ Long (2015b). Quy hoạch bảo vệ môi trường thành phố Hạ Long đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2030.
- Vũ Thị Hằng (2016). Nghiên cứu xác lập cơ sở khoa học tích hợp tư liệu địa tin học đánh giá môi trường chiến lược phục vụ quy hoạch khai thác khoáng sản rắn (ví dụ cho bể than Quảng Ninh). Luận án Tiến sỹ kỹ thuật, Đại học Mỏ - Địa chất.